

Valeriu Dulgheru

BAZELE ELABORĂRII CREATIVE A PRODUSELOR

Volumul 1
**Istoria
și Evoluția Tehnicii,
Creativitate**



Chișinău 2020

CZU 62(091)

D88

Trăim poate mai mult ca oricând în istorie, într-o „*Civilizație a produselor*”. Produsele generează un standard de viață, alimentează un nivel de conduită culturală. Misiunea prezentei monografii este de a-l face pe cititor să conștientizeze importanța elaborării corecte a produselor sub toate aspectele. Monografia își propune să documenteze proiectanții de produse cu posibilele căi de minimizare a impactului negativ al activității umane asupra mediului.

Monografia înserează un scurt istoric în cele mai importante domenii ale tehnicii, evoluția acestor domenii în timp, aspecte ale creativității tehnice, utilizabile la elaborarea creativă a produselor tehnice.

Scris într-un stil accesibil, cu accent pe mișcarea ideilor, cu exemplificări adecvate, inclusiv elaborate de autor, bazat pe o informație amplă și la zi, monografia își propune să îndemne și să includă cititorii în procesul creativ de elaborare creativă a produselor.

Monografia se adresează, în primul rând, studenților, masteranzilor și doctoranzilor din învățământul tehnic superior, inginerilor proiectanți de produse și utilizatorilor acestora, cercetătorilor științifici.

Redactor: Valeriu Dulgheru

Paginare computerizată: Valeriu Dulgheru

Prelucrare imagini: Valeriu Dulgheru

Coperta: Maxim Vaculenco

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții

Dulgheru, Valeriu.

Bazele elaborării creative a produselor / Valeriu Dulgheru. – Chișinău: S. n., 2020 (Tipogr. "Bons Offices") – . – ISBN 978-9975-87-737-4.

Vol. 1: Istoria și evoluția tehnicii, creativitate. – 2020. – 470 p.: fig., fot., tab. – Bibliogr.: p. 440-462 (361 tit.). – 100 ex. – ISBN 978-9975-87-738-1.

C U P R I N S

Prefață	<i>vi</i>
Despre autor	<i>viii</i>
1 INTRODUCERE	1
2 SCURT ISTORIC PRIVIND DEZVOLTAREA TEHNICII UNIVERSALE: personalități de vază	17
3 EVOLUȚIA PRODUSELOR TEHNICE	63
3.1 Generalități.....	64
3.2 Evoluția transmisiilor mecanice.....	84
3.2.1 Generalități.....	84
3.2.2 Evoluția angrenajelor în antichitate	85
3.2.3 Evoluția angrenajelor în perioada renașterii și postrenașterii..	88
3.2.4 Evoluția angrenajelor în perioada revoluției industriale.....	92
3.2.5 Transmisii moderne cu angrenare.....	95
3.3 Evoluția mijloacelor terestre de transport.....	101
3.3.1 Evoluția bicicletei.....	101
3.3.2 Automobile: trecut, prezent, viitor.....	105
3.3.2.1 Scurt istoric.....	105
3.3.2.2 Automobilul cu motor cu abur.....	105
3.3.2.3 Automobilul cu motor cu ardere internă.....	111
3.3.2.4 Automobilul electric și hibrid.....	135
3.3.2.5 Istoria recordurilor de viteză la sol.....	159
3.3.2.6 Cum va fi automobilul viitorului?.....	162
3.3.3 Evoluția trenurilor.....	167
3.3.4 Evoluția aparatelor de zbor.....	187
3.3.4.1 Scurt istoric.....	188
3.3.4.2 Faza inițială de constituire a aviației.....	189
3.3.4.3 Etapa modernă a aviației.....	205
3.3.4.4 Elicoptere: trecut, prezent, viitor.....	220
3.4 Evoluția roboților.....	230
3.4.1 Generalități.....	230
3.4.2 Evoluția roboților.....	237

3.4.3	Robotica.....	243
3.4.4	Clasificarea roboților.....	256
3.4.4.1	Roboți industriali.....	257
3.4.4.2	Roboți umanoizi (androizi).....	264
3.4.4.3	Roboți casnici.....	268
3.4.4.4	Robotica: cercetare multi-disciplinară.....	271
3.4.5	Inteligență artificială.....	282
3.4.5.1	Scurt istoric.....	282
3.4.5.2	Ce este inteligența artificială?.....	284
3.4.5.3	Inteligența artificială – un viitor promițător sau începutul sfârșitului?.....	288
4	CREATIVITATEA – FUNCȚIA DE BAZĂ A INOVĂRII	295
4.1	Generalități.....	296
4.1.1	Creativitate – trecut, prezent, viitor.....	296
4.1.2	Ce este creativitatea?.....	299
4.2	Creativitate tehnică: analiză, evaluare, diagnosticare.....	306
4.2.1	Modele conceptuale ale creativității.....	306
4.2.1.1	Concepte psihanalitice ale procesului de creație.....	306
4.2.1.2	Modele ale procesului de creație.....	309
4.2.1.3	Modelul creativității ca produs.....	316
4.2.1.4	Modelele personalității creatoare.....	326
4.2.2	Evaluarea creativității.....	349
4.2.2.1	Diagnosticarea potențialului creativ.....	349
4.2.2.2	Evaluarea creativității manifeste.....	351
4.2.3	Factori favorizanți și frenatori ai creativității.....	354
4.2.3.1	Despre capacități, talent, genialitate. Pe urmele lui DEDAL.....	354
4.2.3.2	Rolul antrenării în dezvoltarea capacităților creative	355
4.2.3.3	Un atribut important al creativității - spiritul de observație.....	356
4.2.3.4	Rolul hazardului în creație.....	357
4.2.3.5	Influența barierelor psihologice asupra creativității..	362
4.2.4	Cine sunt inventatorii contemporani?.....	364
4.3	Programe de activare a potențialului creativ.....	365
4.3.1	Tehnici de stimulare a creativității.....	365

4.3.1.1	Analogia și extrapolarea.....	365
4.3.1.2	Asocierea consonantă.....	365
4.3.1.3	Inversia.....	366
4.3.1.4	Combinarea.....	367
4.3.1.5	Tehnica „PINDAR”.....	369
4.3.2	Metode de activare a gândirii.....	370
4.3.2.1	Metode psihologice (intuitive) de activare a gândirii.....	370
4.3.2.2	Metode logice-combinatorice-deductive de creație tehnică.....	383
4.3.2.3	Metode analitice.....	384
4.3.2.4	Metode de lucru asociative.....	388
4.3.2.5	Metode de asociere liberă a ideilor.....	389
4.4	Procedee practice de antrenare a capacităților creative.....	392
4.4.1	Capacități de creație.....	392
4.4.2	Stimularea creativității.....	394
4.4.2.1	Antrenarea memoriei.....	399
4.4.2.2	Antrenarea spiritului de observație.....	401
4.4.3	Principii de rezolvare a problemelor creative.....	406
4.4.4	Fondul de procedee euristice de transformare a obiectelor.....	408
4.5	Produs al procesului de creație – invenția. Brevetarea și protecția proprietății intelectuale.....	415
4.5.1	Generalități.....	415
4.5.2	Definirea invenției.....	418
4.5.3	Clasificarea criterială a invențiilor.....	419
4.5.4	Elaborarea descrierii de invenție.....	421
4.5.4.1	Norme de redactare a descrierilor de invenție.....	421
4.5.4.2	Revendicări. Tipuri de bază.....	425
4.5.4.3	Expertiza brevetabilității și a purității de brevet.....	426
4.6	Drepturi de proprietate intelectuală.....	429
4.6.1	Ce este proprietatea intelectuală?.....	429
4.6.2	Transmiterea dreptului de autor terților.....	432
4.7	Un secol de realizări majore în știință și creativitate tehnică.....	434
	BIBLIOGRAFIE	439

PREFAȚĂ

Trăim poate mai mult ca oricând în istorie, într-o „civilizație a produselor”. Produsele generează un standard de viață, alimentează un nivel de conduită culturală. Produsele de mare complexitate încorporează, de multe ori, o spiritualitate comparabilă cu o carte sau o operă de artă. Pe de altă parte, produsele sunt percepute mai puternic de către oameni, pentru că ele se adresează într-un cod mai simplu, mai accesibil, unor activități de rangul întâi ale existenței umane și, implicit, sunt receptate direct de grupuri sociale mai largi. Dar aceste produse necesită o îmbunătățire permanentă.

Progresul general al omenirii datorează în cea mai mare măsură rezultatelor remarcabile ale personalităților creatoare. Ce ar fi fost muzica universală fără operele lui Mozart, Brahms, Beethoven, Verdi, Ceaikovski, Rossini, List, Enescu, Bizet, Schuman etc.?

La ce s-ar reduce creația literară universală, dacă s-ar șterge din memoria omenirii operele lui Shakespeare, Hugo, Balzac, Zola, Goethe, Schiller, Eminescu, Tolstoi, Dostoevski etc.?

Ce ar fi rămas din zestrea artistică de pictură sau sculptură fără Michelangelo, Leonardo da Vinci, Rafael, Rembrandt, Goia, Van Gogh, Rodin, Picaso, Brâncuși, Repin sau Constable ?

Care ar fi fost astăzi nivelul științei, dacă n-ar fi existat Euclid, Pitagora, Galilei, Copernic, Bernoulli, Euler, Huygens, Curie, Bohr, Fermi etc.?

Cum ar fi arătat societatea contemporană dacă marele inventator necunoscut n-ar fi realizat prima aprindere prin frecare, dacă un alt inventator necunoscut n-ar fi conceput roata, dacă marele mecanician al epocii antice Arhimede n-ar fi inventat pârgă, dacă Guttenberg n-ar fi inventat tiparul în 1440, Denis Papin - mașina de vapori în 1695, Faraday - motorul electric în 1826, Morse - telegraful în 1843, Edison - lampa incandescentă și fonograful 1878, Wright - avionul în 1903, H. Coanda - motorul cu reacție în 1910? Cu cât s-ar fi reținut zborul primului sputnic al lui Korolev, lansat în 1957, dacă n-ar fi existat părinții astronauticii universale Țiolkovski, Oberth, Goddard, Esnault-Pelterie?

Dar produsele odată apărute la nivel de pionierat au necesitat o permanență perfecționare. Cum s-ar fi privit astăzi primul telefon al lui Alexander Bell dacă n-ar fi fost îmbunătățit de o întreagă armată de inventatori, ingineri mai puțin cunoscuți? Același lucru se poate spune despre primul automobil al lui Benz, primul avion al fraților Wright, primul calculator electronic, o întreagă gamă de obiecte de uz casnic. Fiecare din aceste produse au trecut prin mâinile și mințile a sute și mii de ingineri, fiecare din ei transferând asupra produsului o părțică a sufletului său, a creativității sale, a Eu-lui său, aducând la un nivel perfect parametrii funcționali ai produsului, formele lui geometrice. Nivelul foarte înalt

al unor produse a fost posibil de atins numai datorită perpetuării permanente a elementului creativ în procesul de elaborare a produselor noi.

În istoria tehnicii există numeroase cazuri de invenții mecanice dispărute sau uitate. Din păcate, există mult adevăr în aforismul „*Tot ceea ce este nou este ceva ce a fost uitat*”. Descoperirea și redarea unor idei cândva cunoscute, dar uitate sau neglijate, trebuie să devină o preocupare permanentă în formarea și educarea creativității tehnice, deoarece aceste „*idei vechi*” constituie o valoroasă și insuficient explorată sursă de creativitate tehnică în elaborarea produselor.

Este firesc, în aceste condiții, să se dezvolte o „*filozofie a producției*” care pune în conjuncție cunoștințe din cele mai diverse domenii ale științei pentru a raționaliza atât procesul de elaborare a produselor, cât și procesul de producție a lor, pentru a-i amplifica rezultatele utile și a-i diminua influențele nefavorabile asupra mediului și, în general, asupra vieții omului. Toate subordonate necruțătoarelor comandamente economice. Deci, produsele trebuie să fie nu doar utile dar și estetice, ieftine și ecologic inofensive.

Epoca, pe care o trăim, este „*în permanentă stare de schimbare*”. Condițiile economice astăzi sunt în ascensiune accelerată. Această „*stare de permanentă schimbare*” bulversează ideile tradiționale acumulate. Eforturile enorme ale inginerilor nu sunt orientate numai în direcția măririi numărului invențiilor și descoperirilor, dar, în special, în direcția exploatării lor industriale, elaborării produselor noi. Pentru a trece de la stadiul de invenție științifică până la stadiul de exploatare industrială a fost nevoie de: 112 ani pentru fotografie (1727-1839), 56 de ani pentru telefonie (1820-1876), 35 de ani pentru radio (1867-1902), 15 ani pentru radar (1925-1940), 13 ani pentru televiziune (1932-1945), 6 ani pentru bomba atomică (1939-1945), 5 ani pentru tranzistor (1948-1953), 3 ani pentru circuite integrate (1958-1961), 1 an pentru laser (1965-1966). Se observă o tendință clară de reducere a perioadei de timp de la idee până la produs. Și asta e bine. Invenția trebuie să-și găsească utilizare cât mai rapid posibil.

Ținând cont de această accelerare a tehnicii și a punerii ei în valoare calitatea primordială a inginerului de motor al întreprinderii industriale devine deosebit de importantă pentru integrarea posibilităților științifice noi, fapt ce condiționează expansiunea întreprinderilor și a piețelor produselor lor. El trebuie să integreze într-un mod fericit datele de laborator, problemele de producere, perspectivele marketingului, toate lucrurile care dau în ansamblul unei industrii o coeziune și o vedere exhaustivă a problemelor pentru o mai bună utilizare.

Aduc pe această cale cele mai recunoscătoare mulțumiri acad. Ion Bostan, îndrumătorul pe parcursul întregii vieți a activității mele științifice și creative.

Despre autor



Valeriu Dulgheru,
profesor universitar, doctor habilitat

Născut la 9 martie 1956 în comuna Carpești, județul Cahul. Absolvent cu mențiune al Facultății de Mecanică a Institutului Politehnic din Chișinău (1978), specializarea „*Tehnologia Construcțiilor de Mașini*”. După absolvirea institutului în a. 1971 a lucrat trei ani la uzina de Tractoare din or. Chișinău în calitate de inginer tehnolog în construcția de mașini. Din a. 1981 activează la Institutul Politehnic din Chișinău (astăzi Universitatea Tehnică a Moldovei) în funcție de asistent, lector superior, conferențiar, profesor universitar.

Domeniile de interes științific sunt cercetarea transmisiilor planetare precesionale, a sistemelor de conversie a energiilor regenerabile, creativitate tehnică. A susținut teza de doctor în tehnică (1987) și de doctor habilitat în tehnică (1995). Autor a peste 1000 de lucrări științifice, inclusiv, 37 manuale și monografii și 192 brevete de invenție.

Activitatea administrativă:

- Șef departament „*Bazele Proiectării Mașinilor*” (1995 – prezent);
- Director al Centrului de Elaborare a Sistemelor de Conversie a Energiilor Regenerabile (2015 – prezent).

Distincții de stat, onorifice și titluri:

- Premiul de Stat în domeniul Științei, Tehnicii și Producției (1998);
- Ordinul de Stat „*Gloria Muncii*” (2014);
- Membru de Onoare al Academiei de Științe Tehnice din România (2015);
- Medalia de Aur a Organizației Mondiale de Proprietate Intelectuală (2004);
- Inventator de Elită al României (1994);
- Om Emerit (Inventator Emerit) al Republicii Moldova (1995);
- Laureat al Ordinului „*Merite de l'Invention*”, Bruxelles (2008);
- D.H.C. al Universității Tehnice „*Gh. Asachi*” din Iași, România (2015).
- M. cor. al Academiei Româno-Americane de Științe și Arte (2003).

CAPITOLUL I

I. INTRODUCERE

„Există două probleme globale ale Omenirii: energia și educația. Energia este baza existenței materiale. Educația – baza existenței spirituale. Restul sunt afaceri”.

(Tetsuo Yoshida. President Parkitek INC)

Pe parcursul existenței sale Civilizația umană a trecut mai multe valuri de dezvoltare. Americanul Alvin Toffler în cartea sa de referință „*Al treilea val*” [1] împarte istoria în trei mari valuri de civilizație: agricolă - bazată pe cultivarea pământului, industrială - bazată pe puterea mecanică a mașinilor și informațională - bazată pe puterea software-ului și a roboților. În momentul de față asistăm la o confruntare între al treilea val de civilizație, cel al societății informaționale, și al doilea val, cel al industrialismului care este eliminat în mod violent de către societatea informațională. Ca orice schimbare, trecerea de la societatea industrială la cea informațională întâmpină rezistență socială din partea oamenilor obișnuiți să trăiască în industrialism. După cum spunea Niccolo Machiavelli (1532) „*Nu este nimic mai greu de realizat decât o nouă ordine a lucrurilor*”, căci partizanii vechii ordini se vor transforma în adversari înrăiți, pe când adepții noii ordini vor fi destul de lenți în reacții.

Pentru o mai bună înțelegere a esenței acestui ultim val civilizațional - Societatea Informațională, se va prezenta o analiză comparativă între cele trei tipuri de civilizații și a interacțiunii dintre al doilea și al treilea val de civilizație (v. Tabelul 1.1).

Societatea agricolă a fost caracterizată de munca pământului cu ajutorul brațelor umane și a animalelor. Agricultură a fost principala ocupație a oamenilor în societatea agricolă care, în mare parte, devenise la etapa inițială motorul creativității. A fost nevoie de mult timp pentru ca cea mai mare invenție umană – PÂINEA, să devină cea pe care o avem în fiecare zi pe masă. Lipsa ei a dus la războaie, foamete, dispariția unor popoare întregi. La început prin observații omul a stabilit că unele semințe potolesc foamea. Apoi, în loc să umble pe dealuri și prin păduri în căutarea acestor semințe, ia venit idea să le cultive mai aproape de casă. Pentru aceasta a avut nevoie de un lanț întreg de invenții: de o săpăligă pentru a scormoni pământul (apoi de plug); de seceră pentru recoltare a spicelor; de o râșniță pentru fărâmițarea boabelor; de cuptor pentru coacerea PÂINII. Toate aceste invenții au apărut într-o perioadă lungă. În societatea agricolă mai exista o pătură – casta vânătorilor, pentru care trebuiau inventate și executate arme. Toate acestea au condus la apariția germenilor clasei muncitoare, prim reprezentant al căreia a fost fierarul comunei.

Tabelul 1.1. Analiza comparativă a valurilor de civilizație.

<i>Societatea Agricolă</i>	<i>Societatea Industrială</i>	<i>Societatea Informațională</i>
Apr. 8000 î.Hr.-sf. sec.18	Apr. sf. sec.18 - sf. sec.20	Apr. > sf. sec. XX
<i>Instituție dominantă</i>		
Biserica	Compania/Fabrica (linii de fabricație)	Comunitatea de practică și inovare
<i>Mod consacrat de gândire</i>		
Mistic	Industrial (rutină, ierarhie și sincronizare)	Informațional (creativitate, independență, antreprenoriat și flexibilitate)
<i>Tip de energie predominantă</i>		
Biologică (mușchii oamenilor, animalelor), mecanică (parțial, forțele naturii).	Mecanică (motoare cu abur, cu combustie internă, electrice, reactoare etc.).	Software (sisteme fizico-cibernetice, aplicații, microprocesoare, roboți etc.).
<i>Speranța medie de viață</i>		
Sub 30 de ani	50 – 70 de ani	Peste 100 de ani (proгноzată)
<i>Orientare economică</i>		
Economie bazată pe obținerea de produse agricole	Economie bazată pe bunuri industriale	Economie bazată pe inovație și servicii
<i>Unelte folosite</i>		
Unelte agricole, căruțe, care, animale de povară, mori de apă, mori de vânt, plante medicinale, comunicare orală.	Unelte mecanice avansate, motoare, autovehicule, electricitate, procese chimice, energie nucleară, medicamente biochimice, hârtie, comunicare scrisă.	Sisteme fizico-cibernetice, software, roboți, drone, imprimante 3D, cloud computing, rețele sociale, nanotehnologii, securitate cibernetică, medicamente personalizate, comunicare electronică
<i>Sursă de hrană</i>		
Pământ+apă (agricultură tradițională)	Pământ+apă (agricultură industrială)	Pământ+apă (agricultură ecologică)

Societatea industrială a apărut odată cu progresul tehnologic prin utilizarea forței mecanice. Ea a apărut odată cu introducerea motoarelor cu abur de către James Watt. Aceasta a fost cea mai mare invenție la etapa inițială a industrializării, care a revoluționat lumea (sferele de producere, transport etc.). Grație acestei mari invenții, utilizate ingenios de R. Fulton (vaporul cu abur), G. Stefenon (locomotiva cu abur), distanțele între țări, continente a devenit mai

mică. Ulterior au apărut multe alte tipuri de mașini și motoare: motoarele cu ardere internă ale lui Benz, Daimler, Diesel și automobilele lor, avioanele, rachetele cosmice, noi tehnologii. Societatea industrială a produs o serie de modificări societale: mutări masive ale populației spre zonele urbane, introducerea școlilor, sistemelor de sănătate, de asigurări. Stilul de gândire a devenit unul industrial, orientat pe profit.

Societatea informațională este o consecință a evoluției tehnologice înregistrată începând cu apariția calculatoarelor în a doua jumătate a secolului al XX-lea. Toffler plasează începutul societății informaționale în anii '60 (Toffler, 1980), însă publicul larg a început să perceapă noul val de tehnologie abia după răspândirea Internet-ului în anii '90. În a. 1956 pentru prima oară în Germania numărul intelectualilor a depășit numărul muncitorilor care, anterior, în societatea industrială l-a depășit pe cel al agricultorilor (fig. 1.1) [2].

Conceptul este încă intens dezbătut, nefiind unanim acceptată nici chiar denumirea, existând astăzi mai multe variante printre care: societatea cunoașterii, a patra revoluție industrială, post-industrialism, societate telematică, revoluție informațională, post-fordism sau societate post-modernă.

Societatea informațională reprezintă un val de civilizație care produce schimbări tehnologice, mentale, societale profunde în societatea de astăzi. Din punct de vedere teoretic, conceptul este însă unul în curs de definire. Chiar și revoluția industrială a fost teoretizată și acceptată de către public abia spre sfârșitul secolului al XIX-lea, la aproape o sută de ani după ce schimbările s-au produs efectiv, în lucrările lui Arnold Toynbee [3].

Aceste tehnologii induc modificări foarte profunde la nivel social,

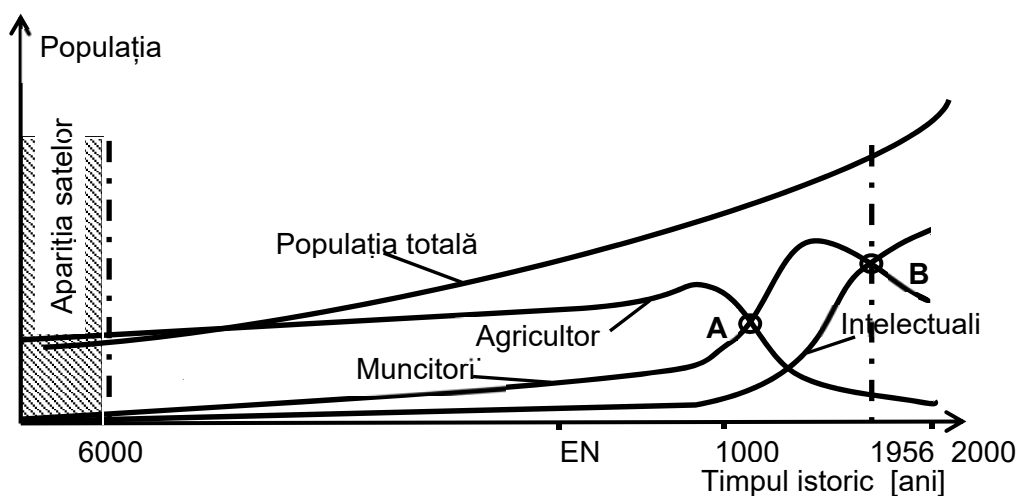


Fig. 1.1. Evoluția în timp a celor trei clase.

schimbând inclusiv felul în care este organizată activitatea economică și piața muncii. Înțelegerea tehnologiilor informatice este o condiție necesară pentru a

putea fi activ în societatea de mâine. Înțelegerea felului, prin care se naște noul val de civilizație, este, de asemenea, un lucru necesar pentru cei, care vor să se situeze în categoria noilor câștigători. Impactul economic, social, politic, demografic, cultural și militar al noilor tehnologii informatice nu trebuie ignorat. Aproape toate locurile de muncă nou create utilizează în mod profund tehnologii informatice. Actualele generații de absolvenți trăiesc ceea ce Alvin Tofler numea în urmă cu câteva decenii „Șocul viitorului”. Ei se lovesc de o societate diferită de cea a părinților lor și pentru care școala industrială clasică nu poate să îi pregătească suficient. Cele mai multe din ocupațiile care vor fi disponibile absolvenților în viitor nici nu existau în urmă cu câțiva ani.

Pe lângă viziunea lui A. Tofler asupra societății informaționale, în literatură de specialitate există numeroase alte abordări. În cele ce urmează sunt prezentate succint câteva din cele mai importante abordări:

Daniel Bell (1919 – 2011) care a pus bazele teoriei societății post-industriale. Sociolog american, jurnalist, scriitor și profesor la Universitatea din Harvard, Bell a intuit corect încă din anii ‘70 transformarea societății industriale într-o societate informațională condusă de informații și bazată pe servicii. În conformitate cu ideile lui Bell, noua societate informațională urma să aibă trei caracteristici fundamentale: transformarea producției de bunuri în producție de servicii, industriile bazate pe știință și tehnologie vor avea un rol social central și apariția unei noi elite tehnice și a unor noi modalități de stratificare socială [4]. Bell nu a fost însă interesat în mod principal de aspectele tehnologice, ci mai mult de implicațiile sociale ale dezvoltării tehnologiei;

Joseph Schumpeter a cărui teorie a „*distrugerii creatoare*” stă la bază Strategiei de la Lisabona. Schumpeter s-a născut la Triesch, Moravia (1883-1950). A fost pentru scurt timp ministru de finanțe al Austro-Ungariei. A fost pentru scurt timp și profesor la Universitatea din Cernăuți. În viziunea lui Schumpeter, antreprenorii inovativi produc creștere economică prin faptul că distrug companii existente care dețin prin ele sau prin lucrătorii lor un anumit grad de monopol tehnologic, financiar sau de altă natură. Se înlătura astfel blocaje suboptimale impuse de companii sau persoane care se bucură de privilegii datorate unor experiențe trecute însă fără valoare în viitor.

Manuel Castells (1942), profesor de sociologie la Universitatea din Catalonia, Barcelona, Universitatea de sud din California, Los Angeles, a introdus în a. 1996 conceptul de „*network society*” (societate în rețea). Gânditor născut în Spania, Castells reprezintă unul dintre autorii care au influențat semnificativ conceptul de Societate Informațională, începând cu anul 1996. Lucrarea sa fundamentală, „*The Information Age: Economy, Society and Culture*” reprezintă o trilogie compusă din „*The Rise of the Network Society*” (1996), „*The Power of Identity*” (1997) și „*End of Millennium*” (1998). În lucrările sale, Castells descrie trecerea de la societatea industrială la cea

informațională, în care accentul se pune pe informație și servicii care proces a început în anii '70 [2]. Elementul central în gândirea lui Castellas este cel de rețea. El consideră că Societatea în Rețea este structurată în jurul rețelelor de oameni și nu în jurul indivizilor și că aceste rețele funcționează cu ajutorul unor informații, care circulă prin intermediul rețelelor de calculatoare și al Internetului [5]. Pornind de la acest concept de rețea, Castellas reia temele lui Alvin Toffler legate de principalele aspecte ale vieții socio-economice în viitoarea societate informațională.

Astăzi în mare măsură se poate afirma că evoluțiile ultimilor ani sunt însă mai complexe decât afirmau autorii acestor studii. Astăzi s-a impus în limbajul curent termenul de a Patra Revoluție Industrială sau Industry 4.0. Conform acestui concept Industry 4.0 este ultima fază în revoluția industrială, care include:

- Prima Revoluție Industrială (1784, introducerea sistemelor mecanice de producție bazate pe energia apei și a aburului);
- A doua Revoluție Industrială (1924), introducerea producției în masă bazată pe diviziunea muncii și energia electrică;
- A treia Revoluție Industrială (1969), introducerea IT-ului și a științei electronice pentru automatizarea producției;
- A patra Revoluție Industrială (?), combinarea sistemelor cibernetice cu cele fizice.

Pentru a înțelege mai bine acest concept în capitolele ce urmează se va prezenta mai pe larg această provocare industrială a secolului XXI. Ceea ce este clar că Industry 4.0 este faza de trecere de la Societatea Industrială la Societatea Informațională. Forța reunită a noului val digital vine cu puterea inovației care tinde să disloce vechile modele de business, în toate domeniile industriale, dar mai ales în verticalele aplicative precum manufacturarea. Ample mutații au loc chiar acum la scară economică și socială prin adopția tehnologiilor de graniță, precum Cloud computing, Centre de Date și Analiză, Mobile computing, sau Internetul Lucrurilor (*IoT*), adică cei patru piloni ai noii entități tehnologice definită ca a 3^a Platformă. Concluzionând, tehnologiile digitale au puterea depăși într-o manieră „*disruptiv-pozitivă*” provocările actuale din industria digitală, transformând fiecare digit și fiecare link într-un proces de manufacturare revoluționar, de cercetare și dezvoltare, de procurare a materialelor, de dirijare cu procese de producție.

Mai mult, se vorbește tot mai des că societatea informațională intră într-o nouă fază de dezvoltare, că omenirea a intrat deja în al patrulea val de dezvoltare, care este caracterizat de o serie de provocări majore precum:

- epuizarea drastică a resurselor naturale și energetice;
- creșterea continuă a populației globale;
- presiunea alarmantă exercitată de om asupra mediului ambiant.

Unica soluție a acestor probleme globale ale Omenirii rezidă în utilizarea mai eficientă a resursei practic inepuizabile – a materiei cenușii. Această problemă majoră a devenit elementul de bază în strategiile de dezvoltare adoptate la nivel de state, continente, global.

Astfel Anul European al Creativității și Inovării (2009) își propune să inspire reabordarea la nivel general a semnificației creativității și inovării și a modului în care acestea contribuie la dezvoltarea personală, economică și socială. Ideea este una generală, cuvintele greu de definit, cu toate că domeniul atrage tot mai mulți cercetători, și pentru moment rezultatele rămân greu de cuantificat. Este absolut clar că pentru ca UE să rămână competitivă și să promoveze valorile transmise de statele sale membre, aceste aspecte trebuie explorate.

Definirea ideilor, dezvoltarea de politici „*Inovarea și economia cunoașterii, trecerea la o economie creativă, educația pentru creativitate și inovare, creativitatea și inovarea în sectorul public, diversitatea culturală ca vehicul al creativității și inovării, provocările dezvoltării durabile, potențialul unor industrii creative și culturale*” [6], toate aceste chestiuni se află la ordinea zilei. În acest scop se urmărește: a crea legături mai strânse între afaceri, școli și universități; a sensibiliza tinerii cu privire la spiritul antreprenorial prin cooperarea cu lumea afacerilor; a dezvolta capacitatea inovatoare în cadrul organizațiilor publice și private.

Ideile creatoare și soluțiile inovatoare se dovedesc a fi cruciale pentru ca Europa să iasă din umbra crizei economice care a izbucnit la sfârșitul lui 2008. „*Stimularea competitivității și ocupării forței de muncă în Europa, mai ales în climatul economic dificil actual, implică idei noi și o gândire progresistă*”, explică comisarul pentru dezvoltare regională, Danuta Hübner [6].

Politica europeană a inovării s-a schimbat în timp. În anii '70, aceasta se concentra pe cercetare și dezvoltare, în anii '80 se baza pe transferul cunoașterii. În anii '90, a fost recunoscut faptul că inovarea nu este un proces liniar (cercetare–dezvoltare–exploatare), ci este produsul unui sistem mai complex, în care este implicată o rețea de actori, printre care universități, cercetători, autorități publice și întreprinderi. Mai există o problemă care, într-un fel poate frâna acest proces: distribuția inegală a potențialului științific și financiar pe regiuni. Aproape 30% din cheltuielile pentru cercetare și dezvoltare în UE-27 sunt în prezent concentrate în 12 regiuni, dintre care șase în Germania, două în Franța și câte una în Belgia, Danemarca, Italia și, respectiv, Suedia. Primele 15 regiuni care cheltuiesc cel puțin 3,5% din PIB-ul lor pe cercetare și dezvoltare sunt în Germania (6), Suedia (4), Finlanda (3), Franța (1) și Regatul Unit (1). Peste 86 de miliarde de euro sau 25% din totalul fondurilor structurale sunt alocate agendei pentru inovare, care include cercetarea și inovarea, exploatarea TIC, măsurile pentru spiritul antreprenorial și inovarea la locul de muncă [6].

Există pericolul ca, pe măsură ce organizațiile publice și private își strâng curelele (în situații de criză), acestea să își reducă și bugetele pentru activitățile, ale căror rezultate sunt greu de cuantificat și care nu aduc beneficii imediate (cum ar fi cele creative). *„Europa nu trebuie să reacționeze la criză, reducând investițiile în aptitudini și inovare. Trebuie să avem încredere, să ne bazăm pe calitatea ideilor noastre și pe capacitatea noastră de adaptare. În același timp, trebuie, desigur, să facem în așa fel încât finanțarea publică disponibilă să facă mai multe eforturi și să producă rezultate mai bune”*, a avertizat comisarul D. Hübner. Prin redefinirea orientării sale strategice UE cere conștientizarea rolului creativității și inovării, a modului de promovare a tuturor acestor aspecte la toate nivelurile, politic, profesional și personal.

În urma unei analize a provocărilor, pe care Europa trebuie să le înfrunte, au fost identificate patru provocări majore, care nu pot fi soluționate decât printr-o gândire creativă și inovatoare [6]:

- **Globalizarea, progresul științific și tehnologic** este indus de globalizare, ceea ce face ca inovarea și cunoașterea să fie mai importante ca oricând. Deschiderea de noi piețe creează noi oportunități, dar pune la încercare, în același timp, capacitatea Europei de a se adapta la schimbările structurale și de a face față consecințelor sociale viitoare. Trecerea la o economie bazată pe cunoaștere și servicii este la fel de importantă ca și trecerea anterioară de la agricultură la industrie;

- **Schimbările demografice.** Structura pe vârste și ocupații se va schimba. Eficiența economică și egalitatea între vârste devin subiecte tot mai presante și sunt necesare soluții inovatoare. Modurile în care au fost tratate problemele, apărute în etapele precedente ale dezvoltării UE, trebuie să se schimbe, ca reacție la natura schimbătoare a problemelor însele;

- **Schimbările climatice.** Impactul schimbărilor climatice ocupă un loc central pe agenda europeană. Diminuarea acestuia prin reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și adaptarea la schimbările inevitabile viitoare au nevoie urgentă de toate soluțiile creative și inovatoare posibile;

- **Surse de energie sigure, durabile și competitive.** Rezervele limitate însoțite de cererea crescândă și necesitatea reducerii emisiilor de carbon implică găsirea unor soluții inovatoare. Trebuie să fie combinate într-un mod creativ și inovator domeniile politice ale mediului, energiei, afacerilor sociale, dezvoltării economice, educației, inovării și culturii, pentru a răspunde provocărilor viitoare. *„Rezolvarea acestor probleme este posibilă doar printr-o economie bazată mai mult pe cunoaștere. În discuții la nivel european se constată însă că uneori nu se reușește ca dezvoltarea tehnologică să se transforme în produse și procese comerciale. În acest scop se propun a fi luate măsuri în mai multe sensuri: mai multe investiții în cercetare și tehnologie, promovarea inovării prin intermediul unor produse, procese și servicii noi sau ameliorate, care pot face*

față concurenței internaționale și acordarea unui sprijin mai consistent pentru sectoarele inovatoare și creative ale economiei... Eforturile noastre se concentrează mai ales pe creativitate și inovare pentru a promova o dezvoltare mai rapidă și crearea mai multor locuri de muncă. În cadrul politicii europene de coeziune, inovarea a fost desemnată în mod special politică prioritară. Cum inovarea este cheia dobândirii și menținerii unui avantaj competitiv în economia globală, această investiție masivă în politica de coeziune are capacitatea de a stimula, accelera și sprijini transformarea economică și socială a regiunilor Europei și a UE ca întreg... Trebuie să gândim global și să promovăm creativitatea și inovarea. Aceasta se face la mai multe niveluri: sistemul școlar face parte din schemă, ca și instituțiile de educație continuă și universitățile. Dacă rămânem în urmă în acest domeniu, nu ne va fi posibil să fim mai creativi și inovatori decât alții. Creativitatea și inovarea reprezintă și o problemă de mentalitate: cei care vor să cunoască și să avanseze numai în domeniile în care sunt specializați vor eșua. Ceea ce este important este să gândim dintr-o perspectivă diferită, să trecem dincolo de gândirea standardizată... Ingineria înseamnă dezvoltarea tehnologiilor pentru a ajuta oamenii și pentru a ne face viețile mai ușoare și plăcute. Dacă aleg mereu aceeași cale, lucrurile ar deveni plictisitoare și nu ar mai fi posibil să rezolvăm problemele pe care le întâlnim în prezent. În concluzie: „nu se poate”, nu este un răspuns acceptabil, atâta vreme cât sunt respectate legile de bază ale fizicii. Inginerii trebuie să fie mereu pregătiți să descopere răspunsuri neașteptate la probleme bine cunoscute – la aceasta ne referim când vorbim despre „invenție”... Institutul European de Inovație și Tehnologie (EIT) este un organism nou, creat de Comisie, care urmărește să promoveze colaborarea dintre universități, centrele de cercetare și întreprinderi. EIT va avea ca obiectiv transferul de cunoștințe și să demonstreze că cercetarea duce cu adevărat la produse comercializabile inovatoare. Principalele priorități vor fi în domeniile schimbărilor climatice, al energiei regenerabile și al tehnologiei comunicațiilor” a declarat unul din ambasadorii Anului Creativității și Inovării Karl-Heinz Brandenburg, profesor, inventator, cercetător în domeniul tehnologiilor informaționale, directorul de cercetare din domeniul tehnicilor mass-media electronice, și directorul Institutului Fraunhofer pentru tehnologii mass-media digitale (IDMT) [6].

Sunt strategii extrem de actuale, capabile să rezolve Problemele Globale ale Omenirii. Iar inginerii reprezintă pilonul esențial pentru soluționarea marilor și complexelor provocări ale acestui secol. Deoarece, chiar în capul acestui capitol s-a scris că educația este una din cele două probleme globale ale Omenirii apare tot mai imperios întrebarea. Cine este inginerul de mâine? Cum trebuie să fie pregătit pentru a face față acestor provocări?

În general ingineria este profesiunea în care cunoștințele din științele, naturale, sociale și politice obținute prin studiere, experiență și practică sunt

aplicate cu sensibilitate și judecată pentru a dezvolta căile de utilizare, economice și ecologice, a materialelor și forțelor naturii pentru beneficiul tuturor persoanelor și pentru a prevedea impactul fiecărei utilizări în plan individual și al societății. În același context V. Olaru declară că „...*Îngineria este tot ce are ea frumos, o simbioză creatoare între abstractul matematic, concretul tehnologic și inefabilul artei*”. Un inginer trebuie să fie competent, în virtutea studiilor de bază și a practicii, să aplice metode științifice și puncte de vedere personale pentru analiza și rezolvarea problemelor ingineresti, deseori și celor sociale și ecologice generate de progresul tehnico-științific. Din acest motiv formarea viitorilor ingineri trebuie să fie multilaterală, să cuprindă atât aspectul profesional-intelectual, cât și cele social și moral. Profesia de inginer presupune efort continuu, acumulare de cunoștințe, capacitate de analiza și sinteză, abilități creative și inovative, capacitate de a rezolva probleme, de a implementa soluții, capacitate de organizare și conducere de procese de colective și instituții.

Este evident că formarea intelectuală a studenților ingineri este în dependență deplină de faza de dezvoltare industrială a țării respective. Totuși pot fi formulate principiile directoare de bază care servesc în calitate de numitori comuni.

Învățarea creativă este activitatea procesuală de asimilare de către persoane și grupuri a cunoștințelor și de formare a motivației, priceperilor, deprinderilor, capacităților, convingerilor, caracterelor etc., astfel încât acestea să ducă, în final, la formarea comportamentului și colectivităților în consens cu idealul educativ al unei anumite societăți, exprimat în sistemul ei de valori și de norme educative.

Învățarea creativă are drept scop să formeze sentimente și pasiuni pentru nou, pentru descoperirea științifică, inovația tehnică, creația artistică, inovarea socială. Și în cele din urmă învățarea creativă urmărește să cultive la nivel individual și grupal un stil de muncă receptiv la nou, un comportament inovativ, bazat pe încercare-eroare-succes-rezolvare. Tot mai pregnant se manifestă ideea conform căreia inginerul viitorului se va confrunta nu numai cu cerințele crescânde ale tehnologiei, dar și cu efectele colaterale asupra mediului ambiant generat de tehnologie.

Educația profesională în domeniul tehnico-științific predominant restrictivă nu a pus până acum inginerul în poziția de a prevedea corect efectele deciziilor sale. Pentru aceasta trebuiesc obținute schimbări esențiale în structura universității și în constientizarea acestei responsabilități. Imaginea profesională de bază va caracteriza inginerul nu prin cunoștințele tehnice acumulate, ci prin abilitatea de formula sarcini și a le soluționa. Vorbind la general lumea inginerilor este lumea deciziilor. Ingerul trebuie să fie pregătit pentru a lua decizie în baza responsabilității pentru societatea noastră, și pentru calitatea vieții fiecăruia din noi. Situația actuală a inginerului s-a schimbat fundamental.

Inginerul trebuie nu numai să protejeze omul de forțele naturii; astăzi el trebuie, de asemenea, să protejeze natura pentru om prin crearea condițiilor bune de viață. Cu regret în multe cazuri inginerul doar acceptă ordinele de a crea produsele fără ași lua vre-o responsabilitate pentru ele. Astfel, datorită „*producției de tehnologie*” mulți ingineri, care sunt în stare să prevadă efectul produselor create, deoarece le cunoaște mai bine, sunt însă izolați. Acestea au consecințe majore pentru situația principial nouă și responsabilitatea pentru sarcina educațională, pentru cerințele profesionale și „*imaginea socială*” a „*inginerului*”. Despre consecințele sociale ale tehnologiei vorbea la 1857 ca un profet cunoscutul Adalbert Stifter „*Națiunile care, prin dezvoltarea intelectului și prin educație, vor folosi cunoștințele obținute, în primul rând, pentru a asigura înălțimi în bună stare, putere și glorie, vor fi în stare să-i influențeze geopolitic pe alții*”.

Astăzi, când devine tot mai stringentă problema considerării la maxim a efectelor socioecologice ale progresului tehnic, sarcina majoră este de al învăța pe inginer să proiecteze produsele tehnice în sistem cu considerarea tuturor efectelor: sub aspect tehnic, ecologic, sociologic etc. Acest lucru trebuie pornit în universitate.

Inginerul, care în viitor va planifica dezvoltări tehnice noi pentru o perioadă mai lungă și cu o înțelegere mai bună a consecințelor lor, va trebui, de asemenea, să-și apere opiniile cu emfază și succes. Numai așa vor putea fi aduse într-o armonie mai bună fezabilitatea tehnico-socială, necesitatea practică și justificabilitatea politică. Inginerul trebuie să ia în considerare la maxim efectele sociale ale activității sale tehnice. De aceea cunoștințele profesionale, abilitatea de proiectare, orientarea creativă și economic-productivă sunt aspecte esențiale ale calificării inginerului de azi și de mâine.

În acest plan de idei reprezintă interes profilul calificativ al inginerului elaborat de VDI (Asociația Inginerilor din Germania), care, în primul rând, trebuie să conțină abilitățile indicate mai jos.

Capacitatea de a învăța

Inginerul trebuie să acumuleze cunoștințe independent pe care să le utilizeze eficient la recunoașterea și rezolvarea problemelor din domeniul său de activitate. Tehnicile de învățare, care sunt necesare pentru aceasta, trebuie să fie însușite și practicate pe parcursul studiilor sale academice.

Analiza, proiectarea și organizarea sistemelor

Inginerul trebuie să fie în stare să recunoască sistemele tehnice și socio-tehnice în esență, și să arăte criteriile pentru optimizarea lor.

Argumentarea

Inginerul trebuie să fie în stare să prezinte, să argumenteze și să evalueze problemele, procedurile și soluțiile cu care a lucrat într-un mod clar și înțeles.

Mobilitate

Dezvoltarea tehnică cere de la ingineri abilitatea, în circumstanțe mereu variabile, să modifice cerințele asupra sa.

Lucru creativ

Pentru inginer lucrul creativ (creativitatea) este o acumulare indispensabilă pentru soluționarea problemelor tehnice. Această necesitate de rezolvare a problemelor trebuie să fie promovată sistematic pe parcursul studiilor sale.

Spiritul de echipă, comunicare, cooperare interdisciplinară

Cunoștințele tehnice extensive nu pot fi timp îndelungat utilizate în mod individual, deseori în domenii aparte. Dacă soluția problemei depășește abilitatea cunoștințelor unui singur inginer, el trebuie să fie în stare să lucreze împreună în colective de experți, deseori din alte domenii profesionale și cu diferite funcții, de asemenea, trebuie să fie în stare să-și asume funcții manageriale în această conexiune. În acest scop trebuie să însușească fundamentele sociologiei și psihologiei și să practice lucrul în colective eterogene.

Angajamente, reflecție critică, responsabilitate pentru mediu

Capacitatea pentru angajament personal și reflecție critică sunt indispensabile pentru un inginer. Cunoștințele și abilitățile sale sunt activate de angajamentul personal, pentru a atinge obiectivul. Pe calea reflecției critice inginerul trebuie să evalueze efectul lucrului său, astfel ca să poată să argumenteze aceasta pentru societate și mediul său.

Acumulările profesionale pentru activitatea inginerului sunt situate în domeniul științelor naturale și ingineresti. Suplimentar trebuie să fie cunoscute studiile economice și manageriale, ergonomia, psihologia socială, în special a grupurilor dinamice. Matematica și fundamentele fizicii sunt subiecte caracteristice oricărui inginer, indiferent de specialitatea practică și domeniile lor de activitate. Însă trebuie de menționat faptul că astăzi un inginer care se bazează numai pe cunoștințele acumulate în universitate este un tehnician slab. Cunoștințele evoluează cu un ritm sălbatic, având o incidență majoră asupra rentabilității întreprinderilor, asupra calității valorii adăugate. Eforturile enorme de cercetare-dezvoltare ale inginerilor trebuie orientate nu atât în direcția creșterii numărului descoperirilor științifice, cât în direcția reducerii termenelor de implementare industrială.

Pregătirea fundamentală solidă cu abilități practice consistente reprezintă cerințe pentru inginerul viitorului – matematica, științele (fizică, chimia, biologia), tehnologia și ingineria – elemente esențiale pentru pregătirea viitorului inginer (STEM). Aceste probleme au fost discutate la conferința CREDING (Coaliția Română pentru Educație în Inginerie), Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași, 11 mai 2017 în comunicarea „Educația inginerilor pentru economia digitală” prezentată de prof. dr. ing. Ioan Dumitrache [7].

Provocări – Contextul Ingineriei

- Evoluția spectaculoasă a tehnologiilor comunicației și procesării informațiilor.
- Evoluția sistemelor de fabricație spre sisteme inteligente → procese și produse inteligente → Intelligent Cyber-Enterprise.
- Internetul obiectelor, serviciilor, sistemele de comunicație M2M și M2H, sisteme integrate „cyber-fizice”, factori determinanți pentru noua revoluție industrială.
- Domenii ale științei și tehnologiei ca: biotehnologia, nanotehnologia (nanoingineria → fabricație la nivel molecular), știința materialelor și fotonica, ICT, Centre de Date, Analiză, Logistică.
- Explozia noilor domenii: nanotehnologii, biotehnologii și cyber – infrastructuri.
- Transformări tehnologice și societale foarte rapide.
- Știința și Tehnologia → factori esențiali ai creșterii economice și dezvoltării → construcția economiilor bazate intensiv pe cunoaștere, creație și inovare.
- Evoluția spectaculoasă a tehnologiilor informației și comunicațiilor → impact major asupra evoluției economiei și societății → asupra procesului de educație și formare a resurselor umane.
- Cunoașterea științifică și inginerescă se dublează la 10 ani, tehnologiile se perimează tot mai rapid, tehnologiile emergente sunt adoptate rapid.
- Resursele naturale și protecția mediului ambiant vor fi principalele provocări (probleme existente în prezent, cu risc major de acutizare).
- Creșterea mediei de vârstă (îmbătrânirea populației), cu modificarea balanței între numărul tinerilor și al cetățenilor seniori care au nevoie de serviciile tinerilor;
- Deși există încă tendința dezvoltării de noi specializări de nișă, ingineria viitorului necesită preponderent perspectivă sistemică și colaborare în echipe multi-disciplinare.
- Posibilă soluție: educația STEM (Science – Technology – Engineering - Mathematics).

Educația inginerilor – o nouă viziune

- Provocările actuale ale ingineriei sunt multidimensionale, științifice, tehnologice și societale, chiar politice (alimentarea cu energie, apă, hrană, încălzire globală, mediu, sănătate, conservarea solului, etc.).
- Deplasarea de la instrucția centrată pe profesor la instrucția centrată pe student → trecerea de la paradigma „teaching” la paradigma „learning”.
- Inginerii trebuie să aibă excelente abilități de comunicare, de înțelegere a secolului și a responsabilităților într-o societate în continuă schimbare.

- Educația inginerilor trebuie să fie flexibilă, capabilă să anticipeze noi tehnologii, noi domenii inspirate din biologie.
- Profesia de inginer pentru noua revoluție industrială nu se poate obține în 4 ani. Se poate vorbi de inginerul specialist după (2-3) ani de experiență.
- Includerea cercetării în programele de educație a inginerilor apare ca o necesitate → stimularea creativității, inovării.
- Este nevoie de un inginer compatibil cu cerințele societale privind educația inginerească:
 - ✓ excelente abilități de comunicare → reading broadly și thinking deeply, o înțelegere sofisticată a rolului și responsabilităților inginerilor în societate;
 - ✓ trebuie pregătiți lideri pentru a fi responsabili de viitorul planetei.
 - ✓ educația STEM percepută ca o latură a viitorului sigur.

Rolul inginerilor în guvernare

- Inginerii trebuie să fie educați în transdisciplinaritate, decizii cantitative, dezvoltând noi tehnologii și politici care vor schimba națiunea și prezerva planeta.
- Ar putea profesia de inginer să anticipeze viitoarele cerințe pentru a pregăti viitorii specialiști → educația poate evolua în acest sens?
- Cum pot fi cel mai bine educați inginerii pentru a deveni lideri, capabili să echilibreze câștigurile prin noile tehnologii cu vulnerabilitățile create prin produsele lor fără a compromite bunăstarea societății și umanității?
- Vor fi inginerii văzuți ca elemente fundamentale care pregătesc cetățeni pentru oportunități creative largi?
- Deschiderea piețelor pentru forța de muncă și pentru investitori străini, s-au dezvoltat infrastructuri pentru știință și tehnologie, s-au extins sistemele de educație superioară deschisă → BRAIN DRAIN. „*Cei puternici devin și mai puternici*”.
- Inginerii trebuie să lucreze în grupuri interdisciplinare complexe în contextul evoluției rapide a tehnologiilor, globalizării, a schimbărilor climatice.

Atribute – calități ale inginerului

- **CUNOAȘTERE ȘI ÎNȚELEGERE:**
 - *cunoștințe de specialitate;*
 - *înțelegerea restricțiilor extreme;*
 - *tehnici de management și afaceri;*
 - *înțelegerea responsabilităților profesionale și etice;*
 - *înțelegerea impactului soluțiilor inginerești asupra societății.*
- **ABILITĂȚI INTELLECTUALE:**
 - *abilitatea de a rezolva probleme inginerești, proiectarea de produse, procese, sisteme prin gândire creativă și inovativă;*

- *abilitatea de a aplica instrumente științifice, matematice și tehnologice (STEM);*
- *abilitatea de a analiza și interpreta date, a proiecta experimente pentru a obține noi date;*
- *abilitatea de a aplica judecăți profesionale, echilibrând problemele de cost, beneficii, siguranță, calitate;*
- *abilitatea de a evalua și gestiona resurse.*
- **ABILITĂȚI PRACTICE:**
 - *capacitatea de a utiliza o diversitate de tehnici și instrumente, respectiv echipamente, corespunzătoare domeniului științific;*
 - *să utilizeze laboratoare și platforme experimentale pentru a genera date valabile;*
 - *să dezvolte, să promoveze și să aplice sisteme simple de lucru.*
- **CALITĂȚI:**
 - *să fie creativ în procesele de proiectare;*
 - *analitic în formularea problemelor și soluțiilor;*
 - *inovativ în soluționarea problemelor ingineresti;*
 - *auto – motivat;*
 - *minte independentă, cu integritate intelectuală, cu respect pentru etică;*
 - *entuziast în aplicarea cunoștințelor;*
 - *dinamism, agilitate, flexibilitate.*

Sistemul de educație la nivel global este într-o reală regândire și restructurare, încercând să răspundă provocărilor globalizării, ale societății bazată pe cunoaștere și competitivitate.

Noua societate bazată pe cunoștințe presupune creșterea nivelului de pregătire profesională a tuturor membrilor societății și implicarea directă în crearea de bunuri și produse inovative pentru dezvoltarea și auto-reglarea economiilor bazate pe inovare și creație.

Dezvoltarea rețelelor inovative globale și impactul lor potențial asupra performanțelor economiei reprezintă un factor cheie în adoptarea unor politici care să faciliteze dezvoltarea de noi întreprinderi inovative.

Universitățile, prin specificul funcțiilor asumate în societate, sunt chemate să dezvolte programe de cercetare științifică orientate spre noi direcții și priorități în știință, să gestioneze colective de cercetare și școli de excelență optimizând resurse printr-un management avansat al cunoștințelor și resurselor.

Universitatea care se prefigurează pentru acest mileniu va fi cu certitudine o instituție inovativă, cu puternice valențe creative, ancorată dinamic în evoluția societății și economiei.

Trecerea de la economia bazată pe resurse la economia bazată pe cunoaștere impune regândirea întregului sistem de educație-cercetare și inovare în contextul globalizării.

Formarea inginerilor pentru noua revoluție industrială

- Includerea în programele educative a mai multor elemente legate de comunicare, de științele sociale, economice și de afaceri, mai multe elemente din domeniul nano-bio-info.
- Se impune restructurarea programelor formative în direcția extinderii transdisciplinarității, elaborare de proiecte complexe în echipe de lucru.
- Creativitatea implică sinteza cunoștințelor interdisciplinare, o mai mare concentrare pe rezultate sistemice.
- Ingineria presupune dinamism, agilitate, reziliență și flexibilitate pentru a face față nu numai schimbărilor rapide ale tehnologiei ci contextului social-politic și economic care se schimbă.
- Atributele inginerului pentru noua revoluție industrială includ:
 - ✓ *abilități analitice;*
 - ✓ *creativitate;*
 - ✓ *ingeniozitate;*
 - ✓ *profesionalism;*
 - ✓ *capacități de conducere;*
 - ✓ *descoperirile și ideile noi din fizică, biologie, chimie și matematică ne conduc la un moment „revoluționar” pentru reconceptualizarea, reperceperea realității.*
- S-au creat rețele globale de furnizori prin intermediul corporațiilor multinaționale → Instrumente eficiente de comunicație și management, puternice centre de cercetare și dezvoltare → capacități superioare pentru S&T.
- Acces la sisteme de educație în țările dezvoltate și la infrastructuri de cercetare de înaltă clasă → Produse inovative de înaltă tehnologie, piețe dominate de cei puternici.
- EU în reală competiție cu SUA și țările dezvoltate din Asia → programe speciale pentru susținerea economiilor bazate pe cunoaștere, creație și inovare → ridicarea standardelor sistemelor de educație superioară.
- Procesul de formare a resurselor umane se impune a fi regândit și orientat spre dezvoltarea de noi competențe și abilități, care să permită înțelegerea schimbării ca o oportunitate cu deschidere la idei noi într-o diversitate culturală, în noua societate bazată pe cunoaștere.
- Creșterea capacității inovative, valorificarea capacității creatoare a dascălilor și a studenților prin transferul de cunoștințe, produse și tehnologii în mediul economic reprezintă unul dintre factorii determinanți ai menirii socio-economice a universităților.

- Formarea viitorilor ingineri va trebui să fie subordonată asigurării abilităților analitice consistente având la bază principiile fundamentale din știință, gândirii sistemice pentru înțelegerea complexității, ingeniozității practice și creativității.

- Inginerii trebuie pregătiți pentru a învăța pe întregul parcurs al vieții și de a colabora în echipe interdisciplinare cu abilități reale de comunicare.

- Inginerii trebuie să probeze capacitatea de a înțelege și transforma inovațiile tehnologice în produse viabile-vândabile.

Globalizarea și ingineria

- Schimbări radicale generează globalizarea prin prisma proiectării, producerii, distribuirii produselor și serviciilor de către economiile naționale și transnaționale.

- Activitățile ingineresti sunt în centrul acestor schimbări.

- Mobilitate geografică și/ sau virtuală.

- Echipe multidisciplinare/ multinaționale;

- Cerințe suplimentare pentru educația inginerilor.

- Dezvoltarea capacității de viitor manager și abilități de lider pentru viitorul inginer cu viziune strategică;

- Regândirea întregului sistem de învățământ tehnic cu accent pe asigurarea competențelor și abilităților de a rezolva probleme actuale și de perspectivă.

- Cultivarea capacității vizionare a viitorilor ingineri chemați să soluționeze probleme complexe.

- Schimbarea mentalității privind pregătirea de specialitate cu deschidere tot mai mare spre extinderea orizontului prin interdisciplinaritate și multidisciplinaritate. Aceste zone puțin explorate până acum pot deveni un adevărat Eldorado pentru inventatori și ingineri.

În concluzie autorul formulează propuneri extrem de importante pentru asigurarea unei pregătiri a inginerilor adecvate cerințelor viitorului.

- ***Restructurarea întregului sistem de educație a inginerilor în concordanță cu cerințele actuale, dar mai ales cu cele de viitor.***

- ***Pregătirea pentru specializări de perspectivă.***

- ***Reconsiderarea întregului sistem de finanțare a învățământului tehnic.***

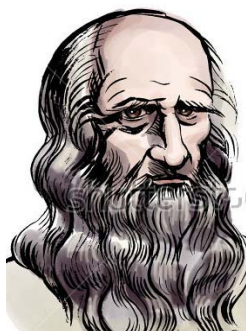
- ***Promovarea și susținerea universităților tehnice de excelență prin programe de cercetare avansată.***

- ***Evaluarea și acreditarea programelor formative pornind de la rezultate și performanțe, ținând seama de particularitățile învățământului tehnic.***

CAPITOLUL II

1. SCURT ISTORIC PRIVIND DEZVOLTAREA TEHNICII UNIVERSALE: personalități de vază

„Cineva stă la umbră astăzi fiindcă altcineva a plantat
un copac cu mult timp în urmă”
(Warren Buffett)



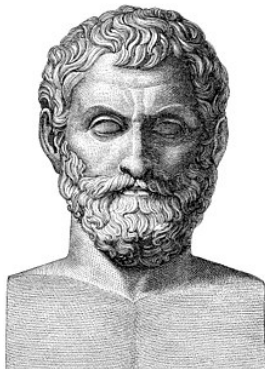
Istoria civilizației umane este strâns legată de istoria tehnicii. Chiar și marile perioade de dezvoltare a societății umane au fost numite după nivelul de dezvoltare a tehnicii: epoca de piatră; epoca bronzului; epoca fierului. Înzestrat de la Dumnezeu cu cea mai înălțătoare capacitate – intelect, omul a căutat permanent să facă lucrurile care-l înconjoară, pe care le folosea în activitatea de zi cu zi, mai perfecte, mai utile, mai frumoase. Deci, în permanență a încercat să îmbine utilul cu frumosul, să creeze. Drept dovadă sunt minunatele sculpturi „Perechea gânditoare” de la Hamangia (care a fost aleasă de UNESCO drept unul dintre cele 10 artefacte care vor fi puse într-o corabie interplanetară drept dovadă a civilizației umane) și „Gânditorul de la Târpești”, care dau dovadă de prezența la stră-strămoșii noștri a unor capacități cu adevărat divine. Dar minunata ceramică de Cucuteni care, pe lângă caracterul ei strict utilitar, este o adevărată operă de artă prin cromatica ei, prin formele și desenele imprimate.

Sunt tot mai multe argumente că așa cum la gurile Nilului a luat naștere civilizația Egiptului, la gurile Indului – cea a Indiei, la gurile fluviilor Huanghe și Yangtze – cea a Chinei, la gurile Dunării a luat naștere civilizația europeană, născută din vechile culturi Cucuteniană, Hamangia, Vinca, din vechiul popor al hiperboreenilor, considerat de greci drept unul divin. Aceste civilizații au devenit ca atare datorită creației, dezvoltării tehnologice și culturale. Deci, se poate spune cu certitudine că Omenirea va fi salvată prin creativitate.

Nu e om care să nu fi văzut folosindu-se sau să nu fi utilizat chiar el, cândva, o pârghie, un plan înclinat, o roată, un troliu, un scripete. De mii de ani aceste dispozitive mecanice atât de simple sunt întrebuințate pentru diferite nevoi. Mecanisme foarte răspândite, cunoscute practic de fiecare din noi. Dar cum totuși au apărut aceste mecanisme? Cine a fost inventatorul lor? Se presupune că zeci de mii de ani în urmă omul primitiv cu o sarcină în spinare, urcând un povârniș, ar fi călcat pe un bușean (tăvălug), care s-ar fi rostogolit

la vale. Poate atunci a observat că o greutate e mai ușor s-o rostogolești decât s-o duci în spinare. Astfel a apărut prima utilizare a tăvălugului, folosit ulterior foarte pe larg la deplasarea blocurilor mari de piatră la construirea piramidelor egiptene. Micșorând lungimea tăvălugului s-a obținut un disc care, fiind instalat pe osie, s-a transformat într-o roată. Astfel a apărut prima roată, datată cu aproximativ vre-o 6000 ani în urmă, locul apariției fiind vechiul stat Mesopotamia (actualul Irak).

Mecanica a obținut o dezvoltare foarte largă în Grecia antică. Desigur multe elemente grecii le-au preluat de la egipteni, având cu ei relații intense. Egiptenii la rândul lor le-au preluat de la vecinii lor din Mesopotamia. Inventatorii anonimi se pierd în adâncurile istoriei. Însă, începând cu *Tales din Milet* (624-548 î.Hr.), *Anaximandru* (610-546 î.Hr.), *Aristotel* (384-322 î.Hr.) etc. mecanismele sunt studiate ca o știință aparte „*μηχανοσασ* - *mecanica*”.



Tales din Milet

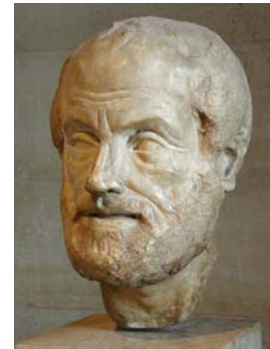
capitole, fiecare dedicat unei anumite probleme de mecanică, începând cu întrebarea: „*de ce*” (*δι αυ*) și având un răspuns sub formă evazivă: „*poate*” și care este cea mai veche și încheată lucrare de mecanică ajunsă până la noi.



Anaximandru

mai departe multe ramuri a le științei. Printre ele pot fi menționate; știința despre mișcare, unde formulează regula simplei proporționalități *dintre motor, mobil, spațiu*

și timp; vestita lucrare *Fizica* care conține 8 cărți; cunoscuta lucrare „*Probleme de mecanică*”, care cuprinde 36 de



Aristotel

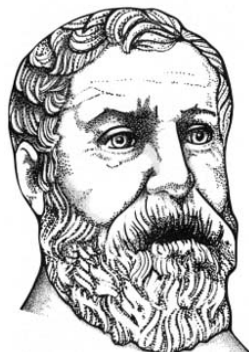
Însă figura cea mai de seamă a mecanicii antice grecești rămâne, fără îndoială, *Arhimede* (287 – 212 î.Hr.), celebru geometru, mecanician, matematician și inginer, spiritul cel mai adânc și mai înaintat al epocii sale. Arhimede s-a preocupat teoretic de mecanică, matematică și astronomie, iar practic de inventarea diferitelor mecanisme și aparate având legătură cu acestea: șurubul pentru instalația de irigație, mașini militare de asalt, oglinzi, cu ajutorul cărora aprindea pânzele corăbiilor inamice, pârghia, modelul mișcării

planetelor și metodă de determinare a densității materialelor, și multe alte mașini și mecanisme.

Continuatorul lui Arhimede a fost *Heron din Alexandria* - vestit savant și inventator al antichității. În lucrările sale „*Mecanica*”, „*Pneumatica*” și „*Automatica*” sunt descrise diferite mecanisme și mașini inventate de el, printre



Arhimede



Heron din Alexandria

care havuzuri, sifoane, pompe de pompieri și turbina reactivă de stins incendiu, mașini militare, contor, instalat la care pentru măsurarea drumului parcurs după numărul de rotații a roții, ceasornice de apă, dispozitive de închis și deschis ușile templelor și

multe alte mecanisme.

În perioada antică înțâietatea în domeniul mecanicii o dețineau, desigur, grecii. În Imperiul Roman proaspăt constituit se făceau, de asemenea, mari investigații în domeniul mecanicii. Printre creatorii tehnicii romane se numără și *Marcus Vitruvius Pollio* (50 î.Hr. – 20 d.Hr.), inginer și arhitect al lui August, care se face remarcant prin tratatul său în 10 cărți „*De Architectura*”, în care sunt descrise mașinile cunoscute pe atunci (mașini de ridicat, de scos apă, mori de vânt) și tehnica construcțiilor de clădiri, drumuri, poduri și apeducte, printre care și renumitul apeduct din Roma care s-a păstrat până în zilele noastre.



Marcus Vitruvius Pollio

La geto-daci în statul unificat de către Burebista e de remarcant *Deceneu* (96 - 42 d.Hr.) - mare preot al geto-dacilor. I-a instruit pe geto-daci în domeniul filosofiei, eticii, fizicii, logicii, astronomiei, medicinei ș.a. Până astăzi ne frapază marile creații tehnice ale neamului românesc, cum sunt: renumitul sanctuar mare de la Sarmizegetusa cu funcție de calendar, care includea 12 luni cu câte 30 zile (la fiecare 34 ani calendarul se corecta); gigantul pod (lungimea de 1135m) de la Drobeta peste Dunăre; utilizarea roții hidraulice pentru scos apă la minele de aur din perioada colonizării romane; utilizarea petrolului în sec.V-VI (Târgușorul Vechi - lângă Ploiești).



Avicena

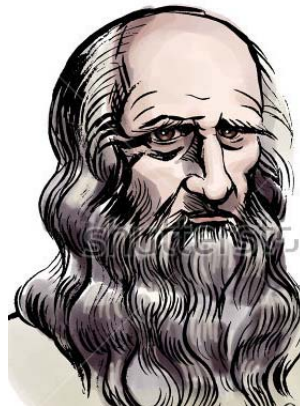
arhitect, inventatorul utilizat până în prezent, a mașinii de aparatului de zbor elicopterului), a Mecanica a fost știința lui preferată și după părerea lui „*mecanica este raiul cunoștințelor matematice pentru că, cu ajutorul ei, ajungem la roadele matematicii*”, ocupându-se cu cele mai diverse probleme legate de mecanică: pârghii și balanțe, scripeți și palane, fire, grinzi și arce etc. El s-a preocupat de problemele determinării coeficientului de frecare (cu 300 ani înaintea lui Coulomb), teoria centrelor de greutate, condițiile de echilibru ale pârghiei cotate și multe altele.

Un contemporan al lui Leonardo da Vinci a fost inventatorul tiparului – neamțul Johann Gutenberg (1400-1468).

Georg Agricola (Georg Bauer) (1494-1555) a fost un mare enciclopedist, care în lucrarea sa „*Dere metalica*” apărută la Basel, sunt conținute numeroase ilustrații, care se referă la diverse mecanisme și angrenaje aplicate, în special, în industria mineritului.

Un remarcabil reprezentant al școlii lui Leonardo da Vinci a fost și Agostino Ramelli (1531-1600) care s-a impus cu opera sa „*Le diverse et*

După aceasta a urmat o perioadă lungă de întunecime practic în toate domeniile vieții, inclusiv și cel al tehnicii. La sfârșitul primului mileniu al erei noastre au apărut primele licăriri ale renașterii. În această perioadă au activat renumiții savanți arabi *Al-Farabi* (870 - 951), *Abdala ibn Sina sau Avicena* (980 - 1037), *Ibn Rușd sau Averroes* (1126 - 1198) ș.a. Însă adevărata renaștere în diverse domenii, inclusiv al tehnicii, a început în veacul 15 cu marele *Leonardo da Vinci* (1452 - 1519) - personalitate multilateral dezvoltată, mare inginer, șurubului elicoidal, ale războaielor de țesut, dactilografiat, a (premergătorul parașutei și multe altele.



Leonardo da Vinci



Johann Gutenberg

artificiose machine” apărută în a. 1588 la Paris. Multe idei ale lui Leonardo da Vinci din domeniul mecanismelor, au fost prelucrate și concretizate.

Printre realizările românești din domeniul tehnicii din această perioadă pot fi enumerate următoarele: cel mai vechi vehicul pe șine din Transilvania, utilizat la minele de aur (sec.XIV-XV) - predecesorul vagonetului; utilizarea exploziilor cu praf de pușcă în minele din Transilvania; tunarul *Orban* (1453-1512) - priceput „*făuritor de arme pentru stricat ziduri*”, pionier al artileriei moderne; inventatorul

Conrad Haas (1529-1579) - guard de artilerie imperială (or. Sibiu), precursorul pe plan mondial al rachetei multiple cu trei trepte de aprindere și al stabilizatoarelor de direcție de tipul delta, anul 1555.



Georg Agricola



Agostino Ramelli



Conrad Haas

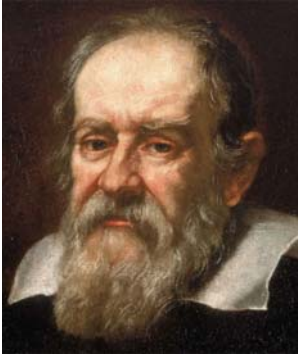
A urmat apoi o perioadă de constituire a mecanicii moderne (v.16-18), perioadă renumită prin numele marilor *savanți Galileo Galilei, Kepler, Descartes, Huygens, Newton* și alții. Se poate spune că această perioadă

este perioada creării mecanicii clasice. Figura cea mai impunătoare a acestei epoci a fost, fără îndoială, *Galileo Galilei* (1564-1642), unul dintre cei mai mari învățați și ingineri ai timpului său. Cele mai importante realizări ale sale sunt: elaborarea teoriei mișcării unui corp greu pe un plan înclinat; legea compunerii forțelor; principiul relativității mișcării a lui Galilei; legea căderii libere a unui corp; legea inerției, fenomenul izocronismului ș.a.

O altă mare figură, care s-a preocupat de problemele mecanicii, a fost *Rene Decartes* (1596 - 650). El a dezvoltat mai departe legea inerției, a emis noțiunea cantității de mișcare studiind ciocnirea corpurilor, legea conservării mișcării mecanice, principiul deplasărilor virtuale.

Un continuator al lui Descartes și Galilei apare celebrul matematician, fizician și mecanician, *Christian Huygens* (1629 - 1695). El a dus mai departe

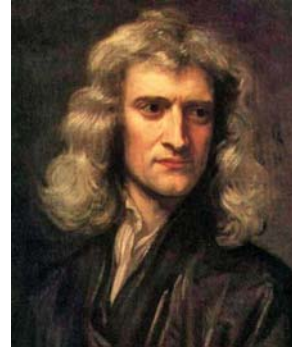
cercetările în dinamică, a formulat teorema forței centrifuge, a aplicat pentru prima oară principiul conservării energiei. A inventat ceasurile obișnuite cu pendul, ceasul cu pendul conic ș.a. *Isaac Newton* (1643 - 1727), ilustru matematician, fizician și astronom, a fost pus de către contemporanii săi alături de Arhimede. El a fundamentat mecanica clasică cu noțiunea de masă, noțiunea de forță, teoria mișcării corpurilor într-un mediu rezistent, legea atracției universale ș.a.



Galileo Galilei



Christian Huygens



Isaac Newton

Secolul al XVIII-lea este cunoscut ca secolul perfecționării mecanicii prin apariția curentului „*mecanica industrială*”, condiționat de revoluția industrială care lua amploare. O pleiadă de oameni de știință au contribuit în această perioadă la dezvoltarea mecanicii. Dintre aceștia o deosebită atenție merită *Leonhard Euler* (1707 - 1783), care a publicat peste 850 lucrări din diverse domenii, inclusiv al mecanicii și hidraulicii. El este creatorul mecanicii corpului solid, fiind primul care stabilește ecuațiile de mișcare ale corpului solid cu un punct fix. El a dezvoltat principiul conservării momentelor cinetice.

Printre savanții care au adus o deosebită contribuție la progresul mecanicii din secolul al XVIII-lea se numără: *Jean le Rond D'Alembert* (1717 - 1783), care a propus cunoscutul Principiu D'Alembert; *Charles Coulomb* (1736 - 1806), care a formulat cele trei legi ale frecării; *Lazare Nicolas Carnot* (1753 - 1823), autorul teoremei lui Carnot asupra pierderii de energie prin



Jean le Rond D'Alembert



Leonhard Euler



Charles Coulomb

ciocnire elastică.

Secolul al XIX-lea este caracterizat de un avânt puternic al tehnicii și industriei, prin implementarea pe scară largă a mașinilor cu abur, prin dezvoltarea continuă a științei și tehnicii. Este un secol al marilor invenții în toate domeniile. În noile condiții de producere se pun bazele unor noi domenii ale mecanicii, autori fiind: *Jean Victor Poncelet* (1788 - 1867), unul din întemeietorii mecanicii aplicate; *Gaspard Coriolis* (1792 - 1843), care a propus teoria mișcării relative; *Mihail Vasilievici Ostrogradski* (1801 - 1862), care s-a preocupat de teoria șocului și a ciocnirii neelastice.

În baza principiilor descoperite se inventează noi mașini: *James Watt* (1736-1819) - inventatorul motorului cu abur; *Robert Fulton* (1765-1815) – inventatorul primului vapor cu motor cu abur, demonstrat în a. 1803 la Paris pe



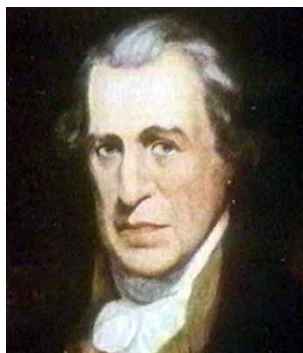
Jean V. Poncelet



Gaspard Coriolis



*Mihail Vasilievici
Ostrogradski*



James Watt



George Stephenson



Robert Fulfton

râul Sena; *George Stephenson* (1781 - 1848) – inventatorul și constructorul primei locomotive cu aburi din lume în a. 1825.

În jumătatea a doua a secolului al XIX-lea s-au pus bazele mecanicii actuale. Progresul tehnic, necesitățile producerii au dus la dezvoltarea și

aprofundarea mai departe a tuturor domeniilor mecanicii clasice, ajungându-se la descoperiri deosebit de importante în problemele echilibrului, vibrațiilor, mecanismelor, în teoria elasticității și plasticității, în hidrodinamică și aerodinamică. Printre cei mai renumiți savanți ai acestei perioade pot fi menționați: *Nicolaj Egorovich Jucovski* (1847-1921) care este considerat fondatorul aerodinamicii moderne, teoretice și experimentale; *William Thomson Kelvin*, remarcabil savant și inventator în domeniul mecanicii, acusticii, navigației.

O pleiadă de ingineri s-au manifestat din plin în această perioadă, în special, în domeniul motoarelor cu ardere internă și a automobilelor. Printre ei pot fi nominalizați cei mai importanți: *Gotlib Daimler* (1834 - 1900), care brevetează în a. 1883 primul motor cu ardere internă cu gaz; *Carl Benz* (1844 - 1929), brevetează în a. 1885 motorul său cu ardere internă cu petrol, iar peste un an (1886) – primul automobil din lume; *Rudolph Diesel* (1858 - 1913) – inventatorul motorului cu ardere internă, care-i poartă numele. Aceștia sunt pionierii automobilului modern, la care ulterior poate fi adăugat și americanul *Henry Ford* care a revoluționat tehnologia de asamblare a automobilului.

A doua jumătate a sec. al XIX-lea este perioada apariției primelor aparate de zbor „mai grele ca aerul” – avioanelor. Pionieri ai aviației mondiale pot fi considerați: francezul *Clement Ader* (1841 – 1925), care în 1890 a testat primul aparat de zbor mai greu ca aerul; frații americani *Orville* (1871 -1948) și *Wilbur* (1867-1912) *Wright*, renumiți inventatori ai aparatelor de zbor, a unui număr impresionant de mecanisme care asigurau funcționalitatea aparatelor de zbor și care

la 1914 primii au pus în serie industrială producerea avioanelor biplane.

Printre marii inventatori români în domeniul aviației pot fi nominalizați: *Traian*



Clement Ader

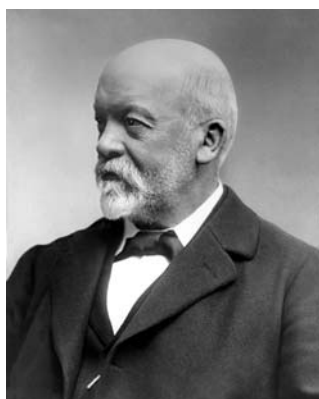


Orville Wright

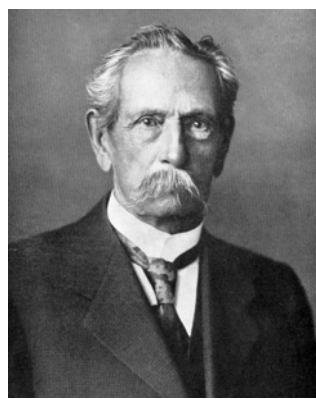


Wilbur Wright

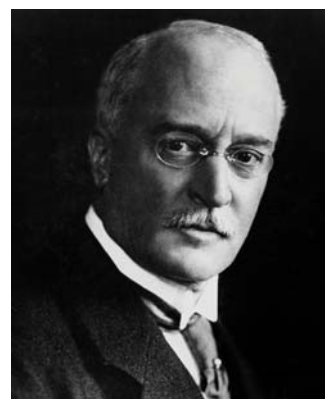
Vuia (1872-1950), care în 1906 a elaborat primul avion „*Vuia-P*” care s-a înălțat numai prin forța motorului; *Aurel Vlaicu* (1882-1913), constructor de



Gottlieb Daimler



Carl Benz



Rudolph Diesel

avioane de concepție proprie; marele inventator *Henri Coandă* (1886-1971), autor a peste 250 invenții cu caracter de pionierat în diverse domenii (transport, mecanică, chimie, fizică, medicină, agrotehnică) și, desigur, al primului avion cu reacție Coandă-1910, expus la Salonul Aeronautic din Paris (1910) și al „efectului Coandă”. Bunul său prieten marele inginer francez Gustav Eiffel s-ar fi exprimat, referindu-se la inventarea avionului cu reacție „*Tinere, te-ai născut prea devreme*”, avioanele cu reacție apărând doar la sfârșitul anilor 40. Este cazul gând gândirea umană a înaintat prea rapid, societatea nefiind în stare să asimileze produsul. În unul din discursurile sale ținut în 1967 în Aula Academiei Române „*părintele aviației reactive*” a rostit următoarele cuvinte „...puține nații din lume se pot mândri că au contribuit la progresul aviației cât a reușit nația română în ultimii zeci de ani”.

Deosebit de interesante la început de secol XX au fost cercetările în domeniul unui alt tip de aparat zburător – elicopterul. Istoria elicopterului începe în China anilor 400 î.Hr., unde copiii se jucau cu jucării zburătoare



Traian Vuia



Aurel Vlaicu



Anri Coandă

realizate din bambus. La începutul anilor 1480, Leonardo da Vinci a creat un design pentru o mașinărie care putea fi descrisă ca un „surub aerian”. Cuvântul „elicopter” este atribuit lui Gustave de Ponton d’Amecourt, un inventator francez care a prezentat și un model de mici dimensiuni operat cu puterea aburului. În 1907, doi frați francezi, Jacques și Louis Breguet au realizat aparatul de zbor „Gyroplane No.1”, probabil cel mai vechi model de quadcopter cunoscut.

În același an, inventatorul francez, Paul Cornu a proiectat și construit un elicopter care folosea două rotoare de 6 metri ce se roteau în direcții opuse, operate de un motor „Antoinette” de 24 CP (18 kW). Este considerat ca fiind primul zbor cu adevărat liber cu un pilot.

Printre inventatorii care au contribuit esențial la transformarea ideii elicopterului într-un produs practic pot fi considerați următorii mari inventatori.

Gheorghe Botezatu (1883-1940), inginer de origine dintr-o familie nobilă basarabeană. Primul în lume a susținut o teză de doctorat în domeniul aerodinamicii aparatelor de zbor. Profesor la Institutul Tehnic din Petrograd (1918-1920). În a. 1920 a emigrat în SUA. A devenit om de afaceri american, director al Laboratorului de Aerodinamică din Dayton (S.U.A.). Este cunoscut pentru contribuțiile sale de pionierat în domeniul elicopterelor. Inventează și construiește un original elicopter cu 4 elice portante. Ultima lui variantă (GB-5) a constituit cel mai perfecționat elicopter al epocii. *Activități în alte domenii:* Savantul Gheorghe Botezatu a realizat studii privind traseele Pământ - Lună - Pământ, o mulțime de variante ale traiectoriilor posibile de urmat. Mai târziu aceste calcule au fost luate în considerare cu ocazia Programului Apollo (al căror părinte a fost sibianul Herman Oberth), de cercetare a spațiului cosmic.

Igor Ivanovich Sikorsky (1889 - 1972) a fost un inginer de origine rusă, pionier al aviației. S-a născut la Kiev, Imperiul Rus, și a devenit inginer de aeronave. În a. 1910 a construit unul dintre primele bombardiere („Il’a



Gheorghe Botezatu



Igor Sikorsky



Henrich Focke

Murometz”), folosit în Primul Război Mondial. În anul 1919 a emigrat în Statele Unite ale Americii unde în a. 1923 a fondat propria societate (pe care a condus-o personal între anii 1929 și 1957), consacându-se construcției de elicoptere. A construit primul elicopter utilizabil practic în 1939, iar cu elicopterul „S-52” a bătut, în 1949, recorduri de viteză și de altitudine.

Henrich Focke (1890–1979) a fost pionier al aviației germane, cofondatorul companiei Focke-Wulf. Este autorul propulsiei cu motor cu turbină utilizat ulterior de majoritatea elicopterelor din lume. A fost licențiat în 1933 la Focke-Wulf să producă autogirul „*Cierva C.30*”. Focke a proiectat primul elicopter practic cu două rotoare transversale din lume, „*Foke-Wulf Fw 61*”, care a zburat pentru prima dată pe 26 iunie 1936. Elicopterul a doborât toate recordurile elicopterelor în a. 1937. În același an fondează împreună cu pilotul Gerd Achgelis compania Focke-Achgelis specializată în elaborarea elicopterelor. Noua companie a construit în 1938 modelul experimental al elicopterului Fa 225, cel mai performant pentru acele timpuri.

Într-o epocă în care zborul în Spațiu era un subiect descris doar în romanele SF, a apărut un grup de visători care au demonstrat că se poate, realizând acest vis de milenii al Omului – de a zbura spre stele: *Konstantin E. Tziolkovsky* (Rusia), *Robert H. Goddard* (SUA), *Herman Oberth* (România) și *Robert Esnault-Pelterie* (Franța).

K. E. Tziolkovsky (1857 - 1935), savant rus cu rădăcini poloneze, unul dintre părinții fondatori ai teoriei astronauticii și rachetotehnicii moderne. Academician al Academiei Ruse (1918), profesor universitar, autor a peste 400 de lucrări științifice (inclusiv, apr. 90 în domeniul călătoriilor cosmice și subiectelor aferente), din care s-au inspirat cunoștii ingineri de rachete sovietici S. Korolev și V. Glușko. Inspirat din fantastica lui Jules Verne K. Tsiolkovsky a teoretizat mai multe aspecte ale călătoriilor cosmice și a propulsiei rachetelor.



Constantin E. Tziolkovsky

Indiscutabil, a fost unul dintre părinții astronauticii, dar mai rămânea ca cineva să demonstreze practic că se poate.

Robert Hutchings Goddard (1882 – 1945) a fost un inginer, profesor, fizician, inventator american care este recunoscut în crearea și construirea primei în lume rachete cu combustibil lichid. Goddard a lansat cu succes modelul său la 16 martie 1926, deschizând epoca zborurilor spațiale și inovării. Împreună cu colectivul său a elaborat și lansat 34 de rachete în perioada 1926-1941, atingând altitudini de 2.6 km și viteze de 885 km/h. Două din cele 214

invenții brevetate – „*Rachetă în multe trepte*” și „*Rachetă cu combustibil fluid*” au fost repere importante pentru zborul spațial. Monografia sa „*Metodă de atingere a altitudinilor extreme*” este considerată una dintre lucrările clasice ale științei rachetelor din secolul XX.

Savantul român de origine germană *Herman Oberth* (Sibiu, 1894-1980) se numără printre întemeietorii astronauticii și rachetotehnicii alături de cei trei. A stabilit ecuația fundamentală a zborului rachetelor cosmice (1914), a elaborat primele rachete cu combustibil lichid (1931-1935), descoperind „*efectul Oberth*” (1934), izbutind să lanseze cea dintâi rachetă balistică de mare distanță (1942, S.U.A.). Lucrează asupra rachetelor împreună cu elevul său Werner von Braun - părintele cosmorachetelor germane V1 – V5, ultima fiind prototipul cosmorachetelor sovietice Vostok și americană Saturn V. În a.1947 propune o rachetă în trei trepte pentru cercetarea cosmosului și una în 4 trepte pentru cercetarea lunii. Societatea pentru Cercetarea Spațiului Cosmic din Germania îi poartă numele.

Robert Albert Charles Esnault-Pelterie (1881 – 1957) a fost un pionier al aviației și aeronauticii franceze și teoretician al zborurilor spațiale, unul dintre fondatorii astronauticii și rachetotehnicii moderne alături de cei trei



Robert H. Goddard



Herman Oberth



Robert Esnault-Pelterie

nominalizați mai sus. Necunoscând lucrările lui K. Tziolkovsky în 1913 publică o lucrare care conținea ecuația rachetei și calculele energiei necesare pentru a ajunge la Lună și la planetele apropiate. În 1929 propune ideea rachetei balistice pentru bombardamente militare. A propus pentru prima dată în lume instituirea unui premiu pentru „*Lucrări remarcabile originale pentru astronautică în lume*” - „*Prix REP-Hirsch*”. Primul premiu l-a primit savantul român de origine germană Hermann Oberth (1929) pentru „*contribuții remarcabile în domeniu*”.

Este indiscutabil faptul că progresul tehnic pe parcursul dezvoltării civilizației umane a fost dezvoltat de mari inventatori ai omenirii. Printre inventatorii sec. XX cea mai proeminentă figură este a marelui inventator american Thomas Alva Edison (1847-1931), considerat inventatorul nr.1 al omenirii cu cele 1093 de brevete de invenție ale SUA și mai multe brevete în Marea Britanie, Franța, Germania în diverse domenii, inclusiv, peste 50 de invenții pionier (fonograful, lampa cu trei electrozi, kinetoscopul, kinetograful ș.a.). Aproape toate brevetele lui Edison erau brevete de utilitate și includeau invenții sau procedee de natură electrică, mecanică sau chimică. Invențiile lui au contribuit la comunicarea în masă și, în particular, în telecomunicații. A fost unul din primii inventatori care a aplicat principiul producerii în masă și a echipelor de lucru la scară largă în procesul invenției, și este creditat cu crearea primului laborator de cercetare industrială.

Alexander Graham Bell (1847 – 1922) este un alt mare savant, inventator, inginer, și om de afaceri american. Printre multiplele realizări ale

*Thomas Alva Edison**Alexander Graham Bell**George Constantinescu**Elihu Tompson**Guglielmo Marconi**Ion Basgan*

inventatorului (aeronautică, telecomunicații optice, hidroglisoare) se evidențiază invenția primului telefon funcționabil (1876), dezvoltat până la nivel de produs industrial. În acest scop a fondat compania „*American Telephone and Telegraph Company*” (1885).

Nu poate fi trecut cu vederea marele inventator britanic Elihu Tompson (1853 - 1937), unul dintre marii pionieri ai curentului continuu și alternativ, autor a peste 700 invenții, printre care generatoarele electrice AC, procedeul de sudură prin arc electric, contorul electric, încă mai întâlnit și astăzi, invenție care ia dat multă bătaie de cap, fiind perfecționat pe parcursul a 15 ani.

Nici marele inventator al radioului italianul Guglielmo Marconi (1874-1937), inventator și inginer electric, cunoscut pentru lucrarea sa de pionierat în transmisiuni radio la distanțe mari. Este recunoscut drept inventatorul radioului. A primit Premiul Nobel (1909) „*ca recunoaștere a contribuției sale în dezvoltarea telegrafiei fără fir*”.

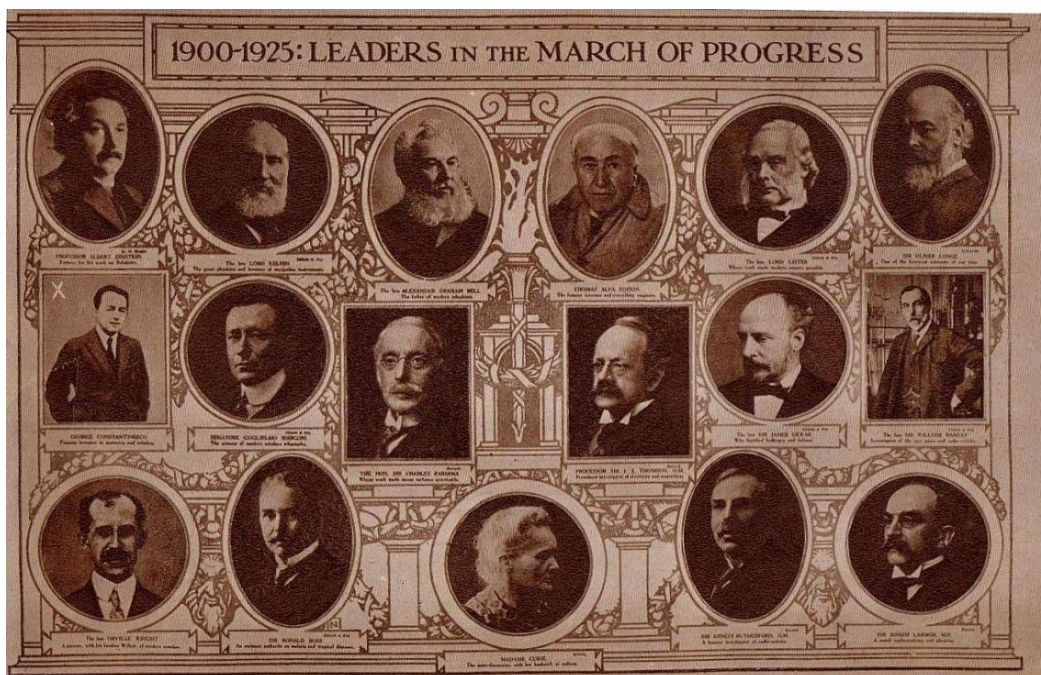
Nici inventatorii americani ai tranzistorului (1947) John Bardeen (1908-1991), Walter Brattain (1902-1987) și William Shockley (1910-1989) care au primit Premiul Nobel în Fizică (1956).

Nici inventatorii laserului și maserului (1953) N.G. Basov (1922-2001), A. Prohorov (1916-2002) (URSS) și Ch. H. Townes (1915-2015) (SUA), care a revoluționat multiple domenii, pentru ce au primit Premiul Nobel (1964).

Nici inventatorul american al circuitelor integrate Jack Kilby (1923-2005) care în 1958 a demonstrat cu succes primul sa mostră de circuit integrat funcțional pentru care ia fost acordat Premiul Nobel în Fizică (2000).

Dar și contemporanii mari inventatori ai lumii trebuie apreciați pentru invențiile lor intrate în serviciul Omenirii. Dr. Yoshiro Nakamatsu are peste 2300 de brevete de invenție, de două ori mai multe decât Th. A. Edison (de menționat însă că Edison avea multe invenții pionier!). Printre cele mai importante invenții este discheta, vândută prin licență companiei IBM, despre care autorul a spus: „*Am descoperit-o mai târziu decât făcea*”. Se întâmplă uneori în domeniul invențiilor când unele invenții apar cu mult înainte ca societatea să fie capabilă de a le valorifica, altele însă întârzie. Printre numeroasele sale invenții se numără discul compact, playerul compact disc, ceasul digital, un motor alimentat cu apă ș.a.

Fără invențiile acestor mari inventatori lumea astăzi ar fi de neconceput. Dintre marii inventatori români merită să fie amintit savantul și inventatorul *George Constantinescu* (1881-1965) - autorul a peste 300 de invenții, brevetate în principalele țări industriale din lume. Numai invențiile brevetate în Marea Britanie formează 4 volume groase, publicate în „*Patent Office*”. Are importante invenții în domeniul sonicității - transmiterea energiei prin vibrații. În timpul Primului Război Mondial construiește un „*sincronizator*” de mare



ingeniozitate („Constantinescu Fire Control Gear”), care asigura o sincronizare perfectă - prima realizare de acest fel din lume - între tirul mitralierei și turația elicei avionului. În a.1926 revista „The Graphic” prezenta fotografia inventatorului alături cu ale altor 16 inventatori și savanți reputați (printre care Marie Curie, A. Einstein și G. Marconi) (primul din rândul 2).

Ion Basgan (1902-1980), inginer și inventator român, discipol al părintelui sonicității George Constantinescu. Este celebru pentru invențiile sale „Forajul cu aplicația sonicității”, și pentru descoperirea efectului care-i poartă numele „efectul Basgan” în domeniul forajului petrolier. Aceste invenții au revoluționat în epocă tehnica forajului. Invențiile au fost brevetate în România, SUA, fiind aplicat în România, iar din a. 1937 – și în SUA. Pe durata celui de al Doilea Război Mondial, invențiile inginerului român au fost sechestrate, fiind deblocate abia în 1965. Cu toate că au fost întreprinse numeroase demersuri, Ion Basgan nu a reușit să-și recupereze drepturile de autor cuvenite ca urmare a utilizării descoperirilor și invențiilor sale. Acestea au fost evaluate de o comisie de experți germani la circa 8,4 miliarde de dolari. În 1967, Basgan a brevetat în Franța, SUA, Portugalia și Emiratele Arabe Unite invenția „Sistem de foraj rotativ și percutant cu frecvențe sonice, limitarea efectului presiunii arhimedice, precum și instalația și aparatura respectivă”, prin care era depășită bariera critică de 8000 m adâncime. De-a lungul vieții, Ion Basgan a publicat peste 60 de lucrări, constituite din articole, teme dezbătute în conferințe și tratate despre tehnica forajului.

Elie Carafoli (1901-1983), inventator și savant în domeniul aerodinamicii, academician, autorul cunoscutei rețele de profile aerodinamice, care-i poartă numele. Începând din 1929, la IAR - Brașov, împreună cu L. Virmoux și un grup de ingineri (printre care 4 ingineri din Basarabia: Teodor Gârneț (Cucoara, Cahul); Victor Pilsner, Alexei Ursu și Nicolae Grosu), studiază, proiectează și construiește noi tipuri de avioane, precum IAR-CV-11 (Carafoli-Virmoux), urmat de IAR-14, IAR-15 ș.a., care, prin profilele aerodinamice, formele constructive îndrăznețe (cu aripă joasă) și prin performanțele excepționale, au reprezentat realizări recunoscute pe plan mondial. În 1938, a realizat avionul de vânătoare IAR-80, considerat, în epocă, unul dintre cele mai bune avioane, echipat cu motorul IAR K₁₄ - 1000 care a stabilit, în 1940, recordul mondial pentru puterea specifică la motoarele de aviație, cu piston.

Tratatul „*Aerodinamica*”, pe care l-a publicat în 1951, conținând rezultatele originale, obținute de autor, este considerat o operă clasică în domeniul construcției de avioane, și a fost tradus, imediat după apariție, în mai multe limbi. A lăsat în urma sa o bibliografie vastă, articole, comunicări și 12 tratate, toate traduse și republicate în Franța, Anglia, Rusia, Germania.

Recunoașterea internațională a creațiilor lui originale s-a concretizat prin alegerea sa ca membru al Academiei Internaționale de Aeronautică (1961), al Academiei de Arte și Științe din Toulouse, al „*The Royal Aeronautical Society*”, al Societății Aeronautice „*Hermann Oberth*” (Germania) și al Federației Internaționale de Aeronautică, fiind vicepreședinte și președinte între 1966 și 1974. A fost distins cu numeroase premii și medalii, printre care se menționează diploma „*Paul Tissandier*” (1956) și medalia „*Carl Fr. Gauss*” (1970), conferite de Federația Internațională de Aeronautică.

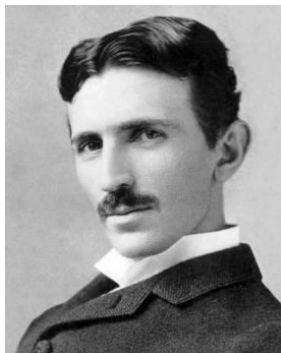
Una dintre cele mai mari personalități românești în tehnică rămâne Nicola Tesla, cel mai mare inventator și savant român (aromân) din toate timpurile, având peste 700 de invenții.

Născut la 10 iulie 1856 în localitatea Smiljan, în centrul Croației, în familia preotului ortodox Milutin Teslea și al Gicăi Mandici, istro-români morlaci. Considerat cel mai mare geniu al perioadei timpurii a electricității Nicola Tesla este numit părintele curentului alternativ și un vizionar probabil mai profund chiar și decât Einstein în problemele fisionii nucleare. Și-a făcut studiile la Karlovat și la Politehnica din Graz (1875 - 1881). Își începe celebrele descoperiri și invenții încă din 1881-1882 la Graz, la Budapesta, la Paris, în



Elie Carafoli (1901-1983).

cadru al Companiei Edison (1882), Strasbourg (1884), după care pornește în vajiica odisee americană.



Nicola Tesla

Nicola Tesla a fost omul de știință și inventatorul prolific în domeniul electro- și radiotehnicii, descoperitorul câmpului magnetic învârtitor (simultan cu italianul Galileo Ferraris, 1847 - 1897). Tot el a inventat și sistemul bifazat de curent electric alternativ și a studiat curentul de înaltă frecvență. El a construit primele motoare asincrone bifazate, generatoarele electrice, transformatorul electric de înaltă frecvență etc. În atomistica, a cercetat fisiunea nucleelor atomice, cu ajutorul generatorului electrostatic de înaltă tensiune.

În a. 1882, în baza unei recomandări, Tesla pleacă la Paris, unde este angajat la „Compania continentală Edison”. Aici, modifică dinamo-mașina Edison. Din primăvara lui 1885, N. Tesla înființează propria firmă, „Tesla Arc Light Company”. În 1899, Tesla construiește la Colorado un mare post de radio, cu o putere de 200 kW, și realizează transmisii prin telegrafie fără fir, de peste 1000 km, face să se aprindă lămpile orașului de la distanță, obține tensiuni de 12 milioane de volți.

Edison și Tesla au fost propuși împreună să împartă premiul Nobel pentru fizică pe a. 1915, ca unii ce-și închinaseră viața pentru descoperiri și realizări tehnice utile omenirii. Tesla a refuzat premiul, din cauza animozităților din trecut. Dar era în 1916, și premiul pe acel an nu a mai fost acordat, din cauza războiului...

În continuare se prezintă câteva previziuni făcute de acest mare geniu:

„Poluarea plajei va fi ceva la fel de obișnuit ca sistemele de canalizare. Accesul la apa potabilă va fi monitorizat cu atenție și numai oamenii nebuni vor mai consuma, de bunăvoie, apă nesterilizată”;

„Astăzi, țările civilizate cheltuiesc cea mai mare parte a bugetului pe război și cea mai mică pe educație. Însă în secolul al XXI-lea ordinea va fi inversată. Va fi mai onorabil să lupți împotriva ignoranței decât pe câmpul de război. Ziarele secolului al XXI-lea vor acorda un spațiu mai mare noutăților științifice decât controverselor politice sau relatării infrafracțiunilor”;

„Numeroase activități, care sunt acum efectuate manual, vor fi realizate de roboți. Robotul va ocupa locul pe care îl ocupau sclavii în civilizațiile antice. Aceasta îi va permite omenirii să realizeze aspirațiile sale mai înalte”;

„Transmisiunile la distanță vor permite accesul ieftin la curent electric al fiecărei locuințe. Dezvoltarea tehnologică foarte mare va permite dezvoltarea mai degrabă a idealurilor decât a bunurilor materiale”.

Iată doar câteva dintre cele mai importante stele românești care strălucesc pe bolta tehnicii universale. Câte alte mii de invenții românești, unele la nivel de pionierat, au contribuit la progresul tehnic universal! Merită însă să fie măcar nominalizați, de asemenea, o pleiadă de ingineri și inventatori, care au dus faima României în lume. Rafinăria pe cale industrială a petrolului pentru prima dată în lume a fost realizată în România (v. „*Histoire mondiale de petrole*”. I. I. Berreby, Paris, 1969, p.112). Savantul și inventatorul *Petrache Poienaru* (1799-1875), care a obținut la 25 mai 1827 un brevet de invenție francez (nr. 3208) pentru un prim „*Condei portativ fără sfârșit*”. A. Persu, care a inventat în a.1924 un automobil aerodinamic original (brevet nr.402483), care depășea cu mult timpul său. Primul laser cu gaz (heliu-neon) al lui I. Agârbiceanu, inventat (1961) la scurt timp după inventarea primului laser din lume. Primul sistem, din lume, de comunicație bilaterală pentru galerii de mine (1970) inventat de Gh. Cartianu. Al. Ciurcu împreună cu francezul Just Buisson sunt pionierii motorului cu reacție (1886). A. Dragomir – pionierul scaunului ejectabil pentru avioanele supersonice (1928). L. Edeleanu, cunoscut prin cele 212 invenții în domeniul chimiei industriale, pentru marca Edeleanu (Frankfurt, 1932) pentru hidrocarburi, carburanți pentru motoare, uleiuri pentru transformatoare ș.a., reînnoită până în zilele de astăzi. Dar R. Goliescu care inventează primul aparat de zbor cu fuselaj tubular (1909), precursorul avioanelor cu zbor vertical. H. Hulubei, inventatorul unuia dintre primele acceleratoare de protoni și un spectroscop original, cu care a identificat elemental cu numărul atomic 87, căruia ia dat numele de Moldaviu. D. Hurmuzescu – inventatorul primului dinam de înaltă tensiune (3000 v, 1896) și realizatorul primei stații de radioteleviziune din România (1926). C. Nenițescu – pionier în domeniul reacțiilor catalizate de clorură de aluminiu, care-i poartă numele. N. Teclu – inventatorul primului bec cu gaz (1900), produs în străinătate, care-i poartă numele. D. Văsescu - inventatorul unuia dintre primele automobile cu abur (1880). N. Vasilescu – Karpen, inventatorul pilei electrice cu temperatură uniformă, brevetată în 1924 și fabricată în 1950. În a. 2006, după 56 de ani, pila încă mai funcționa. Și desigur, trebuie să fie amintită Elisa Leonida Zamfirescu, prima femeie inginer din lume, inventatoare a unor metode originale de analiză chimică și procedee de preparare a minereurilor.

Acestea sunt doar câteva nume din armata de mii de inventatori care au asigurat progresul tehnico-științific actual. Fără invențiile acestor mari inventatori lumea astăzi ar fi de neconceput. Dar câte alte mii de inventatori, care au împins progresul tehnic înainte, au rămas anonimi în istorie. „*Puține nații din lume se pot mândri că au contribuit la progresul aviației cât a reușit nația română în ultimii zeci de ani*” spunea marele inventator Anri Coandă.

În continuare se prezintă o cronologie a celor mai importante invenții și descoperiri ale Omenirii din antichitate până în zilele noastre.



Ion Agârbiceanu (1907-1971). Domenii: laser și lumina polarizată.



Eugen Angelescu (1896-1968). Domeniu: chimie.



Eugen Bădărău (1887-1975). Domeniu: fizică.



Grigore Brișcu (1884-1965). Domeniu: aviație.



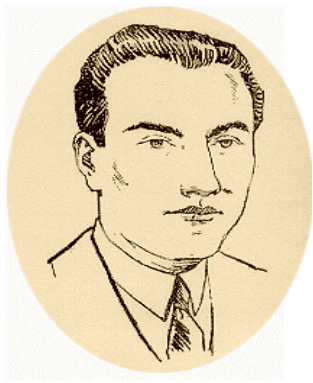
Constantin Budeanu (1886-1959). Domeniu: electrotehnică.



Gheorghe Cartianu (1907-1982). Domeniu: radiocomunicații.



Alexandru Ciurcu (1854-1922). Domeniu: motoare cu reacție.



Dumitru Daponte (1894-1956). Domeniu: construcție aparate.



Dimitrie Leonida (1883-1965). Domenii: electricitate, comunicații.



Anastasie Dragomir
(1896-1966). Domeniu:
aviație.



Lazar Edeleanu
(1861-1941). Domeniu:
chimie.



Rodrig Goliescu
(1882-1942). Domeniu:
aviație.



Conrad Haas
(1509-1579). Domeniu:
astronautică.



Horia Hulubei
(1896-1972). Domeniu:
fizică.



Dragomir Hurmuzescu
(1865-1954). Domeniu:
mașini electrice.



Mihai Konteschweller
(1897-1947). Domeniu:
radiotelecomunicații.



Augustin Maier
(1882-1964). Domeniu:
telefonie.



Constantin Miculescu
(1863-1937). Domeniu:
fizică.



Costin Nețișescu (1902-1970). Domeniu: chimie industrială.



Aurel Persu (1890-1977). Domeniu: automobile.



Petrarhe Poenaru (1799-1875). Inventatorul stiloului.



Anghel Saligny (1854-1925). Domeniu: construcții.



Nicolae Teclu (1839-1916). Domeniu: electricitate.



Dumitru Vășescu (1859-1909). Domeniu: automobile.



Nicolae Vasilescu-Karpen (1870-1964). Domeniu: electricitate.



Gheorghe Spacu (1883-1955). Domeniu: chimie.



Elisa Leonida Zamfirescu (1887-1973). Domeniu: chimie industrială.

CRONOLOGIE

a descoperirilor și invențiilor din antichitate până în zilele noastre

Cu toate că această cronologie este una subiectivă totuși este nevoie de cronologii care să arate de unde a pornit civilizația și unde a ajuns. Cronologia include cele mai importante descoperiri, invenții, fapte insolite și temerare care s-au petrecut în ultimii 4000 de ani (mileniul II î.Hr. – mileniul II d.Hr.).

- 2000 î.Hr. Babilonienii dezvoltă un sistem de calendar, fac observații asupra Soarelui, Lunii și planetelor.
- 1300 î.Hr. Fenicienii dezvoltă alfabetele.
- 1216 î.Hr. Primele înregistrări meteorologice cunoscute apar în China.
- 1100 î.Hr. Dorienii își desăvârșesc cucerirea asupra micenienilor, ocupând regiunea cunoscută acum ca teritoriul Greciei.
- 763 î.Hr. Babilonienii fac prima observație consemnată documentar a unei eclipse de Soare.
- 720 î.Hr. Prima consemnare documentară a unei eclipse solare în China.
- 624 - 546 î.Hr. Thales din Milet (pe teritoriul actual al Turciei) propune apa ca fiind baza tuturor lucrurilor.
- 610 - 545 î.Hr. Anaximandru din Milet, astronom și filozof, face prima tentativă cunoscută de a scrie o istorie a universului, elaborând un model al Pământului bazat pe principii științifice.
- 570 - 500 î.Hr. Anaximene din Milet, posibil un elev al lui Anaximandru, propune aerul ca substanță fundamentală din care sunt compuse toate lucrurile din univers.
- 560 - 480 î.Hr. Pitagora și discipolii săi dezvoltă aritmetica și geometria. În aceeași perioadă, chinezii își aduc contribuția la dezvoltarea matematicii, iar indienii elaborează o geometrie.
- 540 - 475 î.Hr. Heraclit din Efes (Turcia), filozof grec, susține că schimbarea este esența a tot ceea ce există, propunând focul ca substanță primară.
- 500 î.Hr. Gânditorii hinduși recunosc atomismul ca bază a materiei; în India este fabricat oțelul.
- 500-428 î.Hr. Anaxagoras introduce spiritul științific la Atena în perioada lui Pericle; este autorul tratatului științific „*Despre natură*”.
- 490 î.Hr. Leucip, filozof grec, introduce pentru prima oară ideea de atom în gândirea occidentală.
- 470 - 399 î.Hr. Socrate, filozof grec al cărui principal discipol este Platon.
- 470 - 371 î.Hr. Democrit, filozof grec, dezvoltă învățăturile lui Leucip despre atomi și corpuri indivizibile.
- 461 î.Hr. Începe în Grecia epoca lui Pericle, o perioadă în care pacea și prosperitatea economică permit culturii și filozofiei să se dezvolte.

- 427-347 î.Hr. Platon, filozof și învățat grec, care a exercitat o influență uriașă, în special, prin conceptele sale despre idealism și perfecțiune matematică, nu numai în epoca sa, ci vreme de multe secole, mai ales în timpul Renașterii, ba chiar și astăzi.
- 384-322 î.Hr. Aristotel, filozof și învățat grec, cel mai celebru elev al lui Platon, încearcă să elaboreze prima teorie unificată a cosmosului, contribuind totodată la concepte în toate domeniile, de la fizică la științele naturale.
- 341-270 î.Hr. Epicure din Samos înființează o școală filozofică în care atomii constituie partea fundamentală a filozofiei.
- 325 - 70 î.Hr. Euclid, filozof matematician grec, fondează geometria euclidiană.
- 310 - 230 î.Hr. Aristarh din Samos, astronom grec.
- 300 î.Hr. Este construit Muzeul din Alexandria, care devine un centru pentru învățați și artiști, mai ales pentru matematicienii greci.
- 287 - 212 î.Hr. Arhimede, matematician și inginer grec.
- 264 î.Hr. Începe primul război punic, între Roma și Cartagina.
- 262 - 190 î.Hr. Apollonius din Perga, matematician grec.
- 190 - 120 î.Hr. Hiparh din Nicea (Turcia), astronom, alcătuiește o listă a stelelor fixe.
- 48 î.Hr. Biblioteca din Alexandria este mistuită de incendiu.
- 23-79 d.Hr. Pliniu cel Bătrân, învățat roman, care a scris „*Naturalis historia*” („*Istoria naturii*”).
- 100 Chang Heng (Zhang Heng) introduce caroiajul ortogonal pentru alcătuirea hărților.
- 100 - 170 Ptolemeu, astronom grec, al cărui sistem despre univers a constituit conceptul standard până la apariția lui Copernic, 13 secole mai târziu.
- 130 – 200 Galen, medic grec, ale cărui lucrări cuprinzătoare au constituit sursa de referință principală în materie de anatomie în Evul Mediu.
- 1006 Astronomii chinezi observă și înregistrează o novă.
- 1054 Astronomii chinezi observă și înregistrează o a doua novă pe cerul nopții. Aceasta este observată, de asemenea, în Japonia și în țările arabe.
- 1100 Geologul chinez Chu Hsi (Zhu Xi) stabilește faptul că munții sunt mase de uscat înălțate, care cândva au fost funduri de mare.
- 1150 Chinezii realizează primele rachete.
- 1167 În Anglia este înființată Universitatea Oxford.
- 1222 Este înființată Universitatea din Padova (Italia). În următorii 20 de ani iau ființă Universitatea din Neapole (Italia), Universitatea din

- Toulouse (Franța), Universitatea Cambridge (Anglia) și Universitatea din Roma (Italia).
- 1285 - 1349 William de Ockham, gânditor englez, introduce ideea conform căreia atunci când există mai multe explicații ale aceluiași fenomen, trebuie aleasă cea mai simplă dintre ele - concept cunoscut sub numele de briciul lui Ockham, care a devenit unul din fundamentele științei.
- 1400 Chinezii calculează lungimea anului solar la aproximativ 365,25 zile.
- 1449 – 1492 Renașterea atinge perioada de apogeu la Florența, sub conducerea familiei Medici.
- 1454 Este publicată Biblia lui Gutenberg.
- 1470 Este inventat arcul principal pentru mecanismele de ceas.
- 1473-1543 Nicolaus Copernic, astronom polonez.
- 1492 Cristofor Columb debarcă în America și începe marea epocă a explorărilor.
- 1504 Arcul principal subțire este pus într-un ceas. Apar primele ceasuri de mână.
- 1530-1540 Șase comete apar pe cer. Girolamo Fracastoro publică o carte cu descrieri ale observațiilor de comete, incluzând amănuntul că coada cometelor este orientată întotdeauna invers față de Soare.
- 1540 Germanul Peter Bennewitz, studiind aceleași comete, publică o carte, în care ajunge independent la aceleași concluzii și include primele desene științifice ale unei comete.
- 1540 Matematicianul german Georg Joachim von Lauchen (1514 - 1576), cunoscut sub numele de Rheticus, calculează niște tabele de trigonometrie îmbunătățite. Broșura lui, publicată în a.1540, a constituit prima prezentare a sistemului heliocentric al lui Copernic, pregătind terenul pentru teoriile coperniciene și permițând astronomiei bazate pe calcule matematice să facă un important pas înainte.
- 1543 Lucrarea lui Copernic „*De revolutionibus*”, este publicată cu puțin timp înainte de moartea sa.
- 1543 Apare cartea lui Vesalius „*De humanis corporis fabrica*”.
- 1544-1603 William Gilbert, cercetător englez al fenomenelor magnetice și electrice.
- 1560 Fizicianul italian Giambattista della Porta (1557 - 1615) a înființat prima asociație științifică, Academia Misterelor Naturii, ulterior desființată de către Inchiziție.
- 1561-1626 Francis Bacon, fondatorul metodei științifice.
- 1568 Geograful flamand Gerhard Kremer (1512 - 1594), cunoscut ca Gerardus Mercator, pune la punct proiecția cartografică cilindrică.

- 1572 O supernovă este observată în constelația Cassiopeia. Tycho a urmărit-o vreme de 485 zile. Primul care a făcut observații științifice asupra unei supernove, el a încercat să-i determine paralaxa, dar nu a putut-o detecta, așa că s-a gândit că ea trebuie să facă parte din spațiul cosmic de dincolo de Lună.
- 1577 Tycho a reușit să organizeze primul observator astronomic complet utilizat (deși telescopul nu fusese încă inventat) pe insula Hven din strâmtoarea care separă Danemarca de Suedia. El studiază noua cometă care apare pe cer.
- 1581 La 17 ani, Galileo Galilei (1564 - 1642) participă la serviciul religios al catedralei din Pisa, măsoară mișcările de balans ale candelabrului cu ajutorul pulsului și trage unele concluzii despre mișcarea pendulului, pe care le verifică acasă, prin intermediul unor experimente.
- 1582 Este adoptat calendarul gregorian.
- 1582 Matematicianul olandez Simon Stevin (1548 - 1620), începe studiile care au dus la apariția științei moderne a hidrostatiei.
- 1586 Stevin face unele experiențe cu pietre lăsate să cadă liber (mai puțin riguroase științific decât cele ale lui Galilei).
- 1589 Galilei începe o serie de experiențe pentru a măsura parametrii căderii libere a corpurilor.
- 1589 William Lee, cleric englez, inventează prima mașină de tricatat (indiciu timpuriu al Revoluției Industriale ce avea să vină).
- 1590 Fabricantul de ochelari olandez Zacharias Janssen construiește primul microscop.
- 1596-1650 Rene Descartes, filozof francez și promotor al gândirii raționale, care a fondat geometria analitică și a avut contribuții importante la filozofia științei.
- 1597 Alchimistul german Andrews Liebau (Libavius) publică *Alchemia*, care sintetizează realizările medievale în domeniul alchimiei. Scrisă limpede, fără înflorituri de factură mistică, această lucrare este considerată în general ca primul manual de chimie. Pregătește terenul pentru nașterea chimiei care avea să se producă 60 de ani mai târziu.
- 1600 William Gilbert publică „*De magnetibus*” („*Despre magneți*”), descriind rezultatele experimentelor sale legate de magnetism. Ajunge la concluzia că Pământul însuși este un magnet uriaș.
- 1600 Filozoful și misticul italian Giordano Bruno (născut în 1548) este ars pe rug.
- 1608 Fabricantul de ochelari olandez Hans Lippershey începe să lucreze la construirea unui telescop.

- 1609 Kepler calculează orbitele planetare. Galilei studiază Calea Lactee și Luna cu ajutorul unui telescop, pe care și l-a construit singur.
- 1610 Galilei studiază planeta Jupiter și cei patru sateliți vizibili ai acesteia. De asemenea cercetează planeta Venus și petele solare.
- 1620 Filozoful englez Francis Bacon își publică argumentele în favoarea metodei științifice.
- 1627 Kepler publică o carte de tabele planetare.
- 1637 Descartes publică *Discours sur la methode*.
- 1642 Pascal, un matematician și filozof francez (1623 - 1662), inventează o mașină de calcul.
- 1654 Pascal și Fermat pun bazele teoriei probabilităților.
- 1656 Christiaan Huygens (1629 - 1695) studiază inelele lui Saturn și descoperă satelitul lui Saturn, Titan. Construiește primul ceas cu pendulă.
- 1657 Robert Hooke (1635 - 1703) perfecționează pompa de aer și face experimente în vid cu un fulg și o monedă, pentru a verifica teoria lui Galilei.
- 1660 Guericke descoperă electricitatea statică (primul care a demonstrat-o la scară mare).
- 1661 Fizicianul și chimistul irlandez Robert Boyle (1627 - 1691) publică *Skeptical Chimist*.
- 1662 Boyle îl convinge pe Hooke să construiască o pompă de aer ameliorată și stabilește legea lui Boyle privind gazele - având drept rezultat cea mai puternică dovadă în favoarea ideilor antice despre atomism.
- 1662 Societatea Regală, o organizație dedicată științei, ia ființă în Anglia.
- 1664 Hooke descoperă și studiază Marea Pată Roșie de pe Jupiter.
- 1665 Hooke publică *Micrographia* ca urmare a cercetărilor sale microscopice.
- 1665 Giovanni Domenico Cassini (1625 - 1712) determină viteza de rotație a lui Marte.
- 1665 Este publicată postum opera fizicianului italian Francesco Maria Grimaldi (1618 - 1663), demonstrând principiile refracției luminii.
- 1666 Omul de știință englez Isaac Newton (1642 - 1727) lucrează la problemele luminii și spectrului.
- 1666 Ia ființă Academia de Științe din Paris.
- 1668 Newton inventează telescopul cu reflexie.
- 1669 Newton și Gottfried Wilhelm Leibniz (1646 - 1716) dezvoltă independent calculul infinitezimal.

- 1669 Geologul danez Nicolaus Steno (1638 - 1686) afirmă că fosilele sunt reminiscențe ale unor vietăți antice.
- 1671 Giovanni Cassini descoperă al șaptelea satelit natural al lui Saturn, urmând să mai descopere alți trei sateliți pe parcursul următorilor 13 ani.
- 1672 Giovanni Cassini determină distanța dintre Pământ și Marte (primul indiciu al imensității spațiului cosmic).
- 1675 Astronomul danez Olaus Roemer (1644 - 1710) calculează viteza luminii.
- 1676 Microscopistul olandez Antony van Leeuwenhoek (1632 - 1723) construiește cele mai bune microscopie din lume, capabile să mărească de peste 200 de ori. Descoperă în apa de ploaie și apa de baltă organisme vii, pe care le denumește „*animalcule*”.
- 1676-1678 Edmund Halley realizează harta astronomică a emisferei sudice.
- 1678 Studiile lui Newton îl fac pe acesta să conchidă că lumina este compusă din particule. Pe de altă parte, Huygens ajunge la concluzia că lumina are o natură ondulatorie. Se iscă o dispută științifică.
- 1678 Edmund Halley (1656 - 1742) face observații astronomice (în special asupra Norului lui Magellan) din insula Sfânta Elena, situată în sudul Oceanului Atlantic. Publică un catalog al stelelor (peste 300 de stele care nu fuseseră incluse anterior, deoarece el și-a făcut observațiile din emisfera sudică).
- 1684 Jean Picard (1620-1682), astronom francez, într-o operă publicată postum, oferă cea mai precisă măsurătoare pentru dimensiunea Pământului.
- 1687 Legile de mișcare ale lui Newton publicate în cartea sa „*Principia mathematica*”.
- 1690 John Locke publică lucrarea „*Eseu asupra intelectului omenesc*”.
- 1693 Leibniz inventează o mașină de calcul mai bună decât cea a lui Pascal.
- 1698 Halley este numit comandant al navei „*Paramour Pink*” într-o expediție marină de doi ani, având drept scop măsurarea declinației magnetice în diferite puncte ale globului terestru și determinarea coordonatelor geografice (latitudinea și longitudinea) ale porturilor maritime în care se oprește. A fost prima expediție maritimă având drept scop unic cercetarea științifică.
- 1698 Navigând la bordul corabiei „*Paramour Pink*”, Edmund Halley începe prima expediție oceanică dedicată exclusiv cercetării științifice.
- 1704 Este publicată lucrarea lui Newton „*Opticks*”. Ea devine manualul standard pentru studiul luminii în tot restul secolului al XVIII-lea.

- 1705 Halley prezice întoarcerea, în a. 1758, a cometei care îi va purta în cele din urmă numele.
- 1709 Noi tehnici de producere a fierului, care vor putea fi folosite în fabricarea unor mașini mai bune, apar în Anglia, pregătind terenul pentru Revoluția Industrială.
- 1718 Halley descoperă mișcarea proprie a stelelor.
- 1727 James Bradley explică aberația stelelor datorată mișcării Pământului.
- 1733 John Kay brevetează suveica mecanică, un mare pas înainte în industria textilă din Anglia.
- 1733-1737 Charles Dufay începe publicarea celor șase memorii despre electricitate.
- 1736 Pierre de Maupertuis conduce expediția în Laponia pentru a măsura lungimea unui grad. Demonstrează că Pământul este aplatizat la poli.
- 1738 Se publică lucrarea „*Hydrodynamica*” lui Daniel Bernoulli, care explică relația dintre presiunea și viteza fluidelor, numit efectul Bernoulli.
- 1738 Maupertuis publică rezultatele expediției, care confirmă teoria lui Newton cu privire la forma Pământului.
- 1738 Apare lucrarea lui Voltaire „*Elements de la philosophie de Newton*”.
- 1739 Se înființează Societatea Regală din Edinburgh (a primit autorizația de funcționare în 1738). O societate științifică ia ființă și la Stockholm, denumită ulterior „*Kungliga Svenska Vetenskaps-akademien*”.
- 1742 Ia ființă Academia Regală Daneză de Științe și Litere.
- 1742 Anders Celsius inventează scara de temperatură Celsius.
- 1743 Benjamin Franklin ajută la înființarea Societății Filozofice Americane la Philadelphia.
- 1743 Jean d'Alembert publică lucrarea „*Trăite de dynamique (Tratat de dinamică)*”, extinzând legile de mișcare ale lui Newton.
- 1744 Maupertuis formulează principiul „*acțiunii minime*” în fizică.
- 1746 Leonhard Euler rezolvă problema refracției luminii din punct de vedere matematic.
- 1746 Este inventată butelia de Leyda, care înlesnește studiul electricității.
- 1746 William Watson publică lucrarea „*Experimente privind natura electricității*”.
- 1747 Jean d'Alembert prezintă prima utilizare generală a ecuațiilor diferențiale parțiale în fizica matematică.
- 1748 Mihail Lomonosov formulează Legile conservării masei și energiei.
- 1748 Julien de La Mettrie publică *L'homme machine* („*Omul mașină*”), descriind oamenii ca pe niște mașini lipsite de voință liberă.

- 1749 Denis Diderot publică lucrarea „*Lettre sur Lesaveugles*”, susținând ideile materialismului și dependența omului de simțuri, precum și teoria sa despre variabilitate și adaptare.
- 1749 Emilie du Châtelet definitivează traducerea din latină în franceză a lucrării lui Newton „*Principia*”. Este publicată în a.1759 cu o prefață de Voltaire și exercită o mare influență.
- 1750 Thomas Wright publică lucrarea „*An Original Theory and New Hypothesis of the Universe (O teorie originală și o nouă ipoteză privind universul)*”.
- 1750-1760 Începutul aproximativ al Revoluției Industriale în Anglia.
- 1751 Este publicat primul volum al lucrării „*Encyclopedie*”. Ultimul volum a apărut în 1772, fiind editate în total 17 volume de articole și 11 de ilustrații. 5 volume suplimentare au văzut lumina tiparului în anii 1776 -1777.
- 1751 Benjamin Franklin publică lucrarea „*Experiments and Observations on Electricity (Experiențe și observații de electricitate)*”.
- 1752 Experimentul cu zmeul de hârtie al lui Benjamin Franklin.
- 1752 Jean Guettard publică o carte de mici dimensiuni, în care își explică ideile despre geologie și straturile de roci.
- 1753 Actul de înființare al British Museum.
- 1753 Immanuel Kant formulează idei privind evoluția universului din nebuloase primordiale.
- 1754 Etienne Bonnet publică lucrarea „*Trăite des sensations (Tratat despre senzații)*”, conform căreia cunoașterea ajunge la noi numai prin intermediul simțurilor.
- 1755 Kant formulează teoria norului de praf, care stă la originea Sistemului Solar și sugerează că nebuloasele sunt sisteme stelare, precum Calea Lactee, în lucrarea sa „*Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels (Istoria naturală generală și teoria cerurilor)*”.
- 1756 Joseph Black publică lucrarea „*Experiments upon magnesia... (Experiențe asupra magneziului)*”, prima descriere detaliată a acțiunii chimice și prima lucrare de chimie cantitativă.
- 1760-1780 James Cook cercetează coastele peninsulei Labrador și ale insulei Newfoundland. Este primul navigator științific, care a efectuat trei expediții științifice în Pacific: 1768 - 1771, 1772 - 1775 și 1776 - 1779.
- 1761 Joseph Black descoperă căldura latentă.
- 1761 Se organizează prima observare a tranzitului lui Venus.
- 1762 James Bradley alcătuiește noul catalog stelar cuprinzând 60 000 de stele.

- 1764 Charles Bonnet elaborează teoria preformării.
- 1766 Se înființează Societatea Lunară în Anglia. Este un grup privat care atrage membri atât din domeniul științei, cât și din industrie.
- 1766 Eclipsa solară observată de James Cook în timpul cercetării coastei Newfoundland.
- 1766 Cavendish prezintă lucrarea sa despre hidrogen la Societatea Regală (descoperirea hidrogenului).
- 1766 Joseph Priestley se întâlnește cu Benjamin Franklin la Londra.
- 1767 Priestley publică lucrarea „*History of Electricity (Istoria electricității)*”.
- 1769 James Watt inventează primul motor cu abur practic.
- 1769 Observarea mondială a celui de-al doilea tranzit al planetei Venus din acest secol.
- 1773 Karl Wilhelm Scheele descoperă oxigenul cu un an înaintea lui Priestley, dar opera sa este publicată abia în 1777.
- 1774 Priestley descoperă oxigenul (de fapt Scheele l-a izolat primul, dar nu a publicat rezultatele).
- 1777 Scheele publică „*Tratat chimic despre aer și foc*” (în care descrie cum a descoperit oxigenul).
- 1779 Lavoisier denumește oxigenul.
- 1781 Charles Messier alcătuieste un catalog cu peste 100 de nebuloase.
- 1781 James Watt, care a învățat multe lucruri despre căldură de la prietenul său chimistul Joseph Black, își perfecționează motorul cu aburi. Este un nou pas important al Revoluției Industriale.
- 1781 William Herschel descoperă planeta Uranus.
- 1782 John Goodricke anunță observarea unei „*stele variabile*”, Algol.
- 1782 Oliver Evans lucrează la una din primele versiuni ale unei locomotive.
- 1783-1784 Henry Cavendish demonstrează că, prin ardere, hidrogenul produce apă, dovedind că apa este o combinație de două gaze, nu un element propriu-zis, așa cum susținuseră grecii.
- 1784-1789 Charles Augustin de Coulomb își scrie memoriile despre electricitate și magnetism.
- 1784 James Watt brevetează locomotiva la doi ani după ce Oliver Evans obținuse patentul pentru un dispozitiv similar.
- 1785 Cavendish găsește dovada existenței argonului (confirmată în secolul următor de către Ramsay).
- 1786 Lavoisier denumește hidrogenul (descoperit de Cavendish cu 20 de ani mai devreme).
- 1788 James Hutton își publică pentru prima oară teoria asupra Pământului în publicația „*Transactions*” a Societății Regale din Edinburgh.

- 1789 Antoine Lavoisier publică lucrarea „*Trăite elementaire de chimie*”.
- 1791 Luigi Galvani publică lucrarea „*De viribus electricitatis in motu musculari commentarius*”.
- 1793 În America, Eli Whitney inventează mașina de separat bumbac.
- 1795 Hutton își publică teoria însoțită de noi materiale în două volume „*Theory of the Earth (Teoria Pământului)*”.
- 1796 Pierre Simon Laplace propune ipoteza nebuloaselor.
- 1796 1798 Benjamin Thompson (contele Rumford) publică lucrarea „*Experimental Inquiry Concerning the Source of Heat Excited by Friction (Cercetare experimentală cu privire la sursa căldurii stimulate prin frecare)*”.
- 1799 Alessandro Volta trimite celebra sa scrisoare președintelui Societății Regale, Joseph Banks, intitulată „*Despre electricitatea excitată prin simplul contact al unor substanțe conductive de naturi diferite*”.
- 1798 Eli Whitney construiește o fabrică în New Haven, Connecticut, pentru producția în serie a armelor de foc.
- 1800 Herschel construiește telescopul cu reflexie având o lungime de 12 metri.
- 1800 Alessandro Volta comunică inventarea unei baterii electrice (de fapt, o inventase în urmă cu un an).
- 1800 William Herschel detectează lumina infraroșie.
- 1801 Johann Ritter descoperă lumina ultravioletă.
- 1801 Giuseppe Piazzi descoperă asteroidul Ceres.
- 1802 Thomas Young dezvoltă teoria ondulatorie a luminii.
- 1803 După studierea meteoriților găsiți în Franța, Jean Baptiste Biot argumentează că „*pietrele*” ciudate nu au o origine terestră.
- 1804 Richard Trevithick construiește o locomotivă care trage cinci vagoane încărcate pe o linie lungă de cincisprezece kilometri.
- 1805 Joseph Marie Jacquard inventează războiul de țesut Jacquard. Pentru a controla funcționarea războiului, Jacquard folosește un sistem de cartele perforate, o idee care ulterior va fi încorporată în construcția primelor calculatoare.
- 1807 Robert Fulton construiește vasul cu abur „*Clermont*”.
- 1807 În Anglia, Societatea Geologică din Londra devine prima instituție oficială din lume dedicată exclusiv studiului geologiei.
- 1807 Felinarele cu gaz de huiă iluminează străzile Londrei.
- 1808 Humphry Davy pune la punct prima lanternă cu alimentare electrică.
- 1808 Lucrarea lui Dalton „*Noul sistem al filozofiei chimice*” revoluționează chimia.
- 1810 Davy demonstrează că clorul este un element.

- 1811 Amedeo Avogadro propune teoria numită astăzi ipoteza lui Avogadro.
- 1811 Herschel elaborează teoria dezvoltării stelelor și nebuloaselor.
- 1812 Pierre Simon de Laplace sugerează că universul poate fi văzut ca o mașinărie uriașă și că dacă masa, poziția și viteza fiecărei particule ar putea fi cunoscute, întregul trecut și viitor al Universului ar putea fi calculat.
- 1814 Joseph von Fraunhofer redescoperă și cartografiază liniile spectrului solar.
- 1814 George Stephenson prezintă prima sa locomotivă cu abur.
- 1815 Davy inventează lampasul de siguranță pentru minerii din minele de cărbuni.
- 1815 William Prout sugerează că hidrogenul este atomul fundamental și că toți ceilalți atomi sunt alcătuiți din diferite numere de atomi de hidrogen. Prout face primele speculații pe această temă anonim, considerând el însuși că ideea ar putea fi cam extravagantă.
- 1815 John Loudan McAdam construiește primul drum cu adevărat pavat.
- 1816 Augustin Fresnel demonstrează natura ondulatorie a luminii.
- 1817 Fresnel și Thomas Young demonstrează că undele luminoase trebuie să fie vibrații transversale.
- 1818 Fresnel publică lucrarea „*Memoriu despre difracția luminii*”.
- 1818 Johann Franz Encke descoperă cometa care astăzi îi poartă numele.
- 1818 Jons Jacob Berzelius publică tabelul său de mase atomice.
- 1819 Hans Christian Oersted descoperă că magnetismul și electricitatea sunt două forme de manifestare diferite ale aceleiași forțe. Totuși, nu își publică teoria până în 1820.
- 1819 Pierre Louis Dulong și Alexis Therese Petit arată că, pentru un element, căldura specifică este invers proporțională cu masa sa atomică.
- 1820 La Londra se înființează Societatea Astronomică Regală.
- 1821 Michael Faraday demonstrează că forțele electrice pot produce mișcare (primul motor electric).
- 1822 Jean-Baptiste Joseph Fourier demonstrează teorema, care-i poartă numele, și o publică în lucrarea „*Theorie analytique de la chaleur (Teoria analitică a căldurii)*”.
- 1822 Charles Babbage propune primul computer modern, dar nu dispune de materialele moderne necesare cu care să-l construiască.
- 1823 John Herschel sugerează că așa-numitele linii Fraunhofer ar putea indica prezența metalelor în Soare.
- 1824 Nicolas Leonard Sadi Carnot publică lucrarea „*Despre puterea motrice a focului*”.

- 1824 Prima școală de știință și inginerie este inaugurată în Statele Unite. Ea va deveni în cele din urmă Institutul Politehnic Rensselaer.
- 1825 George Stephenson construiește o locomotivă cu abur îmbunătățită.
- 1827 Georg Simon Ohm enunță ceea ce astăzi se numește legea lui Ohm.
- 1827 Robert Brown relatează observațiile sale cu privire la un fenomen numit acum „*mișcarea browniană*”, care după câțiva ani îi va ajuta pe savanți să ofere dovezi suplimentare asupra existenței atomilor.
- 1830 Charles Lyell publică primul volum din „*Principiile geologiei*”, oferind dovezi pentru teoria uniformitaristă cu privire la istoria geologică a Pământului.
- 1831 Michael Faraday descoperă inducția electromagnetică și inventează primul generator electric. Descoperirea este făcută aproape simultan cu savantul american Joseph Henry.
- 1832 Faraday enunță ceea ce astăzi numim legile electrolizei.
- 1833 La o ședință a Asociației Britanice pentru Progresul Științei, William Whewell propune termenul *savant*.
- 1834 Cyrus Hali McCormick brevetează secerătoarea McCormick.
- 1835 Gaspard Gustave Coriolis anunță „*efectul Coriolis*”.
- 1838 Friedrich Bessel anunță prima măsurătoare precisă (cu ajutorul paralaxei) a distanței până la o stea.
- 1839 Louis Jacques Mande Daguerre inventează dagherotipul, precursorul aparatului de fotografiat.
- 1840 John William Draper face prima fotografie a Lunii.
- 1840 Germain Henri Hess întemeiază știința termochimiei.
- 1842 Julius Robert Mayer devine primul savant care a formulat echivalentul mecanic al căldurii și Legea conservării energiei, deși nu la fel de bine ca Joule și, respectiv, Helmholtz.
- 1842 Christian Johann Doppler arată că sunetele și alte emisii ale unor surse aflate în mișcare suferă un fenomen cunoscut ca „*deplasarea* (sau efectul) *Doppler*”.
- 1843 Samuel Heinrich Schwabe anunță descoperirea acțiunii ciclice a petelor solare. Descoperirea inaugurează primele cercetări în fizica solară și astrofizica.
- 1844 Samuel F.B. Morse brevetează proiectul său de telegraf.
- 1846 Planeta Neptun este descoperită de Urbain Jean Joseph Le Verrier.
- 1846 Institutul Smithsonian este înființat în Statele Unite.
- 1847 Hermann von Helmholtz propune Legea conservării energiei (prima lege a termodinamicii).
- 1848 Lordul Rosse descoperă Nebuloasa Crabului.
- 1849 Jean Leon Foucault detectează liniile de emisie spectrală.

-
- 1850 James Prescott Joule publică valoarea finală pentru echivalentul mecanic al căldurii.
- 1850 Rudolf Clausius devine primul savant care a formulat clar a doua lege a termodinamicii.
- 1850 W.C. Bond de la Universitatea Harvard realizează prima fotografie astronomică.
- 1851 William Thomson (ulterior cunoscut ca lordul Kelvin) propune conceptul de zero absolut.
- 1851 La Londra se inaugurează Marea Expoziție Internațională care are drept scop promovarea aplicării științei în tehnologie.
- 1851 Foucault demonstrează rotația Pământului.
- 1852 Edward Frankland își publică teoria a ceea ce se va numi „valență” în chimie.
- 1852 Elisha Graves Otis construiește primul ascensor sigur.
- 1853 Helmholtz propune noi valori privind vârstele Soarelui și Pământului bazându-se pe studiile sale în legătură cu conservarea energiei.
- 1855 Robert Bunsen și Gustav Kirchhoff încep să lucreze la bazele analizei spectrale.
- 1856 Henry Bessemer elaborează „Procesul Bessemer” și începe să construiască „furnalele cu aer”, care vor inaugura era oțelului ieftin.
- 1858 Este întins primul cablu telegrafic trans-atlantic.
- 1858 București este primul oraș din lume iluminat cu petrol și prima rafinare a petrolului
- 1859 Edwin Drake forează primul puț de petrol în apropiere de Titusville, Pennsylvania.
- 1859 Gaston Plante construiește prima baterie de acumulare.
- 1859 Kirchhoff și Bunsen își fac cunoscute ideile despre liniile spectrale.
- 1860 James Clerk Maxwell elaborează teoria cinetică a gazelor. Ludwig Boltzmann elaborează și el aceeași teorie independent, dar își publică articolele abia în deceniul următor.
- 1860 Stanislao Cannizzaro atrage chimiștii de partea ipotezei lui Avogadro cu discursul și broșura sa de la Prima Conferință Internațională de Chimie care a avut loc la Karlsruhe.
- 1860 Kirchhoff sugerează că un corp care absoarbe toată lumina și nu reflectă nimic (denumit corp negru) va emite prin încălzire toate lungimile de undă. Această idee simplă va genera întrebări care vor ajuta la începerea următoarei mari revoluții din fizică de la începutul secolului XX.
- 1861 San Francisco și New York sunt conectate printr-o linie telegrafică.
- 1862 Foucault oferă o nouă estimare pentru viteza luminii.

- 1863 În Statele Unite este înființată Academia Națională de Științe.
- 1863 William Huggins, după ce a studiat spectrele unor stele strălucitoare, anunță că liniile lor spectrale sunt cele ale unor elemente familiare.
- 1864 După ce face prima analiză spectrală a unei nebuloase, Huggins afirmă că aceasta este compusă din gaze.
- 1865 Clausius inventează termenul *entropie*, care descrie degradarea energiei într-un sistem închis.
- 1867 Prima mașină de scris cu adevărat funcțională este realizată de Christopher Sholes.
- 1868 Pierre Jules Cesar Janssen descoperă heliul în timp ce studia liniile spectrale ale Soarelui.
- 1869 Dmitri Mendeleev publică al său „*tabel periodic al elementelor*”.
- 1869 Se montează ultimele piese la prima linie de cale ferată transcontinentală din America.
- 1870 Omul de afaceri și arheologul amator Heinrich Schliemann descoperă cetatea antică a Troiei, dezgropând cantități imense de aur și obiecte valoroase și făcând ca studiul arheologiei să devină o parte a conștiinței populare.
- 1872 Henry Draper obține prima fotografie a spectrului unei stele.
- 1873 Maxwell își publică teoria asupra electro-magnetismului.
- 1875 Sir William Crookes construiește radiometrul.
- 1876 Alexander Graham Bell brevetează telefonul.
- 1876 Nikolaus August Otto construiește motorul în patru timpi, baza motoarelor cu combustie internă de astăzi.
- 1876 Josiah Willard Gibbs aplică teoria termodinamicii la transformările chimice.
- 1876 Repetând experiențele realizate de Julius Pliicker cu aproape două decenii în urmă, Eugen Goldstein descrie fenomenul razelor catodice și este primul care folosește termenul.
- 1877 Thomas Alva Edison inventează fonograful.
- 1879 Albert Michelson determină viteza luminii.
- 1879 Edison inventează becul electric cu incandescență.
- 1880 Herman Hollerith realizează primul calculator electromecanic. Este pasul următor spre computerele moderne din zilele noastre.
- 1882 În America, Centrala Electrică Pearl Street aduce iluminatul electric la New York.
- 1884 Ottmar Mergenthaler brevetează linoitul.
- 1885 Cari Friedrich Benz construiește primul automobil funcțional cu un motor cu combustie internă alimentat cu benzină.

1885. Johann Balmer publică formula pentru frecvențele liniilor spectrale ale atomului de hidrogen.
- 1887 Heinrich Hertz descoperă efectul fotoelectric. Observațiile sale se vor dovedi de mare importanță pentru fizica secolului următor.
- 1887 Experimentul Michelson-Morley pentru detectarea eterului.
- 1887 Albert Michelson și Edward Morley încearcă să măsoare schimbările în viteza luminii produse de mișcarea Pământului prin spațiul cosmic. Eșecul lor de a găsi vreo modificare duce la abandonarea credinței în existența eterului și deschide calea spre fizica secolului al XX-lea.
- 1888 Hertz produce și detectează unde radio și obține dovada experimentală pentru teoria electromagnetică a lui Maxwell.
- 1889 La Paris se termină construcția Turnului Eiffel. La momentul respectiv era cea mai înaltă construcție din lume.
- 1889 Edward Charles Pickering face primele observații spectroscopice asupra stelelor binare.
- 1890 Edison, împrumutând ideile altora, realizează primul film cinematografic de succes.
- 1891 George Johnstone Stoney propune ca particula fundamentală a electricității să fie denumită electron.
- 1893 Santiago Ramon y Cajal propune ipoteza că procesul de învățare rezultă dintr-o creștere a conexiunilor dintre neuroni.
- 1893 Henry Ford construiește prima sa „trăsură fără cai” experimentală.
- 1894 J.J. Thomson anunță că viteza radiațiilor catodice este mult mai mică decât cea a luminii.
- 1895 Sir William Ramsay descoperă elementul heliu pe Pământ și constată că acesta ar trebui să stea între hidrogen și litiu în tabelul periodic al elementelor.
- 1895 Edward Barnard fotografiază Galea Lactee.
- 1895 Hendrik Lorentz dezvoltă independent ceea ce astăzi denumim contracția Lorentz-FitzGerald.
- 1895 Wilhelm Konrad Rontgen descoperă razele X.
- 1895 Jean-Baptiste Perrin demonstrează că radiațiile catodice sunt particule încărcate.
- 1895 Relația Lorentz dintre masă și viteză.
- 1895 Este dezvoltată camera cu ceață.
- 1896 Henri Becquerel descoperă radioactivitatea atunci când observă o radiație ciudată penetrantă emisă de o probă de sare de uraniu.
- 1897 Thomson descoperă electronul.
- 1897 Marie Curie demonstrează existența radiației de uraniu emisă de atomul de uraniu.

-
- 1897 Ernest Rutherford denumește radiațiile *alfa* și *beta*.
- 1898 Descoperirea radiului de către Marie și Pierre Curie. Marie Curie inventează termenul „*radioactivitate*” și, totodată, detectează poloniul.
- 1898 Thomson propune modelul atomic al „*stafidelor în tort*”.
- 1899 Erast Heinrich Haeckel publică ideea că gândirea, deși rezultată în urma creației, depinde de corp și nu supraviețuiește morții corpului.
- 1900 Descoperirea de către Max Planck a legii radiației corpului negru marchează începuturile teoriei cuantice.
- 1900 Creșterea masei o dată cu viteza, care fusese prezisă de Lorentz (contractia Lorentz-FitzGerald), este măsurată pentru prima dată, dar nimeni nu deține o teorie fizică cuprinzătoare care să o explice.
- 1900 Paul Villard descoperă ceea ce ulterior va primi numele de radiație gama.
- 1901 Pierre Curie lucrează asupra energiei radio-active și obține prima indicație că o nouă sursă de energie s-ar putea ascunde undeva în interiorul atomului.
- 1901 Americanul Rubel inventează procedeul imprimeriei ofset.
- 1901 Americanul Fischer a inventat prima mașină electrică de spălat lenjeria.
- 1901 Omul de afaceri și inventatorul american King Camp Gillette inventează lama de ras.
- 1902 Studii mai detaliate ale efectului fotoelectric efectuate de Philipp von Lenard, prima oară remarcat în 1887.
- 1902 Englezul Lanchester inventează frâna cu disc.
- 1902 Construirea primului zgârâie-nori în New York, „*Flat Iron Building*”.
- 1903 Orville și Wilbur Wright efectuează primul zbor al unui om în SUA, în apropiere de Kitty Hawk, în statul Carolina de Nord.
- 1903 Americanul Beidler inventează fotocopiatorul.
- 1904 Profesorul munhenez Arthur Korn reușește prima transmisie telegrafică a imaginilor.
- 1904 Prima încercare a unui tractor pe șenile la Stockton, California.
- 1905 Albert Einstein introduce cuanta de lumină (ulterior denumită foton) și dezvoltă teoria specială a relativității.
- 1905 Francezul Paul De Vivie concepe primul schimbător de viteze pentru bicicletă.
- 1906 Americanul Coolidge inventează lampa cu fir de tungsten.
- 1907 Crearea semnalului de pericol S.O.S.(save our souls), care înlocuiește C.O.D.(come quick danger), de către Marconi.
- 1906 Scoțianul J. Dewar inventează termosul.
- 1907 Prima cursă de automobile Pekin-Paris. Prințul Sapion Borghese, cu o

- Itala, câștigă cursa pe 10 august.
- 1908 Americanul Firestone inventează pneurile antiderapante.
- 1908-1909 Perrin calculează dimensiunea aproximativă a atomilor din observații efective - o demonstrație definitivă a existenței acestora.
- 1908-1909 Rutherford începe (împreună cu Hans Geiger) cercetările privind împrăștierea particulelor *alfa* de către o foiță de aur.
- 1909 Francezul Benedictus inventează sticla „*Triplex*”.
- 1910 Francezul Morane atinge, primul, în zbor, viteza de 100 de kilometri pe oră.
- 1910 Francezul G. Claude inventează tubul cu neon.
- 1910 Austriacul Kaplan inventează turbina cu elice.
- 1910 Germanul Wegener concepe teoria derivei continentelor.
- 1910 Românul Henri Coandă inventează un avion cu motor cu reacție, care nu zboară decât o dată. Nimeni nu-l crede la salonul de Aeronautică.
- 1911 Rutherford își prezintă descoperirea nucleului atomic.
- 1911 Charles Wilson își perfecționează camera cu ceață.
- 1911 Robert Millikan calculează sarcina electronului, pentru care mai târziu va primi premiul Nobel.
- 1911 Victor Franz Hess cercetează radiațiile cosmice.
- 1912 Americanul Ely, pe un avion „*Curtis*” reușește prima aterizare pe o navă, cuirasatul „*Pennsylvania*”.
- 1912 Transatlanticul „*Titanic*” se scufundă în Atlanticul de Nord la prima sa călătorie. 1513 oameni își pierd viața.
- 1913 Niels Bohr își publică primele articole despre modelul său atomic și își prezintă teoria pentru prima oară în fața unui public internațional la Birmingham, Anglia.
- 1913 Johannes Stark anunță desplicarea liniilor spectrale ale atomului de hidrogen când acesta este expus unui câmp electrostatic (efectul Stark).
- 1913 Experimentele lui Henry Moseley aduc definitiv ordinea în tabelul periodic al elementelor.
- 1913 Bohr susține la Societatea Daneză pentru Fizică o conferință care conține germenii principiului corespondenței.
- 1913 Francezul Froi Dure inventează parașuta pătrată, pentru salturi de precizie.
- 1913 Apariția primului frigider casnic, „*Domelre*”, fabricat la Chicago.
- 1914 Experiența Franck-Hertz confirmă ideile lui Bohr privind salturile cuantice.
- 1914 Lucrarea lui Moseley cu privire la numărul atomic.

-
- 1914 Echipa alcătuită din William Henry Bragg și William Lawrence Bragg, tată și fiu, determină lungimea de undă a razelor X.
- 1914 Rutherford propune teoria protonului.
- 1914 Fondarea companiei IGM în Statele Unite pentru exploatarea invenției lui Hollerith, cu cartele perforate(1880).
- 1914 Englezul Swinton inventează un car de luptă.
- 1914 Primul semafor electric în Cleveland.
- 1915 Italianul Villa-Perosa inventează mitraliera.
- 1915 Astronomul american P. Lowell descoperă prin calcul planeta Pluto (care va fi văzută abia în 1930).
- 1916 Teoria generală a relativității a lui Einstein.
- 1916 Arnold Sommerfeld elaborează modelul atomic al lui Bohr calculând că electronii trebuie să se miște pe orbite eliptice și nu circulare. Teoria lui Sommerfeld cu privire la structura fină a liniilor spectrale ale hidrogenului rezultă din aceasta.
- 1916-1917 Einstein introduce probabilitățile în dinamica cuantică.
- 1916-1922 Eforturi zadarnice de înțelegere a spectrului atomic al heliului.
- 1917 Americanul H. Kalmus inventează cinematografia în culori.
- 1917 Americanul Schick inventează aparatul electric de ras, cu lamă oscilantă.
- 1919 Rutherford observă primele transmutații artificiale ale elementelor și descoperă primele indicații că forțele nucleare nu sunt de natură electromagnetică pură.
- 1919 Teste pentru devierea gravitațională a luminii și teoria generală a relativității.
- 1920 Sommerfeld introduce cel de-al patrulea număr cuantic.
- 1920 Englezul Griffith inventează turbopropulsorul.
- 1920 Americanul Samuel Waters inventează stereofonia.
- 1921 Einstein primește premiul Nobel pentru fizică.
- 1921 Americanul R. Drew inventează banda adezivă
- 1921 Bohr primește premiul Nobel pentru fizică.
- 1922 Americanul Taylor și Zoung inventează radarul.
- 1922 Hidroavionul „Lusitania”, avându-i la bord pe portughezii Cabral și Coutinho, reușește prima traversare aeriană a Atlanticului de Sud.
- 1922 Americanul G. Forst instalează primul radio de mașină într-un Ford.
- 1923 Dirk Coster și Gyorgy Hevesy anunță descoperirea elementului hafniu.
- 1923 Louis de Broglie asociază undele cu electronii (dualitatea undă-corpusul). Își publică teoria ca teză de doctorat. Einstein o vede și o consideră foarte importantă. Dovezi experimentale ulterioare (vezi anul 1927) îi demonstrează valabilitatea. Acesta este unul dintre

- elementele structurale de bază și totodată una dintre dilemele teoriei cuantice.
- 1923 Lansarea primului portavion, britanicul „*Hermes*”.
- 1923 Francezul Barnay inventează cadranul telefonic cu impulsuri, permițând legătura dintre abonați.
- 1924 Francezul Le Prieur inventează scafandrul autonom.
- 1925 Wolfgang Pauli enunță principiul excluziunii.
- 1925 Primul articol al lui Werner Heisenberg despre mecanica cuantică (mecanica matriceală).
- 1925 Prima tratare cuprinzătoare a mecanicii cuantice, autori Max Born și Werner Heisenberg.
- 1925 George Uhlenbeck și Samuel Goudsmit anunță prima teorie a spinului electronic.
- 1925 Americanul Armstrong a inventat modularea de frecvență pentru radio.
- 1925 Apariția electrofonului în Statele Unite.
- 1926 Pauli deduce formula lui Balmer pentru mecanica matriceală.
- 1926 Primul articol al lui Erwin Schrodinger despre mecanica ondulatorie. El reprezintă un atac implicit la adresa mecanicii matriceale a lui Heisenberg. Dar ce anume este ceea ce „*oscilează*”? Schrodinger crede că e vorba de mici pachete reale de unde.
- 1926 Primul articol al lui Enrico Fermi despre „*statistica Fermi-Dirac*”.
- 1926 Heisenberg rezolvă misterul spectrului heliului.
- 1926 Max Born introduce pentru prima oară conceptul de probabilitate în legătură cu mecanica cuantică, exprimându-și dezacordul față de „*undele*” lui Schrodinger.
- 1926 Paul Dirac conferă mecanicii cuantice fundamentul statisticii cuantice și al legii radiației a lui Planck.
- 1926 Articolul lui Dirac privind teoria transformării a mecanicii cuantice.
- 1927 Primul articol al lui Dirac privind electrodinamica cuantică.
- 1927 Articolul lui Heisenberg despre principiul de incertitudine.
- 1927 Bohr prezintă conceptul complementarității.
- 1927 Începutul dialogului Einstein-Bohr la Solvay.
- 1927 Clinton Davisson și George Thomson (fiul lui J.J. Thomson) obțin independent unul de celălalt dovada experimentală pentru teoria lui de Broglie cu privire la dualitatea undă-corpusul.
- 1927 Prima comunicație telefonică între Londra și New York.
- 1928 Dirac descoperă ecuația de undă relativistă a electronului.
- 1928 Americanul Schick inventează aparatul electric de ras rotativ.
- 1929 J.D. Cockcroft și E.T.S. Walton construiesc primul accelerator de particule sau „*spărgător de atomi*”.

- 1930 A Șasea Conferință de la Solvay. Einstein își prezintă experimentul mental numit „ceasul din cutie”. Bohr îl respinge. Einstein a început confruntarea, pornind de la ideea că mecanica cuantică constituie o teorie completă. Nu agreează aspectele probabilistice - va ajunge să spună că „Dumnezeu nu joacă zaruri cu Universul”.
- 1930 Dirac propune existența antimateriei.
- 1930 În Germania este inventată lampa-flash.
- 1931 Pauli propune existența particulei neutrino.
- 1931 Prima relatare despre un ciclotron funcțional la Berkeley, California.
- 1931 Dirac postulează pozitronul.
- 1931 George Gamow duce la bun sfârșit primul manual asupra fizicii nucleare teoretice.
- 1931 Generatorul electrostatic al lui Robert van de Graaf.
- 1931 Prima dovadă experimentală cu privire la pozitron.
- 1931 Fermi botează o particulă „neutrino” (a cărei existență fusese prezisă de Pauli), deși aceasta va fi detectată abia în 1956.
- 1932 Descoperirea neutronului de către James Chadwick.
- 1932 Primul proces nuclear produs de un accelerator sub îndrumarea lui Cockcroft și Walton.
- 1932 Cari David Anderson studiază radiațiile cosmice.
- 1932 Anderson descoperă pozitronul (prezis de Dirac).
- 1932 Germanii Knoll și Ruska inventează microscopul electronic.
- 1934 Descoperirea radioactivității artificiale de către Irene și Frederic Joliot-Curie.
- 1934 Rutherford și colaboratorii bombardează ținte de deuteriu cu deuterion și produce tritium - obținând prima reacție de fuziune nucleară.
- 1933 Englezul Campbell doboară recordul de viteză pe automobil, cu „Pasărea Albastră” („Blue Bird”), ajungând la 484,61 km/h.
- 1934 Francezul Jules Fagard inventează stiloul cu cartuș de cerneală.
- 1935 În Statele Unite apare filmul în culori Kodachrome.
- 1935 Teoria lui Bohr despre nucleul atomic compus.
- 1937 Americanul H. Dumpty inventează căruciorul pentru super-magazine.
- 1938 Otto Hahn și Fritz Strassmann descoperă că iradierea uraniului cu neutroni produce bariu. Lise Meitner și Otto Frisch interpretează acest rezultat ca fisiunea uraniului. Rapoartele lui Bohr și Fermi cu privire la fisiune la o întrunire de fizică ținută la Washington, D.C. marchează începutul activităților larg răspândite în legătură cu cercetarea fisiunii.
- 1939 În Statele Unite se brevetează mașina de spălat vase.
- 1939 Apariția cărții de buzunar la New York, la editura Simon & Schuster.

- 1939 Francezul Martin inventează diafragma automată pentru aparatul foto, o celulă fotoelectrică ce reglează deschiderea în funcție de lumină.
- 1940 Germanii inventează rachetele aer-apă și mina acustică.
- 1940 În Canada se inventează ruloul pentru vopsit.
- 1940 Americanul Hubble instalează marele telescop de la Observatorul Palomar „California”.
- 1940 Americanii Seeborg și McMillan descoperă Plutoniul.
- 1941 Președintele S.U.A. Franklin D. Roosevelt decide să continue cercetările cu privire la armele atomice.
- 1941 Firma germană Heinkel inventează scaunul ejectabil de avion.
- 1942 Proiectul Manhattan este inițiat în Statele Unite cu J. Robert Oppenheimer la timonă, într-o tentativă, încununată de succes, de construire a primei bombe atomice din lume.
- 1942 La Chicago, Fermi construiește primul reactor nuclear și obține o reacție în lanț. De aici începe era atomică.
- 1941 Americanul Land inventează hârtia Polaroid.
- 1942 Compania IBM începe fabricarea marilor mașini de calcul.
- 1944 Se pune în funcțiune, în Germania, primul avion de vânătoare cu reacție.
- 1943 Americanul P. le baron Spencer inventează cuptorul cu microunde.
- 1946 Construirea primului sincrofototron în Statele Unite.
- 1946 Punerea în funcțiune a primului calculator electronic, ENIAC, la Universitatea Pennsylvania.
- 1947 Americanul K. Tuchy inventează lentilele de contact, din material plastic.
- 1948 Englezul Holmes calculează vârsta Terrei prin izotopi de plumb.
- 1947 Americanul Goldmark inventează discul de vinil cu 33 de rotații.
- 1947 Americanul Wiener inventează cibernetica.
- 1948 Construirea primului batiscaf, FNR-2, de către elvețianul Auguste Piccard.
- 1949 Norvegianul Thor Heyerdahl, împreună cu cinci coechiperi, traversează Pacificul, pe Kon -Tiki.
- 1950 Publicarea primei lucrări despre inteligența artificială, de către britanicul Alan Turing.
- 1950 Prima mașină cu comandă numerică, în SUA.
- 1951 Francezul C. Schaeffer descoperă la Ras-Shamra un abecedar din secolul 14 î.Hr., cel mai vechi din lume.
- 1951 Americanul R. Schelder inventează cartea de credit.
- 1951 Americanul William Shockley pune la punct tranzistorul cu joncțiune, baza pentru viitoarele computere.

- 1951 Lansarea procedurii Eastmancolor (Cinematografia în culori) de către Eastman Kodak.
- 1951 Societatea Franceză de Optică și Mecanică inventează obiectivul cu distanță focală variabilă (zoom).
- 1951 În Statele Unite apare televiziunea în culori.
- 1951 Francezii Lallemand Duchene inventează un telescop electronic fotografic.
- 1954 Primul aparat de radio cu tranzistori este pus în vânzare.
- 1954 Firma americană Bell inventează bateria solară.
- 1955 Americanul Leskell inventează ecografia.
- 1955 În Franța, record de viteză mondial pentru tren: 331 km/h.
- 1956 Americanul John Backus definește „*Fortran*”, primul limbaj evoluat de programare.
- 1957 Sovieticii lansează primul satelit artificial al Pământului.
- 1957 Descoperirea somnului paradoxal (fazele activității intense a creierului în cursul somnului).
- 1958 Firma americană Ampex prezintă primul magnetoscop în culori. În SUA începe comercializarea fotocopiatorului XEROX.
- 1958 Cea mai puternică explozie din toate timpurile: la Seymour Narrows, 1375 tone de nitrat distrug 640000 de tone de stâncă.
- 1958 Lansarea primului satelit american „*Explorer P*”.
- 1959 În SUA se creează NASA.
- 1959 Pentru prima dată, o sondă sovietică „*Lunohod II*”, ajunge pe lună.
- 1959 Lansarea lui „*Lunohod III*”, care va transmite primele imagini de pe fața ascunsă a Lunii.
- 1960 SUA lansează primul satelit meteorologic, „*Tiros P*”.
- 1960 Americanul Joe Kittinger doboară recordul mondial de altitudine în salt cu parașuta. El sare dintr-un balon, de la 31251 m. Parașuta s-a deschis la 5338 m de sol, coborârea a durat 13 min și 45 sec.
- 1961 Sovieticii recuperează capsula – naveta spațială „*Sputnic 5*”, cu câinii *Strelka* și *Belka* nevătămași.
- 1962 Sovieticul Iurii Gagarin este primul om care, la bordul navei spațiale „*Vostok*”, iese în spațiul cosmic.
- 1963 Americanii lansează de la Cap Canaveral un cimpanzeu într-o capsulă spațială și-l recuperează din Atlantic.
- 1962 Sonda americană „*Mariner 2*” survolează planeta Venus.
- 1962 În SUA este comercializat primul robot industrial.
- 1962 URSS testează bomba super 3F (fisiune – fuziune - fisiune), cu o putere de 100 Mt, cea mai puternică fabricată vreodată.
- 1962 O firmă din Africa de Sud este incendiată de o capsulă spațială care a

- revenit pe Pământ. Este primul accident de acest gen.
- 1962 Francezii Bertin și Guienne depun brevetul aerotrenului pe pernă de aer.
- 1963 În Olanda încep să fie comercializate de către firma Philips casetele audio.
- 1964 Inventarea rachetei Laser în SUA.
- 1964 Cehul Wichterle inventează lentila de contact suplă, hidrofilă.
- 1965 Primul zbor reușit, pe Marte, al sondei americane Mariner.
- 1965 Un cosmonaut sovietic, locotenentul Alexei Leonov, părăsește nava cosmică în spațiu pentru prima dată. Este urmat de astronautul american Edward White.
- 1965 Americanii Gordon Cooper și Charles Conrad, la bordul capsulei Gemini 5, stabilesc recordul unei săptămâni de stat în spațiu.
- 1966 Aterizează pe lună sonda sovietică Luna 9. În 2 iunie, sonda americană Surveyor 1 va reuși același lucru.
- 1966 Sonda sovietică Venus 3, lansată în 16 noiembrie 1965, este primul modul spațial care ajunge pe Venus.
- 1966 ONU decide că instalarea pe orbită a sateliților cu rachete nucleare și amenajarea de baze militare pe corpurile cosmice sunt interzise.
- 1967 Englezii Hounsfield și Ambrose inventează scannerul, care nu va deveni utilizabil, decât în 1971.
- 1969 Astronautul american Neil Armstrong este primul om, care pășește pe Lună.
- 1969 Firma elvețiană Longines și cea japoneză Seiko comercializează primele ceasuri cu cuarț (inventate de Lip, care nu și-a putut exploata invenția).
- 1970 Apar video-casetele, în SUA.
- 1970 Japonezii fabrică calculatorul de buzunar.
- 1971 Americanul R. Damadian are ideea să folosească rezonanța magnetică nucleară (RMN) pentru explorarea corpului uman, mai ales pentru detectarea tumorilor.
- 1972 Este pusă în funcțiune cea mai mare centrală hidroelectrică din lume, de la Labrador, Canada. Hidrocentrala are o putere de 35000 MWh.
- 1972 Americanul D. Kilbourne inventează deltaplanul.
- 1972 Firma americană Corning Glassworks realizează primele fibre optice.
- 1973 În SUA, apare fotocopiatorul în culori.
- 1974 Grație laserului, cercetătorii de la National Bureau of Standards (SUA) calculează cu precizie viteza luminii: ea este de 299.792,57 km/s.
- 1973 Eclipsa totală de soare, cea mai lungă a acestui secol (6 min și 20 sec).

- 1975 Inaugurarea celui mai înalt imobil din lume, Sears Towers, la Chicago: 443 m, 110 etaje, 103 ascensoare, 16 mii de ferestre.
- 1975 Prima întâlnire în spațiu între cosmonauții sovietici și americani, prin cuplarea reușită a capsulelor Soiuz 15 și Apollo.
- 1976 Irachianul Taha Baqir, cel care a descoperit orașul Tel Harmal, în apropierea Bagdadului, demonstrează prin documente că acest oraș babilonian avea cu 18 secole înainte de Euclid, cunoștințe de matematică (tabele, calcul de rădăcini pătrate și cubice, pi, ecuații algebrice), de drept (cod legislativ anterior cu două secole celui ale lui Hamurabi).
- 1976 Pe Marte aterizează 2 sonde americane Viking.
- 1977 Tratatul Spațial prevede ca statul care lansează o navetă sau capsulă în cosmos este responsabil pentru eventualele pagube ce apar la reîntoarcerea acesteia pe pământ.
- 1978 Inginerii firmei japoneze Sony inventează casetofonul portabil „Walkman”.
- 1978 Întâlnirea a 4 cosmonauți sovietici în stația orbitală Saliut 6. Pe 16 martie se întorc pe pământ astronauții Romanenco și Grechko, la bordul navetei Soiuz 27, după o absență record de 96 de zile și 10 ore.
- 1978 În RFG este fabricată ultima mașină „Broscuța” Volkswagen. Este a 16 mln 200 mie.
- 1979 Firma americană „IBM” inventează imprimanta cu jet de cerneală.
- 1979 Ungurul Erno Rubik inventează celebrul joc Cubul Rubik.
- 1979 Firmele Philips și Sony depun un brevet comun privind așa-numitul „Compact disc”, implicând înregistrarea numerică a curentului și lectura optică prin laser.
- 1982 Firma japoneză SONY pune la punct camera de filmat Betacam, cu magnetoscop incorporat numită „Handicam”.
- 1986 Urmărirea cometei Harley, de către 5 sonde spațiale.
- 1986 Naveta americană, Challenger explodează la 74 de secunde după decolare: cei 7 astronauți, dintre care 2 femei sunt uciși.
- 1986 Stația Mir este instalată pe orbită, prima stați a orbitală locuită în permanență.
- 1986 Francezul J.L. Etienne atinge Polul Nord, după ce a parcurs 753 km pe jos, în 63 de zile, singur, fără câini.
- 1986 Fizicienii anunță că pătura de Ozon care protejează Terra de razele ultraviolete, prezintă o întrerupere, o gaură, deasupra Antarcticii. Pentru a proteja acest strat Danemarca propune interzicerea freonului.

- 1987 Măsurătorile făcute de sateliți arată că vârful K2 din Himalaia are 8884 m (cu 273 m mai mult decât se credea). K2 depășește Everestul cu 36 m.
- 1987 Firmele Philips și Polygram prezintă videodiscul compact.
- 1988 Japonezul Fujimasa pune la punct un robot de un milimetru, echipat cu un micromotor, care se poate deplasa în interiorul vaselor sanguine pentru a trata anumite leziuni.
- 1989 Telescopul spațial Hubble este instalat pe orbită.
- 1994 „Explozia” rețelei Internet.
- 1995 Cel mai puternic computer poate realiza 100 de miliarde de operații pe secundă.
- 1998 Descoperirea unei gigantice „uzine de vapori de apă” în spațiul interstelar. Aceasta ar putea umple în 24 de ore de 60 de ori toate oceanele terestre.
- 2001 Compania Apple (St. Jobs, SUA) elaborează primul media player portabil iPod.
- 2003 Niklas Zennstrom (Suedia) și Janus Friis (Danemarca) au fondat Sqype. Software-ul pentru Sqype a fost creat de estonienii A. Heinla, P. Kasesalui și J. Tallinn.
- 2004 Fizicienii de origine rusă A. Geim și K. Novosiolov de la Universitatea din Manchester au descoperit Grafenul – cel mai rezistent material.
- 2004 Mark Zuckerberg de la Universitatea Harvard a fondat Facebook.
- 2007 Compania Apple (SUA) a elaborat primul smartphon iPhone.
- 2009 Satelitul LCROSS confirmă existența apei pe Lună
- 2010 Compania Apple (SUA) a elaborat prima tabletă computer iPad.
- 2012 Compania americană Google lansează proiectul primului automobil fără șofer.
- 2017 Ceglinski P. a lansat programul SEABIN de elaborare a dispozitivelor de colectare a deșeurilor de plastic din ocean.

CAPITOLUL III

EVOLUȚIA PRODUSELOR TEHNICE



3.1. Generalități

Astăzi ne înconjoară o gamă largă de produse, fără de care viața ar părea imposibilă. În sufragerie găsim mobilă, un frigider, o mașină cu microunde, o plită cu gaz sau electrică, un ceainic electric, o râșniță de cafea, o gamă largă de diverse scule (cuțite, linguri, furculițe ș.a.), farfurii, oale, pahare ș.m.a. Trecem în salon unde găsim un televizor comandat de la distanță, telefon fix și mobil, ceas de perete, mobilă. În birou avem un calculator conectat la Internet, o imprimantă, un scanner, pix, hârtie ș.a. În dormitor vom găsi iarăși un televizor comandat de la distanță, noptieră, un deșteptător, un telefon, un fier de călcat. În camera de baie - un lavoar, oglindă, periute de dinți, aparat de ras sau mașină electrică de bărbierit. Ne coborâm în garaj unde găsim un automobil, o bicicletă sau două, tot felul de scule (de găurit, de tăiat, de ascuțit), scule pentru grădină (hârleț, sapă, greblă, furcă, foarfece de grădină, o mașină de cosit iarba ș.a.), o pompă ș.m.a. Și în toate încăperile ard lămpi electrice economice. La serviciu avem iarăși un calculator conectat la rețeaua Internet, imprimantă, scanner, proiector, pixuri, stilouri, hârtie, de asemenea, un ceainic, cești ș.m.a.

Dar cu mulți ani în urmă toate acestea nu existau. Să facem o scurtă cronologie a celor mai importante invenții, produse, care s-au aflat la baza dezvoltării civilizației. La început au apărut cele mai rudimentare produse și procedee. Una dintre cele mai inspirate soluții a fost folosirea unui băț pe post de unealtă, cu ajutorul căruia scurma în pământ după hrană sau vâna vietăți mici. Apoi culesul, vânătoarea, pescuitul – apr. 2 mln de ani. Construcția de locuințe – apr. 500 mii de ani. Îmblânzirea focului (apr. 400 mii de ani). Construirea bărcilor – apr. 60 mii de ani. Frânghia răsucită – apr. 19 mii de ani. Coșul împletit – apr. 14 mii de ani. Cultivarea grâului, măcinarea și obținerea făinii – apr. 10 mii de ani. Apariția primelor sate – apr. 11000 de ani. Domesticirea oii (apr. 11000 de ani), a căprii (9500 de ani), a porcului (apr. 10000 de ani), a calului (4800 de ani) realmente au fost un salt important în dezvoltarea Civilizației. Cu îmblânzirea animalelor Omul și-a rezolvat problema hrănilor, îmbrăcăminte, și-a ușurat lucrul, utilizând forța de tracțiune animală. Îndeletnicirile de bază (agricultura, vânatul), de asemenea, amenajarea habitatului, au necesitat inventarea sculelor necesare.

Scule agricole (apr. 10 mii de ani): săpăliga de scormonit pământul (la început din lemn, piatră); plugul (la început din lemn, 5700 ani, apoi din fier, 2500 de ani); secera (apr. 5000 de ani) ș.a. **Arme de vânătoare** (la început din os, piatră, mai apoi din bronz și mult mai târziu din fier): toporașul de piatră (apr. 1,6 mln ani), cuțitul (1,4 mln ani), arcul cu săgeți (apr. 50000 de ani),

lancea (apr. 400 mii de ani). Tacâmuri, veselă din ceramică (apr. 9500 de ani) la început nearsă, apoi arsă făcută artizanal, apoi cu utilizarea roții olarului (apr. 5000 de ani). Acul pentru a coase haine din piei. Mai apoi furca de tors, războiul de țesut cu suveică, ițele – lucruri din ce în ce mai ingenioase. Omul s-a învățat să-și ușureze viața, îmblânzind animale. Pentru a le folosi ca animale de tracțiune cu vreo 6000 de ani în urmă a inventat roata. A trebuit însă să treacă încă apr. 2000 de ani pentru ca două roți să fie puse pe o osie, pe care să fie instalat un uluc, obținând astfel primul car rudimentar tras de boi sau de cai. Deoarece însă mintea omului a lucrat nu numai pentru creare dar, în aceeași măsură (în ziua de azi chiar în mai mare măsură!), și pentru distrugere primele produse, care se bucurau de progresul tehnic erau armele. Carul rudimentar a fost modernizat, fiind transformat în carul de luptă tras de cai iuți (fig. 3.1), înzestrat cu săbii fixate axial pe roți pentru ca efectul de distrugere să fie mai mare.



Fig. 3.1. Lupta dintre egipteni și hiksoși. Hiksoșii au introdus calul, carul de luptă și arcul ca arme de război.

În continuare se prezintă în ordine cronologică vârsta celor mai importante invenții și descoperiri. Începutul metalurgiei – apr. 10700 ani. Ceramica, țesătoria (apr. 10000 de ani). Cultura viței de vie – apr. 7000 de ani. Apariția orașelor – apr. 6000 de ani. Apariția cadranului solar – apr. 6000 de ani. Construirea primului canal de apă (apr. 6000 de ani). Apariția cimentului și papirusului (apr. 4600 de ani), sticlei (4500 de ani), războiului de țesut vertical (4400 de ani) și orizontal (apr. 3800 de ani). Apariția primului sistem monetar, a ceasului cu apă, a cauciucului, a roții cu spițe – apr. 4000 de ani. Metalurgia

zincului și a fierului (apr. 3200 de ani). Pompa cu lanț (apr. 2700 de ani). Fierăstrăul, toporul, firul cu plumb, roata, compasul, atribuite lui Dedal și discipolilor săi (apr. 2600 de ani). Primele mașini de ridicat (apr. 2500 de ani). Moară de măcinat din piatră, presa (teascul) cu pârghie și contragreutăți (apr. 2500 de ani). Șurubul, scripetele (apr. 2400 de ani),

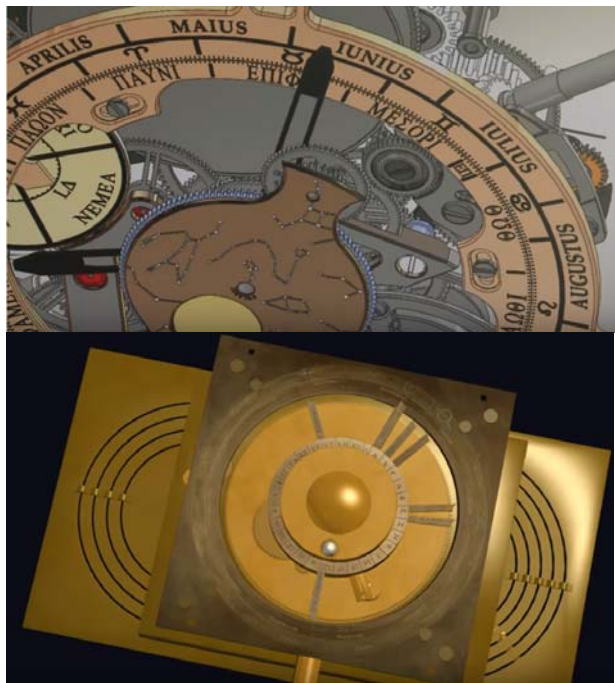


Fig. 3.2. Mecanismul din Antikythera.

pârghia, angrenajul cu roți dințate (apr. 2250 de ani), spirala Arhimed (2200 de ani). Moara de apă (apr. 2300 de ani). Furnalul pentru obținerea fontei (apr. 2200 de ani), foalele pentru metalurgie (2200). *Mecanismul din Antikythera* - ingeniosul mecanism de orologerie pentru calcularea pozițiilor astrelor, prezicerea eclipselor ș.a. (fig. 3.2) (2150 de ani). Apariția rindelei, fierăstrăului, pilei, foarfecelui, burghiului, ciocanu-lui mecanic cu acționare hidraulică (2100 de ani). Perga-mentul (2100 de ani). Presa-teasc cu șurub (2030 de ani).

Primul mileniu d.Hr.

Mileniul I d.Hr. a fost marcat de Imperiul Roman, care a fost cel mai longeviv din toate imperiile care au existat în istorie (27 î.Hr. – 476 d. Hr. (Imperiul Roman de Apus) / 1453 d.Hr. (Imperiul Roman de Răsărit, când Constantinopolul a fost ocupat de turci). Au fost imperii mai mari decât cel roman însă nu au durat în timp. Influența Imperiului Roman în limbă, guvernare, drept, arhitectură, precum și în multe alte aspecte ale vieții de zi cu zi a devenit inevitabilă.

Cea mai importantă opera științifică la acest început de mileniu și eră nouă a fost „*Naturalis Historia*”, celebra enciclopedie a antichității, scrisă de Plinius cel Bătrân (fig. 3.3). Este una dintre cele mai mari lucrări cu un singur autor care au supraviețuit din Imperiul Roman și acoperă în întregime domeniul cunoștințelor antice, bazate pe diferite referințe disponibile lui Plinius (matematică, geografie și etnografie, antropologie și psihologie umană,

zoologie, botanică conținând agricultură și horticultură), farmacologie, minerit și mineralogie, în special aplicații din viață și artă (aur, argint, sculptură în bronz, pictura, modelare, sculptură în argilă, pietre prețioase). Este singurul roman care a realizat o asemenea lucrare și mulțumește mamei universale (Natura) pentru acest lucru.

Una din cele mai interesante invenții tehnice a fost, indiscutabil, primul motor cu abur al lui Heron din Alexandria (2000 ani) (fig. 3.4), reinventată și adusă ca produs la nivel industrial peste apr. 1700 de ani de marele inginer James Watt.

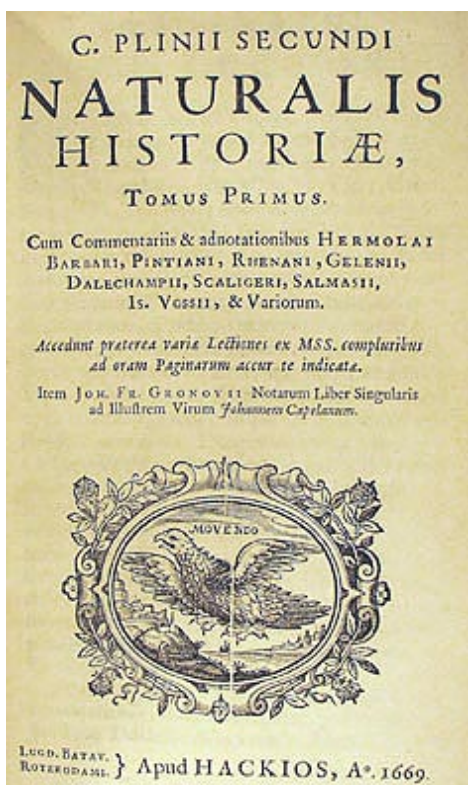


Fig. 3.3. Naturalis Historiae.
 Pagina-titlu a unei ediții din 1669.



Fig. 3.4. Prima turbină cu abur cu
 reacțiune inventată de Heron din
 Alexandria.

Intrând într-o perioadă a întunecimii după destrămarea Imperiului Roman de Apus progresul științei și tehnicii a totuși acest mileniu este marcat de invenții și descoperiri realizate în special în China, India și lumea arabă. Compasul magnetic, rulmentul, hârtia, roaba, seismograful, imprimare bloc, numerele moderne, abacul, porcelanul, aritmetica și algebra moderne, iluminarea stradală cu gaz, contorul de kilometraj, nava cu zbuțuri, astrolabul,

hidrometrul, podul suspendat, burghiul, furnalul, cartea tipărită, lentila, fierul de călcat, grenada, robinetul, valva cu plutitor, dispozitive hidraulice de autoreglare, felinarul cu petrol, moara de măcinat acționată eolian.

Secolul al XI-lea. Pendulul, termometrul, astrolabul utilizat la realizarea de proiecții cartografice ortografice, calendarul mecanic, ceasul mecanic, instrumente chirurgicale (chiuretă, scalpel, retractori, spatulă etc.), geamandura, oglinda (parabolică, convexă, concavă, sferică), tunul, forja acționată hidraulic ș.a.

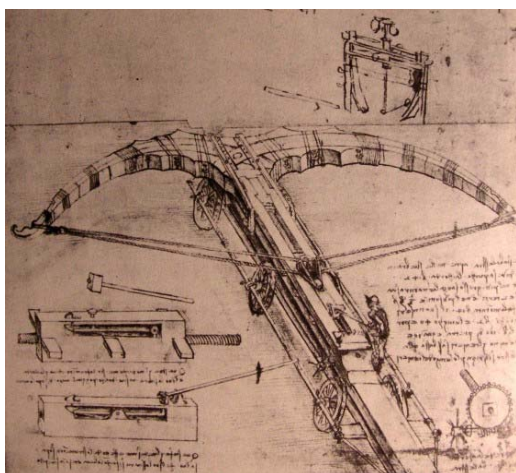
Secolul al XII-lea. Balanța hidrostatică, astrolabul liniar, balista cu contragreutate, busolă marinărească, moara de apă, parașuta, săgeata de foc, racheta, tancul (car placat cu plăci de oțel), grenada de fum ș.a.

Secolul al XIII-lea. Oglinda de sticlă, lacătul cu cifru, arborele cotit, pompa elicoidală acționată cu arbore cotit, ceasul cu indicator orar, astrolab cu mecanism cu calendar, tiparul cu caractere mobile din lemn, praful de pușcă, arma de foc, arma de război balistică, tunul de asediu, torpila, mina militară, racheta cu combustibil solid,

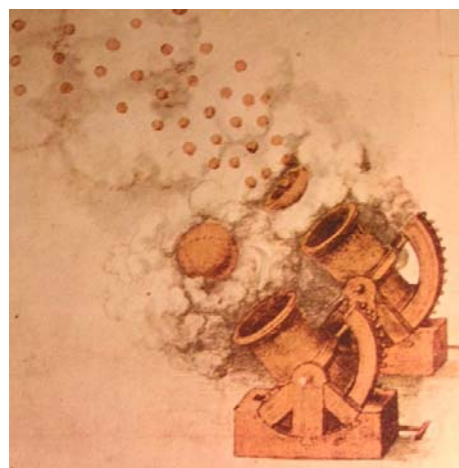
Secolul al XIV-lea. Ceasul cu astrolab, ceasul cu pendul, busola cu cadran, ceasul solar cu axă polară, binoclul, șurubul de ridicare, bombardă, arma cu fitil, racheta de lansare, racheta în trepte, minele navale, ghiuleaua, arme cu trăgaci, arbaleta de oțel.

Secolul al XV-lea. Secolul al XV-lea este cunoscut ca începutul Epocii Renașterii. Cel mai marcant reprezentant al acestei epoci este, indiscutabil, marele Leonardo da Vinci, care a avut contribuții majore în invenții, pictura, sculptură, arhitectură, știință, matematică (secțiunea de aur, renumitul rombicuboctaedru), inginerie (inginerie civilă, mecanică), chimie, geologie, hidrodinamică, optică, fizică, pirotehnie, astronomie, anatomie ș.a. Leonardo a fost un maestru al principiilor mecanice. El a folosit pârghiile și consolele, scripetii, manivelele, angrenajele (paralele și unghiulare), sistemele de lubrifiere și rulmenți. El a înțeles principiile care guvernează impulsul, forța centripetă, frecarea și le aplica în invențiile sale. Cele mai importante invenții ale lui da Vinci sunt (fig. 3.5) [8]: mașina de zbor (1488), elicopterul, tunul cu aburi (1498), procedeul de concentrare a razelor solare, calculatorul, pompe hidraulice, elicopterul, parașuta, strungul, carul blindat (tancul, 1487), arbaleta gigantă (1487), mașină de aruncat giulele cu opt țevi. Creații ale altor inventatori: procedeul de gravare, tiparul cu caractere mobile (inventat de J. Gutenberg), pompa de apă, ceasul, tripodul (pentru mușchetă), archebuza, pușca, pluviometrul, lentila concavă (pentru ochelari), tunul de mare calibru construit de brașoveanul Orban utilizat la asedierea Constantinopolului în 1453.

Secolul al XVI-lea. Cele mai importante rezultate au fost obținute de



Arbaleta gigantă.



Tunuri.



Schița elicopterului.



Modelul parașutei.



Modelul vehicolului lui Da Vinci.



Modelul volantului.

Fig. 3.5. Invenții selecte ale lui Leonardo da Vinci.

Leonardo da Vinci în cercetarea profilului aerodinamic al aripilor păsărilor. În acest scop a studiat peste 1000 de tipuri de aripi (Codul asupra zborului păsărilor, 1505), schițând o serie de mașini zburătoare precum Ornithopterul. Alte invenții ale secolului sunt: termometrul lui Galilei, sextantul, rulmentul, foarfecele, ceasul cu arc, pompa cu 6 cilindri, creionul, telescopul, microscopul, ceasul cu secundar, mașina de tricotat, termoscopul, racheta cu mai multe trepte a lui Conrad Haas, mușcheta, pistolul, mitraliera, tunul mitralieră ș.a. *Descoperiri teoretice*: modelul heliocentric (Copernicus, 1543); efectul aerodinamic al aripilor păsărilor (Da Vinci, 1505); teoria câmpului magnetic al pământului (Golbert, 1600) [9].

Secolul al XVII-lea. Telescopul, microscopul, calculatorul (lui Leibniz, 1671) (fig. 3.6), rigla de calcul, mașina de adunat a lui B. Pascal (1642), mașina de calcul a lui Schickard (1623), micrometrul, barometrul lui Torricelli

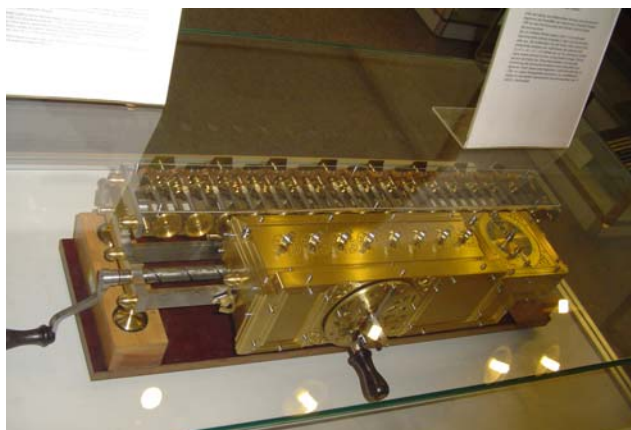


Fig. 3.6. Mașina de calcul a lui Leibniz.

(1643), ceasul cu pendul (Ch. Huygens, 1657), articulația universală (a lui Hooke), baioneta, pompa de aer (Boile, 1689), pompă cu vid Guericke, 1645), submarinul, oala sub presiune a lui Papen, mașina de pompat apă cu aburi a lui Th. Savery, prima turbină cu abur cu acțiune (Giovanni Branca, 1629) (fig. 3.7) ș.a.

Descoperiri științifice:

legile mișcării planetelor (Kepler, 1609); noile științe (cinematica și rezistența materialelor, 1636) [10] și observații telescopice (1610, Galilei); folosirea logaritmilor (Napier, 1614); Legea lui Boile pentru gazul ideal (Boile, 1662); Metoda științifică (Descartes – 1637); prima revistă publicată de revizuire științifică „*Philosophical Transactions of the Royal Society*” (1665); calculul infinitezimal (Leibniz, Newton, 1675); prima măsurare cantitativă a vitezei luminii (Ole Rømer, 1676); Legea mișcării, Legea atracției universale, baza fizicii clasice (Newton, 1687).

Secolul al XVIII-lea. Motorul cu aburi al lui Newcomen (1712), scara de temperaturi Fahrenheit (1714), mașina de însămânțat, topirea fierului utilizând cocsul, submarinul (Bushnell, 1775), termometrul cu mercur, octantul, suveica, cronometrul marin, paratrăsnetul, războiul de țesut acționat hidraulic, mașina de tors, barca cu aburi (Abans, 1783), mașina de dărăcit, fierăstrăul circular,

balonul cu aer cald (frații Montgolfier, 1783), primul motor eficient cu aburi (J. Watt, 1764) (fig. 3.8), automobilul cu motor cu aburi (Cugnot, 1771), cauciucul vulcanizat (1770), războiul de țesut mecanizat, moara de făină automatizată, batoza de treierat, strungul (H. Maudslay, 1797), sistemul metric (1795), bateria electrică (Volta, 1800). Fără îndoială, invenția secolului este considerat motorul cu aburi al lui J. Watt, care a pus începuturile revoluției industriale.

Descoperiri științifice: Legea conservării masei în reacții chimice (Lomonosov, 1756) [11]; descrierea căldurii latente (Black, 1750); descoperirea oxigenului care conduce la sfârșitul teoriei flogisticului (Lavoisier+Priestley, 1778); descoperirea planetei Uranus, extinzând granițele cunoscute ale sistemului solar pentru prima dată în istoria modernă (William Herschel, 1781); Legea lui Charles a gazului ideal (Charles, 1787); Legea

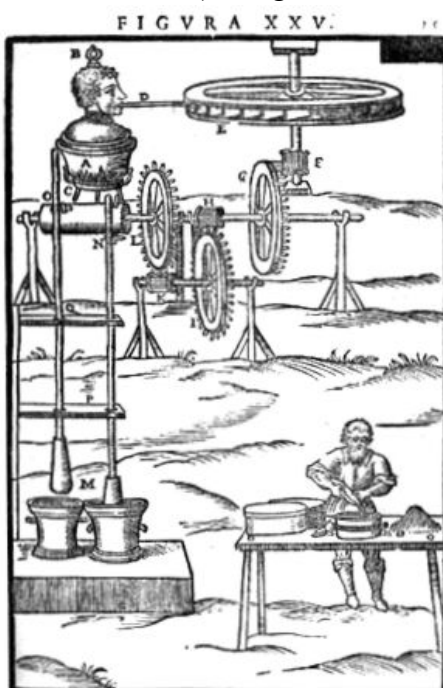


Fig. 3.7. Turbina cu abur a lui Giovanni Branca, 1629.



Fig. 3.8. Motorul cu aburi al lui J. Watt, 1764.

conservării masei, baza chimiei și începutul chimiei moderne (Lavoisier, 1789).

Invențiile tehnice din secolul al XVIII-lea au provocat schimbări profunde societale, definite drept revoluție industrială (fig. 3.9). Invențiile au apărut mai ales din necesitatea unei mai bune organizări a activității productive din diferite domenii ale economiei. Anglia, cea mai dezvoltată țară a epocii, a

fost spațiul în care descoperirile tehnice au fost aplicate pentru prima dată în practică, determinând un avânt fără precedent al industriei. Prima ramură economică, în care au fost aplicate noile invenții, a fost industria textilă manufacturieră engleză. Suveica zburătoare a lui John Kay, mașina hidraulică de tors a lui Arkwright, războiul de țesut mecanic inventat de Cartwright au permis sporirea și diversificarea producției. Folosirea motorului perfecționat al lui James Watt a determinat declanșarea primei etape a revoluției industriale, cea bazată pe forța aburilor. S-a trecut la producerea de utilaje specifice diferitelor ramuri industriale (minerit, metalurgie, construcții navale etc.). Treptat, locul manufacturilor a fost preluat de fabrici.

Începută în Anglia, în a doua jumătate a secolului al XVIII-lea, revoluția industrială s-a extins treptat în Europa, apoi pe continentul american, sporind forța statelor care dispuneau de resurse pentru a dezvolta noile ramuri economice (Marea Britanie, Franța, Germania, SUA). Transformările economice au afectat toate structurile sociale, inclusiv viața cotidiană, permițând trecerea la societatea industrială.

Secolul al XIX-lea.

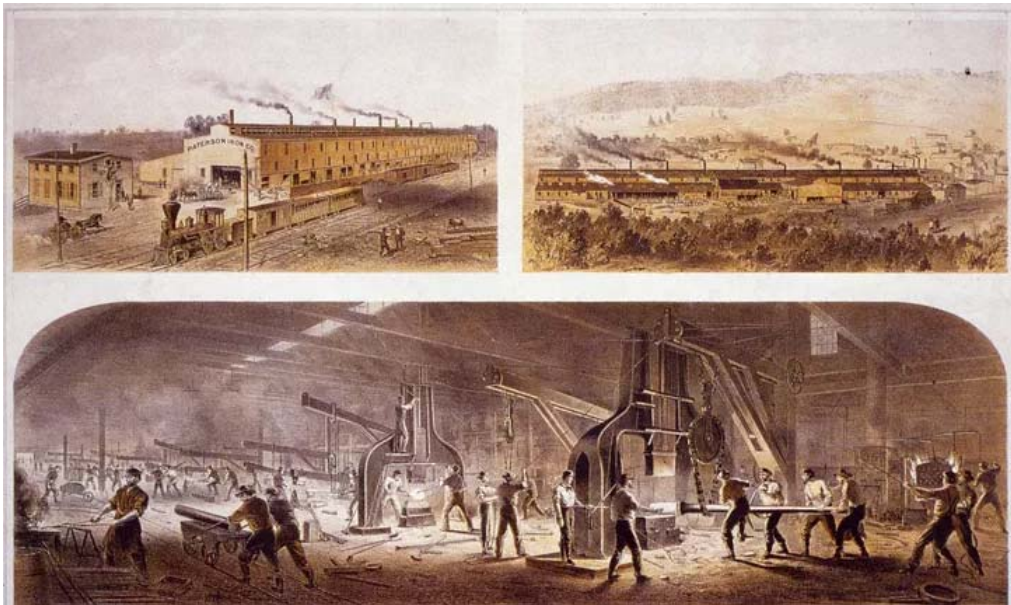


Fig. 3.9. Puterea aburului a pus începutul revoluției industriale.

1801 -1850. Războiul de țesut programabil, cu cartelă (Jacquard, 1801) (fig. 3.10), locomotiva cu aburi (Trevithick, 1804), vaporul cu aburi și elice (Stevens, 1802), primul vapor cu aburi funcționabil (Fulton, 1807), motorul Stirling (Stirling, 1816) (fig. 3.11). În prezent revine în atenția inginerilor), bicicleta (K. Drais,



Fig. 3.10. Războiul de țesut programabil, inventat de Jacquard.

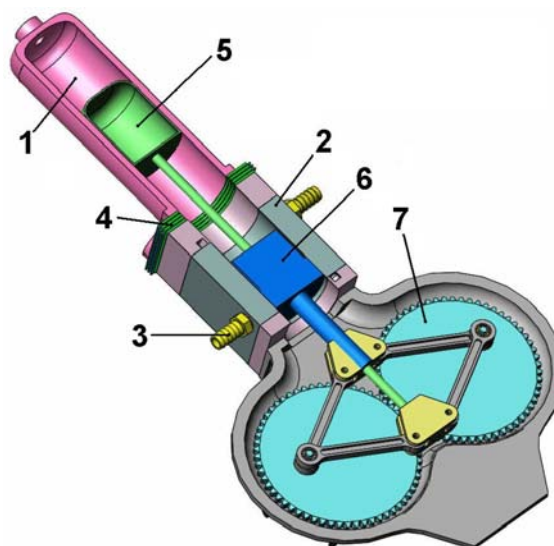


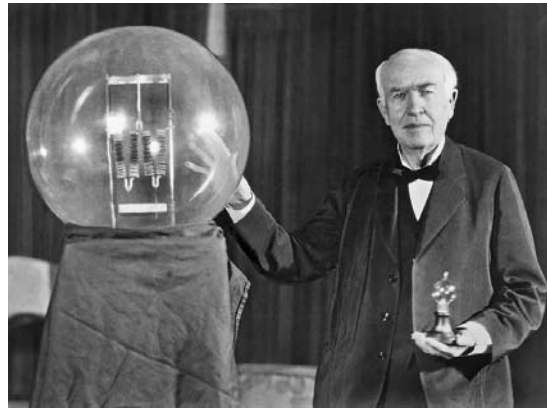
Fig. 3.11. Motorul Stirling.

1818), motorul electric (1821) și generatorul electric (1831) (Faraday), electromagnetul (W. Sturgeon, 1823), motorul cu ardere internă (Morey, 1827), stiloul (P. Poenaru, 1827), locomotiva cu aburi (Stephenson, 1829), stenotipul (mașină de scris, Drais, 1830), telegraful magnetoacustic (Henry, 1831), mașina de secerat (McCormick, 1831), frigiderul (Perkins, 1834), combina de treierat (Moore, 1834), revolverul (Colt, 1835), tiparul electric (Davenport, 1837), telegrafia magnetică (1837) și electrică (1838) (Morse), pila de combustie (Grove, 1839), mașina de scris (Thurber, 1843), fax-ul (Brain, 1843), pneul (Thompson, 1845), mașina de cusut (Howe, 1846), turbina hidraulică (Francis, 1849). În această jumătate de secol au apărut mai multe invenții care au revoluționat domeniile transportului, comunicațiilor, tiparului.

1851 - 1900. Dirijabilul (Giffard, 1852), giroscopul (Foucault, 1852), procedeul de fabricare a oțelului Besemer (Bessemmer, 1855), celuloidul (Parkes, 1856), extracția petrolului (Drake, 1859), motorul cu ardere internă (Lenoir, 1859), becul electric (Swan, 1860), mitraliera Galting (Galting, 1862), dinamita (Nobel, 1866), mașina de scris modern (Sholes, 1868), frâna cu aer comprimat (pentru uz feroviar, Westinghouse, 1868), proiectorul video (Heyl, 1870), electromotorul de curent continuu (Gramme, 1873), tramvaiul electric (Field, 1874), carburatorul (Daimler, 1876), motorul în 4 timpi (Otto, 1876), telefonul (Bell, 1876), electromotorul asincron trifazat (Tesla, 1877), fonograful (Edison, 1877), microfonul (Berliner, 1877), becul cu incandescență



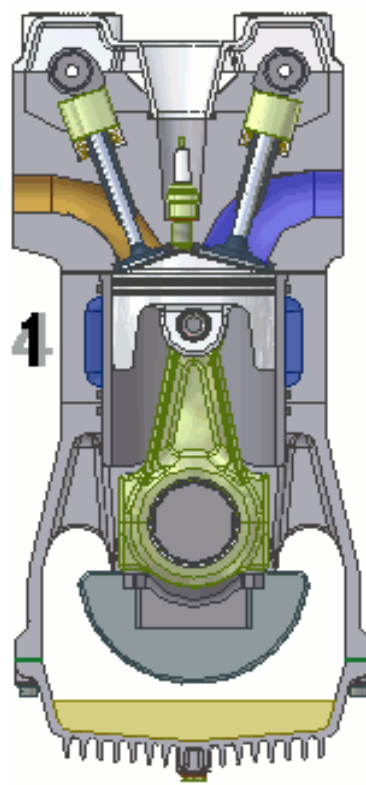
Fonograful lui Edison, 1899.



Lampa cu incandescență, 1879.



Avion III, 1890, Clement Ader.



Motorul în 4 timpi, Otto,

Fig. 3.12. Cele mai importante invenții ale sec. al XIX-lea.

(Edison+Swan, 1879), turbina Pelton (Pelton, 1879), pelicula de film (Eastman, 1880), automobilul cu motor cu abur (Văsescu, 1880), electromotorul bifazat

(Tesla, 1883), contabilitatea cu cartele perforate (Hollerith, 1884), mitraliera (Maxim, 1884), troleibuzul (Sprague, 1884), automobilul cu motor cu ardere internă (Benz, 1885), motocicletă (Daimler, 1885), transformatorul (Stanley, 1885), motorul cu benzină (Daimler, 1886), barca cu motor cu reacție (Buisson+Ciurcu, 1886), pixul (Loud, 1888), primul avion (Ader, 1890), trenul electric (metro Londra, 1890), tractorul (Froehlich, 1892), motorul Diesel (1895), comunicații fără fir (Tesla, 1893), radiotelegraful (Marconi, 1895), osciloscopul, strămoșul televiziunii, telecomanda (Tesla, 1898), fonograful (Edison, 1899), turbina cu gaze (Curtis, 1899), zeppelinul, primul balon manevrabil (Zeppelin, 1900).

Descoperiri științifice: Descoperirea bateriei electrice (Volta, 1800); teoria atomului în (chimie) (Dalton, 1805); ciclul Carnot, motorul cu ardere ideal (Carnot, 1824); Legea lui Ohm (electricitate) (Ohm, 1827); Legea lui Avogadro (Legile gazelor) (Avogadro, 1827); Legea conservării energiei (Prima lege a termodinamicii) (Joule, 1843); Legea conservării energiei (Helmholtz, 1847); zero absolut ca temperatură (Lord Kelvin, 1848); Tabelul periodic (Mendeleev, 1869); Teoria electromagnetismului (Maxwell, 1873); descoperirea razelor catodice (Crookes, 1875); înființarea termodinamicii chimice (Gibbs, 1876); definiția statistică a entropiei (Boltzmann, 1877); descoperirea razelor X (Röntgen, 1895); descoperirea radioactivității (Becquerel, 1896); descoperirea electronilor în razele catodice (J. J. Thomson, 1897).

Secolul al XIX-lea a dat naștere practic tuturor produselor tehnice care ne înconjoară astăzi, evident evaluate și perfecționate în timp. Invențiile tehnice din secolul al XIX-lea au dezvoltat în continuare revoluția industrială. Motorul cu abur a revoluționat domeniile transportului feroviar și maritim. Pe lângă mașinile cu abur au apărut noi mașini acționate de alte surse de energie ca electricitatea sau hidrocarburile, iar industria a devenit, în multe state, principala ramură economică. Motorul cu ardere internă a revoluționat domeniul transportului terestru prin dezvoltarea automobilelor și a pus bazele transportului aerian prin dezvoltarea primelor aparate de zbor. Telefonul, radiotelegraful au ridicat comunicațiile la un nivel superior. Electricitatea devine tot mai omniprezentă nu doar la întreprinderi ci și în mediul rezidențial. Tot în acest secol au fost puse bazele teoretice ale noilor domenii, produse din secolul următor (produse electronice (televiziunea, comunicațiile, calculatoarele), avioanele, rachetele cosmice ș.a.

Secolul al XX-lea.

1901 -1950. Lampa cu vapori de mercur (Hewitt, 1901); aparatul de ras (Gillette, 1901); instalația de aer condiționat (Carrier, 1902); lampa cu neon (Claude, 1902); radiotelefonul (Poulsen+Fessenden, 1902); electrocardiograful

(Eindhoven, 1903); avionul (Wright, 1903); decolarea independentă a avionului (Vuia, 1906); tubul electronic termoionic (Fleming, 1904); tractorul (Holt, 1904); triode (Forest, 1906); elicopterul (Cornu, 1907); mașina de spălat electrică (Fisher, 1907); contorul Geiger (Geiger+Rutheford, 1908); girocompasul (Kaempfe, 1908); motorul cu reacție, instalat pe avion (Coandă, 1910); hidroavionul (Curtiss, 1911); turbina cu reacție totală (Ljungstrom, 1912); magnetofonul (Procopiu, 1912); parașuta (Banic, 1913); oțelul inoxidabil (Brearley, 1913); tubul cu raze X (Coolridge, 1913); racheta cu combustibil lichid (Goddard, 1914); tancul (Tritton+Gordon+Wilson, 1914); mitraliera Thompson (Thompson, 1916); dispozitiv de tragere sincronizată (cu turația elicei avionului) a mitralierei (Constantinescu, 1916); racheta de croazieră (Kettering, 1917); oscilatorul piezoelectric (Nicolson, 1918); radarul (R.Watt+Taylor+Young+Breit+Tuve, 1922); pila termoelectrică (Vasilescu-Karpen, 1922); filmul sonor (DeForest, 1923); televiziunea (Farnsworth, 1923); tunelul aerodinamic (Munk, 1923); girocopterul (o variantă a elicopterului) (Cierva, 1923); racheta în multe trepte cu combustibil lichid (Oberth, 1923); automobilul cu formă aerodinamică (Persu, 1924); cutia de viteză automată (Constantinescu, 1926); scaunul ejectabil (Dragomir, 1928); tubul cinescopic (Zworykin, 1929); radiotelescopul (Jansky+ Reber, 1931); instalația de foraj rotopercutant (Basgan, 1934); elicopterul (Focke, 1936); pixul (Biro, 1938); xerografia (Carlston, 1938); fibra de sticlă (Slayter+Thomas); elicopterul (Sikorsky, 1938); computerul (Zuse, 1941); reactorul nuclear (Fermi, 1942); racheta ghidată (von Braun, 1942); spectroscopul electronic (Evans, 1944); bomba atomică (proiectul Manhattan+Oppenheimer, 1945); automatizarea (Ford, 1946); inteligența artificială (Turing, 1947); serviciul de telefonie mobilă (AT&T+Southwestern Bell, 1946); calculatorul programabil ENIAC (Mauchly+Eckert, 1946); tranzistorul (Shockley+ Bratain+Bardeen, 1947); camera Polaroid (Land, 1947); holografia (Gabor, 1948); computerul (William, 1948).

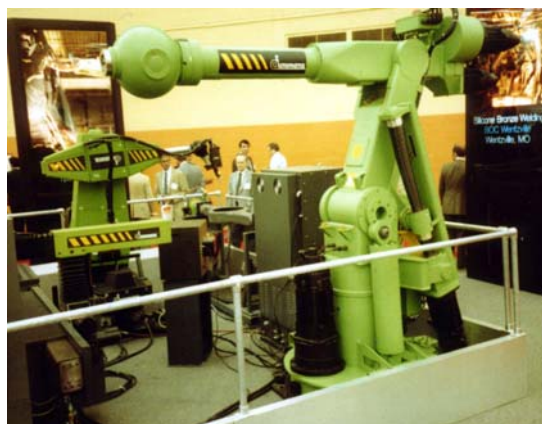
1951 -2000. Reactorul nuclear (Zinn, 1952); fibra optică (Kapany, 1952); bomba nucleară (Teller+Ulam, 1952); diamantul sintetic (Hall, 1954); hard disc drive (Johnson, IBM, 1955); laserul (maserul) (Townes+Basov+Prohorov, 1953); robotul (Devol, 1954); celula solară (SUA, 1954); ceasul atomic (Anglia, 1955); satelitul (Sputnic I, USSR); circuitele integrate (Kilby+Noyce, 1958); discul optic (Gregg, 1961); dioda luminiscentă (LED) (Holonyak, 1962); satelitul de comunicații (Telstar, 1962); mouse-ul (Engelbart, 1963); discul optic (Russel, 1965); e-mailul (Tomlinson, 1971); monitorul cu cristal lichid (LCD) (Ferguson, 1971); microprocesorul (Hoff, 1971); Ethernetul (precursorul Internetului) (Boggs, 1973); calculatorul personal (PC) (Xerox PARC, 1973); cubul Rubik (Rubik, 1974); automobilul hibrid (Wouk, 1974);

printerul laser (SUA, 1975); compact discul (CD) (Philips Electronics+Sony Corp, 1980); primul vehicul cosmic (Shuttle, SUA, 1981); internetul (TCP/IP) (Kahn+Cerf, 1983); World Wide Web (Berners-Lee, 1990); hyper CD-ROM-ul (Pavel, 1991); Global Positioning System (GPS) (Dep. Apărării SUA, 1993).

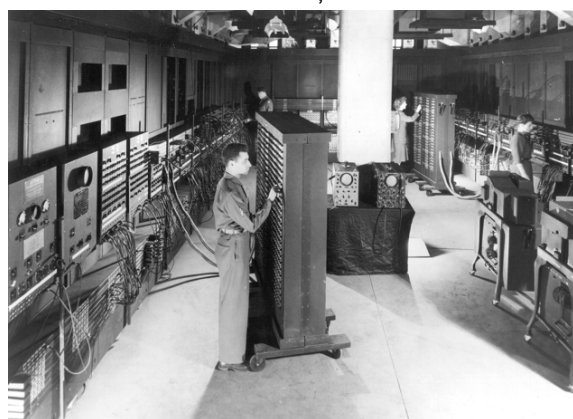
Descoperiri științifice: Legea lui Planck (Planck, 1900); Teoria relativității (Einstein, 1905); a treia lege a termodinamicii (Nernst, 1906); Mișcarea de derivă a continentelor (Wegener, 1912); difracția razelor X (Laue, 1912); definirea numărului atomic (Moseley, 1913); modelul atomic Bohr (Bohr, 1913); descoperirea razei Schwarzschild (sau *razei gravitaționale*), care duce la identificarea găurilor negre (Schwarzschild, 1915); Teoria relativității generale (Einstein+Hilbert, 1915, 1916); Teorema lui Noether - condițiile în care legile de conservare sunt valide (Noether, 1918); Teoria sonicității (Constantinescu, 1918); Principiul de excluziune (Mecanică cuantică) (Pauli, 1924); Ecuația Schrödinger (Mecanică cuantică) (Schrödinger, 1925); Principiul incertitudinii (Mecanică cuantică) (Heisenberg, 1927); Teoria Big Bang (Lemaître, 1927); Ecuația lui Dirac (Mecanică cuantică) (Dirac, 1928); efectul Raman (Raman, 1928); Legea lui Hubble de extindere a Universului (Hubble, 1929); Relațiile de reciprocitate ale lui Lars, o posibilă a patra lege a termodinamicii (Onsager, 1929); teoria tranzistorilor (inventarea primului transistor) (Shockley+Bardeen+Brattain, 1947); teoria matematică a comunicării (o lucrare despre teoria informației) (Shannon, 1948); electrodinamică cuantică (Feynman+Schwinger+Tomonaga+Dyson, 1948); teoria laserului (inventat primul laser) (Townes+Basov+Prohorov, 1953); explorarea spațiului cosmic (Gagarin, 1961); modelul de quarcuri (o particulă elementară, care constituie materia „grea”), (Gell-Mann+Zweig, 1964); detectarea radiației cosmice de fond care dovedește teoria Big Bang (Penzias+Wilson, 1964); prima ieșire a omului în cosmos în afara rachetei (Leonov, 1965); descoperirea primului pulsar (o stea foarte mică dar foarte densă) (Bell Burnell+Hewish, 1967); observarea primei planete extrasolare în jurul unei stele din secvența principală (Mayor+ Queloz, 1995); experimentul CDF și experimentul despre natura fundamentală a materiei dzero, realizate la acceleratorul Fermilab: descoperirea Quarcului Top (1997); descoperirea accelerării expansiunii Universului (Goldhaber +Perlmutter, 1998).



Primul avion cu reacție Coandă 1910.



Primul robot industrial, 1954.



Primul calculator electronic programabil ENIAC, 1946.



Primul Compact disc (CD), 1980.



Satelitul pentru telecomunicații MILSTAR.



Videoapel telefonic.

Fig. 3.13. Cele mai importante invenții ale secolului al XX-lea.

Secolul al XX-lea a fost secolul celor mai mari descoperiri. Mai este numit și secol al vitezei. Acest secol a fost al vitezei (la direct și figurat!). Viteza mijloacelor de transport terestre s-a apropiat de bariera supersonică (1224 km/h), atingând viteza de 1220 km/h și prognozând în viitorul apropiat recordul de 1600 km/h. Viteza mijloacelor de transport aerian a depășit bariera hipersonică de 10000 km/h (avionul American X-43 a atins viteza de 12144 km/h, depășind de 10 ori viteza sonică). Pentagonul pregătește pentru testare avionul Falcon HTV-2 care va zbura cu viteza de 20900 km/h (apr. de 17 ori mai mare decât viteza sunetului).

Cât despre calculatoare, acest cel mai dinamic produs al secolului XX, deja am pășit în generația a 5-a! Cinci generații în doar apr. 70 de ani. Schimbarea generațiilor de calculatoare are loc foarte rapid. Generațiile de calculatoare mor din fașă făcând locul următoarei generații născute de ea înseși. Dacă viteza automobilului a crescut de la 16 km/h (primul automobil al lui C. Benz) la apr. 300 km/h (automobilele moderne), realizând în peste 100 de ani o creștere de apr. 18 ori, atunci calculatoarele au cunoscut o creștere a vitezei de calcul uriașă: de la 1 operație în 15 sec. (primul calculator al lui Atanasoff în 1939) la 150 mlrd operații în 15 sec. la calculatoarele moderne. Diferența este enormă. Viitorul acestui domeniu este unul fantastic.

Secolul al XX-lea a bătut recordul vitezei progresului tehnic, dând naștere la o serie de invenții care au revoluționat toate domeniile industriale și vitale ale Omului: laserul, tranzistorul, circuitele integrate, roboții, energia atomului ș.m.a. Însă cea mai mare viteză a fost atinsă în domeniul informațional, fiind puse bazele societății informaționale. În a doua jumătate a secolului XX volumul de informații se dubla la fiecare 10 ani. Astfel cel mai dinamic domeniu rămâne *Tehnologiile Informaționale*. Se vorbește că la sfârșitul sec. al XX-lea Omenirea a intrat deja în ultima fază a revoluției industriale (Industry 4.0), societatea industrială fiind tot mai mult strâmtorată de societatea informațională.

Secolul al XXI-lea: realizări, provocări și perspective

„A cunoaște este ceea ce vor căuta majoritatea oamenilor maturi în secolul al XXI-lea”.

(Gr. Perelman, matematician).

Noul mileniu și secol al XXI-lea pare să fie unul de cotitură. Deja au apărut câteva domenii principial noi, fiind inventate: nanotehnologia, primele „manevre” moleculare care au deschis calea spre noi structuri moleculare artificiale (Univ. din Toulouse+Univ. din Berlin, 2003); crearea unui „motor” molecular (Univ. din Toulouse+Univ. din Berlin, 2005); tranzistorul molecular (SUA, 2000); mase plastice semivegetale reciclabile (Firma Sharp, 2007); iPod (Apple, 2001); Skype (2003); Facebook (2004); YouTube (PayPal, 2005); iPhone (Apple, 2007); Google Android (Apple, 2008); iPad (Apple, 2010); automobilul Google fără șofer (2014).

Descoperiri științifice: Pluton este reclasificată formal ca planetă pitică (Uniunea Astronomică Internațională, 2006); Satelitul LCROSS confirmă existența apei pe Lună (2009); descoperirea fermionilor Majorana - particule identice cu antiparticulele (Kouwenhoven, Delft University of Technology+Eindhoven University of Technology, 2012); stabilirea cu exactitate a compoziției Universului: 4% materie obișnuită, 23 % materie întunecată și 73 % energie întunecată. **Crearea de noi materiale:** sintetizând materiale cu proprietăți optice neconvenționale, fizicienii au descoperit noi moduri în care pot manipula lumina - astfel ca, la nivel teoretic, cel puțin, astăzi se poate crea un dispozitiv de camuflaj perfect invizibil. **astronomia:** 502 exoplanete noi au fost descoperite între 2000 și 2010, multe dintre acestea având caracteristici asemănătoare cu cele ale Pământului. De asemenea, misiunile spațiale care s-au desfășurat pe Marte, în ultimii 10 ani, au confirmat una dintre cele mai ademenitoare teorii științifice privind Planeta Roșie: astăzi, pe baza probelor strânse de NASA și ESA se poate afirma cu siguranță că Marte a avut apă lichidă, cel puțin în trecutul îndepărtat. Nu în ultimul rând, oamenii de știință au constatat că cele mai multe predicții negative pe care le-au făcut cu privire la schimbarea climei și încălzirea globală, s-au adeverit.

Secolul al XXI-lea pare să stea sub semnul noilor tehnologii, a expansiunii spațiale, a Internetului și a unei multitudini de gadgeturi pe plan Mondial. Dacă în urmă cu 15 ani în viața noastră nu existau smartphone-urile, Facebook, YouTube și GPS-ul astăzi este greu să ne imaginăm viața fără toate acestea.

Cu ce provocări vine secolul al XXI-lea? Se vorbește deja despre atingerea unei anumite limite în teoria cunoașterii, care însă e discutabilă. Oricum, informatizarea excesivă a tuturor domeniilor vitale ale Omului,

deseori nemaifiind solicitată gândirea umană, poate crea efecte negative precum „ruginirea creierului care nu muncește”. Cert e că problemele globale ale Omenirii generate de om (poluarea excesivă a mediului care provoacă schimbări climatice tot mai dezastruoase, epuizarea resurselor energetice și a bogățiilor naturale, creșterea alarmantă a populației globale) se cer soluționate, dacă Omenirea dorește să mai existe. În direcția rezolvării acestor probleme trebuie canalizate toate eforturile inginerilor, inventatorilor, savanților. Energia folosită să fie obținută din resurse nonpoluante (preponderant, energiile regenerabile). Produsele nou elaborate trebuie să fie ieftine, energofage, maxim eficiente, inofensive mediului și fabricate maxim posibil din materiale reciclabile sau biodegradabile. La crearea noilor produse să fie utilizată la maxim experiența celui mai perfect creator – Natura. Inclusiv, cea mai perfectă invenție a Domnului – Omul, este biodegradabil, inofensiv sub aspect de mediu după expirarea duratei de viață.

Invențiile secolului al XXI-lea, din ce în ce mai îndrăznețe, unele pe cale să fie realizate, altele aflate doar în fază conceptuală, în diverse domenii – sănătate, transport, tehnologie, comunicații, energie, ecologie etc., vor schimba, în mod categoric, realitatea în care trăim. Eric de Riedmatten, jurnalist la *Europe1*, director al departamentului de comunicare la *Siemens France* (societate care depune cele mai multe brevete de invenție pe an), a publicat, de curând, o carte intitulată „*Cele 50 de invenții, care ne vor schimba viața, până în 2050*” [12], bazată pe informații adunate de la cercetători implicați în diverse proiecte: intelectul artificial, automobilele fără șofer; petrolul artificial; energie din panouri voltaice care vor acoperi Sahara; trotuare rulante, pentru a înlocui autovehiculele etc. Să examinăm câteva din ele care par luate dintr-un roman fantastic:

- Producerea, pe scara largă, a computerelor comandate prin „*puterea gândului*”. Cercetările din neuroștiințe, referitoare la activitatea electrică cerebrală, asociate celor din informatică, sunt foarte aproape de crearea unei interfețe creier – computer (*BCI – Brain Computer Interface*), pe baza unui dispozitiv care să capteze activitatea electrică a celulelor nervoase;

- Molecule de sinteză capabile să absoarbă poluarea au fost deja create de către cercetătorii chimiști, după modelul enzimelor din corpul uman, pentru a putea fi puse în sol, în cursurile de apă, oriunde poluarea există la un nivel periculos pentru om și pentru sănătatea planetei;

- Explorarea lunii redevine un subiect interesant, din perspectiva posibilității exploatarei heliului, folosit ca sursă de energie nucleară;

- Construcția de orașe tip piramidă, așa cum deja s-a construit unul în Tokyo, Japonia (care este de douăsprezece ori mai mare decât Piramida din Gizeh), ca soluție pentru zonele suprapopulate;

- Electricitatea adusă din spațiu. Este cunoscut faptul ca energia solară este de patru ori mai concentrată în spațiul cosmic decât la nivelul scoarței terestre. Ideea este de a instala panouri solare pe orbită și de a transmite energia, pe Pământ, prin raze laser foarte puternice;

- Modificarea climatului, pentru a „răci” Terra. Încălzirea globală este, de multă vreme, un fenomen, care amenință echilibrul ecologic al Pământului, de aceea specialiștii s-au gândit la o soluție de „răcire” artificială, prin amplasarea pe orbită a unor zeci de mii de oglinzi uriașe, care să reflecte și să abată o parte din razele solare;

- Un lift pentru a ajunge în spațiu cu destinația: stația spațială internațională, Luna, Marte, Venus etc. Toate acestea nu mai sunt doar scenarii science-fiction, ci aproape realitate, de vreme ce specialiștii asigură că în 10-15 ani se va putea face acest lucru, cu costuri chiar mai mici decât cele destinate navetelor cosmice.

Cele mai avansate tehnologii ale Secolului vor fi [13]:

Nanotehnologia. Sună fantastic însă nanotehnologia – acele mașini microscopice, capabile să străpungă pereții unei singure celule umane, sunt o realitate de acum înainte. Capacitatea lor de a repara organismul uman la nivel microscopic, precum și repararea sau consolidarea altor tehnologii non-organice, ar putea fi următorul pas mare în evoluția umană.

Antigravitația. Chiar dacă sună puțin probabil, crearea de monopoli (magneți, care au doar un singur pol) ar putea fi fezabilă în următorii 70 de ani. Odată ce antigravitația ar fi posibilă, roțile ar fi de domeniul trecutului, deoarece totul se va deplasa pe o pernă de câmpuri magnetice.

Automatizarea. Până la sfârșitul secolului XXI, casa, mașina, frigiderul, etc. vor fi mult mai deștepte decât noi și vor putea efectua aproape orice sarcină la care vă gândiți. Chiar și orașe întregi vor funcționa pe baza unui computer central responsabil cu tot felul de îndeletniciri, de la pornirea sistemului de irigare în parc atunci când detectează deshidratarea spațiilor verzi, până la exploatarea rețelei de trafic și la pornirea luminilor la căderea serii.

Mașinile alimentate cu hidrogen. Din moment ce oamenii sunt atât de atașați de automobilele lor, este greu de imaginat că mașina va dispărea curând. Cu toate acestea, nu este exclus ca la mijlocul secolului al XXI-lea, motorul cu combustie internă să fie la fel de învechit ca motorul cu aburi. Mașinile electrice și hibride își vor afla concurența în vehiculele alimentate cu hidrogen, care vor avea aceeași putere ca omoloagele lor din secolul al XX-lea care se alimentau cu combustibili fosili, dar vor rula pe bază de hidrogen și vor lăsa numai vapori de apă în urma lor.

Materiale noi. Deja au apărut materiale care pot schimba lumea. Unul dintre ele este Grafenul – materialul minune: cel mai subțire material dintre materialele existente, mai rezistent decât diamantul, invizibil, conduce electricitatea și căldura mai bine decât cuprul, masa aproape zero. A fost descoperit la Universitatea din Manchester, Marea Britanie, în a. 2004 (A. Geim și K. Novosiolov), care a fost distins cu Premiul Nobel pentru Fizică în a. 2010. Domeniile posibile de utilizare sunt foarte largi. „*Gama posibilelor utilizări este atât de vastă și se dezvoltă cu o asemenea viteză încât a ne concentra pe una singură ar însemna să subestimăm amploarea efortului științific în desfășurare*”, menționează laureatul premiului Nobel prof. A. Geim. „*Vorbim despre un număr impresionant de proprietăți unice combinate într-un singur material, lucru care nu s-a mai întâmplat până acum. De aceea există atât de mulți cercetători care lucrează la analiza acestuia*” spun experții de la IBM.

Tehnologii, care se repară singure. O echipa de cercetători britanici de la Universitatea din Bristol coordonată de profesorul D. Wass, specializată în modificarea compoziției fibrei de carbon, deja folosită la scară largă, a pus la punct o tehnologie care, odată implementată, va face ca aripile avioanelor, dar nu numai, să se „vindece” singure, în cazul în care au avut de suferit. Se vorbește despre „vindecarea” oricăror suprafețe, inclusiv a ecranelor telefoanelor mobile. Chiar și cei implicați în această cercetare recunosc că invenția poate părea una de domeniul fantasticului.

În continuare va fi prezentată evoluția celor mai caracteristice produse.

3.2. Evoluția transmisiilor mecanice

3.2.1. Generalități



Modernizarea continuă a mașinilor, automatizarea tot mai largă a proceselor tehnologice prin robotizare și dezvoltarea accelerată a microsistemelor ingineresti din ultima perioadă de timp impun cerințe complexe cercetătorilor și mediului economic privind elaborarea și producerea transmisiilor mecanice. Dezvoltarea transmisiilor mecanice este supusă unor cerințe mereu crescânde sub diverse aspecte cum ar fi: cinematice, funcționale, constructive, de masă și gabarite, preț de cost, tehnologice, etc.

Transmisiile mecanice sunt produse care înglobează cele mai generale organe de mașini. Nu în zadar la disciplinele „*Bazele Proiectării Mașinilor*” (specializările mecanice) și „*Inginerie Mecanică*” (specializările cu profil nemecanic) tradițional în calitate de obiect de proiectare la proiectul de an sunt luate transmisiile mecanice. Actualmente au crescut considerabil cerințele pieței în produse industriale „*inteligente*”, „*robuste*”, „*multifuncționale*” și „*cu preț redus*”.

Roata este una dintre cele mai vechi și importante invenții mecanice ale omenirii. Deși geneza roții se pierde în negura istoriei, se poate presupune următoarea evoluție a ei. Mii de ani în urmă omul primitiv, având o sarcină în spinare, urcând un povârniș, ar fi călcat pe un buștean (tăvălug) și care s-ar fi rostogolit la vale. Atunci a observat că o greutate poate fi mai ușor împinsă pe niște bușteni decât dusă în spate. Astfel, se presupune că a apărut prima utilizare a tăvălugului, folosit ulterior foarte pe larg la deplasarea blocurilor mari de piatră la construirea piramidelor egiptene, altor construcții ale epocii (fig.3.14) [14]. Fiind micșorată lungimea tăvălugului, s-a obținut un disc care, ulterior, fiind instalat pe o osie, s-a transformat într-o roată. Astfel a apărut prima roată, datată cu aproximativ vre-o 6000 de ani în urmă, locul apariției fiind vechiul stat Mesopotamia (actualul Irak). Roata dințată a apărut cu aproximativ 4 milenii în urmă. Angrenajele cu roți dințate cilindrice și angrenajele șurub-roată erau cunoscute și au fost descrise în antichitatea greacă



Fig. 3.14.

și romană. Utilizarea practică a angrenajelor are o vechime de circa 2500 de ani. Informațiile istorice, observațiile și precizările, care urmează și care se referă la mecanisme elementare cu roți dințate, sunt fragmentare și au un rol de introducere în domeniul utilizării și inventării lor.

3.2.2. Evoluția angrenajelor în antichitate

În paleolitic, erau cunoscute și utilizate pârghia și pana. Mai târziu au fost inventate scripetele, șurubul, trolitul și angrenajul. Roțile dințate au fost cunoscute cu mult înainte de a fi aplicate. Cea mai veche operă scrisă, în care sunt abordate probleme de transmisii, se numește „*Probleme de mecanică*”, scrisă de Aristotel. În această lucrare sunt descrise diverse „*dispozitive mecanice*” ale timpului. Un merit incontestabil al lui Aristotel este acela că a modelat mișcarea angrenajelor.

Unul dintre cele mai vechi mecanisme cu roți dințate, denumit car arătător al sudului, provine din China Antică și este datat în anul 260 î.Hr. Din analiza acestui mecanism (fig.3.15,a) rezultă că în secolul III î.Hr., în China, erau cunoscute angrenajele cu axe paralele și perpendiculare, având bolțurile așezate paralel cu axa de rotație.

Un alt reprezentant de vază al antichității, care a contribuit esențial la dezvoltarea mecanicii, a fost Arhimede. Printre invențiile sale practice de bază se enumeră pârghia, șurubul pentru instalația de irigație (fig. 3.15,b) [15]. Lui Arhimede îi este atribuită schema primului dispozitiv de măsurat distanța parcursă de corabie (fig.3.16), format prin înscrierea a trei transmisii cilindrice cu bolțuri și a unei transmisii melcate legată cu arborele condus, antrenat de o roată de apă.

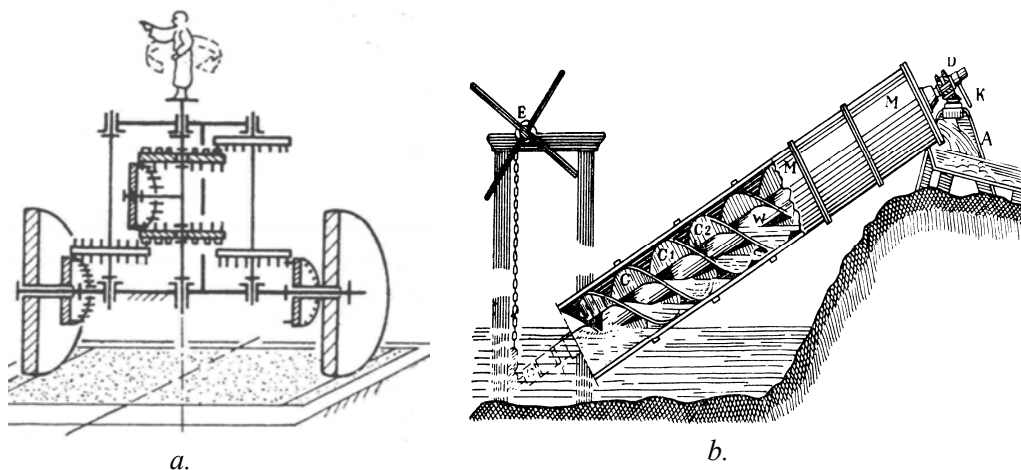


Fig. 3.15. a). Carul chinezesc cu transmisii cu bolțuri; b). Șurubul de irigație cu transmisie cu lanț.

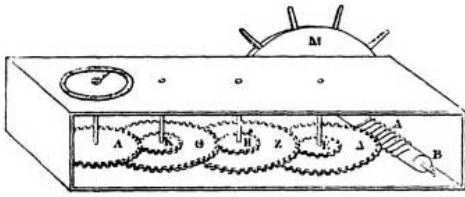


Fig. 3.16. Dispozitiv de măsurat distanța parcursă de corabie.

În anul 1901 pe insula Antikythera au fost găsite rămășițele unui mecanism de ceasornic cu o vechime de peste 2000 de ani. Mecanismul Antikythera (fig. 3.17) [16] este un analog aritmetic al modelelor geometrice al sistemului solar, cunoscute de Platon și Arhimede, și care a evoluat în planetariu. Mecanismul este asemenea unui ceas mare astronomic sau a unui computer analog modern. Include cel puțin 40 de roți dințate (v. fig. 3.17,c), având și o asamblare foarte

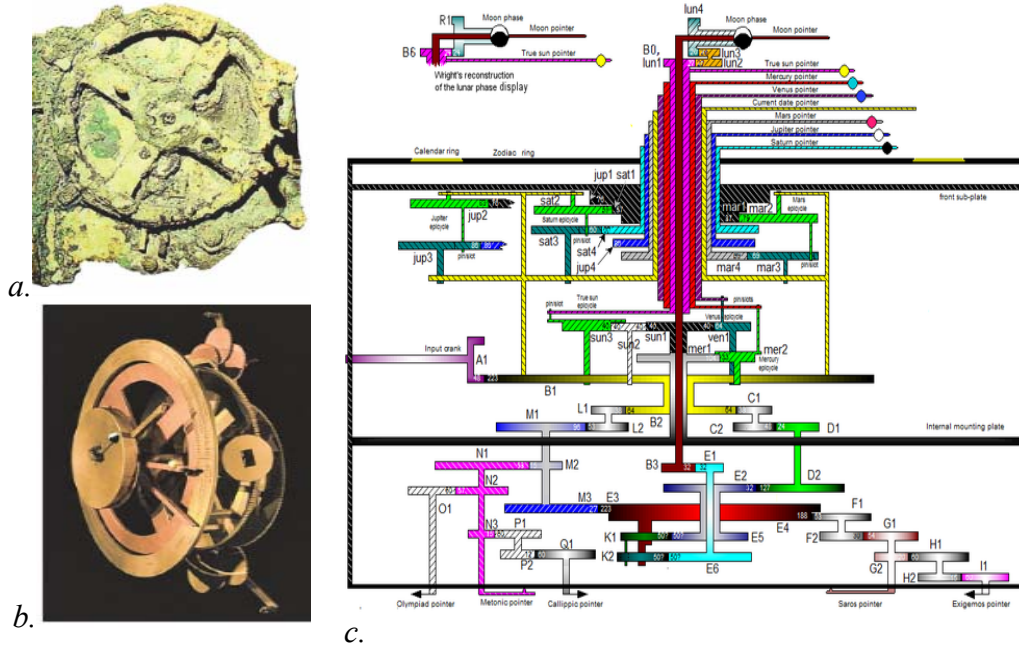


Fig. 3.17. Mecanismul Antikythera - model aritmetic al sistemului solar.

sofisticată a roților, unde unele roți montate excentric funcționează, probabil, ca un mic sistem epiciclic sau diferențial. Acesta ar funcționa ca un calculator, eventual, pentru utilizare astrologică. Mecanismul era probabil acționat de un ceas de apă sau de un alt dispozitiv. Este foarte asemănător cu ceasurile mari astronomice, care au fost construite peste tot în Europa în perioada Renașterii.

Heron din Alexandria, considerat cel mai remarcabil inginer mecanic al antichității, a lăsat omenirii două lucrări fundamentale: *Pneumatica* și *Automatica*, în care sunt descrise diferite mașini, care imită mișcările viețuitoarelor. Multe din automatele, aparatele și mașinile simple descrise de Heron sunt conținute transmisii prin fricțiune, angrenaje cu roți (cu dinți și bolțuri) și șurub-melc. Este bine cunoscut un automat de deschis și închis

frontoanele ferestrelor. În fig. 3.18 este prezentat un mecanism deosebit de complicat pentru acea vreme: schema cinematică (a) și reproducerea modernă (b) a unui dispozitiv de măsurat distanța parcursă de mijlocul de transport (taximetru).

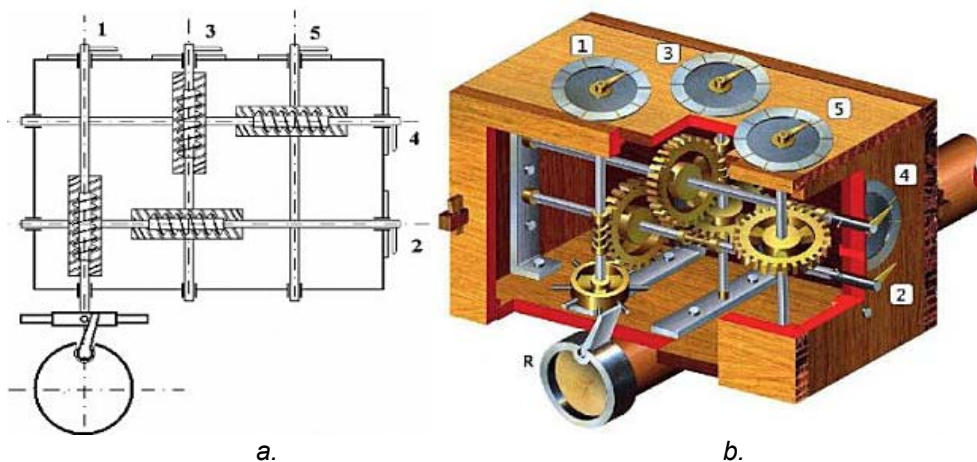


Fig. 3.18. Dispozitiv de măsurat distanța parcursă de mijlocul de transport.

Marcus Vitruvius Pollio (70 î.Hr. – 15d.Hr.) a descris amănunțit o primă moară cu angrenaj cu bolțuri, în care roțile aveau axe perpendiculare și, ca urmare, era posibilă utilizarea roții hidraulice cu ax orizontal ca sursă motoare. Astfel de angrenaje au fost utilizate la mori peste 15 secole. De asemenea, Vitruvius este autorul unui cric și a unui dispozitiv de măsurat distanța parcursă de un vas. În fig. 3.19, a este prezentată schema cricului, elaborată de Vitruvius,

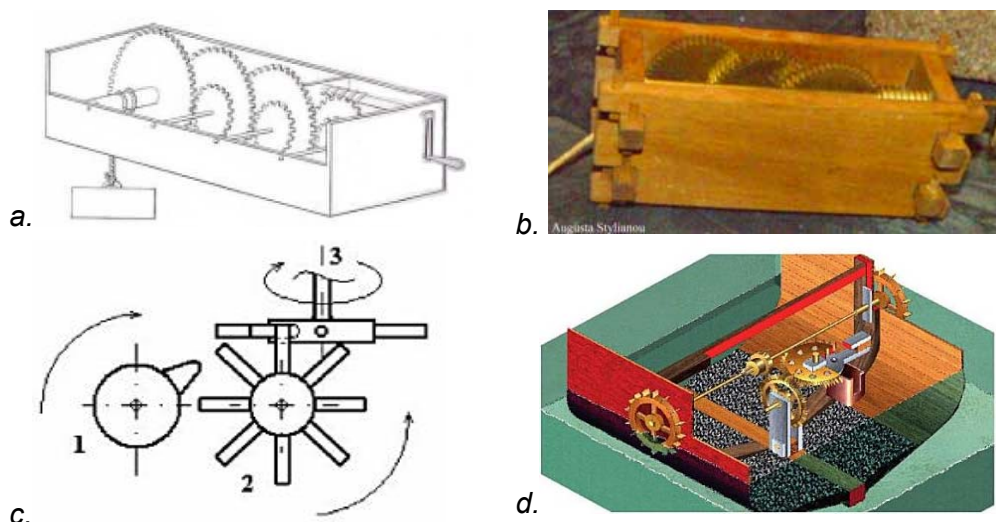


Fig. 3.19. Mecanisme cu transmisii elaborate de Vitruvius: a) cric ; b) dispozitiv de măsurat distanța parcursă de corabie.

iar în fig. 3.19,b - reproducerea modernă. Cricul are la bază o înseriere de roți dințate cilindrice cu bolțuri și a unei transmisii melcate. În fig. 3.19, c,d este prezentată schema cinematică și reproducția modernă a dispozitivului de măsurare a distanței parcurse de un vas.

Din această succintă incursiune în istoria antică a transmisiilor se poate conchide că în antichitatea chineză erau cunoscute angrenajele cu bolțuri, iar în cea greacă și romană erau cunoscute, în plus, angrenajele cu roți dințate și angrenajele șurub-roată. Atenția inventatorilor și constructorilor de altfel de angrenaje nu era îndreptată asupra geometriei dinților, ci asupra tipului de transformare a mișcării și, implicit, a modului de amplificare a forței. După o perioadă de înflorire și de avânt a științei și tehnicii antice, în Europa a urmat o îndelungată perioadă de stagnare.

3.2.3. Evoluția angrenajelor în perioada renașterii și postrenașterii

După o perioadă îndelungată de întunecime de circa 15 secole are loc trezirea la un nou avânt spiritual și tehnic, are loc Renașterea. Această revoluție științifico-tehnică, denumită Renaștere, este promovarea metodei experimentale în știință și tehnică și, ca urmare, înfăptuirea unei simbioze între „meșteșugar” și „gânditor”: „și unul, și altul aveau de adus o mare contribuție în știință: meșteșugarii puteau să adauge vechilor metode tehnice ale antichității clasice noile invenții, care apăruseră în Evul Mediu; gânditorii puteau să adauge contribuția lor în domeniul concepției despre lume, al ideilor și, poate, mai presus de toate, al metodelor logice de argumentare – împrumutate de la greci, prin intermediul culturii arabe” [15].

Cel care a întrunit pasiunea cunoașterii științifice, a neobositului cercetător, inventator și experimentator, cu darurile de creație ale artistului, devenind cel mai remarcabil reprezentant al Renașterii, a fost Leonardo da Vinci (1452 – 1519). Bun cunoscător al realizărilor predecesorilor, Leonardo da Vinci este, pentru multe domenii ale științei și tehnicii mecanice, o sursă, insuficient cunoscută și valorificată, de informare și de creativitate în domeniul mecanismelor și mașinilor. Creativitatea tehnică a lui Leonardo da Vinci este datată la sfârșitul secolului al XV^{-lea} și începutul secolului al XVI^{-lea}. În continuare sunt prezentate câteva din schițele lui Leonardo da Vinci referitoare la angrenaje [17]. În fig. 3.20, a, b, c și d sunt prezentate patru angrenaje cu bolțuri, în legătură cu care Leonardo da Vinci a făcut următoarele precizări: în angrenajul cu bolțuri cu axe perpendiculare concurente (fig. 3.20, a) frecarea este mai mică decât în cazul aceluiași angrenaj, însă cu axe neconcurente (fig.3.20, b); în angrenajul șurub-roată cu bolțuri, în care panta spirei șurubului este mare, roata poate antrena șurubul (fig. 3.20, c), spre deosebire de cazul în

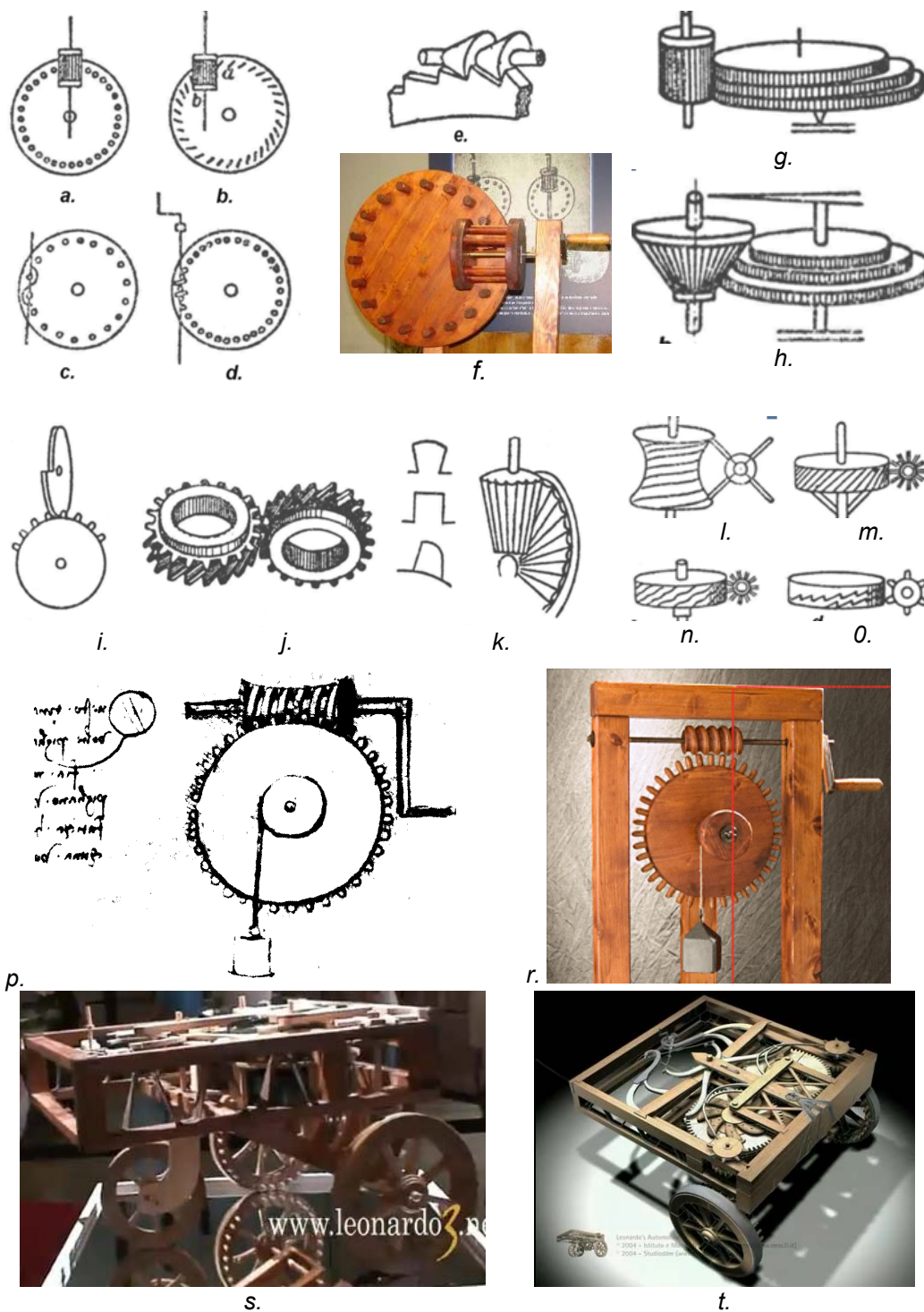


Fig. 3.20. Mecanisme cu transmisii elaborate de Leonardo da Vinci.

care panta spirei șurubului este mică, situație în care roata nu poate antrena șurubul (fig. 3.20, *d*); angrenajul șurub-roată din fig. 3.20, *e* se caracterizează prin spiră trapezoidală și era destinat morilor de vânt, unde se transmit forțe mari. În fig. 3.20, *h* este schițată una din invențiile lui Leonardo da Vinci, ale cărei studii aprofundate au fost desăvârșite abia în sec. Al XX^{-lea}: angrenajul conico – cilindric, în care pinionul conic angrenează concomitent cu trei roți cilindrice; varianta din fig. 3.20, *g* a servit pentru comparație și pentru înțelegerea funcționării celei din fig. 3.20, *h*.

În fig. 3.20, *i,j,k* sunt prezentate trei angrenaje, schițate de Leonardo da Vinci, angrenaje care, se pare, nu erau cunoscute predecesorilor săi: angrenaje cu axe încrucișate, în care o roată materializează o spiră, care angrenează succesiv cu fiecare dinte al roții cu bolțuri (fig. 3.20, *i*); angrenajul cu dinți înclinați având axe încrucișate, denumit astăzi angrenaj elicoidal (fig. 3.20,*j*); această idee a fost redescoperită de R. Hooke, cu aproape două secole mai târziu. În fig. 3.20, *k* este reprezentat un angrenaj conic cu diferite forme de dinți. Această ultimă invenție este remarcabilă prin faptul că vine să înlocuiască angrenajele cu bolțuri cu axe perpendiculare. Au trecut mai mult de două secole până această invenție a lui Leonardo da Vinci va fi aplicată.

În fig. 3.20,*l,m,n,o* sunt reprezentate două variante de roți – șurub schițate de Leonardo da Vinci; varianta din fig. 3.20, *l* amintește de angrenajele globoidale de astăzi, iar cea din fig.3.20,*m,n* și *o* – de angrenajul elicoidal.

În continuare se prezintă unele scheme aplicative ale transmisiilor elaborate de Leonardo da Vinci. În fig. 3.20, *p* se prezintă o invenție genială a lui Leonardo da Vinci – schema transmisiei melcate cu melc globoidal, a cărei realizare practică a fost efectuată doar în sec. al XX^{-lea}, iar în fig. 3.20, *r* – reproducția modernă. În fig. 3.20,*s,t* sunt prezentate cazuri de utilizare a transmisiilor cu bolțuri și cu dinți în automobilul lui Leonardo da Vinci.

Din această succintă enumerare rezultă că, în comparație cu moștenirea antică, diversitatea tipurilor de angrenaje cunoscute și imaginate de Leonardo da Vinci este impresionant de mare. Majoritatea ideilor lui Leonardo da Vinci au fost prelucrate și concretizate de urmașii lui. Unul dintre cei mai remarcabili reprezentanți ai școlii lui Leonardo da Vinci a fost Agostino Ramelli. În opera sa „*Le diverse et artificiose machine*”, apărută la Paris în 1588 [18], se prezintă o serie de idei ale lui Leonardo da Vinci, concretizate în aplicații. În opera lui A. Ramelli se găsesc numeroase și ingenioase combinații de angrenaje utilizate la acționarea pompelor. În varianta de pompă acționată hidraulic din fig. 3.21, *a* se remarcă utilizarea a două tipuri de transmisii – o transmisie cu două roți dințate cu axe perpendiculare și două transmisii cu bolțuri care acționează trei pompe cu șurub arhimedic înseriate. Pompa cu o roată dințată din fig.3.21, *b* este acționată hidraulic prin intermediul unei

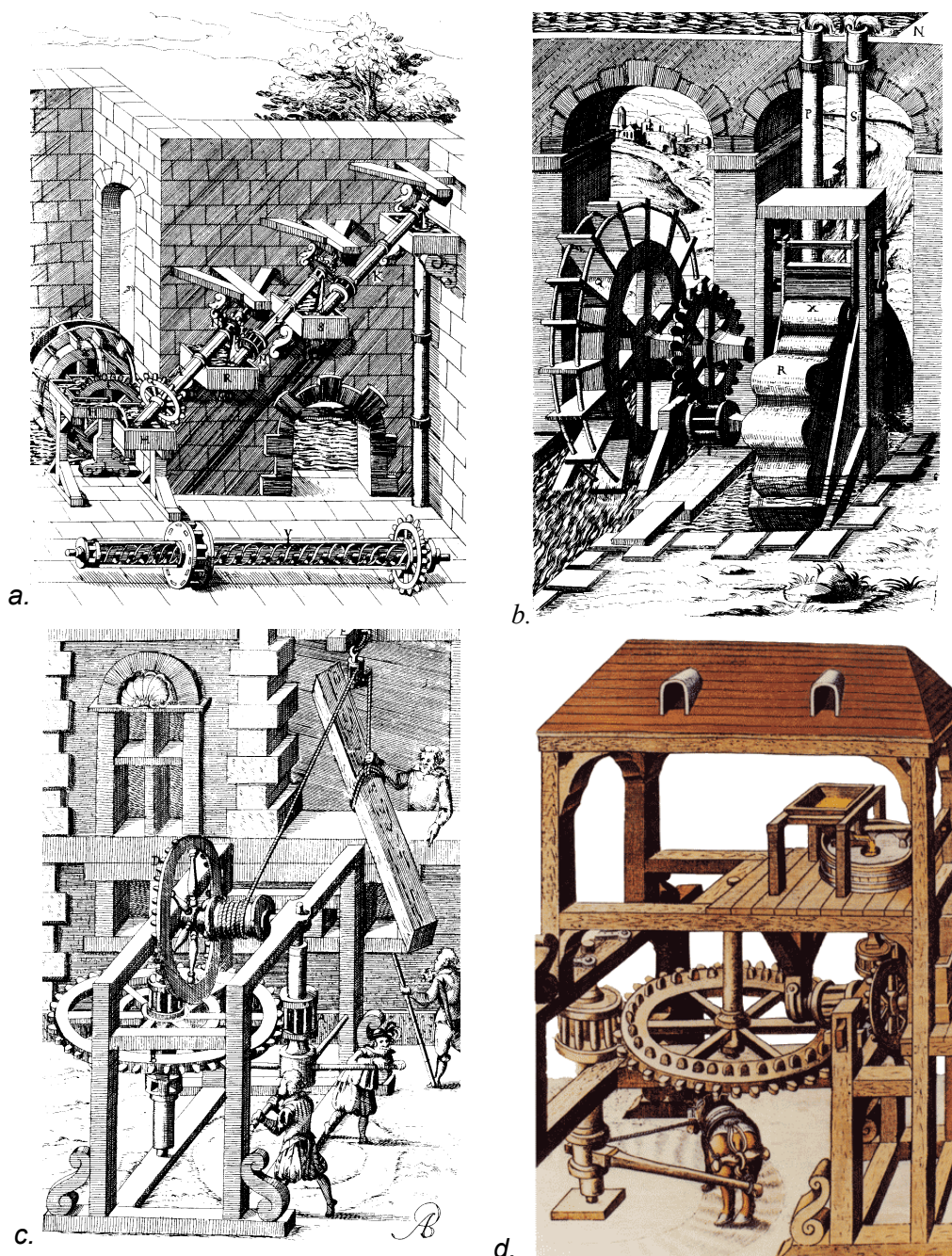


Fig. 3.21. Mecanisme cu transmisii elaborate de Agostinio Ramelli.

transmisii cu bolțuri cu axe paralele. Mișcarea de rotație a ultimului se transmite pietrei de măcinat prin intermediul unei transmisii ortogonale cu bolțuri.

Mecanismul de ridicare din fig. 3.21, *c* include o transmisie cu bolțuri cu axe paralele, al cărei pinion este acționat prin intermediul unui volant antrenat de forța umană și o transmisie ortogonală cu bolțuri, pe axul roții dințate a căreia este fixat tamburul cu frânghia înfășurată pe el, care este trecută printr-un scripete, fixat în perete. În fig. 3.21, *d* este prezentată o moară, piatra căreia este antrenată de forța animalieră prin intermediul unui sistem de transmisii cu bolțuri. Din analiza operei lui Ramelli rezultă că acesta cunoștea, practic toate angrenajele existente în epoca sa. În toate mecanismele elaborate impresionează și astăzi ingeniozitatea legării și combinării angrenajelor în vederea transformării mișcării motoare. Desigur, perioada descrisă cunoaște și alte nume de creatori ai tehnicii, bazate pe utilizarea angrenajelor. Unul din principalele domenii, care au stimulat progresul angrenajelor cu roți dințate cilindrice și, în special, al geometriei dinților, a fost orologeria mecanică. Primele orologii cu roți dințate, acționate cu greutatea, au apărut în Germania, Italia, Anglia și Franța la confluența sec. al XIII^{-lea} și al XIV^{-lea}. Prima descriere detaliată a unui orologiu astronomic construit în Padova a fost făcută de Giovanni Dondi în 1364. Secolul marilor invenții în domeniul orologeriei este sec. al XVII^{-lea}. Invenția hotărâtoare în acest domeniu îi aparține lui Christian Huygens (1629-1695) [19] bazată pe utilizarea fenomenului de izocronism (perioadă proprie și aproximativ constantă de mișcare oscilatorie), descoperit de G. Galilei. Sub indicațiile directe ale lui Ch. Huygens, orologierul Solomon Coster a construit în 1657 prototipul din care, practic, derivă toate orologiile mecanice ulterioare.

Orologeria mecanică a avut un rol fundamental în geneza lumii moderne a mașinilor, în general, și a mașinilor automate, în special. Ea a constituit o pepinieră de inventatori, spirite iscoditoare și curioase, care au definitivat și perfecționat viitoarele mecanisme și elemente de mașini.

3.2.4. Evoluția angrenajelor în perioada revoluției industriale

Perioada revoluției industriale este caracterizată de apariția unei avalanșe de diverse mașini și mecanisme, determinată de noile relații de muncă, de dezvoltarea diferitelor ramuri cum ar fi cea a mineritului, destinderea relațiilor comerciale. Stând pe umerii unui gigant, cum a fost Leonardo da Vinci, urmașii săi au continuat opera lui de inovare. Unul dintre ei este Iacob Leupold, care, în lucrarea sa intitulată „*Teatrum machinarium*”, apărută în 9 volume în 1724 la Leipzig, reprezintă stadiul la care s-a ajuns la începutul sec. al XVIII^{-lea} în domeniul construcției de mașini și are un pronunțat caracter aplicativ. Ea conține practic toată diversitatea de mecanisme utilizate pentru transmiterea puterii mecanice.

Angrenajele utilizate erau, în general, angrenaje cu bolțuri, de aceea Leupold a formulat principalele reguli pentru dimensiunile dinților și bolțurilor acestor angrenaje. Lucrarea lui Leupold a fost utilizată de constructorii de mașini în sec. al XVIII^{-lea} și al XIX^{-lea}. Angrenajele cu bolțuri erau utilizate în sec. XVIII^{-lea} în configurații și domenii diverse. Până la sfârșitul sec. al XVIII^{-lea}, pe lângă orologeria mecanică, domeniile, care au stimulat preocupările de perfecționare ale angrenajelor, au fost, în principal, construcțiile de mori (de apă sau eoliene), de pompe necesare în irigații și în industria minieră, de utilaje pentru extragerea și transportul minereului și de utilaje necesare industriei de prelucrare a metalelor. Un impact hotărâtor asupra revoluției industriale a exercitat înnoirea bazei energetice, care s-a realizat prin inventarea și aplicarea motorului cu abur. Această invenție este legată de numele mai multor savanți cum ar fi: Denis Papen, care a realizat ceea ce a rămas în istoria tehnicii ca „Oala lui Papen”, în 1690; francezul Cugnot, care a făcut vehiculul Cugnot încercat în anul 1771 la Vincennes ș.a. Cel care a desăvârșit însă această „invenție internațională” și a făcut posibilă utilizarea ei în industrie a fost James Watt. Cum se întâmplă deseori, astfel de invenții au funcția de invenție – tractor. Pentru a fi realizate, practic, au nevoie de alte invenții. Printre elementele „*revoluționare*” înglobate în mașina cu abur brevetată în 1784 de J. Watt, se găsește și angrenajul planetar necesar transformării mișcării de rotație alternativă a balansierului în mișcare de rotație continuă a volantului, brevetat în Marea Britanie în 1781 [20] (fig. 3.22, a), de asemenea, arborele cotit. Utilizarea angrenajului în mașina cu abur a constituit un important impuls în preocupările de perfecționare a acestuia. Deja se observă tendințe de perfecționare a profilului dinților.

În fig. 3.22, b este reprezentat angrenajul cu melc utilizat într-un strung din fabrica de „*mașini cu abur*” Bulton-Watt. Utilizarea noii surse de energie a făcut posibilă declanșarea preocupărilor de utilizare a acesteia în mijloacele de transport terestre și acvatice. Perfecționarea acestora nu a fost posibilă fără perfecționarea angrenajelor, iar utilizarea ultimelor pe scară largă nu a fost posibilă fără perfecționarea mașinilor- unelte, în care erau înglobate, de asemenea, angrenaje.

O nouă situație a apărut odată cu inventarea turbinei cu abur de către englezul Parson (1884) și suedezul Laval (1887). Acționarea cu turbina cu abur, a cărei turație era enormă (10000...30000 min⁻¹) cerea reducerea considerabilă a vitezei unghiulare, reducere realizată tot cu ajutorul angrenajelor. Reducerea zgomotului în astfel de situații, a necesitat mărirea preciziei de prelucrare și utilizării danturii înclinate. Un exemplu de angrenaj cu raport de transmitere mare, utilizat în vapoarele cu turbină cu abur, tipic pentru începutul sec. al XX^{-lea}, este prezentat în fig. 3.22, c.

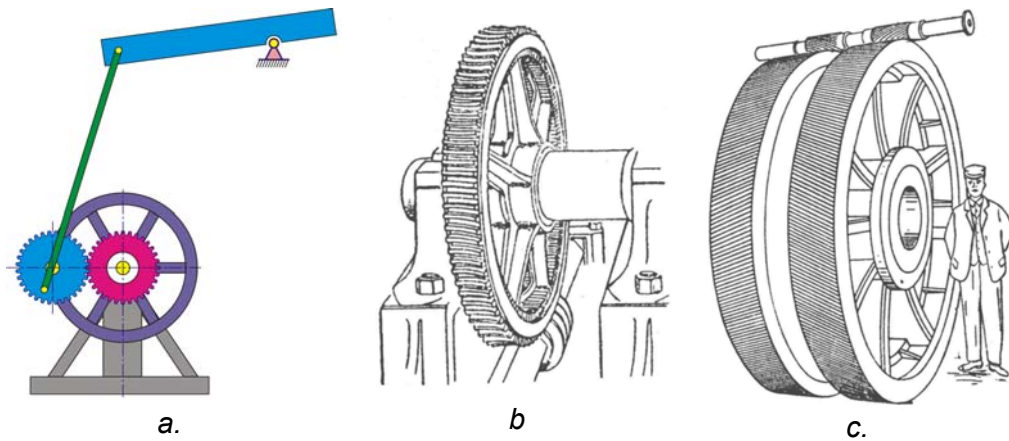


Fig. 3.22. Transmisii mecanice din perioada industrială: a) *Mecanismul planetar în motorul cu abur al lui Watt*; b) *angrenajul cu melc*; c) *angrenaj cu raport de transmitere mare*.

Construcția automobilelor, un domeniu foarte important care a stimulat dezvoltarea teoriei și tehnologiei de prelucrare a angrenajelor și altor transmisii, a început la sfârșitul sec. al XIX^{-lea}, odată cu perfecționarea motoarelor cu ardere internă de N. Otto și R. Diesel. Pentru transmiterea mișcării de rotație de la motor spre puntea motoare s-a revenit asupra unei idei mai vechi – cea a lui Schott din 1664, privind cuplajul articulat, cunoscut astăzi sub denumirea de articulație Hooke, fiind modernizată și descrise proprietățile de bază de către Robert Hooke. Cele două mecanisme cu roți dințate specifice automobilului sunt: cutia de viteze și diferențialul. Ideea utilizării mecanismului cu roți dințate cu rapoarte de transmitere diferite aparține lui J. Watt și a fost brevetată în 1784 (fig.3.23,a) [19]. Mai târziu, în 1821 Griffith a brevetat o cutie de viteze cu două trepte, în care, spre deosebire de soluția brevetată de J. Watt, cuplarea se realiza prin deplasarea axială a unui bloc de roți dințate. C. Benz, părintele automobilului, a aplicat pentru prima dată (1886) diferențialul cu roți inventat de Pecqueur.

O cutie interesantă de viteze cu trei axe aparține lui Maybach și Daimler (1889). Cel care a utilizat cutia de viteze cu patru trepte, reductorul și diferențialul cu roți conice în transmisia automobilului a fost Peugeot (1890).

Un factor deosebit de important pentru valorificarea pe scară largă a angrenajelor a fost elaborarea geometriei angrenajelor, bazate pe utilizarea diferitor curbe la descrierea profilului dinților. Un rol hotărâtor în geometria angrenajelor l-a avut cicloida, utilizată pentru prima dată de Galileo Galilei. Fizicianul olandez Chr. Huygens a formulat procedeul de generare a cicloidei și a introdus noțiunile de evolută (1665) și evolventă (1673). Fondatorii geometriei moderne a danturii angrenajelor au fost Phillipe de la Hire (1640 –

1768), Camus (1690 – 1768) și Leonhard Euler (1707 – 1783). Actualmente s-a înregistrat un progres esențial în domeniul optimizării profilului dinților și tehnologiilor de fabricare a roților dințate din angrenajele ordinare: cilindrice, conice și melcate. Însă, în multe cazuri aceste transmisii nu mai satisfac cerințele înaintate pe piață în special, legat de rapoarte de transmitere mai mari condiționate de utilizarea motoarelor electrice cu turații mari, care sunt mai performante. Paralel cu îmbunătățirea performanțelor transmisiilor ordinare, care au domeniile lor distincte, în care sunt competitibile, gândirea inginerescă s-a orientat spre elaborarea unor noi tipuri de transmisii mecanice, care să satisfacă plener cerințele consumatorului.

3.2.5. Transmisii moderne cu angrenare

Dezvoltarea rapidă în sec. XX a mijloacelor de circulație terestre (automobile, trenuri), maritime (vapoare), aeriene (avioane, aparate cosmice de zbor), a mijloacelor de producție (mașini – unelte, roboți industriali), a mijloacelor de control a calității prelucrării elementelor produselor a necesitat modernizarea angrenajelor.

Diversitatea cerințelor înaintate de beneficiari transmisiilor mecanice constă, în special, în sporirea fiabilității, randamentului și a capacității portante, în reducerea masei și a gabaritelor. Perfecționarea angrenajelor este una din soluțiile problemei. Angrenajele *Novikov-Wildhaber*, *Symarc* ș. a. au ridicat simțitor capacitatea portantă a transmisiilor. Satisfacerea cerințelor indicate prin modernizarea parțială a transmisiilor tradiționale devine tot mai dificilă. Problema vizată poate fi soluționată cu un efect deosebit prin elaborarea unor noi tipuri de transmisii mecanice.

În marea diversitate a transmisiilor mecanice, actualmente transmisiile planetare ocupă un loc deosebit, posedând o serie de avantaje cum ar fi: coaxialitate, compacitate, masă redusă, precizie cinematică ridicată, posibilitatea obținerii unor rapoarte de transmitere mari, funcționare silențioasă etc. [21]. Transmisiile planetare în ultimele decenii sunt răspândite pe larg în diferite domenii ale construcției de mașini și cunosc o modernizare în creștere. Prima transmisie planetară a fost propusă de călugărul David și a fost utilizată de J. Watt în construcția motorului cu aburi (fig. 3.22, a). Ulterior au fost elaborate o gamă largă de transmisii planetare cu diverse structuri cinematice, care au fost clasificate [21] în transmisii planetare: într-o treaptă (2K-H) și în mai multe trepte; cu 2 (2K-H) și 3 (3K) roți centrale cu angrenare interioară și exterioară; cu mecanism de legătură W (K-H-V). Ulterior în baza din transmisiilor planetare au apărut noi tipuri de transmisii performante.

Reductoarele planetare cu bolțuri (inventate de L. Braren) (fig. 3.23) [22] sunt studiate intens și capătă o răspândire tot mai largă, posedând calități

incontestabile: capacitate portantă ridicată datorită participării simultane în angrenaj a unui număr mare de dinți; gabarite mici; randament ridicat datorită angrenajului dinte – rolă; rapoarte de transmitere mari (până la 119 într-o treaptă, 7569 în două trepte). Angrenajul cu bolțuri este un caz pozitiv particular al angrenajului cicloidal (dinții sunt descriși de curbe cicloidale – epicloidale, hipocicloidale, epihipocicloidale). Elementele de bază ale transmisiei sunt (fig. 3.23): roata imobilă cu rolele 1 instalate pe axele 2; mecanismul 3 de transmitere a mișcării de rotație reduse; arborele excentric 4; roțile satelit 5 și 6 cu profil cicloidal al dinților. Numărul de dinți al roților 5 și 6 este același și este cu 1 dinte mai mic decât cel al rotelor 1. O gamă largă de reductoare cicloidale sunt produse de firma japoneză „Sumitomo Drive Technologies”. În domeniul transmisiilor planetare cicloidale au fost susținute zeci de teze de doctor și doctor habilitat în tehnică, elaborate manuale și lucrări științifice [23].

Căutările creative ale inventatorilor au fost încununate de elaborarea unui nou tip de transmisie – **transmisia armonică**. Pentru prima dată, principiul de funcționare a transmisiei armonice a fost brevetat în a. 1959 de către inginerul american *W. Musser* (fig. 3.24) [24]. Începând cu acest an, *W. Musser* a brevetat un număr mare de scheme constructive diverse pentru transmisiile armonice (dîntate, cu fricțiune, cu filet) și cuplaje, și a demonstrat posibilitățile

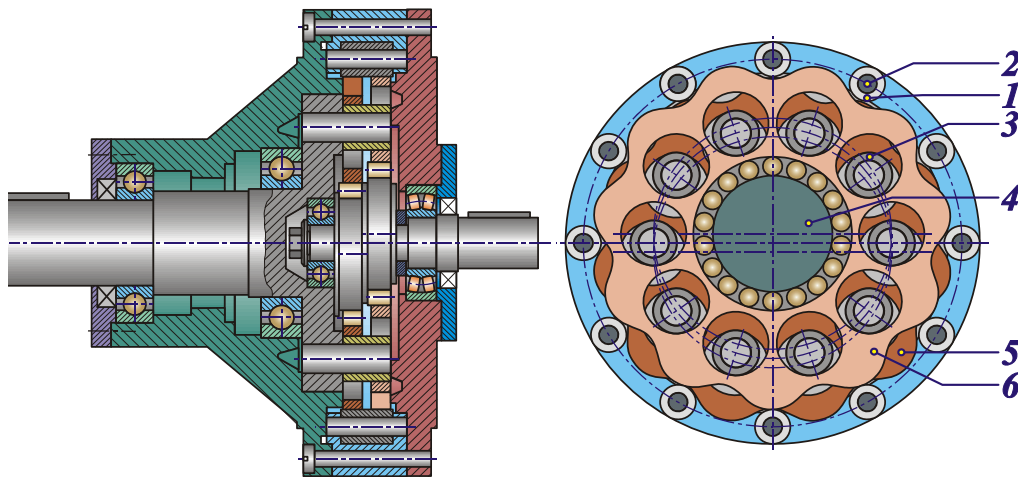


Fig. 3.23. Transmisie planetară cu bolțuri.

principiului nou de construire a transmisiei armonice. Astfel, în a. 1961, firma americană *United Shoe Machinery Corp.* a produs, pentru prima dată pe scară industrială, transmisia armonică. Ulterior transmisia armonică a fost intens cercetată în întreaga lume. Doar în fosta URSS au fost susținute peste 400 de teze de doctor și doctor habilitat în tehnică. De asemenea, a fost inclus un

compartiment separat în programele de studiu în învățământul tehnic superior la disciplina „Bazele Proiectării Mașinilor”, în acest scop fiind elaborate o serie de manuale [25].

Transmisia armonică include doar 3 componente de bază într-o treaptă: o roată rigidă, ai cărei dinți angrenează cu dinții unei roți flexibile (fig. 3.24, a,b), deformată

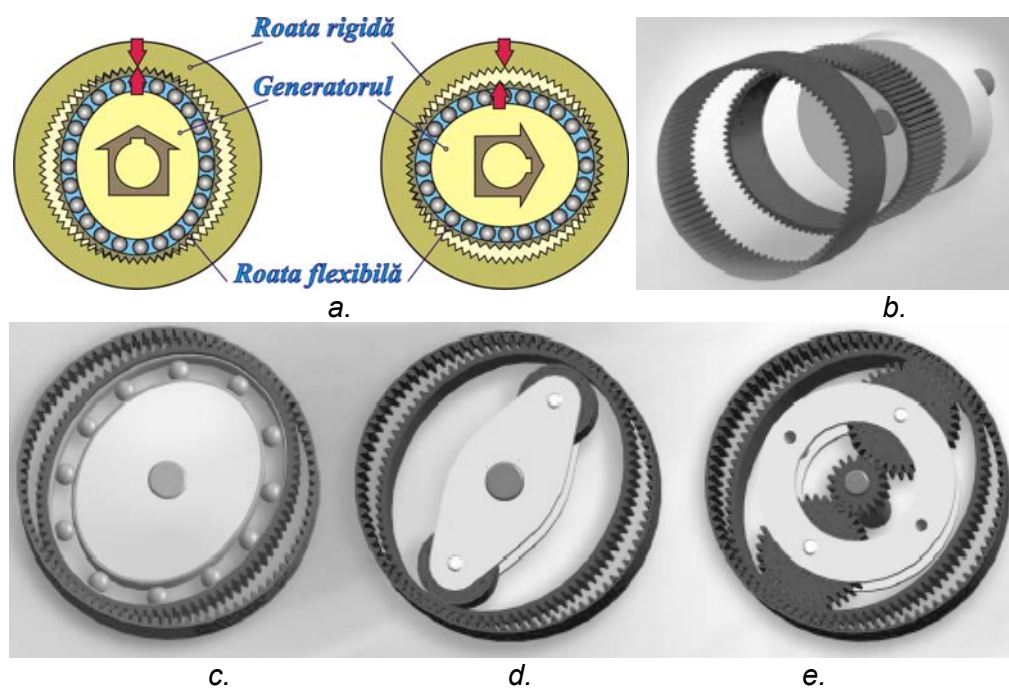


Fig. 3.24. Transmisie planetară armonică.

de un generator de unde (fig. 3.24,c,d,e). Datorită cinematicii speciale, interacțiunea dintre ele asigură un raport de transmitere considerabil: 50 – 350 (într-o singură treaptă) și până la 100000 (în două trepte). Funcție de construcția generatorului de unde se disting trei tipuri de bază: generator – camă (fig. 3.24, c); generator cu 2, 3 și, mai rar, 4 role de deformare (fig. 3.24, d); deformator cu role de deformare executate în formă de sateliți ai transmisiei planetare amplasate în interiorul roții flexibile (fig. 3.24, e).

Transmisiiile armonice sunt compacte, au capacitate portantă ridicată, asigură precizie cinematică înaltă și posibilitatea transmiterii mișcării în medii etanșate – unul din avantajele de bază ale transmisiiilor armonice. Drept dezavantaje pot fi menționate: fiabilitatea redusă a elementului flexibil, capacitatea redusă de funcționare la viteze mari, unele dificultăți tehnologice.

La sfârșitul anilor 70 prof. universitar Ion Bostan a elaborat un tip principal nou de transmisii - *transmisiiile planetare precesionale cu angrenaj*

multiplu (TPP) [26]. Primul brevet de invenție a fost obținute în a. 1983 [27]. Pe parcursul a peste 35 de ani au fost efectuate ample cercetări științifice, care au cuprins spectrul de probleme de la idee până la implementare: teoria fundamentală a angrenajului precesional - metode de calcul ingineresc - tehnologii de fabricare Know-How – aplicații, fiind protejate cu peste 180 de brevete de invenție [17, 28-30]. Au fost elaborate o gamă largă de diverse structuri cinematice de transmisii planetare precesionale K-H-V (fig.3.25,a,b,c), 2K-H (fig.3.25,e), 2K-H în două trepte (fig.3.25, g), transmisii planetare precesionale de transmitere a mișcării de rotații în spații etanșe (fig.3.25, c).

Multiplicitatea absolută a angrenajului precesional (până la 100% perechi de dinți aflate simultan în angrenare comparativ cu 5-7% în angrenajele clasice) asigură capacitate portantă și precizie cinematică sporite, gabarite și masă reduse. Adăugând la cele menționate mai sus posibilitățile cinematice largi ($\pm 8 \div 3600$ pentru transmisia 2K-H (fig.3.25, e,f,i,j,m), comparativ cu $79 \div 300$ în transmisiile armonice și până la 12 000 000 pentru transmisia 2K-H în două trepte (fig.3.25, g)), emisia acustică redusă, de asemenea, soluționarea tuturor problemelor tehnologice, aceste avantaje deschid perspective largi de utilizare a transmisiilor planetare precesionale în diverse domenii ale construcției de mașini.

Dezvoltarea transmisiilor planetare precesionale a cuprins două direcții distincte – transmisii de putere și transmisii cinematice. Transmisia planetară precesională de putere (fig.3.25, f) include următoarele elemente de bază: arborele înclinat 1, pe care este amplasat blocul satelit 2, coroanele danturate ale căruia angrenează cu dinții roților centrale fixă 3 și mobilă 4. Ultima este legată cu arborele condus 5. În scopul ameliorării randamentului și soluționării unor probleme tehnologice dinții coroanelor danturate ale blocului satelit sunt executați în formă de role conice 6 și, respectiv, 7 instalate pe osii. În fig. 3.25, i) sunt prezentate elementele de bază ale unei transmisii planetare precesionale de putere. Pentru asigurarea multiplicității înalte a angrenajului și a altor parametri funcționali profilul dinților este format de o curbă descrisă de punctele periferice ale rolei 1 (fig. 3.25, k) în perioada unui ciclu de mișcare de precesie. Curba 2 este echidistantă traiectoriei 3 descrise de centrul rolei. Profilul dinților este variabil și depinde de parametrii concreți ai transmisiei (fig.3.25, k, n). De menționat faptul că prelucrarea dinților cu profil nestandard convex-concav se efectuează cu ajutorul unui dispozitiv care posedă simplitate constructivă și cinematică.

Transmisiile planetare precesionale cinematice se deosebesc de cele de putere prin elementele constituante ale angrenajului. În transmisia planetară precesională cinematică utilizarea angrenajului „dinte-rolă” este practic imposibilă din cauza dimensiunilor mici ale dinților. În acest caz se propune de

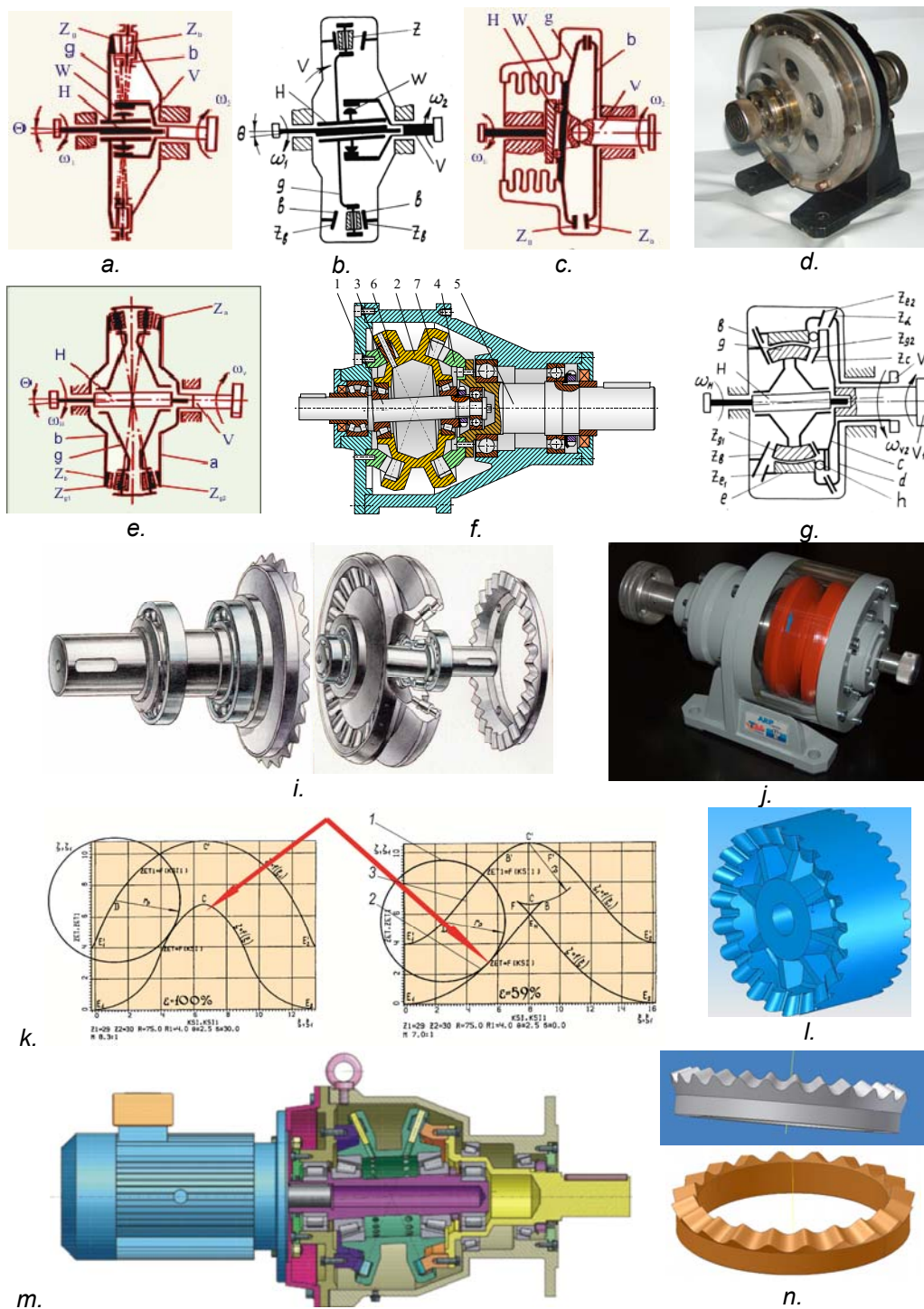


Fig. 3.25. Transmisie planetară precesională.

a utiliza angrenajul continuu „*dinte-dinte*”. Roata centrală are dinți cu profil convex-concav nestandard (fig. 3.25, *k,n*), descris de ecuații parametrice conform teoriei fundamentale a angrenajului precesional elaborată de academicianul Ion Bostan [30]. Dinții roții satelit sunt executați cu profil în arc de cerc (fig. 3.25, *l*). Este evident că angrenajul ales posedă randament relativ redus din cauza specificului mișcării sfero-spațiale, care face imposibilă excluderea frecării de alunecare din angrenaj.

Pentru eliminarea căldurii din zona de angrenare și mărirea rigidității blocul satelit este înzestrat din ambele părți cu nervuri, numărul și dimensiunile cărora depind de: tipul materialului din care este executat blocul satelit; de proprietățile de termoconductibilitate ale materialului; de modul de ungere a elementelor angrenajului; de numărul de dinți. Pentru fabricarea roților dințate componente ale reductorului planetar precesional cinematic sunt utilizate tehnologii moderne: prin turnare din mase plastice (fig. 3.25, *l*) și prin sinterizare din pulberi metalici.

Dimensiunile de gabarit mici, în special, la rapoarte de transmitere mari, simplitatea constructivă și tehnologică asigură transmisiilor planetare precesionale cinematice posibilități de implementare largi în diverse domenii: mecanica fină; automobile; avionică; aparate cosmice de zbor; robotică; echipamente medicale etc.

În final pot fi menționate unele din problemele principale de viitor în domeniul angrenajelor:

- *reducerea la minim a pierderilor în angrenaj;*
- *miniaturizarea transmisiilor mecanice cu angrenare;*
- *îmbunătățirea în continuare a performanțelor transmisiilor mecanice;*
- *realizarea unor noi tipuri performante de transmisii, inclusiv ,a variatoarelor cu angrenare.*

3.3. Evoluția mijloacelor terestre de transport

3.3.1. Evoluția bicicletei



O **bicicletă** poate fi definită în general ca fiind un vehicul rutier cu două roți așezate în linie una în spatele celeilalte, pus în mișcare prin intermediul a două pedale acționate cu picioarele. Se estimează că mersul pe bicicletă este de trei ori mai eficient din punct de vedere energetic decât mersul pe jos, iar viteza este de trei - patru ori mai mare. Actualmente bicicleta este foarte răspândită în lume, atingând un număr de peste un miliard. În multe regiuni (în special în cele sărace) este mijlocul principal de transport. Dar și în țările bogate precum Germania, Marea Britanie, Franța, sunt foarte populare ca mod de recreație. Ele au fost adaptate, de asemenea, pentru folosință în multe alte domenii ale activității umane cum ar fi cel al jucăriilor, fitness, aplicații militare, servicii de curierat și sportul numit ciclism.

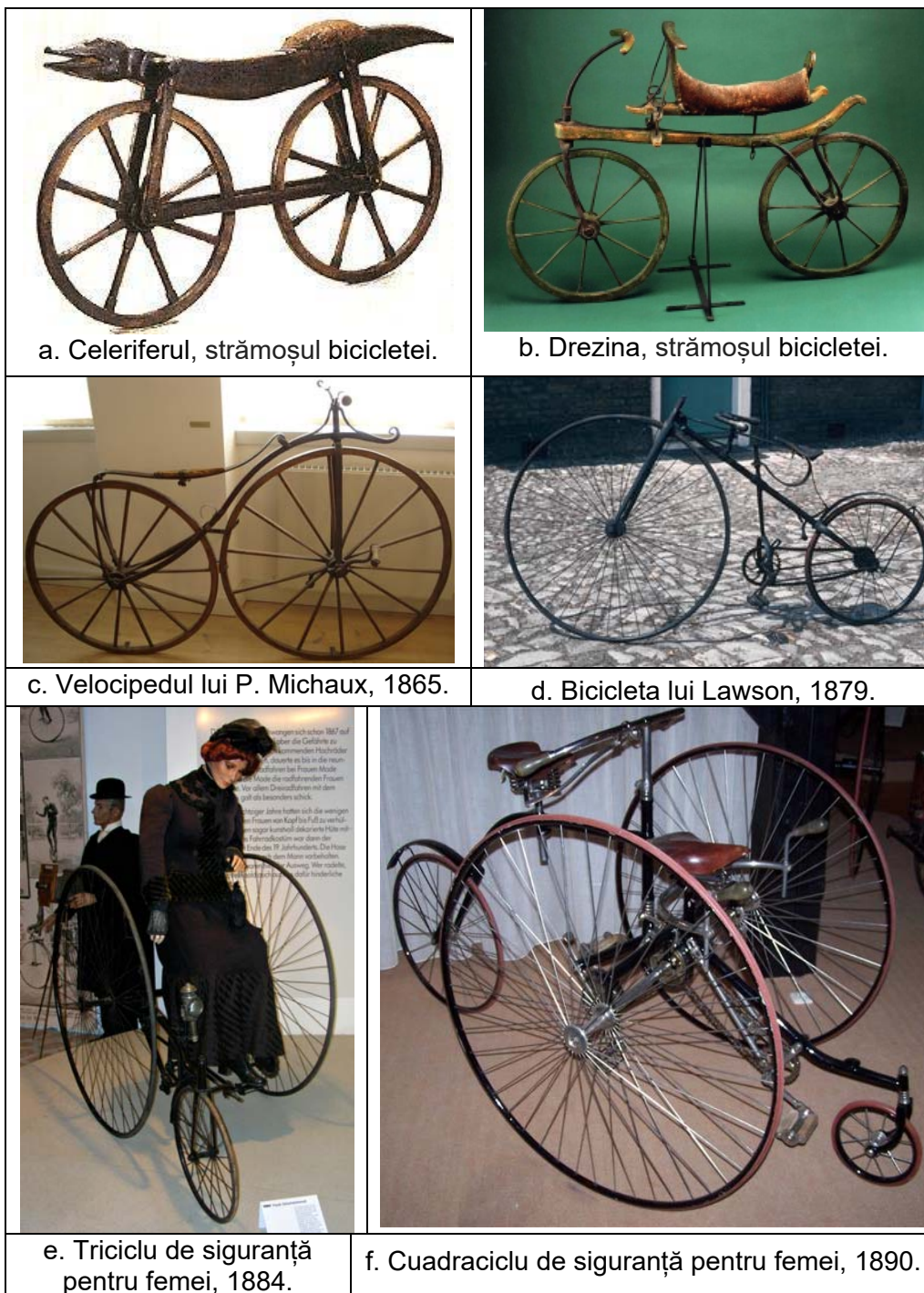
Bicicleta are o istorie de peste 200 de ani. Sfârșitul secolului al XVIII-lea marchează apariția unui vehicul destinat transportului individual. În a. 1790 contele Mede de Sivrac a inventat celeriferul (fig. 3.26, a). Era destul de greoi în folosire, nu avea un sistem de direcție și frânare, iar propulsia era asigurată de picioarele celui care se urcase pe acesta fără a folosi pedalele. Totuși, ca o invenție pionier, celeriferul a marcat începutul micșorării distanțelor folosind forța proprie, fiind mai rapid ca mersul pe jos.

27 de ani mai târziu, la 12 iunie 1817 în Mannheim, Germania, baronul Karl von Drais (1785-1851) își demonstrează invenția: drezina, un vehicul fără cai, acționat de călător, cu un sistem de direcție (fig. 3.26, b). Așadar, în acel an a avut loc prima plimbare cu bicicleta din orașul său natal, Mannheim, până în suburbia Rheinau.

În anul 1865 francezul Pierre Michaux (1813-1883), un fierar parizian, a regândit proiectul drezinei, adăugându-i o roată de față mai mare ca cea de spate, dotată cu pedale atașate direct de axul ei (fig. 3.26, c). De fapt, el a fost primul producător la scară largă a acestui vehicul, denumit de unii velociped sau Michauline. Ulterior au apărut variantele monocicletei (fig. 3.26, g), tricicletei (1884) (fig. 3.26, e) și cvadricicletei (1890) (fig. 3.26, f) dotate cu sistem de direcție și frână, și destinate, în special, femeilor.

Cu ocazia împlinirii a 200 de ani de la inventarea drezinei de către K. von Drais în Germania a fost scoasă o monedă comemorativă de argint (fig. 3.27), iar Franța a emis un timbru poștal comemorativ dedicat lui P. Michaux și velocipedului (fig. 3.28) [31].

Următorul salt în materie de tehnologie a venit din partea lui H. J. Lawson (1852-1925), un englez din Brighton, care inventează și brevetează



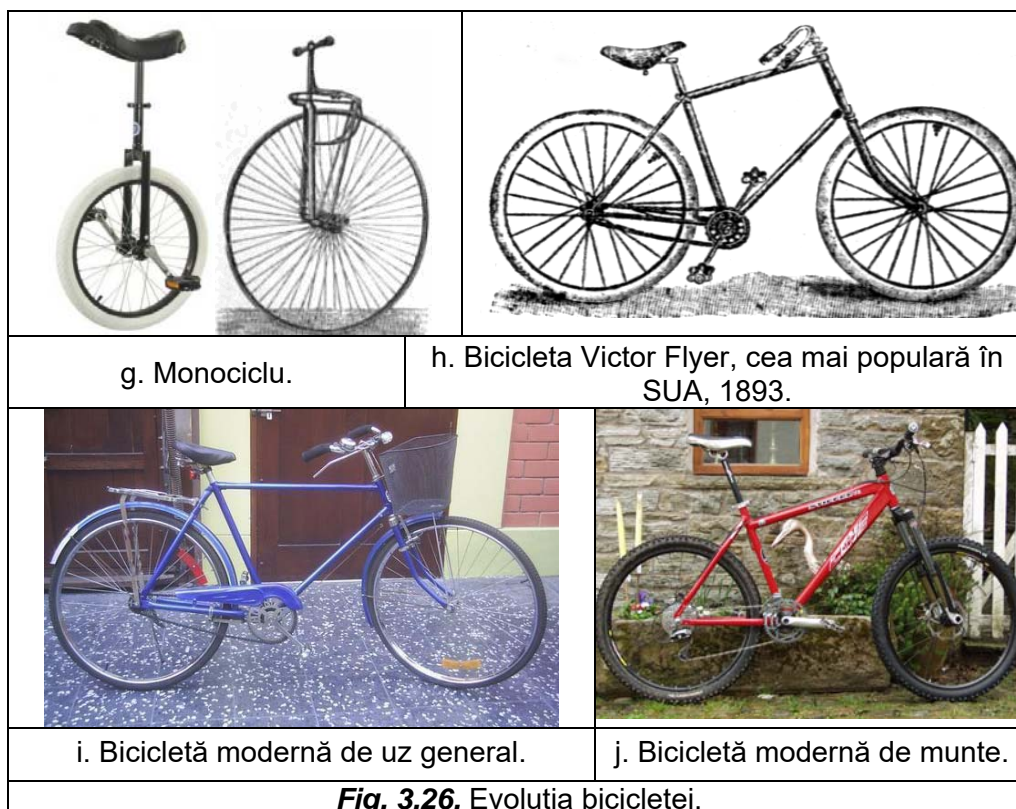


Fig. 3.27. Monedă comemorativă dedicată drezinei.



Fig. 3.28. Timbru francez dedicat creatorului velosipedului P. Michaux și fiului său.

primul sistem de transmisie prin lanț (fig. 3.26, d). Acest lucru se întâmpla în 1873, după mai multe încercări eșuate ale inventatorului.

Bicicleta lui Lawson, poreclită Sussex Dwarf, era revoluționară prin faptul că avea

roțile mult mai mici decât ale velocipedelor, 23 de țoli în comparație cu 81 și era mult mai ușor de acționat mulțumită lanțului care creștea eficiența transmisiei cu 100% față de pedalele atașate direct de roată [32]. Astfel, s-a obținut un câștig în materie de viteză care putea fi generată și de simplitate în

utilizare. Peste ocean, în SUA, cea mai populară era bicicleta „Victor Flyer”, modelul 1893, produsă de firma Overman (1890-1900) [33].

Ultimul deceniu al secolului al 19-lea a marcat apariția bicicletei moderne, cu cadru în formă de romb (fig. 3.26, *i*). Pe rând, au fost introduse anvelopele de cauciuc umflate cu aer, dezvoltate de John Dunlop (1840-1921), frânele (fig. 3.29) și pinionul liber (freewheel). Bicicleta a fost perfecționată continuu în mai multe state, aspectul de astăzi fiindu-i dat în 1845 de un alt inventator german, Milius, iar denumirea de francezi -velociped (din latină: *veiox*, rapid și *pex*, picior). Primele biciclete erau din lemn. Din a doua jumătate a secolului al XIX-lea, ele se vor produce din fier și cu roți de cauciuc.



Fig. 3.29. Frânarea direct pe anvelopă.

Forma și configurația de bază a cadrului, roților, pedalelor, șezutului și a ghidonului au suferit doar mici schimbări din 1885, când a fost construit primul model cu lanț, cu toate că multe detalii importante au fost îmbunătățite, în special odată cu apariția materialelor moderne de fabricație și a proiectării asistate de calculator. Acestea au permis răspândirea modelelor speciale pentru cei ce practică un anumit tip de ciclism.

Bicicleta a influențat istoria în mod considerabil, atât în domeniul cultural, cât și în cel industrial. Spre exemplu, fabricanții de automobile Rover, Skoda și Ford și-au început afacerile ca și producători de biciclete, la fel ca și Frații Wright. În anii de început, construcția bicicletelor s-a inspirat din tehnologiile deja existente, dar în ultima vreme bicicleta a contribuit la rândul ei la dezvoltarea tehnologiilor, atât în vechile domenii, cât și în altele noi.

Germania face un pas important în dezvoltarea transportului verde, intenționând să construiască prima autostradă pentru biciclete de pe teritoriul său cu lungimea de 100 de kilometri [34].

În România, bicicletele au devenit „o modă” abia în ultimii ani, vânzările ajungând anual la 380000 de bucăți la o populație de 19,5 milioane de locuitori [35]. Producția anuală de biciclete se ridică la 450000 de biciclete, respectiv 4% din totalul producției Uniunii Europene, pe o piață dominată clar de economiile dezvoltate din Vest, Germania și Italia care au împreună o cotă de piață de aproape 40% [35]. În anul 2013, România ocupa locul trei în Uniunea Europeană la producția de componente și accesorii pentru biciclete, cu livrări în valoare de 200 milioane euro în 2011, reprezentând 15% din total, cu puțin sub rezultatul Germaniei, într-un top dominat de Italia.

3.3.2. Automobile: trecut, prezent, viitor



„Persoanele care sunt înclinate să decoreze dezvoltarea căruței fără cai vor fi nevoite să o recunoască ca o realizare mecanică admisă, foarte adaptată la unele dintre cele mai urgente nevoi ale civilizației noastre”.

(Ziarul „Chicago Times-Herald”, 1895).

3.3.2.1. Scurt istoric

Încă din cele mai vechi timpuri omul a gândit metode și mijloace de a transporta diferite materiale sau hrană la distanțe mari. Astfel, el a construit, folosindu-și inteligența cu care era înzestrat, diferite mijloace de transport, de la cele mai rudimentare, atingând apogeul în sec. al XIX-lea, odată cu invenția automobilului. Prima construcție considerată vehicul, în sensul de construcție destinată transportului, a fost targa purtată de oameni. Și astăzi este utilizată în gospodărie, la construcții, la transportarea pacienților până la automobilele de urgență (în spitale tărgile sunt echipate cu rotile). Apoi, inventând roata și domesticind calul și boul, a ajuns la carul cu tracțiune animală. Odată cu domnia lui Ludovic XVI, au apărut caleștile, berlinele, cabrioletele, etc., ce reprezentau rangul și puterea economică a nobililor care le posedau.

Primul automobil propriu zis a apărut doar la sfârșitul sec. al XVII-lea și pe parcursul a peste 300 de ani s-a dezvoltat pe trei direcții de bază funcție de tipul energiei utilizate:

- Automobilul cu abur;
- Automobilul cu ardere internă cu consum de hidrocarburi (benzină, motorină, gaz natural);
- Automobilul cu acționare electrică;
- Automobilul cu pile de combustie (alimentat cu hidrogen);
- Automobile cu motoare reactive.

3.3.2.2. Automobilul cu motor cu abur

Ideea de motor cu aburi este surprinzător de veche, datând de mai bine de 2000 de ani. Inventatorul grec din Alexandria Ctesibius și-a dat seama încă din secolul al III-lea î.Hr. că jetul de abur, care iese din ciocul unui ceainic, este foarte puternic. Gândind un eolipil, un ceainic rotund, plasat pe un pivot, care putea fi programat să se rotească pe jeturi de aburi ce ieșeau din duze, pe fiecare parte, dar nu l-a executat. După circa 350 de ani, Heron din Alexandria a creat un proiect practic de eolipil, iar o reconstrucție recentă a acestuia a dovedit că funcționa perfect. Cu toate acestea, dispozitivul lui Heron era o

simplă jucărie și, peste vreo 1600 de ani a fost proiectat primul motor cu aburi funcțional.

Momentul fundamental a fost descoperirea vidului și a puterii presiunii aerului, la jumătatea secolului al XVII-lea. Într-o demonstrație faimoasă din 1663, Otto von Guericke (1602-1686) a arătat că presiunea atmosferică a fost suficient de mare încât să facă ca două jumătăți ale unei sfere golite de aer să

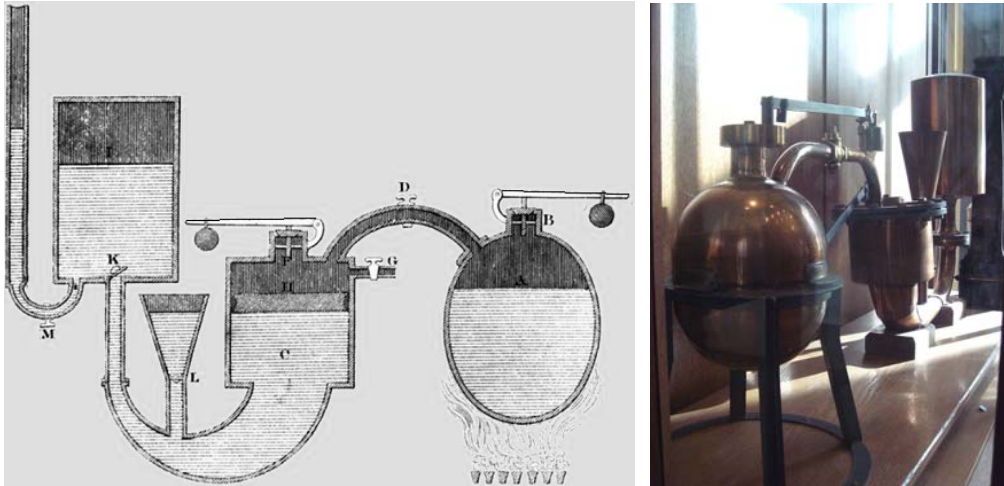


Fig. 3.30. Motorul cu abur al lui Papin (1707).

reziste forței de tracțiune a opt cai puternici [36].

Această descoperire a făcut posibilă o modalitate complet diferită de a utiliza aburul în jeturile lui Heron. În loc să se folosească puterea reactivă a aburului, se putea utiliza contractia puternică atunci când se răcește și se condensează. În anii 1670, inventatorul francez Denis Papin (1647-1713) și-a dat seama că, dacă aburul este prins într-un cilindru, acesta se contractă în mod spectaculos și creează o aspirație puternică pe măsură ce se condensează (fig. 3.30) [37].

Totuși primul automobil cu motor cu abur a fost elaborat aproximativ în a. 1672 de către călugărul iezuit flamand Fr. Ferdinand Verbiest (1623–1688), misionar creștin trimis în China într-o misiune evanghelică ca o jucărie pentru împăratul chinez. Probabil a fost primul vehicul acționat cu abur (auto-mobil). Modelul avea doar 65 cm în lungime și nu era destinat pentru transportarea pasagerilor (fig. 3.31) [38]. Aburul era

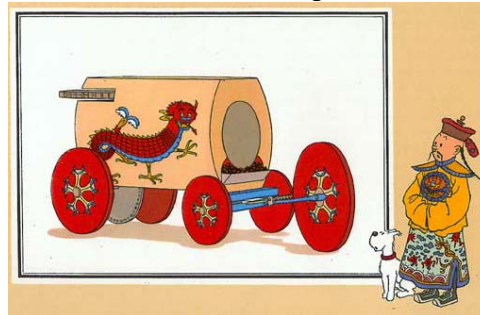


Fig. 3.31. Automobilul jucărie pentru împăratul chinez.

generat într-un cazan de formă sferică, care ieșea printr-o conductă din partea de sus, de unde era îndreptat spre o „turbină cu abur” simplă, deschisă (mai degrabă ca o roată de apă), care acționa roțile din spate (fig. 3.32,a). În a. 2002 firma italiană Brumm a executat modelul în scara de 1:43. Conform calculelor automobilul în scară 1:1 al inventatorului ar fi trebuit să aibă lungimea de 4 m (fig. 3.32.b).

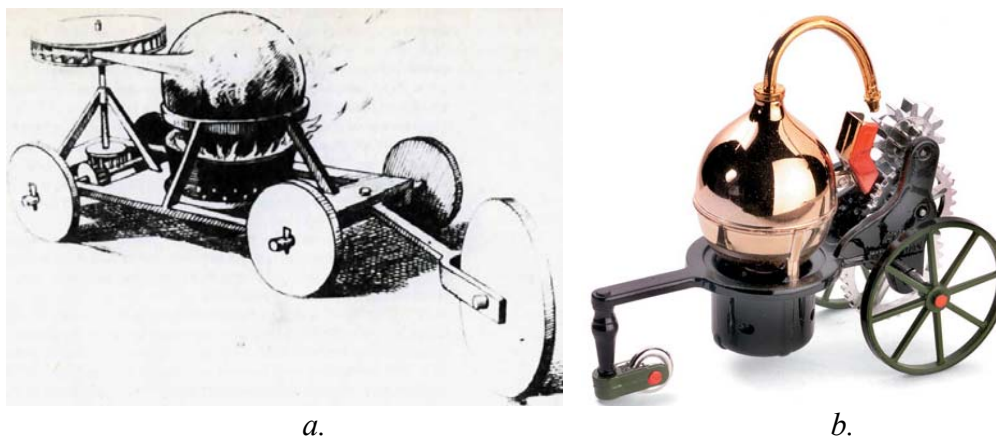


Fig. 3.32. Automobilul cu motor cu abur proiectat de Fr. Ferdinand Verbiest (1672) (a) și modelul executat de compania italiană Brumm în scara de 1:43.

Adevăratele vehicule cu acționare prin forța aburului au apărut în Europa din perioada revoluției industriale, când mașinile încep să joace un rol tot mai important. De fapt istoria automobilului începe în 1769, odată cu crearea automobilului cu motor cu abur și care putea transporta persoane la bord [39]. Trăsurile cu aburi au avut un impact deosebit de important în istoria automobilului, implicit a omenirii. Aceste vehicule au fost bine primite de oamenii vremii, fapt ce a contribuit mult la dezvoltarea lor. Francezul Nicolas-Joseph Cugnot (1725-1804) realizează în 1769 un fel de cărucior propulsat prin forța aburului și destinat să transporte greutăți (fig. 3.33 și 3.34,a), invenție care totuși s-a dovedit ineficientă. Ulterior, acest dispozitiv a fost preluat și dezvoltat de forțele armate pentru deplasarea tunurilor. Nici aici nu a avut prea mare succes, pentru că avea o viteză prea mică (maxim 4 km/h) și nu avea prea mare autonomie de deplasare



Fig. 3.33. Vehiculul construit de Nicolas-Joseph Cugnot în 1769.

(circa 15 minute) [40].

În a. 1784, scoțianul William Murdoch (1754-1839), angajat la firma „Boulton & Watt”, Cornwall, timp de zece ani, realizează un vehicul bazat pe același principiu (fig. 3.34, b) [41].

Inventatorul rus Ivan Kulibin (1735-1818) a demonstrat în a. 1791 invenția sa – automobilul cu trei roți, care a trecut de câteva ori pe străzile Petersburgului (fig. 3.34, c) [42]. A început construcția în a. 1784, lucrând asupra automobilului timp de șapte ani. Din nefericire, interesele guvernului țarist nu au stimulat dezvoltarea acestui vehicul.

Americanul Oliver Evans (1755-1819) construiește, independent de R. Trevithick, în a. 1801 primul în SUA motor cu abur de presiune înaltă. Primul brevet american în domeniul autovehiculelor a fost acordat lui Oliver Evans în 1789. Evans visează să construiască un automobil acționat de abur. În a. 1805 construiește primul automobil în SUA și primul în lume automobil anfibie „Oruktor Amphibolos” (fig. 3.34, d) [43].

În a. 1801, Richard Trevithick (1771-1833), inventator britanic, realizează un fel de locomotivă, numită „The Puffing Devil” și care putea circula pe drumuri rutiere (fig. 3.34, e) [44]. Dar problemele ridicate de direcție, suspensie și starea drumurilor au făcut ca acest proiect să fie redirijat către domeniul feroviar. Totuși axat pe ideea automobilului Trevithick construiește în a. 1803 un automobil acționat de abur numit „Transportul cu abur din Londra” (fig. 3.35) [45].

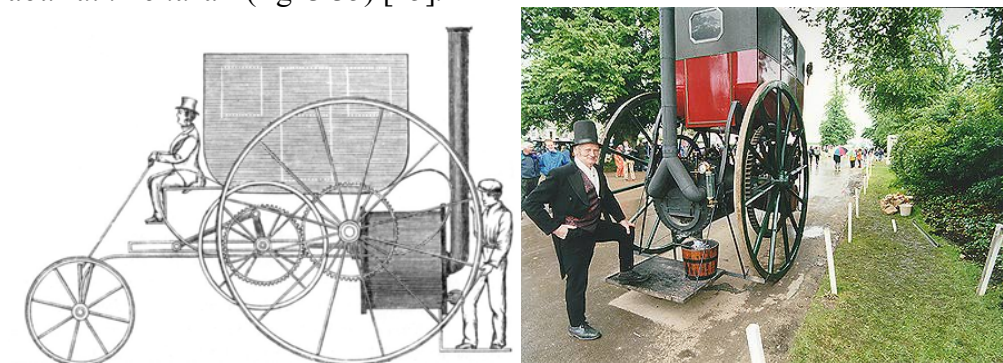


Fig. 3.35. Transportul cu abur din Londra.

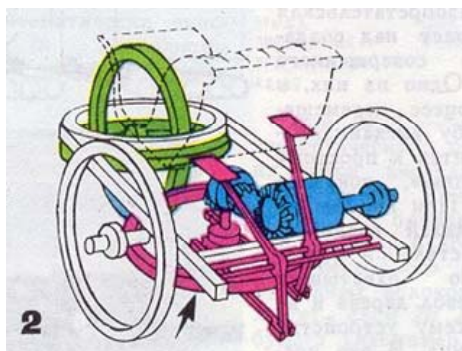
Un impact social major pentru acele timpuri au avut autovehiculele cu abur realizate de englezul Walter Hancock (1799-1852). În a. 1829 a construit un mic autobuz cu 10 locuri numit „Infant”, cu care în 1831 a început să presteze servicii regulate de transport între Stratford și Londra centrală. În a. 1832 omnibusul „Era” circula regulat pe traseul „Londra – Greenwich”. Din a. 1833 omnibusul cu abur „The enterprise” (fig. 3.34, f) a început servicii



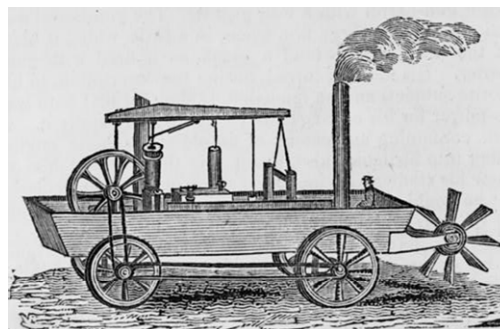
a. Vehiculul lui Nicolas-Joseph Cugnot, 1769.



b. Vehiculul lui William Murdoch 1784.



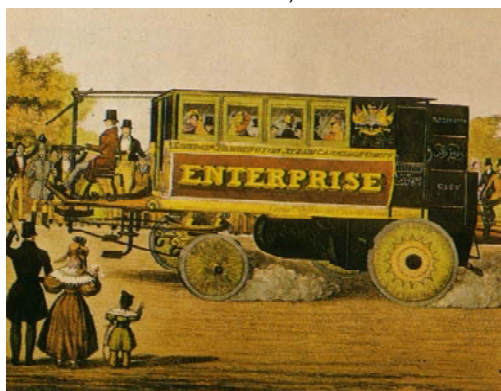
c. Vehiculul lui Ivan Kulibin, 1791.



d. Vehiculul amfibie al lui Oliver Evans, 1789.



e. Vehiculul Puffing Devil al lui Trevithick, 1801.



f. Omnibusul cu abur „The enterprise”, ruta Londra - Paddington, 1833.

Fig. 3.34. Evoluția automobilului cu motor cu abur.

regulate între Londra și Paddington. În a. 1836 omnibusul „Automaton” circula regulat pe traseul Stratford-Islington-Paddington. Erau primele mijloace de

transport cu abur publice (fig. 3.36) [46]. Francezul Amédée Bollée (1844-1917) a brevetat și realizat câteva automobile. În a. 1873 construiește primul său automobil cu 12 locuri (*L'Obéissante*) pus pe ruta *Le Mans – Paris* în a. 1875. Putea atinge viteza de până la 40 km/h. În a. 1878 construiește automobilul „*La Mancelle*”, care a fost primul automobil fabricat în serie, fiind produse 50 de automobile (fig. 3.37). De asemenea, au fost aduse o serie de îmbunătățiri și inovații, cum ar fi: sistemul de frânare, de ghidare a direcției,



a. Omnibusul „*Era*” pe traseul Londra - Greenwich, 1832.



b. Omnibus „*Automaton*” pe traseul Stratford-Islington-Paddington, 1836.

Fig. 3.36. Omnibuse de rută, Hamcock, 1832-1836.

reglarea vitezei etc. În perioada ce a urmat, printre alte realizări similare pot fi menționate și alte vehicule. Vehiculul construit de cehul Josef Božek (1782-1835) în a. 1815. Vehiculul construit de românul Dumitru Văsescu (1863-1909) în a. 1880 (fig. 3.38). Automobilul cu abur construit de Charles Deitz care a făcut transportul de pasageri între Paris și Bordeaux până în a. 50. În SUA au fost construite diverse automobile cu abur în perioada 1860-1880 de inventatorii. Harrison Dyer, Joseph Dixon, Rufus Porter și William T. James, Dr. J. W. Carhart ș.a. Totuși automobilul cu abur nu a cunoscut o răspândire largă, nu a devenit o mașină populară din cauza mai multor neajunsuri, care însă au fost eliminate în automobilele cu motor cu ardere internă.



Fig. 3.37. Automobilul cu abur „*La Mancelle*”, Franța, 1878.



Fig. 3.38. Automobilul cu aburi al lui Dumitru Văsescu, 1880.

3.3.2.3. Automobilul cu motor cu ardere internă

„Unde sunt caii?”, se întrebau oamenii la 1900...

Pentru înțelege mai bine evoluția automobilului cu motor cu ardere internă să urmărim la început evoluția motorului cu ardere internă, partea principală a oricărui automobil bazat pe acest tip de acționare.

În a. 1680 fizicianul danez Christian Huygens (1629-1695) a proiectat (fără însă al construi) un motor cu ardere internă care trebuia să fie acționat cu praf de pușcă. În a. 1807 elvețianul Francois Isaac de Rivaz (1752-1828) a inventat motorul cu ardere internă care folosea un amestec de hidrogen și oxigen. El a proiectat un automobil pentru motorul său – primul automobil acționat de combustie internă. Însă proiectul său a fost fără succes. În a. 1824 inginerul englez, Samuel Brown a adaptat un vechi motor cu aburi Newcomen pentru arderea gazului și l-a folosit pentru a propulsa un vehicul pe Shooter's Hill din Londra. În a. 1858 inginerul belgian, Jean Joseph Étienne Lenoir a inventat și brevetat (1860) un motor cu ardere internă cu aprindere prin scânteie, cu acțiune dublă, alimentat cu gaz de cărbune. În 1863, Lenoir a atașat un motor îmbunătățit (folosind petrol și un carburant primitiv) unui vagon cu trei roți care a reușit să finalizeze o călătorie istorică de cincizeci de kilometri. În a. 1862 inginerul francez Alphonse Beau de Rochas a brevetat (dar nu l-a construit) un motor în patru timpi. În a. 1864 inginerul austriac Siegfried Marcus a construit un motor cu un singur cilindru cu un carburant brut și a atașat motorul la un cărucior pentru un vehicul. Câțiva ani mai târziu, Marcus a proiectat un vehicul care a dezvoltat o viteză de 10 km/h, pe care unii istorici l-au considerat precursorul automobilului modern, fiind primul vehicul pe benzină din lume. În a. 1870 inginerul german Julius Hock a construit primul motor cu ardere internă care lucra cu gazolin lichid. În a. 1873 inginerul american George Brayton a dezvoltat un motor de kerosen în doi timpi însă fără succes (a folosit doi cilindri de pompă externi). Cu toate acestea, este considerat primul motor cu motorină sigur și practic. În a. 1866 inginerii germani, Eugen Langen și Nikolaus August Otto, au îmbunătățit proiectele lui Lenoir și de Rochas și au inventat un motor cu gaz mai eficient.

În a. 1876 Nikolaus August Otto (1832-1891) a inventat și a brevetat mai târziu un motor de succes în patru timpi, cunoscut sub numele de „*ciclul Otto*”. Totuși ciclul motorului Otto a fost pentru prima dată brevetat de italienii Eugenio Barsanti și Felice Matteucci în 1854, urmat de fabricarea primului prototip în a.1860. În a. 1876 britanicul Dougald Clerk a inventat primul motor de succes în doi timpi. În a. 1883 inginerul francez, Edouard Delamare-Deboutville, a construit un motor în patru timpi cu un singur cilindru, care a funcționat pe gaz de gătit. Nu este sigur dacă a construit într-adevăr o mașină,

totuși, proiectele lui Delamare-Debouteville au fost foarte avansate pentru acel timp. În a. 1885 inginerul german Gottlieb Daimler a inventat ceea ce este adesea recunoscut ca prototip al motorului modern de gaz - cu un cilindru vertical și cu benzină injectată printr-un carburator (brevetat în a. 1887).

Strămoșul automobilului poate fi considerat autovehiculul inventat de Etienne Lenoir cu motor cu gaz brevetat în a. 1860. Totuși cel mai performant motor cu ardere internă a fost al inginerului german Nikolaus Otto. Acest motor a uimit organizatorii expoziției de la Paris din 1867. Dacă motorul lui Lenoir consuma 23 metri cubi de gaz pe CP/h, motorul lui Otto folosea numai 0,8 metri cubi de gaz, iar randamentul era de 16 %, în timp ce la primul era de 3-4 %. În a. 1877, după mai multe îmbunătățiri, Otto și-a brevetat motorul în patru timpi, cunoscut sub numele de „*Otto-Dentz*”. O alta invenție importantă este reprezentată de motorul cu autoaprindere, brevetat de Rudolf Diesel la 28 februarie 1892. Însă primele motoare moderne cu benzină cu adevărat eficace au fost realizate de Karl Benz, invenție brevetată pe 29 ianuarie 1886, pe care a utilizat-o la o mașină cu trei roți.

Adevărații pionieri în construcția automobilului sunt considerați pe bună dreptate Lenoir, Delamare - Deboutterville, Daimler, Benz și Ford. Odată cu ei apar și firmele specializate în construcția automobilului. Să urmărim evoluția conceptuală a automobilului celor doi pionieri Karl Benz și Gotlib Daimler.

Inginerul german Karl Benz (1844 – 1929) poate fi numit inventatorul automobilului în accepție modernă. Drept o înaltă apreciere a rolului lui Karl Benz în istoria automobilului vine tabloul din fig. 3.39 [47] legat de celebrarea a aniversării de 170 de ani de la nașterea inventatorului. Cea mai valoroasă invenție din domeniul automobilului, o invenție pionier, a fost celebrul Motorwagen brevetat la Oficiul German Imperial pentru Brevete de invenție de Karl Benz în 1886 (fig. 3.40, *a*) [48]. Începând din a. 2011, brevetul a fost inclus în patrimoniul UNESCO, alături de Biblia Gutenberg și de Magna Carta. La 3 iulie 1885 prima versiune a creației lui Benz ieșea la plimbare pe Ringstrasse la Mannheim. Era propulsată de un motor de combustie cu o capacitate de 954 cm³ și avea o putere de 0,75 CP. Viteza maximă a vehiculului cu 3 roți era amețitoare la acea vreme: 16 km/h. Mai târziu, o versiune revizuită, Model III, cu 2,5 cai putere, capabil să atingă 40 km/h, a pornit într-o călătorie istorică. Soția lui Karl Benz (și partenerul de business), Bertha, alături de cei doi fii ai lor, Eugen și Richard, a plecat de la Mannheim până în orașul natal al doamnei Benz, Pforzheim (fig. 3.41, *b*). „*Plec la mama!*”. Așa a început povestea automobilului. A fost cea mai lungă călătorie efectuată până în acel moment cu un mijloc de transport care nu era tras de cai. A fost primul automobil dotat cu motor cu ardere internă de concepție proprie și realizat în producție de serie în Germania (1888), a cărui licență a fost



a.

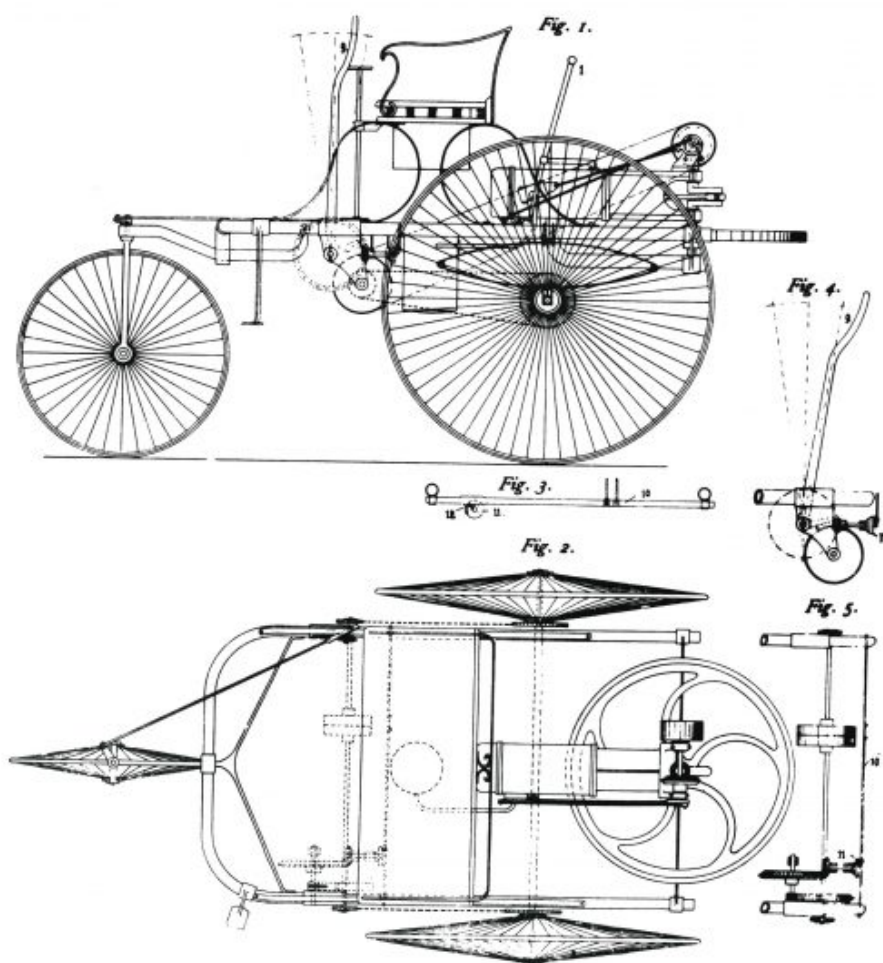


b. Medalie din argint dedicată primului automobil Benz.



c. Timbru cu automobilul Benz-Victoria (1893).

Fig. 3.39.



BENZ & CO. IN MANNHEIM.
Fahrzeug mit Gasmotorantrieb.

Fig. 3.40. Brevetul de invenție al primului în lume automobil acționat cu benzină.

a. Celebrul *Motorwagen*, Karl Benz, 1885.

b. Berta Benz, 1888.



c. Tricicleta cu motor convertită în automobil cu 4 roți, 1898.



d. Mercedes-Benz 260D, vedeta anilor 1930.



e. Modelul C 350 Plug-in Hybrid electric-termic, 2015.



f. Mercedes-Benz A Class Sedan, 2018.

g. Automobilul „*Blitzen-Benz*” de curse, 200 cp (1909). Marele premiu (1911).

h. Automobilul de curse Mercedes-Benz CLR, 1999.

Fig. 3.41. Evoluția automobilului Karl Benz.

preluată și în Franța de către Emile Roger. La Expoziția de Inginerie de la Munhen din a.1888 Karl Benz a fost apreciat cu medalia de aur pentru acest automobil. În a. 1894 baronul Theodor von Liebeg a efectuat prima călătorie de lungă distanță de 2500 km. Viteza era de apr. 20 km/h și consuma 21 litri de combustibil la 100 km și 150 litri de apă la 100 km pentru răcire. Timp de 10 ani această tricicletă cu motor trece printr-o serie întreagă de modificări și se transformă într-un veritabil automobil (fig. 3.42). În a. 1898 Benz abandonează concepția tricicletei și creează primul său automobil cu patru roți (fig. 3.41, c).

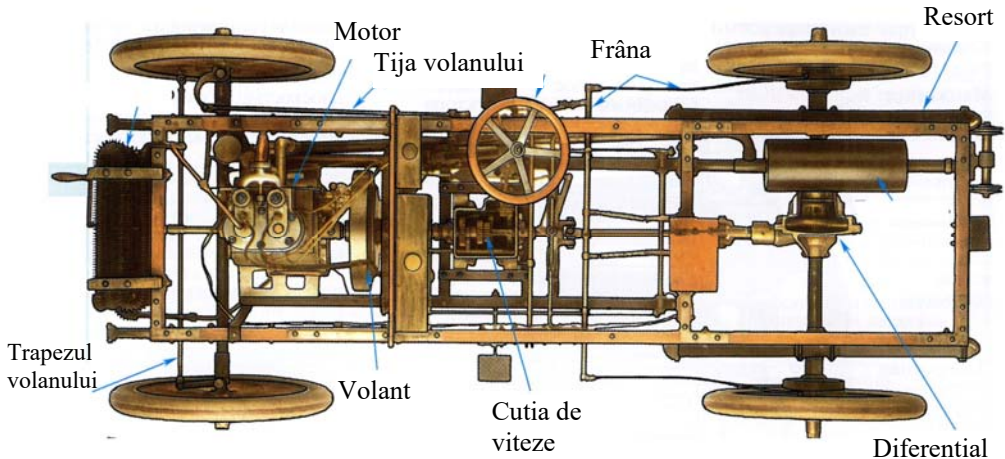


Fig. 3.42. Automobilul lui K. Benz cu patru roți.

Firma fondată Benz&Cie era cel mai mare producător de automobile în a. 1900. „Rar vreodată ca trecătorii să vadă pe străzile orașului un tablou mai uluitor” scria la 1900 un ziar munhenez. La cursa de automobile din 1909 automobilul de curse rapid „Blitzen Benz Race” a atins recordul de viteză cu 228 km/h (fig. 3.41, g). De la mașina cu trei roți a lui Benz și până acum, istoria a fost marcată de nenumărate reușite tehnice.

Deoarece în perioada de după Primul Război Mondial vremurile erau grele pentru afaceri companiile Benz&Cie și Daimler (DMG) au decis să fuzioneze pe 28 iunie 1926. Așa a luat naștere compania Mercedes-Benz AG. Cel mai reușit automobil după fuzionare a fost vedeta anilor 1930 Mercedes-Benz 260D (fig.3.41, d). După care a urmat o întreagă pleiadă de automobile, împărțite în diferite clase, inclusiv sportive. Modelul C 350 Plug-in Hybrid electric-termic (2015) care putea accelera de la 0 la 100 km/h în 4.9 secunde (fig. 3.42, e), și Mercedes-Benz A Class Sedan (2018) (fig. 3.42, f) sunt ultimele realizări în domeniu ale Companiei, care continua și astăzi să rămână lider Mondial în domeniul automobilelor.

Inginerul german Gottlieb Daimler (1834-1900) împreună cu partenerul său Wilhelm Maybach, independent de Benz, la doar o jumătate de an obțin

brevet de invenție pentru un autocar (1886) (fig. 3.43,a), primul automobil din lume cu patru roți [49]. Analizând cele două prime automobile (Benz și Daimler) se observă că inventatorii au mers pe căi conceptuale diferite. Benz a ales varianta unei triciclete pe care a fost instalat un motor de concepție proprie. Daimler a mers pe calea echipării unui faeton cu patru roți cu un motor, de asemenea, de concepție proprie (de menționat că G. Daimler a lucrat împreună cu N. Otto). Se observă că și peste 10 ani în modelul camionului DMG Lastwagen, produs în 1896, Daimler rămânea fidel concepției faetonului motorizat (fig. 3.43, b,i).

În a. 1889 Daimler inventează motorul cu doi cilindri în V în patru timpi cu supape în formă de ciupercă. De menționat că primul tanc britanic Mark I, utilizat în primul război Mondial, avea motor Daimler. În același an împreună cu Maybach construiesc primul automobil de concepție proprie (fără a adapta unul existent), care avea o transmisie în patru trepte și care a atins viteza de 17 km/h. În a. 1890 fondează compania Daimler Motoren-Gesellschaft pentru a fabrica automobilele sale. În a. 1897 construiește automobilul „Faetonul Grafton” cu puterea de 6 cp cu frână hidraulică (fig. 3.43, b), iar peste doi ani (1899) construiește automobilul Daimler cu puterea de 12 cp.

În a. 1890, omul de afaceri austriac Emil Jellinek a comandat de la Daimler o mașină cu puterea de 35 cp, căreia ia dat numele fiicei sale, Mercedes. Vehiculul a câștigat cursa, iar din acel moment, toate mașinile produse de Daimler s-au numit Mercedes. În 1894 are loc prima cursă de automobile din lume care a fost câștigată de automobilul Daimler.

Automobilul Daimler cu puterea de 22 cp, construit în a. 1909, este foarte apropiat de automobilul modern.



Fig. 3.44. Mercedes Jellinek și automobilul, care-i poartă numele (1900).

După fuzionarea companiei Daimler (DMG) cu firma Benz&Cie apare o gamă largă de automobile performante cu forme aerodinamice: automobilul de clasă inferioară Daimler (50 cp), produs în a. 1931. (fig. 3.43, f,g,h). Alături de primul automobil (1886) și primul camion (1896), printre cele mai importante inovații ale companiei se poate enumera și primul autobuz Mercedes modern de pasageri, de 35 CP, prezentat în luna februarie a anului 1900.



a. Autocarul Daimler, 1886.



b. Faetonul Grafton, Daimler, 1897.



c. Automobilul Daimler (12 cp), 1899.



d. Automobilul Daimler (22 cp), 1909.



e. Limuzina Daimler (57 cp) (1910).



f. Automobilul Daimler (50 cp) (1931).



g. Daimler Majestic Major, 1964.



h. Daimler Double-Six SII, 2010.



i. Camionul DMG Lastwagen, 1896.



j. Camionul Daimler CB (40 cp), 1915.

Fig. 3.43. Evoluția automobilului Daimler.

Analiza automobilelor Daimler demonstrează câteva tendințe principale:

- forma automobilului se distanțează tot mai mult de cea a carului, preluând tot mai mult forme aerodinamice;
- puterea și viteza motorului cresc constant;
- crește eficiența motoarelor;
- automobilul este dotat cu noduri noi (cutia de viteze cu 4 viteze, frâna hidraulică ș.a.)

Civilizația intrase în secolul al XX-lea – secolul mobilității. Astfel părinții fondatori ai companiilor Daimler AG și Benz&Cie au pus bazele tuturor autoturismelor, autovehiculelor comerciale și autobuzelor de astăzi. De atunci și până astăzi compania Daimler AG și Benz&Cie a înregistrat 80000 de invenții. În 2011, Mercedes-Benz era al doilea mare producător de vehicule de lux la nivel mondial.

Automobilele companiei sunt poate cele mai dotate sub aspect inovativ. La începutul anului 1920, Daimler-Motoren-Gesellschaft a adaptat supraalimentarea mecanică a motorului cu ardere internă, pe care îl adusese la stadiul de producție matură pentru motoare de aviație, astfel încât să poată fi utilizat la autovehicule. Printre invențiile prezentate în premieră de firma germană se numără zona de deformare: în 1959, modelele Mercedes-Benz 220, S 220 și 220 SE sunt primele autovehicule de serie care aveau caroserie de siguranță și interior „antirănire” și în 1970 prezintă prima generație a sistemului de frânare anti-blocare (ABS), în versiune experimentală. O altă invenție importantă a companiei germane este airbag-ul prezentat în premieră în 1971.

Sa enumerăm câteva dintre cele mai importante realizări ale Companiei „Mercedes-Benz”: 1886 - Karl Benz creează primul automobil din lume; 1906 - primul departament de construcție a caroseriilor; 1909 - „Lightning Benz“, primul automobil aerodinamic; 1921 - pentru prima dată, frânele roților din față sunt incluse ca standard; 1933 - premiera suspensiei independente față cu braț dublu; 1934 - primul coupe, modelul 500 K; 1954 – supercarul 300 SL, cu portiere tip aripă de pescăruș (gullwing); 1959 - limuzinele Mercedes-Benz 220, 220 S și 220 SE; 1963 - 230 SL devine primul automobil sport cu o caroserie de siguranță; 1969 - se inaugurează Unitatea Mercedes-Benz de Cercetare pentru Accidente; 1982 - Mercedes-Benz lansează clasa compactă cu modelele 190 și 190 E; 2010 -Autovehiculul prototip F800 Style sugerează felul în care ar putea arăta limuzina zilei de mâine.

Desigur au fost alte multe companii care adus un aport important în dezvoltarea automobilului, dar în linii generale vor fi utilizate aceleași principii, multe din ele preluate de la pionierii automobilului. Oricum, ar fi

corect să fie adus un omagiu și altor creatori de automobile. În continuare vor fi prezentate cele mai caracteristice automobile inventate, elaborate și fabricate.

Chiar dacă elaborări proprii nu a prea avut totuși compania franceză „*Panhard et Levassor*” merită să fie menționată pentru rolul important jucat în dezvoltarea automobilului la începuturi. Cu regret este puțin uitată în lumea automobilelor. Dar această companie a fost prima companie care s-a ocupat în exclusivitate de producerea automobilelor pentru public – înaintea lui Benz și Daimler. Compania a elaborat arhitectura de acționare a automobilului pe roțile din față preluată ulterior de alte companii. Compania a fost pionierul multor performanțe tehnologice, stilistice, tehnice. Automobilul Panhard a câștigat cursa Paris-Bordeaux-Paris în 1895, iar automobilul Panhard cu puterea de 290 cp a atins recordul de viteză de 230 km/h în a. 1934. Până la al Doilea Război Mondial Panhard s-a focusat, în special, pe mașinile de lux.

Panhard et Levassor a fost fondată în 1889 de inginerii francezi Rene Panhard și Emile Levassor și are ca realizare notabilă utilizarea motorului în patru timpi pe un vehicul care putea transporta patru persoane. Gottlieb Daimler pune la punct un nou tip de motor, pe care, în 1889, René Panhard și Émile Levassor îl fixează pe o caroserie și astfel obțin un vehicul de călători cu patru locuri [50]. În 1896 compania produce primul său automobil (fig. 3.44, a). Ca și alte automobile din acea perioadă este o trăsură fără cai. Forma caroseriei vehiculului *Panhard & Levassor*, model 1899, continua să amintească de cea a trăsurilor cu diferența că este mai luxoasă (fig. 3.44, b). În a. 1891, prin Paris încep să circule automobilele fabricate de Panhard și Levassor, echipate cu motor de tip Benz. Sunt vândute primele „trăsuri fără cai” marca Peugeot sub licența *Panhard & Levassor*. Începând cu modelele *Panhard & Levassor*, model 10 CV (1914) și modelul (1930) automobilul capătă propria identitate și devine apropiat celui pe care-l vedem zi de zi pe străzi (fig. 3.44, c,d). Iar modelul Panhard et Levassor Dynamic X76 (fig. 3.44, e) produs în a. 1935-1938 este unul dintre cele mai reușite automobile ale epocii prin forma sa aerodinamică elegantă conservativă, prin designul elevat al salonului, prin caracteristicile tehnice ale sale: atingea viteza de 130 km/h; includea un șasiu tubular central, suspensie independentă pentru cele patru roți [51]. În perioada de ocupație nazistă în Franța apar așa-numitele *motoare gazogene* care le înlocuiesc, pentru o perioadă, pe cele cu benzină. Acestea se bazează pe explozia monoxidului de carbon în prezența oxigenului. Astfel, în Franța aflată sub ocupație nazistă, Panhard realizează peste 130000 de automobile bazate pe acest sistem.

Decizia sa de a se concentra asupra producerii automobilelor de lux (în special, în perioada mării depresii a anilor 1930) a condus la excluderea ei de pe piața automobilelor. În a. 1955 a început fuzionarea companiei Panhard cu



a. Vehiculul *Panhard & Levassor*, model 1896.



b. Vehiculul *Panhard & Levassor*, model M2F 6cp, 1899.



c. Vehiculul *Panhard et Levassor* 10 CV (1914).



d. Vehiculul *Panhard & Levassor*, model 1930.



e. Vehiculul *Panhard et Levassor* Dynamic X76, 1935-1938.



f. Modelul *Panhard* 24 CT, 1966.

Fig. 3.44. Evoluția automobilelor *Panhard & Levassor*.

Citroen, care a finalizat cu dispariția venerabilei companii Panhard în a. 1965, fiind complet înghițită de Citroen. Modelul Panhard 24 CT (fig. 3.44, *f*) construit în a. 1966 nu a mai fost produs. Compania supraviețuiește astăzi ca producător de automobile militare.

Luând în considerare că sub aspect conceptual al formei, arhitecturii acționării, caracteristicilor tehnice sunt multe similitudini între diverse automobile în continuare se va prezenta o scurtă caracterizare și analiză a istoriei automobilelor produse de cele mai cunoscute firme din industria automobilelor din lume. La începutul istoriei automobilelor a fost și neamțul Siegfried Marcus (1831-1898). În a. 1883, Markus brevetează un sistem de aprindere cu magnetou. O altă inovație a acestuia o constituie carburatorul cu perii rotative. Primul său automobil cu motor cu ardere internă a fost construit în a. 1888. Automobilul a fost numit de către Asociația Americană a Inginerilor Mecanici un mare succes în ingineria mecanică [52].

Americanul George B. Selden (1846-1922) în 1879 și apoi în a. 1895 a obținut două brevete de invenție pentru diverse îmbunătățiri aduse automobilului său [53].

Édouard Delamare-Deboutteville (1856-1901), împreună cu asistentul său Leon Malandin realizează un vehicul cu patru roți, care avea să-i poarte numele și care a fost brevetat și probat în a. 1884. Acesta utiliza drept combustibil benzină, fapt pentru care a trebuit să inventeze carburatorul [54]. Vehiculul a făcut prima cursă între Fontaine-le-Borg și Cailly în Normandia în a. 1884. Din păcate automobilul nu a fost produs în serie. În semn de recunoștință pentru aportul adus industriei automobilului în Franța a fost emis un timbru poștal în a. 1984 de centenarul automobilului celor doi inventatori (fig. 3.45).

Unul dintre primele automobile pe patru roți care să funcționeze cu benzină a fost realizat de englezul Frederick William Lanchester (1868-1946) în a. 1895, care a introdus ca inovație frâna cu disc și cutia de viteze planetară. W. Lanchester a fost ales membru al Societății Regale (1922), decorat cu mai multe medalii.

În jurul a. 1900 este demarată producția în serie de automobile în Franța și SUA. În a. 1896 Armand Peugeot a fondat Societatea de automobil Peugeot. În a. 1898 Peugeot a produs primul său automobile (fig. 3.46, *a*). În a. 1903 Peugeot producea jumătate din automobilele fabricate în Franța, iar în total în

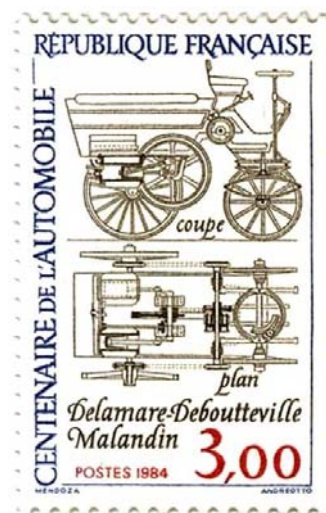


Fig. 3.45. Marcă poștală comemorativă.

Franța au fost realizate 30204 automobile, reprezentând 48,8% din producția mondială a aceluși an. În a. 1913 automobilul L5 a fost produs cu o serie de soluții de pionierat: arborele cotit cu rulmenți cu bile, arbore cu came acționat cu transmisie și lubrifierea uscată. În timpul Primului Război Mondial Peugeot s-a orientat la producerea automobilelor militare. În perioada interbelică cel mai reușit a fost modelul Peugeot 402 care conținea o serie de inovații. După al Doilea Război Mondial a excelat cu modelul popular Peugeot 403, produs din a. 1955 până în a. 1962 în număr de un milion de exemplare. În a. 1974 a procurat 30% de acțiuni ale companiei Citroen. Apoi în 1978 Grupul a preluat divizia Europeană a Chrysler. În 2013-2014 a deținut locul II după emisia de CO₂ [55]. Modelele sport au obținut o serie de premii: a câștigat de cinci ori Campionatul Mondial de Curse, cursa Dakar – de șapte ori. Modelul Peugeot RCZ (fig. 3.46, b) a fost declarat „Automobilul sportiv al Anului” timp de 5 ani. Actualmente Societatea se confruntă cu anumite probleme.

Corporația Renault își are începuturile în a. 1898, deschisă de Louis Renault, împreună cu frații Marcel și Fernand. În a. 1898, Louis Renault (1877-1944), unul din fondatorii *Societății Anonime ale Uzinelor Renault* și pionier al industriei automobilelor, produce primul său automobil „*Renault Voiturette ICV*”, în acel an fiind vândute 12 exemplare (fig. 3.47, a). Următoarea variantă lansată în a. 1899 era de fapt primul sedan din lume, avea patru locuri. În timpul cursei „*Paris – Madrid*” Marcel Renault, care avea 31 de ani, a decedat într-un accident. În a. 1906 modelul AK 90 CV a câștigat Grand Prix. În anii premergători Primului Război Mondial fabrica avea 5000 de angajați și producea 4200 de autoturisme pe an. Pentru presupusă colaborare cu regimul nazist în a. 1944 Louis Renault este arestat și moare în condiții suspecte în închisoare. În a. 1945 prin ordinul guvernului provizoriu al lui Charles de Gaulle Societatea este dizolvată și naționalizată, noua denumire fiind „*Regia Națională de Uzine Renault*”. În perioada de după naționalizare în a. 1946 a fost lansat modelul Renault 4CV, care a fost produs până în a. 1961 în număr de jumătate de milion de bucăți. În a. 1965 este prezentat modelul Renault 16, fiind primul hatchback din lume. În a. 1996 Renault este repusă în proprietate privată ca *Société Anonyme* (S.A.) când guvernul francez a vândut 80% de acțiuni ale Companiei. Aceasta i-a permis să deschidă noi fabrici în Europa de Est și America de Sud: Brazilia, România. La fabrica Dacia, timp de 30 de ani s-au produs peste 2 milioane de automobile. Conform datelor înregistrate de Asociația Producătorilor și Importatorilor de Automobile (APIA) în a. 2006, Grupul Renault deținea 45% din piața românească. Alianța Renault-Nissan-Mitsubishi, formată în a. 1999, rămâne cel mai mare constructor auto mondial în funcție de vânzări, surclasând competitorii Volkswagen și Toyota pentru al doilea an consecutiv. În aa. 2013-2014 Renault a deținut locul I după emisia de

CO₂ [55], iar modelul „*Renault Mégane Grand Coupé*”, 2016 (fig. 3.47, b), este unul promițător prin designul aerodinamic avangardist.

Firma italiană FIAT (Fabbrica Italiana di Automobili Torino) este cel mai important grup financiar și industrial din Italia. FIAT a luat naștere în a. 1899, fiind înființată de către Giovanni Agnelli și alți asociați de-ai săi. În același an produce modelul Fiat 3½ cp, construit pe modelul unui compartiment de tren (fig. 3.48, a). Motorul de 697 cm³ cu doi cilindri era echipat cu o cutie cu trei viteze. Viteza maximă era de 33 km/h. Avea autonomie de 6,7l/100km. Un model FIAT 1899 a participat la raliul *Londra-Brighton* care se ține anual și celebrează mașinile construite pe vremea când trăsurile erau încă populare.

În a.1900 FIAT avea 150 de angajați și a produs la început 24 de mașini, inclusiv modelul 3/12 HP. În a. 1902, modelul Fiat 24 HP, prima mașină de curse Fiat, pilotată de Vincenzo Lancia, a câștigat cursa Sassi-Superga, în timp ce Giovanni Agnelli la volanul unui Fiat 8 HP a reușit un record la al doilea Giro d'Italia Automobilistico.

În a. 1926 este lansat modelul Tipo 509, prima mașină cu 4 locuri, un model foarte ușor, cu motor de 990 de cm³. În a.1926 sunt vândute mai mult de 45000 de unități din acest model. Două mașini ce aveau să schimbe înfățișarea Italiei au debutat în a. 1934 și, respectiv, 1936 – „*Balilla*”, supranumită și „*tariful minim*” datorită consumului redus, și „*Topolino*”, cea mai mică utilitară din lume ce a rămas în producție până în a. 1955. Modelul Fiat 1400, lansat în a. 1953, a fost prima mașină Fiat oferită și în variantă diesel. În a. 1971 apare o altă subcompactă populară, Fiat 127. Acest model a fost primul Fiat cu tracțiune față, obținând un mare succes de piață și fiind aleasă „*mașina anului*”. În a. 1989, și-a făcut apariția altă mașină de mare succes: Fiat Tipo, aleasă de asemenea „*mașina anului*” pentru soluțiile tehnice de avangardă pe care le asigura. În total Fiat au câștigat acest renumit titlu „*Mașina europeană a anului*” de 8 ori. Modelul Fiat Tipo, ediția 2018, era elegantă însă avea un stil exterior asemănător modelului Renault Mégane Grand Coupé.

În prezent FIAT deține 25% la firma americană Chrysler. Începând cu a doua jumătate a anilor 1960 a cumpărat o serie de alte companii cu diverse domenii, incluzând: *automobile* - Ferrari, Lancia, Autobianchi, Alfa Romeo, Maserati, Innocenti, Citroën; *vehicule industriale* - OM și Iveco; *vehicule agricole și de construcții* - CNH Global (care include: Case Construction, Case IH, Flexi-Coil, Kobelco, New Holland, New Holland Construction, Steyr) și Fiat-Hitachi Construction; *autobuze* - Fiat, Iveco sau Irisbus.

Compania britanică „*Rolls Royce Limited*” a fost fondată în a. 1903 de către Charles Stewart Rolls și Henry Royce. Primul automobil al firmei a



a. Peugeot 6HP, 1898.



b. Peugeot RCZ, 2010.

Fig. 3.46. Evoluția automobilului Peugeot.

a. Renault Voiturette, 1901.



b. Renault Mégane Grand Coupé, 2016.

Fig. 3.47. Evoluția automobilului Renault.

a. Fiat 3,5 cp, 1899.



b. Fiat Tipo, 2018.

Fig. 3.48. Evoluția automobilului Fiat.

a. Rolls-Royce, 10 cp, 1903.



b. Rolls Royce WRAITH, 2018.

Fig. 3.49. Evoluția automobilului Rolls Royce.

apărut în a. 1903 (fig. 3.49, a). În a. 1973 „Rolls Royce Limited” s-a divizat în „Rolls Royce plc” și „Rolls Royce Motors” [56]. În baza „Rolls Royce plc” în a. 1998 a fost fondată compania „Rolls-Royce Motor Cars Limited” subsidiară a companiei germane BMW, care a început să producă automobilele cu marca Rolls-Royce, începând cu a. 2003. În a. 2011 vânzările în China au crescut cu 600%, fiind pe locul doi după SUA [57]. Automobilele Rolls-Royce rămân să fie mașini de lux. Drept dovadă este și ultimul elegant model Rolls Roice, 2018 (fig. 3.49, b).

Merită să fie menționate și alte firme cunoscute de automobile: BMW, Porsche, Audi, Volkswagen, Opel (Germania), Volvo (Suedia), Šcoda (Cehia), Honda, Nisan, Mitsubishi, Toiota, Mazda, Hunday (Japonia), Daewoo (Coreia de Sud) ș.a. Un rol important însă în istoria automobilului l-au avut inventatorii și firmele producătoare de automobile din SUA.

La începutul secolului al XX-lea, industria automobilului ia amploare în SUA. În America anului 1893, frații Charles (1861-1938) și Frank (1870-1967) Duryea construiesc și testează cu succes pe străzile Springfield, Massachusetts primul automobil american. În a. 1895 automobilul condus de F. Duryea a câștigat cursa „Chicago – Evanston” (Illinois). Ziarul „Chicago Times-Herald”, care a sponsorizat cursa scria: „Persoanele care sunt înclinate să decoreze dezvoltarea căruței fără cai vor fi nevoite să o recunoască ca o realizare mecanică admisă, foarte adaptată la unele dintre cele mai urgente nevoi ale civilizației noastre”. În a. 1896 ei fondează compania „Duryea Motor Wagon Company”, care devine prima companie nord-americană producătoare de automobile și produce în același an 30 de limuzine Duryea, model rămas în producție până în a. 1920.

Supremația în acea epocă avea să o dețină firma „Olds Motor Vehicle Company”, cunoscută ulterior ca „Oldsmobile” (condusă de Ransom E. Olds), cu linia sa de producție înființată în 1902. Tot de ordinul miilor pe an produceau în acea epocă și firmele Cadillac (formată din „Henry Ford Company”, „Winton Automobile” și „Ford Motor Company”. Un rol important în dezvoltarea industriei americane a automobilelor l-au jucat firmele americane constructoare de automobile Chrysler, Chevrolet, Dodge, Lincoln, Buick, Jaguar ș.a. Dar lider pe întreaga perioadă de istorie a automobilelor americane rămâne compania Ford, una dintre cele mai dinamice și inovative companii din lume.

Primul automobil Ford numit „Quadricycle” a fost produs în a. 1896 (fig. 3.50, a) [58]. Astfel, invenția „Quadricycle” marchează o inovație importantă ca proto-automobil care ar pune bazele pentru viitor, cu mai multe modele practice pe care să le urmeze. Adevăratul succes a venit după formarea „Ford Motor Company” în a. 1903 de către Henry Ford (1863-1947), având sediul

în *Deaborn*, Michigan, o suburbie a orașului Detroit. Henry Ford a avut 40 de ani când a înființat compania „*Ford*”, care va avea să devină una dintre cele mai mari și mai profitabile companii din lume, de asemenea fiind și printre puținele companii care au supraviețuit *Marii Depresiuni*. „*Ford*” a fost cea de-a treia companie de producție a automobilelor, fondată pentru a produce mașinile pe care le-a proiectat. „*Ford*” s-a lansat într-o fabrică modificată în a.1903 cu 28000 de dolari de la doisprezece investitori, în special de la John Francis Dodge și Horace Elgin Dodge, care mai târziu au fondat „*Compania de automobile a fraților Dodge*”.

Până a veni succesul palpabil din 1908 au fost încercate 19 prototipuri (de la Model A până la Model T). În a. 1908 a fost introdus în producție Ford Model T, care a fost produs între 1908 și 1927 (fig. 3.50, *b*). Totuși procesul de asamblare a automobilelor rămânea unul cu productivitate joasă. Grupuri de câte doi-trei oameni munceau la fiecare automobil, de la componente până la comenzi de la alte companii. Instalarea liniilor de asamblare de către vizionarul H. Ford în a. 1913 (fig. 3.50, *c*) a revoluționat procesul de fabricare a automobilelor. Aceste linii au fost prototipul liniilor complet robotizate de astăzi (fig. 3.50, *d*). Astfel Modelul T și noua tehnologie de asamblare au revoluționat domeniul, automobilul devenind accesibil publicului larg.

Ford Model T a fost numit automobilul care a influențat lumea [60]. Henry Ford a spus despre Model T: „*Voi construi o mașină pentru marea mulțime. Acesta va fi suficient de mare pentru familie, dar suficient de mic pentru ca individul să-l poată conduce. Acesta va fi construit din cele mai bune materiale, de către cei mai buni specialiști care vor fi angajați, după cele mai simple modele pe care le poate construi ingineria modernă. Dar va fi un preț scăzut, încât orice om care face un salariu bun să fie capabil să dețină unul - și să se bucure împreună cu familia sa de binecuvântarea orelor de plăcere în marile spații deschise ale lui Dumnezeu*”. Între 1908 și 1927, automobilul Ford Model T va intra în istoria automobilului ca un automobil revoluționar, atât prin schimbările în design, cât mai ales prin producția de mare serie, în care este realizat. Pentru aceasta a folosit o linie de asamblare, ajungând ca în a. 1914 să fie vândute 250000 de bucăți. Până și alegerea culorii era analizată sub aspect reducere cost. „*Orice client poate avea o mașină în culoarea preferată dacă aceasta este neagră*” spunea Henry Ford. El a ales culoarea neagră ca și culoare de bază deoarece se usca mai repede la vopsit decât alte culori disponibile la vremea aceea, era mai durabilă și mai ieftină. Aceasta i-a permis reducerea timpului de producție.

Modelul T a folosit în premieră tehnologii foarte avansate precum folosirea oțelului cu vanadiu pentru o mai bună duritate. Aceasta a permis componentelor Modelului T să funcționeze chiar și după 80 de ani de la

fabricație! Ford a devenit cel mai mare producător de automobile din lume. În a. 1927 au fost fabricate 15 milioane de modele Ts [60].

Numărul companiilor active constructoare de automobile a scăzut de la 253 în a. 1908 până la 44 în a.1929. 80% din producția de automobile constituia Ford, General Motors și Chrysler, fondată în a.1925 de Valter P. Chrysler.

Ford Model B 40A cu 4 uși tip sedan, produs în perioada 1932-1936 (fig. 3.50, e), a fost vândut prin licență URSS în a. 1924 și a stat la baza automobilului sovietic GAZ M 415 Pickup (fig. 3.50, f), produs în perioada 1937-1941 [61]. Se observă o asemănare fidelă între cele două modele de automobile.

Un alt model de succes a fost Ford Mustang, creat de stilistul Pres Harris și lansat în 1964, și care a cunoscut cinci generații până în prezent (fig. 3.50, g). A avut un succes neașteptat. Doar în primele 18 luni au fost vândute 18 milioane de automobile.

Ford este cea mai mare companie din lume aparținând unei singure familii, fiind în managementul familiei Ford de mai bine de 100 de ani. De-a lungul timpului Ford a înglobat multe alte firme cum ar fi: Lincoln și Mercury în SUA, Jaguar și Land Rover în Marea Britanie sau Volvo în Suedia. Ford deține de asemenea și 30% din Mazda.

Ford a fost tot timpul în top zece cele mai mari companii din lume în funcție de venituri iar în anul 1999 a fost printre cele mai profitabile companii din lume, și al doilea cel mai mare producător de automobile din lume. Ford a introdus diferite metode de producere în masă a automobilelor și managementul în masă a unei forțe de muncă industriale, în special producția pe bandă rulantă a automobilelor. Combinația lui Henry Ford de fabrici eficiente, muncitori bine plătiți și prețuri mici a revoluționat lumea automobilelor, iar acest proces a fost cunoscut sub numele de „*Fordism*”. Ultimul model de viitor, revoluționarul Ford Mustang, 2015 (fig. 3.50, h) este o dovadă în plus.

Ford Motor Company este o corporație multinațională americană situată pe locul cinci în lume la producția de automobile (2012). În 2006, s-a clasat pe locul doi în SUA la producția de automobile cu o cotă de 17,5% în spatele General Motors, care a avut 24,6% cotă, dar înaintea companiei Toyota 15,4% și a companiei Daimler Chrysler 14,4%. Ford s-a clasat de asemenea pe locul șapte în topul celor mai mari companii din SUA cu venituri de aproximativ US\$ 160,1 miliarde. În 2006, Ford a produs aproximativ 6,6 milioane de automobile și a avut 280000 de angajați în aproximativ 100 de fabrici din întreaga lume. În anul 2010 a vândut 5,3 milioane de mașini, cu 771000 mai multe decât în anul 2009 [62].



a. Ford Quadricycle, 1896.



b. Ford Model T, 1908.



c. Linia de asamblare Ford, 1913.



d. Linie robotizată de fabricare a automobilelor, 2018.



e. Ford Model B4, 1934



f. GAZ M415 Pickup, 1937.



g. Ford Mustang 1964.



h. Ford Mustang 2015.

Fig. 3.50. Evoluția automobilului Ford.

Tehnologiile americane au revoluționat producerea automobilelor. În anul 1908, apare în Europa automobilul Ford T, primul automobil produs în milioane de exemplare. El era atât de îmbunătățit, încât a rezistat 19 ani, iar un adevărat avantaj reprezenta greutatea sa foarte mică, de numai 600 Kg. De-a lungul timpului, Ford T s-a perfecționat, apărând în mai multe variante: Ford 1920, Ford Tourer 1927. Odată cu primul război mondial, automobilul și-a evidențiat calitățile, dovedindu-se a fi de un inestimabil ajutor armatelor care l-au folosit. În perioada postbelică, setea de a depăși, setea de lux, combinată cu fenomenul psihic al trăirii vertiginoase și intense, au făcut ca firmele constructoare europene Voisire Delage, Farman, Hotch Kiss, Panhard Bugatti, Fiat, Minerva, Elizalde, să producă mașini luxoase, dotate cu motoare de 6 și 8 cilindri la prețuri ridicate.

Rămași la stadiul mașinilor „*de comanda*”, europenii au fost ușor seduși de modele produse de General Motors, de uzinele Ford, Pierce Arrow, Marmon, Studebaker, Chrysler, Packard, Reo, Dodge, etc. Activitatea postbelică a lui Citroen și ofensiva americană, care tindea spre acapararea piețelor europene, au contribuit în mare măsură la revirimentul industriei de automobile din Europa, industrie care face mari eforturi pentru a trece la producția de pace. Din acest motiv și din multe altele, prețul automobilelor a scăzut.

Automobilul din anii 1930 nu mai semăna deloc cu cel de dinaintea primului război mondial. Constructorii puneau mare accent pe confort, adăugând accesorii precum aprinzător de țigări, lumină în interior, ștergătoare electrice sau mecanice, oglindă retrovizoare, semnalizatoare de direcție, roată de rezervă, iluminarea numerelor de circulație, etc., lucruri atât de banale în ziua de azi, dar la strămoșii automobilelor de astăzi ele lipseau. După cel de-al doilea război mondial, asistăm la o adevărată explozie a industriei automobilelor. Automobilul se transformă într-un obiect de primă necesitate. Au apărut automobilele atât de cunoscute precum: Cadillac și Oldsmobile, lansate în 1949, mașinile Volkswagen (1946). Dacă până în 1960, se produceau automobile numai în unele țări din Europa și SUA, astăzi, ele se produc în toată lumea. Producătorii chinezi de automobile devin tot mai omniprezenți pe piețele lumii, chiar în țările cu o industrie dezvoltată a automobilului. Automobile moderne s-au dezvoltat într-atât de mult, sunt atât de sofisticate încât, dacă înainte puteai să repara singur un automobil dacă aveai cunoștințe în domeniu, astăzi, pentru a repara un automobil de ultimă generație, este nevoie de o întreagă echipă de specialiști.

Invenții și inovații care marchează o evoluție continuă a automobilului

Francezul Gaston Planté (1834-1889) a inventat bateria cu acid și cu plumb.

Americanul George Brayton (1830-1892) îmbunătățește carburatorul în a. 1872 și astfel realizează prima mașină care să funcționeze cu petrol lampant.

În a. 1844 americanul Charles Goodyear (1800-1860) a brevetat procesul de vulcanizare a cauciucului.

În a. 1888 irlandezul John Boyd Dunlop (1840-1921) a inventat camera pneumatică.

În a. 1880, Fernand Forest (1851-1914) realizează primul magnetou de joasă tensiune, iar cinci ani mai târziu carburatorul cu flotor și nivel constant.

În a. 1891, neamțul Wilhelm Maybach (1846-1929) perfecționează carburatorul cu flotor, introducând și o duză cu ac.

Norvegianul John J. Tokheim (1871-1941) inventează pompa de benzină, invenție brevetată în a. 1901, prin intermediul căreia debitul de carburant se menține constant și astfel crește randamentul motorului.

Frații Édouard (1859-1940) și André (1853-1931) Michelin inventează anvelopa pneumatică, iar în a. 1895 construiesc primul autovehicul dotat cu pneuri la roți.

Încă din a. 1845 scoțianul Robert William Thomson (1822-1873) introduce bandajul din cauciuc, a cărui vulcanizare o brevetase Charles Goodyear în a.1839.

În a. 1919, Malcolm Loughead (1886-1958, cofondatorul Lockheed) inventează sistemul hidraulic de frânare.

În a. 1929, italianul Alfieri Maserati (1887-1932) construiește prima mașină de curse și anume Maserati Tipo 26.

În a. 1929, germanul Hermann Rieseler (1877-1951) creează prima transmisie automată a puterii, alcătuită din cutia de viteze cu angrenaj planetar, convertor de cuplu și ambreiaj.

Francezul André Lefèvre (1894-1964) propune trustului Renault în a. 1933 tracțiune față, dar acesta refuză. Acest tip de tracțiune este preluat de Citroën prin modelul Traction Avant din a. 1934.

Suspensia independentă, concepută de Amédée Bollée (1844-1917) în a. 1873, este introdusă la Mercedes-Benz 380 în a. 1933.

Românul Aurel Persu brevetează în Germania în a. 1924 „Automobilul de formă aerodinamică”.

În a. 1934 este creat „Chrysler Airflow”, primul automobil în serie cu design aerodinamic.

Chrysler construiește primele automobile de tip jeep, care sunt testate cu succes în a. 1941, marca fiind brevetată doi ani mai târziu.

Americanul John W. Hetrick (1918-1999) a obținut în a. 1953 primul brevet de invenție (US Patent nr.2649311) înregistrat în SUA pentru airbag. „Nu mai putem tolera automobile nesigure”, a declarat președintele de atunci Lyndon B. Johnson. Oldsmobile Toronado a devenit în a. 1973 prima mașină dotată cu un airbag.

Primul automobil cu sistem de aer condiționat a fost modelul Packard Super Eight în a. 1940.

Nash Rambler (SUA) a fost prima mașină care a montat centuri de siguranță la bord în a. 1949.

Farurile cu fază lungă datează din a. 1917, Cadillac fiind primul producător care oferea lumini electrice cu două faze.

Peugeot L'éclair a fost primul vehicul dotat cu anvelope umflate cu aer, marcă Michelin (1895).

În a. 1901, inventatorul britanic Frederick William Lanchester (1868-1946) a brevetat frâna cu disc.

Lanchester 12 Tourneau a fost prima mașină cu frână pe disc în a. 1902.

Prima frână cu ABS pe o mașină de serie datează din 1966, când Jensen FF a fost vândut cu așa ceva.

În a. 1987, Mercedes-Benz S-Class a devenit primul automobil cu sistem de tip Traction Control.

Iar în a. 1991, BMW Seria 7, modelul 750i, a devenit prima mașină cu ESP!

În a. 1910, Vincent Bendix (1881-1945) a brevetat unitatea Bendix pentru demarare electrice, o îmbunătățire a starter-ului de mână al timpului.

În a. 1929, inventatorul american Paul Galvin a inventat primul automobil cu radio.

Americanul Samuel W. Alderson (1914-2005) a creat în a. 1949 primul manechin de încercare de impact „Sierra Sam”.

Neamțul Ralph Teetor (1890-1982) a inventat în a. 1945 regulatorul de croazieră pentru a stabili o viteză constantă pentru o mașină pe șosea.

În a. 1810 neamțul Rudolph Ackerman (1764-1834) a inventat diferențialul, care a revoluționat virarea caleștilor.

În a. 1890 canadianul Thomas Ahearn (1855-1938) a inventat primul sistem de încălzire electrică a automobilului.

În a.1898, Louis Renault (1877-1944) a inventat primul arbore de acționare.

Primul sistem electronic de injecție a carburanților pentru mașini a fost inventat în a. 1966 în Marea Britanie.

În a. 1986 a fost inventat sistemul electronic de comandă diesel (EDC) pentru pompele rotative.

Primul autoturism diesel din lume produs în serie, un Mercedes-Benz 260 D, a fost lansat la Expoziția de automobile de la Berlin, în a. 1936.

Inventatorul American Charles Kettering (1876-1958) a inventat primul sistem de aprindere cu motor electric de pornire.

Inventatorul britanic Oliver Lodge (1878-1951) a inventat în a. 1903 bujia electrică pentru a aprinde combustia explozivă a combustibilului din motorul mașinii.

Inventatorul francez Eugene Houdry (1892-1862) a inventat în a. 1950 convertorul catalitic pentru reducerea monoxidului de carbon în gazele de eșapament.

Contorul modern de viteză a fost inventat în a.1902 de inventatorul german Otto Schulze, utilizat în automobile din a. 1910.

Primul brevet SUA pentru centurile de siguranță pentru automobile a fost eliberat lui Edward J. Claghorn din New York la 10 februarie 1885. În 1958, suedezul Nils Bohlin, inginer la Volvo, a brevetat centurile de siguranță în trei puncte.

În a. 1832, W. H. James a inventat o transmisie rudimentară în trei trepte. Panhard și Levassor sunt creditate cu invenția transmisiei moderne instalate în Panhardul din a. 1895. În a. 1908, Leonard Dyer (1897-1955) a obținut unul dintre cele mai vechi brevete pentru o transmisie de automobile.

Francis W. Davis a inventat servodirecția în a. 1925. El a dezvoltat un sistem hidraulic de servodirecție care a condus la servodirecție. Servodirecția a devenit disponibilă în comerț începând cu a. 1951 când Chrysler a introdus primul sistem hidraulic.

Americanca Mary Anderson (1866-1953) a primit în a. 1903 primul său brevet de invenție pentru un dispozitiv de curățare a ferestrelor, cunoscut mai târziu ca ștergător de parbriz.

Prima mașină din lume...

- ✓ dotată cu sistem de navigație (aftermarket): Honda Accord 1981.
- ✓ dotată cu ecran tactil (touchscreen): Buick Riviera 1985.
- ✓ dotată cu un motor cu cilindri în linie: Napier & Son I6 1904.
- ✓ dotată cu motor în V: Mormon V8 1904.
- ✓ dotată cu un motor diesel: Citroen Rosalie 1935.
- ✓ dotată cu un motor supraalimentat (compresor): Mercedes 1921.
- ✓ dotată cu un motor supraalimentat (turbo): Oldsmobile F-85 196.1
- ✓ dotată cu un motor turbo diesel: Mercedes-Benz 300SD, 1978.
- ✓ dotată cu propulsie hibridă (gaz+electric): Lohner-Porsche Mixte, 1899.
- ✓ dotată cu caroserie monococa: Lancia Lambda 1922.

- ✓ dotată cu o cutie manuală în 6 trepte: Porsche 959, 1986.
- ✓ dotată cu o cutie manuală în 8 trepte (opt!): Moskvitch 410/411, 1960.
- ✓ dotată cu o cutie de viteze automată: Oldsmobile, 1939.
- ✓ dotată cu un diferențial de tip LSD: Studebaker, 1955.
- ✓ dotată cu tracțiune integrală: Jensen FF, 1966.
- ✓ dotată cu suspensie independentă: Morgan, 1911.
- ✓ dotată cu suspensie pe perne de aer: Stout Scarab, 1946.
- ✓ dotată cu servo-frană: Hispano Suiza H6, 1919.
- ✓ dotată cu vitezometru: Oldsmobile, 1901.
- ✓ dotată cu ștergatoare electrice: Willys-Knight, 1916.
- ✓ dotată cu luneta degivrată: Studebaker, 1928.
- ✓ dotată cu stropitoare de parbriz: Studebaker, 1936.
- ✓ dotată cu semnalizatoare: Buick, 1937.
- ✓ dotată cu pilot automat: Chrysler Imperial, 1956.
- ✓ dotată cu un computer de bord: Cadillac Seville, 1978.
- ✓ dotată cu sistem GPS din fabrică: Toyota Soarer GT Limited, 1986.
- ✓ dotată cu sistem head-up display: Oldsmobile Cutlass Supreme, 1987.
- ✓ dotată cu sistem nightvision: Cadillac Deville, 1999.
- ✓ dotată cu un eleron electric: Lancia Thema 8.32, 1986.
- ✓ dotată cu închidere centralizată: Scripps-Booth, 1914.
- ✓ dotată cu un alternator: Plymouth Valiant, 1959.
- ✓ dotată cu climatizare automată: Cadillac, 1963.
- ✓ dotată cu scaune încălzite: Cadillac, 1965.
- ✓ dotată cu scaune ventilate: Saab 9-5, 1998.
- ✓ dotată cu un radio: Ford Model T, 1922.
- ✓ dotată cu sistem audio cu CD: Lincoln Town Car, 1986.
- ✓ dotată cu sistem Bluetooth: Chrysler, 1999.
- ✓ dotată cu cititor MP3 de fabrică: Mazda Protege, 2001.
- ✓ dotată cu scaune electrice: Cadillac, 1947.
- ✓ dotată cu sistem de navigație digitală: Acura Legend, 1990.
- ✓ dotată cu o cutie manuală în 8 viteze, din 1960.
- ✓ dotată cu ESP: BMW, în 1991.
- ✓ dotată cu semnalizare: Buick în 1937.

3.3.2.4. Automobilul electric și hibrid

Automobilul electric (190 de ani). Industria auto a viitorului trebuie să răspundă unor cerințe tot mai rigide precum: spații tot mai mici de parcare și de deplasare, utilizarea energiei regenerabile, preț redus de fabricație, poluare redusă etc. Aceste cerințe sunt tot mai mult satisfăcute de automobilele electrice.

Cât nu s-ar părea de straniu însă automobilele electrice au apărut înaintea celor cu motor cu ardere internă. În a. 2018 s-au împlinit 190 de ani de la crearea primului automobil electric. La început motorul cu abur pe automobile a fost înlocuit cu motorul electric (de curent continuu sau alternativ). Inventatorii motoarelor electrice deseori își testau invenția pe o tricicletă, pe un car fără cai. De asemenea, folosirea acționării electrice era favorizată și de faptul că combustibilii hidrocarburanți au apărut în cantități industriale mai târziu (doar după inventarea primei rafinării de petrol în a. 1859).

Să încercăm să prezentăm cronologic un scurt istoric al primelor automobile electrice. Astfel primul vehicul propulsat electric a fost realizat și brevetat în a. 1828 de inginerul maghiar Ányos Jedlik (1800-1895) (fig. 3.51, a). În a. 1834, fierarul american Thomas Davenport (1802-1851), inventatorul motorului de curent continuu, realizează un vehicul propulsat de acest motor care se deplasa pe un ghidaj circular înzestrat cu conductori electrici de alimentare. Împreună cu soția și colegul Orange Smalley, Davenport a obținut primul brevet de invenție american pentru o mașină electrică în a. 1837 (US Patent No. 132) [62].

În a. 1835, olandezii Sibrandus Stratingh (1785-1841), profesor de chimie și fizică la Universitatea din Groningen și asistentul său Christopher Becker realizează un automobil electric în miniatură, acționat de baterii nereîncărcabile (fig. 3.51, b) [63].

Între anii 1832 și 1839, scoțianul Robert Anderson realizează un vehicul electric acționat de baterii nereîncărcabile [64].

În a. 1859, Gaston Planté (1834-1889), fizician francez, a inventat pentru prima oară acumulatorul electric reîncărcabil cu plăci de plumb și acid sulfuric. Invenția sa a fost utilizată pe larg în automobilele electrice. A fost de fapt o invenție întârziată. Din cauza acumulatorului electric automobilele nu puteau atinge performanțe ridicate [65].

În a. 1881, englezii William Ayrton (1847-1908) și John Perry au construit o tricicletă electrică cu două roți mari în spate, cu cea dreaptă condusă și o roată mică în față cu lămpi electrice (fig. 3.51, c). Triciclul electric a folosit zece baterii de plumb „Planté” legate în serie, asigurând puterea de 0,5 cp. Viteza era schimbată prin comutarea și oprirea bateriilor de plumb. Automobilul era capabil să parcurgă o distanță cuprinsă între 17 – 40 km și o

viteză maximă de 9 km/h, funcție de teren. Triciclul Ayrton și Perry a fost primul vehicul care avea iluminare electrică [66].

Cu toate acestea, englezul Thomas Parker (1843-1915) a construit prima mașină electrică de producție practică la Londra doar în a. 1884, folosind propriile baterii reîncărcabile special proiectate (fig. 3.51, d). El a fost numit de Lordul Kelvin „*Edison al Europei*” [67].

În a. 1884, Andrew L. Riker a renunțat la școală după primul an de colegiu și a început să experimenteze cu motoare electrice și o baterie (pe care a construit-o) la o tricicletă Coventry. Tricicleta avea două locuri pentru pasageri și o rază 40 km, utilizând o serie de baterii de plumb cu acid sulfuric. În 1896 construiește automobilul cu patru roti Riker Elektrik, care a fost produs până în a. 1900 când a decis să treacă la motoarele cu ardere internă. În a. 1888, Andrew Riker a fondat compania „*Riker Electric Vehicle Company*” Elizabeth Port, New Jersey [68].

William Morrison de la „*Des Moines*”, Iowa a construit primul automobil electric de succes din Statele Unite în 1891. Vehiculul cu 4 cp a atins viteza de 20 km/h și putea transporta până la 12 pasageri. Era alimentat de 24 de baterii, care erau stocate sub scaune. Distanța parcursă fără reîncărcare a atins apr. 170 km [69].

Inginerul mecanic Henry G. Morris și chimistul Pedro G. Salom din Philadelphia, Pennsylvania au construit și brevetat în a. 1894 un automobil electric cu adevărat de succes „*Electrobat*”. A intrat în producție în a.1895 și până în a. 1897 majoritatea taxiurilor din New York erau alimentate cu energie electrică. În a. 1896, Morris și Salom au înființat compania „*Morris & Salom Electric Carriage and Wagon*” [70].

În a. 1898 austriacul Dr. Ferdinand Porsche (1875-1951), la vârsta de 23 de ani, a construit primul automobil electric „*Lohner Electric*”. Cu un motor hub la fiecare roată motoare a fost primul vehicul din lume cu tracțiune din față. Cel de-al doilea automobil al lui Porsche a fost un hibrid, folosind un motor cu combustie internă pentru a acționa un generator, care furniza energie motoarelor electrice amplasate în butucii roților. Doar pe baterie, mașina putea parcurge aproape 70 km [71].

Prima înregistrare de viteză pentru un automobil a fost făcută pe 18 decembrie 1898 într-un vehicul electric. În acea zi, contele Gaston de Chasseloup-Laubat (1866-1903) din Paris, Franța, a devenit cel mai rapid om în viață. Contele condusese un automobil *Jeantaud electric*, cu o viteză record până atunci. Această viteză a fost una fenomenală de apr. 70 km/h [72].

În a. 1888 inventatorul german Andreas Flocken (1845-1913) a construit automobilul său electric „*Flocken Elektrowagen*” care poate fi considerat unul din

primele automobile electrice reale (fig. 3.51, e) [73].

În 1899, belgianul Camille Jenatzy (1868-1913) depășește viteza de 100 km/h cu un vehicul electric denumit *Jamais Contente*, de formă aerodinamică asemănătoare unui obuz (fig. 3.51, f). El era numit „*Diavolul roșu*” după culoarea, în care era vopsit automobilul. Ulterior, cu o nouă modificare a atins viteza record de 112 km/h.

La începutul secolului al XX-lea erau produse și bine vândute automobilele electrice: „*American Electric Dos-A-Dos*” (1900), (fig. 3.51, h); Automobilul electric „*Woods Queen Victoria*” (1906) (fig. 3.51, i). Două exemplare ale automobilului electric Studebaker, 1909 (fig. 3.51, j) erau utilizate de Senatul SUA pentru transportul subteran. Avea și o promovare bună. Însă cel mai popular și bine vândut rămânea automobilul electric Ford, 1915.

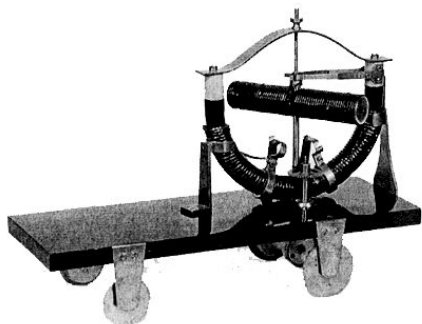


Fig. 3.52. Promovarea automobilelor electrice.

Henry Ford și Thomas Edison (1847-1931) au colaborat, în prima parte a secolului al XX-lea, pentru proiectarea unei mașini electrice (fig. 3.51, g) [74]. Crezând că electricitatea va funcționa în viitor, Thomas Alva Edison își începe misiunea de a crea o baterie durabilă și puternică pentru automobilele comerciale. Deși cercetările sale duc la unele îmbunătățiri ale bateriei alcaline, în cele din urmă abandonează căutarea după un deceniu mai târziu. Pentru automobilele electrice începea o perioadă neagră.

Anii 1899 și 1900 au fost punctul culminant al mașinilor electrice din America, în timp ce au depășit toate celelalte tipuri de mașini. Către a. 1900, în SUA, 40% dintre mașini erau dotate cu motoare cu aburi, 38% erau electrice și doar 22% funcționau pe bază de combustibili fosili.

În a. 1899, 90% dintre taxiurile din New York erau electrice. Flota de mașini fusese construită de compania „*Electric Carriage and Wagon*” din Philadelphia. Și nu doar atât. În jurul anilor 1899-1900, numărul de automobile electrice vândute era mult mai mare decât cel al altor tipuri de mașini, cum ar fi cele cu alimentare pe benzină sau abur. În 1902, Baker Torpedo a devenit prima mașină electrică cu formă aerodinamică în care erau cuprinse atât locul șoferului cât și platforma. În acea vreme, avantajele mașinilor electrice în fața celor cu alimentare pe benzină sau pe abur erau semnificative. Motorul lor



a. Primul automobile electric, Ányos Jedlik, 1828.



b. Primul automobile electric, 1834, Olanda.



c. Ayrton Perry Electric Trike 1881



d. Automobilul electric Parker, 1884.



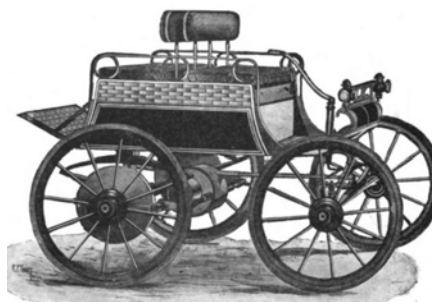
e. Flocken Elektrowagen, 1888.



f. Automobilul electric „La Jamais Contente”, 1899.



g. Thomas Edison și automobilul electric Ford, 1899.



h. American Electric Dos-A-Dos, 1900.



i. Automobil electric Woods Queen Victoria 1906.



j. Automobil electric Studebaker subteran, 1909.



k. Automobil electric Ford, 1915.



l. Automobilul electric Henney Kilowatt, 1961.



m. Automobilul Enfield 8000, 1967.



n. Lunar Roving Vehicle, Boeing si General Motors, 1971 (Programul cosmic Apollo).



o. Automobilul electric BMW, 1602, 1972.



p. Automobil electric GM Silver Volt, 1980.



q. Automobilul electric GM EV1,
1996.



r. Automobilul electric Honda EV Plus
1997-1999.



s. Automobilul electric
Girasole, 2009.



t. Automobiliul electric GM Chevy Bolt EV,
2016.



u. Automobilul electric Nisan Leaf,
2018.



v. Automobilul Tesla Model 3, 2018.



x. Automobilul electric BMW i3, 2018.



y. Automobilul solar Astrolab,
Monaco, 2008.

Fig. 3.51. Evoluția automobilelor electrice.

nu producea vibrații și erau extrem de silențioase în comparație cu celelalte tipuri. Nu scoteau fum și nu exista riscul de explozii. De asemenea, puteau fi folosite imediat ce te urcai în mașină, spre deosebire de vehiculele pe benzină care aveau o manivelă ce trebuia acționată manual pentru a porni motorul, lucru nu doar anevoios, ci și periculos. Un alt avantaj al mașinilor electrice era lipsa cutiei manuale de viteze. O mașină electrică de la a. 1900 se putea deplasa chiar și 160 de kilometri, după o încărcare completă a bateriilor. Recordul de viteză al acelor vremuri, pentru mașinile electrice, a fost de 105 km/h. Printre posesorii de mașină electrică s-a numărat însuși președintele SUA, Woodrow Wilson (1856-1924).

La un moment dat, însuși Henry Ford promitea că va construi o mașină electrică accesibilă pentru tot cetățeanul. În a. 1912, pe străzile orașelor din SUA circulau aproximativ 39000 de mașini electrice. Ele erau autovehiculele perfecte pentru șoferii urbani, ce nu se deplasau, de obicei, pe distanțe lungi. În acei ani, Ford le vorbea jurnaliștilor despre viitorul automobil electric, pe care urma să îl conceapă împreună cu Edison, descriindu-l drept „*ieftin și practic*”.

Singurul avantaj real al mașinilor pe benzină de la acea vreme era autonomia mult mai mare, distanța parcursă cu un plin de combustibil fiind net superioară. Totuși, în epocă, infrastructura rutieră nu era foarte dezvoltată, iar cei mai mulți oameni conduceau numai în orașe, ceea ce-i determina să aleagă mașinile electrice. Modelele cele mai populare de la începutul secolului 20 erau: Columbia Runabout, care putea parcurge 60 de kilometri cu o singură încărcare și care atingea o viteză de 25 km pe oră, ceea ce nu era rău pentru vremea respectivă; automobilul „*Detroit Electric*”, produs în a. 1914, avea o autonomie de 130 de kilometri. Ironic, acest model era preferatul Clarei Ford, soția lui Henry Ford.

Acest lucru se întâmpla în aceeași perioadă, în care zăcăminte imense de petrol erau descoperite în Texas și Oklahoma. Prețul benzinei a scăzut astfel vertiginos, determinând avântul industriei auto clasice. Începutul secolului al XX-lea a fost apogeul căderii automobilului electric american. Multe fabrici au contribuit la căderea automobilului electric, dar lovitura finală se pare că au dat-o producătorii automobilelor cu combustie internă prin Henry Ford. Producția în masă a automobilelor costa mai puțin de jumătate decât orice mașină electrică.

În anii '20 ai secolului trecut industria automobilelor electrice a intrat într-un puternic declin, autoturismele dotate cu motoare cu ardere internă devenind cele mai căutate, datorită prețului. Până în 1935, automobilul electric era deja învins. Anii care au urmat până în anii 1960 au fost ani morți pentru dezvoltarea vehiculelor electrice și pentru utilizarea lor ca transport personal.

În anii '60 s-a încercat revigorarea acestei ramuri a industriei auto, dar fără mare succes. În a. 1959 în SUA a fost introdus automobilul electric „*Henney Kilowatt*” (fig. 3.51, *l*) [75]. Automobilul folosea mai multe noduri ale Renault Dauphine. Un model modificat a fost lansat în a. 1960 care atingea viteza de apr. 100 km/h și parcurgea distanța de 100 km fără reîncărcare. Doar 47 de automobile au fost vândute în doi ani.

Abia criza petrolului din anii '70 și problemele globale legate de poluarea mediului a readus automobilul electric în atenție! Astfel în a. 1973 în Marea Britanie este lansat automobilul electric urban cu două locuri „*Enfield 8000*” produs de firma Enfield Automotive, fondată de grecul milionar Giannis Goulandris. Automobilul a fost proiectat de un grup de ingineri greci și britanici și pus în producere pe insula Syros, Grecia (fig. 3.51, *m*) [76]. Automobilul avea un motor electric de 6 kW și baterii plumb-acid, dezvoltă viteza de 77 km/h și distanța parcursă fără reîncărcare de 84 km. Au fost produse doar 120 de automobile, 67 dintre care au fost utilizate de Consiliul Guvernamental al electricității.

La 31 iulie 1971, o mașină electrică, un vehicul electric cu baterii, dezvoltat de Boeing și General Motors în a. 1971, a devenit primul vehicul cu șofer care conducea pe Lună. Acea mașină a fost „*Lunar Roving Vehicle*”, care a fost prima dată dislocată pe Lună în timpul misiunii Apollo 15. Mașina includea câte un motor de acționare CC în fiecare roată și o pereche de baterii non-reîncărcabile de hidroxid de potasiu de argint de 36 v (fig. 3.51, *n*).

Cunoscutul producător de automobile german BMW dezvoltă și el în a. 1972 un automobil electric model 1602 E, care asigură distanța parcursă de 60 km (fig. 3.51, *o*).

General Motors revine în a. 1980 cu automobilul electric GM Silver Volt, care asigură o distanță parcursă de până la 170 km fără reîncărcare și încărcarea bateriilor timp de apr. 45 min (fig. 3.51, *p*) [77].

Totuși aceste încercări erau singulare. Societatea încă nu era pregătită pentru asimilarea automobilelor electrice. A fost nevoie de unele decizii la nivel de stat ca piatra să fie urnită din loc.

Astfel:

În a. 1966 Congresul SUA recomandă utilizarea vehiculelor electrice ca mijloc de reducere a poluării aerului. Un sondaj Gallup arăta că 33 de milioane de americani erau interesați de vehiculele electrice.

În a. 1970 creșterea prețului la petrol, care a atins un maxim în embargoul petrolier arab din a. 1973, și o mișcare a protecției mediului în creștere, au impulsionat reînnoirea interesului consumatorilor și producătorilor pentru mașinile electrice.

În a. 1975 Serviciul de poștă electronică din SUA achiziționează 350 de jeepuri electrice de la AM General pentru a fi utilizate într-un program de testare.

În a. 1976 Congresul SUA promovează Legea Electrică și Hibridă privind Cercetarea, Dezvoltarea și Demonstrarea Vehiculelor electrice. Legea are scopul de a stimula dezvoltarea de noi tehnologii, inclusiv baterii îmbunătățite, motoare și alte componente hibride și electrice.

În a. 1988 Roger Smith, CEO al GM, este de acord să finanțeze eforturile de cercetare pentru a construi o mașină electrică practică. GM a proiectat modelul care ulterior a devenit EV1, pe care un angajat la numit „*cel mai eficient vehicul de producție din lume*”.

În a. 1990 California aprobă o decizie pentru Zero Emisii Vehicul (ZEV), care impune ca două procente din vehiculele statului să nu aibă emisii până în 1998 și 10% până în 2003. Din păcate Legea a fost în mod repetat slăbită în următorul deceniu pentru a reduce numărul de ZEV-uri pure pe care le cere.

În a. 1996 General Motors, având o experiență acumulată anterior, a creat primul automobil electric modern prin modelul GM EV1 (fig. 3.51, q). Tot în același an Honda Motor Company anunța primul automobil electric cu o baterie de nichel metalizat hibrid cu vânzări în SUA. Constructorul italian de mașini Fiat a anunțat și el crearea unui vehicul electric ce va folosi o baterie obișnuită de mașină.

În a. 1997 Toyota dezvăluie Prius - prima mașină hibridă produsă în masă și comercializată în lume. Aproape 18000 de unități au fost vândute în timpul primului an de producție.

În perioada 1997 – 2000 câteva mii de automobile electrice (cum ar fi Honda's EV Plus, EV-ul lui Honda (fig. 3.51,s), EV-ul lui Ranger de la Ford, Nissan Altra EV și Toyota RAV4 EV) sunt produse de producătorii mari de mașini.

Deși General Motors și alte companii au construit și lansat pe piață între anii 1996–2000 mai multe modele era automobilelor electrice moderne reîncepe apr. în 2006–2010, când Tesla Motors dezvăluie în mod public ultrasportul „*Tesla Roadster*” la Salonul Auto de la San Francisco în noiembrie 2006. Ulterior a ieșit pe piață cu modelul revoluționar Tesla Model 3, 2018. În a. 2009 a apărut micul și elegantul „*automobil al viitorului Girasole*” (fig. 3.51, t). Au apărut automobilele de serie în totalitate cu alimentare electrică cu distanță parcursă mărită dintr-o singură încărcare. Au fost lansate pe piață diverse concepte de acumulatori cu un randament relativ ridicat și un preț accesibil.

Pentru stimularea producerii automobilelor electrice poșta franceză a comandat în a. 2007 10000 de automobile electrice pentru următorii 5 ani. În

a. 2008 guvernul israelian își anunță sprijinul pentru un proiect amplu de promovare a utilizării mașinilor electrice în Israel. Planul este de a crea o rețea extinsă de spoturi de încărcare și de a vinde kilometrajul în mașinile lor ca minute pe un plan de telefonie mobilă. Primele mașini electrice Renault erau programate să ajungă pe străzile din Tel Aviv și alte orașe în 2011. Better Place anunța o serie de parteneriate pentru a sprijini proiectele de vehicule electrice în Danemarca, Canada, Japonia, Australia și SUA.

În a. 2009 Actul American de Recuperare și Reinvestire alocă 2 miliarde de dolari pentru dezvoltarea bateriilor de vehicule electrice și a tehnologiilor aferente. Departamentul de Energie adaugă încă 400 de milioane de dolari pentru a finanța construirea infrastructurii necesare pentru a susține vehiculele electrice.

Primul ministru Gordon Brown anunță că guvernul britanic va promova utilizarea vehiculelor electrice în Regatul Unit prin oferirea unei subvenții de 2000 de lire sterline către cumpărători. Un oficial guvernamental de rang înalt estimează că 40% din toate automobilele din Marea Britanie vor trebui să fie electrice sau hibride pentru ca țara să-și atingă obiectivul de a reduce cu 80% emisiile sale de CO₂ până în 2050.

Președintele Obama anunță o nouă politică privind kilometrajul de gaze, care va impune producătorilor de automobile să atingă un standard minim de eficiență a combustibilului de 35,5 mile pe galon până în 2016.

Departamentul Energiei acordă împrumuturi de 8 miliarde de dolari pentru *Ford*, *Nissan* și *Tesla Motors* pentru a sprijini dezvoltarea vehiculelor eficiente din punct de vedere al consumului de combustibil. Creditele pentru autovehicule sunt primele distribuții dintr-un fond de 25 de miliarde de dolari, creat în temeiul Legii privind independența energetică și securitatea din 2007.

Nissan dezvăluie noua sa mașină electrică, numită LEAF („*Leading, Environmentally Friendly, Affordable, Family Car*”) în a. 2010. LEAF este capabil de o viteză maximă de peste 160 km/h, poate călători 172 km pe o încărcare completă și are o baterie care poate fi reîncărcată la 80% din capacitatea sa în 30 de minute (fig. 3.51, v) [78]. Similar cu inițiativa „*Better Place*” din Israel, *Nissan* intenționează să colaboreze cu guvernul japonez și cu companiile private pentru a înființa rețele de încărcare în mai multe țări. Se produce în serie din a. 2010 până în prezent.

În a. 2016 General Motors prezintă modelul său modificat GM Chevy Bolt EV (fig. 3.51, r) care asigură până la 340 km pentru o încărcare [79].

Recentele succese ale companiei „*Tesla Motors*” dau acum speranțe. Modelele cele mai noi au o autonomie de aproape 500 de kilometri cu o singură încărcare, care se face destul de rapid, în 45 de minute. Problema care

rămâne este prețul, încă destul de ridicat pentru a fi accesibil oamenilor obișnuiți, peste 30000 de dolari.

Automobilul electric BMW i3 are o accelerație mai rapidă decât oricare dintre celelalte (7,1 secunde până la 100 km/h) și un interior „luxos”. În plus, folosește fibre de carbon mai scumpe, o mulțime de materiale reciclate și câteva „materiale verzi” cum ar fi bambus și eucalipt, care sunt destul de drăguțe, dar nu la fel de ieftine ca cele din plastic. BMW i3 a fost numit „Automobilul verde al Anului” în aa. 2014 și 2015. Este cea mai eficientă mașină pe întreaga piață auto din SUA.

O direcție revoluționară în domeniul automobilelor electrice sunt și așa numitele automobile solare. Firma „Venturi AstroLab”, Monaco, a lansat la Salonul Mondial de Automobile din 2006 primul automobil solar funcționabil „Eclectic Concept Car”. În a. 2008 a construit modelul modernizat „Astrolab” propus pentru producere în serie. Cu o suprafață colectoare a energiei solare de 3,6 m² asigură alimentarea unui motor electric de 16 kW (21 cp) (fig. 3.51, y). Centrala compactă pentru producerea energiei electrice ia puterea de la baterii hibride nichel-metal de 7 kW/h, cu o greutate de 110 kg și asigură atingerea unei viteze de până la 120 km/h [80]. „Astrolab Venturi” nu este doar un concept, ci primul model comercial, disponibil pentru oricine dispus să plătească pentru el o anumită sumă de bani. Este o primă mașină electrică solară de producție, care are caracteristici necesare pentru conducerea de zi cu zi. Este de remarcat faptul că greutatea mașinii electrice este de numai 300 kg. Designerii au reușit să realizeze acest indicator prin utilizarea materialelor ușoare compozite. Este primul automobil cu adevărat absolut nepoluant (emisia Zero).

În următorii câțiva ani, vom vedea că un număr de mașini electrice vor veni pe piață de la producătorii mai vechi de autovehiculele. Ford a anunțat în ianuarie că intenționează să ofere 13 noi automobile electrice, inclusiv hibride, în următorii cinci ani. Unul dintre noile vehicule, pe care intenționează să le lanseze, va fi un SUV complet electric, cu o rază de cel puțin 300 de kilometri per încărcare. Mercedes și Volvo intenționează să lanseze un automobil electric în 2019, iar Volkswagen a declarat că intenționează să aibă o versiune de producție a SUV-ului ID Concept SUV electric, gata până în a. 2020 [81].

Performanțele automobilului electric, depinzând în mare măsură de performanțele acumulatorului de energie, acest domeniu a devenit unul de top, ca și 100 de ani în urmă când de rezolvarea ei se ocupa Thomas Alva Edison. Printre cele mai bune rezultate în domeniu sunt următoarele. Firma „Altairnano” dezvoltă și produce din a. 2007 un acumulator pe bază de titanat de litiu, a cărui capacitate propulsează un autovehicul pe o distanță de max. 400 km, durata de reîncărcare a acumulatorului fiind de numai 10 minute.

Acumulatorul se numește Nanosafe și este folosit deja de către firma americană „Phoenix Motors”, care în a. 2008 a lansat pe piață două mașini: Phoenix SUV și Phoenix SUT [82]. De asemenea, va fi folosit și pentru modelul Lightning GT - cel mai rapid electrovehicul până în prezent.

Un alt concept este folosirea unui supercondensator, ca acumulator. Condensatorul este, în principiu, cel mai bun concept pentru a înlocui motoarele convenționale pe benzină, mult mai bun decât acumulatorul „clasic”, bazat pe litiu-ion, deoarece nu există reacții chimice, timpul de reîncărcare este foarte scurt, iar randamentul este de 100%. Însă până în a. 2008 nu au existat produse satisfăcătoare pe piață. Un nou tip de supercondensator, care ar putea revoluționa industria auto după un secol de cercetare, este anunțat în a. 2008 de către firma americană „Electrical Energy Storage” (EESor) în baza brevetului de invenție US7033406, 2006) [83]. Cu o densitate de 340 Wh/kg (condensatorii normali au o densitate în jur de 5 Wh/kg) supercondensatorul are o masă de 152 kg, un volum de 33 litri, capacitate de 31 Farad, tensiune 3500 V și un preț de 3200 \$. Reîncărcarea cu 52 kW/h ar fi posibilă în apr. 6 minute. Primul automobil, care va integra această tehnologie, va fi cityZENN [84]. CityZENN, anunțat pentru a. 2009, va atinge o viteză de 125 km/h, iar distanța de deplasare cu o singură încărcare va fi de 400 km. Acest automobil va reduce costurile de întreținere cu 90%, comparativ cu un vehicul obișnuit, conform declarațiilor firmei producătoare „Zenn Motors”. Piața supercondensatorului se estimează a fi de 3,5 mlrd până în a. 2025 [85].



Fig. 3.53. Infrastructura pentru încărcarea acumulatorilor automobilelor electrice.

electrice, iar până în a. 2030 toate autovehiculele noi, inclusiv autocamioanele, vor fi propulsate complet electric. Țări precum Franța, Germania, Israel, SUA își pregătesc infrastructura pentru automobilele electrice (fig. 3.53).

După ultimele progrese în domeniul acumulatorilor (acumulator Li-ion și supercondensatorilor) și având în vedere creșterea prețului petrolului la peste 138 dolari/baril în 2008 și prognoza de peste 200\$/baril în anii următori, se estimează că cel târziu în a. 2020, 90% din autovehiculele noi până la 3,5t produse vor fi

În continuare se prezintă performanțele unor automobile electrice produse în serie de companii cunoscute (v. tabelul 3.1).

Tabelul 3.1. Performanțele unor automobile electrice produse în serie.

Make	Model	0 to 60 (Seconds)	Avg Range (miles)	Avg Range (kms)	Battery kWh	Miles per kWh
Hyundai	<u>Ioniq</u>	10.8	125	201.17	28	4.46
<u>Citroën</u>	C-Zero	15.9	60	96.56	15	4
Mitsubishi	<u>i-MiEV</u>	15.9	60	96.56	15	4
Peugeot	i0n	15.9	60	96.56	15	4
Chevrolet	Bolt EV	6.5	238	383.02	60	3.97
<u>Opel</u>	<u>Ampera</u>	6.5	238	383.02	60	3.97
Nissan	Leaf 2018	8.4	150	241.4	38	3.95
Tesla	Model 3 (standard_)	5.9	205	329.91	52	3.94
Renault	Zoe	13.5	145	233.35	37	3.92
Volkswagen	e-Golf	9.6	125	201.17	32	3.91
Tesla	Model 3 (Long_Range)	5.4	280	450.62	72	3.89
Hyundai	<u>Kona Electric</u>	9.3	155	249.45	40	3.88
BMW	i3	7.3	105	168.98	27.2	3.86
Volkswagen	<u>ID (2019)</u>	8	230	370.15	60	3.83
Hyundai	<u>Kona Electric</u>	7.6	240	386.24	64	3.75
<u>Kia</u>	<u>Niro EV Mid-Range</u>	9.5	145	233.35	39.2	3.7
<u>Kia</u>	Soul EV	11.2	110	177.03	30	3.67
Fiat	500e	8.5	84	135.18	24	3.5
Volkswagen	e-Up!	12.4	65	104.61	18.7	3.48
Ford	Focus Electric	9.9	115	185.07	34	3.38
Tesla	Model S 75D	4.4	240	386.24	72.5	3.31
Smart	Smart EQ for-four	12.5	55	88.51	16.7	3.29
Mercedes	<u>EQC (2019)</u>	5	215	346.01	70	3.07
Jaguar	i-Pace	4.8	250	402.34	85	2.94
Tesla	Model X 75D	5.2	205	329.91	72.5	2.83

Automobile hibride

După sursa de energie combinată utilizată automobilele hibrid se împart în patru clase distincte:

- Automobil hibrid „*motor electric + motor cu combustie internă*”;
- Automobil hibrid „*motor electric (acumulatoare electrice+pile de combustie)*”;
- Automobil hibrid „*motor cu combustie internă (hidrogen produs cu pile de combustie + benzină (motorină)*”;
- Automobil hibrid „*motor cu combustie internă (benzină (motorină) + bioethanol)*”.

După arhitectură automobilele hibride ele se clasifică:

- *în paralel* - ambele sisteme de propulsie, de exemplu motorul cu ardere internă și cel electric, pot acționa roțile
- *în serie* - unul dintre sisteme produce o formă de energie utilizată de celălalt, care acționează roțile, de exemplu motorul cu ardere internă antrenează generatorul electric, care alimentează motorul electric de tracțiune.
- *în serie-paralel* - care permit comutarea între situația *serie* și cea *paralel*, după nevoi.

După modul de încărcare al acumulatorilor se clasifică în:

- obișnuite - la care acumulatorii se pot încărca exclusiv de către sistemele proprii, utilizând sursele de energie de la bord (combustibilii);
- reîncărcabile (plug-in hybrid) - la care acumulatorii se pot încărca atât de către sistemele proprii, cât și de la rețeaua electrică prin cuplarea lor la o priză.

1. Automobil hibrid „*motor electric + motor cu combustie internă*”

Automobilele hibride au apărut la sfârșitul secolului al XIX-lea pentru a lărgi aria de utilizare a automobilelor electrice care aveau o distanță de parcurgere fără reîncărcare mica. Dar vehiculul hibrid are și unele avantaje: are emisii mai mici ale motorului cu ardere internă deoarece acel motor poate fi dimensionat mai mic și poate funcționa într-un regim optim, unde randamentul motorului este maxim, respectiv consumul specific de combustibil este minim, ceea ce conduce la un consum de combustibil mai redus.

Să facem un scurt excurs în istoria automobilelor hibride. În a. 1899 austriacul Ferdinand Porsche a inventat primul automobil hibrid care funcționa în baza gazolinei și electricității, iar în a. 1901 a produs primul vehicul hibrid pe benzină-electric din lume „*Lohner-Porsche Mixte Hybrid*” (fig. 3.54,a) [86].

În a. 1900 inginerul belgian, Henri Pieper, a dezvoltat automobilul hibrid electric „*Voiturette*” de 3,5 cp, în care motorul mic pe benzină a fost cuplat la un motor electric sub scaun. Când mașina se afla în „*croazieră*”, motorul electric era în realitate un generator, care reîncărca bateriile. Dar când mașina urcă în pantă, motorul electric, montat coaxial cu motorul cu gaz, îi dă un impuls. Brevetele de invenție ale lui Pieper au fost folosite de firma din Belgia „*Auto-Mixte*” pentru a construi vehiculul comercial „*Pescatore*” în perioada 1906-1912 [87].

Louis Antoine Krieger (1868-1951) a început producerea echipajelor electrice fără cai în Paris în a.1894. În 1903 Krieger a produs primul vehicul electric hibrid (HEV): avea tracțiune în față, servodirecție și un motor pe benzină care suplimenta acumulatorul. Compania Krieger a fabricat vehicule hibride până în a.1909 (fig. 3.54, c) [88].

Între aa. 1911 și 1918 compania americană din Chicago „*Woods Motor Vehicle Company*” a produs modelul „*Dual Power 44 Coupe*” (U.S. Patent nr. 1244045), care avea un motor cu combustie internă cu 4 cilindri, precum și un motor electric. Până la viteza de 24 km/h automobilul era acționat electric, iar la viteza mai mare până la 56 km/h era acționat de motorul cu ardere internă. Este considerat astăzi un vehicul electric hibrid istoric [89].

Compania „*W. A. Stevens*” a fost înființată la Maidstone în a. 1897 de către William Arthur Stevens. A construit până în a. 1906 primul său vehicul pe benzină, folosind modele brevetate de Percival (Percy) Frost-Smith. Un motor pe benzină a fost conectat la un generator electric, iar curentul produs alimenta un motor electric care conducea roțile din spate. W.A. Stevens a brevetat, de asemenea, un sistem de transformare a autobuzelor convenționale pe benzină fie pentru propulsie electrică, fie pentru propulsie electrică - benzină [90].

În a. 1907 compania franceză AL a fabricat unul din primele automobile hibride „*cu combustie internă+motor electric*”, combinație cu puterea de 24 cp.

„*Owen Magnetic*” a fost o marcă americană de automobile hibride de lux, fabricată între anii 1915 - 1922. În a. 1921 a fost fabricat automobilul hibrid „*Owen Magnetic Model 60 Touring*”, 1921 (fig. 3.54, d) [91]. Modelele de automobile ale mărcii erau notabile pentru utilizarea unei transmisii electromagnetice și au fost exemple timpurii ale unui sistem de transmisie electrică hibrid.

Frederick W. Lanchester de la „*Lanchester Motor Company*”, Birmingham, Anglia, a elaborat și fabricat în a. 1927 un prototip de autovehicul hibrid „*electric+motor cu combustie*”, care avea atât motor cu

benzină cât și motor electric (fig. 3.54, e) [92]. La sarcini mici motorul electric acționează ca un generator, încărcând acumulatorul.

Perioada anilor 1968-1971 se consideră perioada renașterii automobilelor hibride. Trei oameni de știință Dr. Baruch Berman, dr. George H. Gelb și Dr. Neal A. Richardson care lucrează la TRW Automotive, o firmă producătoare de componente auto din SUA, au creat un sistem hibrid de propulsie dezvoltat, demonstrat și brevetat sistemul denumit transmisie electromecanică (EMT), oferind o performanță optimă a unui vehicul cu un motor mai mic decât cel cerut de un motor convențional cu ardere internă. Multe dintre conceptele de inginerie încorporate în acest sistem sunt folosite în hibridii de astăzi.

Compania General Motors lansează în perioada 1965-1970 modelul GMM 512, o mașină hibridă experimentală foarte ușoară, care funcționează în întregime pe energie electrică la viteze de până la 17 km/h. La viteze de la 17 până la 22 km/h acesta funcționează pe o combinație de baterii și motorul său cu doi cilindri pe gaz. La viteze de peste 22 km/h GM 512 funcționează pe benzină. Se putea atinge viteza de până la 70 km/h (fig. 3.54, f) [93].

Însă vehiculele electrice hibride nu s-au răspândit până când n-a apărut Toyota Prius în Japonia în anul 1997, urmat de Honda Insight în anul 1999 [94]. Datorită prețului scăzut al benzinei inițial vehiculele electrice hibride nu au fost considerate ca fiind necesare, însă creșterea prețului petrolului a determinat ca începând din 2000 industria automobilistică să le producă la scară mai mare, fiind considerate de viitor. În perioada 2012-2017 au fost comercializate peste 10 milioane de vehicule hibride, lideri fiind Toyota cu peste 8 milioane și Honda cu peste 1,35 milioane, Ford Motor Company cu peste 424 de mii de vehicule hibride vândute în SUA și Hyundai Group, cu 200 de mii. Cel mai vândut tip de vehicul electric hibrid este din familia Toyota Prius, cu peste 5,2 milioane vândute, din care peste 3,5 milioane din modelul modernizat [95]. Japonia și SUA sunt cele mai mari piețe de desfacere, Japonia cu 4 milioane și SUA cu peste 3,5 milioane. Automobilul Toyota Prius II a fost înalt apreciat în anul 2004 la autoshowul Nord American. „Este cea mai tare mașină, pe care am avut-o vreodată” a declarat președintele „Toyota Motor Sales USA” Jim Press.

La a doua generație a modelului „Toyota Prius”, în anul 2003 pe piață apare automobilul „Honda Civic Hybrid” cu „motor electric+benzină”. Aspectul, manevrabilitatea și stilul sunt identice cu ale automobilului convențional Civic.

În anul 2004 compania Ford lansează primul său automobil hibrid „Ford Escape Hybrid”, primul produs de o companie americană. Este automobilul, care îmbină beneficiile unui automobil sportiv și economia unui automobil

hibrid. În a. 2012 vine cu modelul său ambițios „*Ford C-Max Energy*” care avea o autonomie de 885 km, mai mare ca la concurentul său Toyota Prius.

Daimler va scoate pe piață în 2009 primul său automobil hibrid cu noul tip de acumulator pe litiu-ion, „*Mercedes S 400 Bluetec Hybrid*”, sistemul electronic și acumulatorul propriu-zis fiind construite de „*Continental*”, „*Johnson Controls*” și „*Saft*”.

Dr. ing. H.C. F. Porsche AG, Stuttgart, reia acest concept vizionar în curse de producție pe bază de producție. La distanța de 100 de ani de la primul său automobil hibrid în timpul Salonului Auto de la Geneva, 2010, un Porsche 911 GT3 R Hybrid cu unitate hibridă inovatoare își face debutul, deschizând un nou capitol în istoria Porsche (fig. 3.54, b) [96]. Tehnologia hibridă inovatoare prezentată în mașină a fost dezvoltată special pentru curse, prezentând în mod semnificativ configurația și componentele sale din sistemele hibride convenționale. În acest caz, transmisia electrică pe puntea din față cu două motoare electrice care dezvoltă 60 kW fiecare, suplimentează patru litri cu șase cilindri, în partea din spate a modelului 911 GT3 R Hybrid.

În a. 2012 compania franceză PSA Peugeot-Citroën pune în producție automobilul hibrid „*Peugeot 3008 HYbrid4 Pure Tech 130 Active*” (fig. 3.54, j) [97]. Sistemul hibrid din modelul 3008 este neobișnuit prin faptul că combină energia electrică cu un motor diesel. Utilizează cele două surse de energie cele mai eficiente pentru ca autoturismele să creeze cea mai bună economie de combustibil posibil, în special pentru autovehiculele mai mari, cum ar fi modelul 3008. Ca o mașină de tip „*Crossover*” relativ înaltă, este perfect plasată pentru a beneficia de un astfel de sistem [98]. În a. 2017 modelul hibrid 3008 a fost declarat „*Automobilul European al Anului*” de un juriu din 58 de jurnaliști motorști din 20 de țări europene. Aceasta se întâmplă în aceeași zi când „*PSA Peugeot-Citroën*” cumpără divizia „*GM Opel*”. „*Aceasta este o alianță a câștigătorilor*” spunea Jean-Philippe Imparato, ofițerul executiv șef al „*Peugeot Group*”. În a. 2016 automobilul „*Opel Astra*” s-a bucurat de aceeași distincție.



a. Primul automobil hibrid „*Lohner-Porsche*”, 1899.



b. Automobilul „*Porsche 911 GT3 R Hybrid*”, 2010.



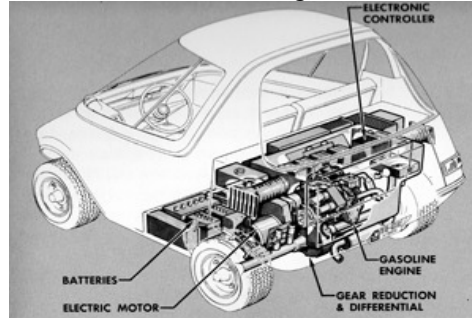
c. Automobiliul „Krieger Hybrid”, 1903.



d. Automobiliul hibrid „Owen Magnetic Model 60 Touring”, 1921.



e. Automobiliul hibrid „FW Lanchester's prototype petrol-electric”, 1927.



f. Automobil „GM 512 Hybrid Gaz-Electric” (1965-1970).



g. Automobiliul hibrid „Toyota Prius”, pionierul hibridului modern, 2011.



h. Automobiliul hibrid „Ford C-Max Energy”, 2012.



i. Automobiliul hibrid „BMW i8”.
Concept IAA 2011.



j. Automobiliul „Peugeot 3008 HYbrid4 Pure Tech 130 Active”.

Fig. 3.54. Evoluția automobilelor hibride „motor electric+motor cu ardere internă”.

2. Automobile electrice cu pile de combustie

Pentru prima dată acționarea automobilelor electrice cu pile de combustie a avut loc în anii 1800. Conceptul de pilă de combustie a fost demonstrat pentru prima dată de englezul Humphry Davy (1778-1829) în 1801. Berzelius a numit lucrarea sa din 1806 „*On Some Chemical Agencies of Electricity*” drept una din cele mai bune memorii apărute vreodată în teoria chimică [99], dar invenția primei pile de combustie funcționale îi aparține americanului William Grove (1811-1896), chimist, avocat și fizician [100]. Experimentele lui Grove cu ceea ce el a numit o „*baterie de gaz voltaic*” a demonstrat în a. 1842 că un curent electric ar putea fi produs printr-o reacție electrochimică între hidrogen și oxigen pe un catalizator de platină. Aici e cazul să amintim și aportul fizicianului român Nicolae Vasilescu-Carpen (1870-1964), pila de combustie a căruia a fost brevetată în a. 1922, iar prototipul executat în a. 1950 funcționează și astăzi, realizându-se într-un fel visul savantului de a crea o pilă care să furnizeze energie electrică la nesfârșit. „*Funcționa atunci, deja, de 31-32 de ani, și, cu cilindrii de sticla umpluți cu H_2SO_4 , va funcționa în vecii vecilor. Iată ce mister avem noi lângă parcul Libertății, lăsat moștenire de un oltean extraordinar, inginerul-fizician Nicolae Vasilescu-Karpen*” își amintește cunoscutul promotor al inovatorilor și inovațiilor tehnice Alexandru Mironov [101].

În a. 1838 chimistul german-elvețian Christian Friedrich Schönbein (1799-1868) creează motorul care funcționa cu pila de combustie cu hidrogen [102]. Un prim vehicul modern cu pile de combustie a fost un tractor agricol modificat Allis-Chalmers, echipat cu o pilă de combustie de 15 kW, în jurul anului 1959, elaborat de Harry Ihrig și echipa sa [103]. Competiția spațială din Războiul Rece a condus la dezvoltarea în continuare a tehnologiei pililor de combustie. Proiectul Gemini a testat celulele de combustibil pentru a furniza energie electrică în timpul misiunilor spațiale cu echipaj uman [104]. Dezvoltarea celulelor de combustibil a continuat cu programul Apollo. Sistemele de alimentare cu energie din capsulele Apollo și modulele lunare au utilizat celule de combustie alcaline [104].

Dezvoltarea automobilelor hibride cu pile de combustie a mers pe două căi:

- *utilizarea pilei de combustie pentru producerea hidrogenului necesar pentru alimentarea motorului cu ardere internă (fig. 3.54, a);*
- *utilizarea pilei de combustie pentru producerea hidrogenului, care este transformat în energie electrică (fig. 3.54, b).*

Pilă de combustie → hidrogen

Doar în a. 1966 firma General Motors a produs primul automobil funcțional cu pile de combustie de hidrogen utilizat direct în calitate de

Combustibil „*Chevrolet Electrovan*” (fig. 3.54, a) [105]. Acesta a fost copilul creat de Dr. Craig Marks împreună cu 250 de membri ai echipei, care au lucrat timp de 2 ani. Automobilul folosea pila de combustie produsă de Union Carbide care producea hidrogen și oxigen suprarăcit, fiind dotat cu un rezervor de hidrogen și un rezervor de oxigen. Pila de combustie permitea acționarea automobilului „*Chevrolet Electrovan*” cu viteza de apr. 120 km/h și autonomie pe o distanță de apr. 200 km. Dar din considerente de securitate automobilul a fost utilizat doar de companie, având loc un incident legat de explozia rezervorului de hidrogen. Actualmente se află în Muzeul de Automobile Petersen din Los Angeles, California [106]. Automobilul avea doar două locuri, deoarece stivele de combustibil și rezervoarele mari de hidrogen și oxigen au preluat porțiunea din spate a automobilului. A fost construit doar un singur automobil deoarece proiectul a fost considerat costisitor [106].

General Electric și alții au continuat să lucreze la pilele de combustie PEM în anii 1970 [104]. Dar utilizarea pilelor de combustie era limitată în principal la aplicațiile spațiale din anii 1980, inclusiv în naveta spațială. Cu toate acestea, închiderea programului Apollo a favorizat plecarea mai multor specialiști din industria militară în companiile private. Până în anii 1990, producătorii de automobile erau interesați de aplicațiile pentru pilele de combustie, fiind elaborate modele demonstrative. În a. 2001, au fost demonstrate primele rezervoare de hidrogen de 700 bar (10000 PSI), reducând mărimea rezervoarelor de combustibil care ar putea fi utilizate în vehicule și extinderea intervalului [107]. Interesul major către acest tip de acționare a automobilelor a reapărut la începutul secolului al XXI-lea.

Totuși primul automobil funcțional cu motor cu ardere internă, care arde hidrogen în calitate de combustibil este automobilul „*BMW Hydrogen 7*”, construit de grupul BMW în perioada 2005-2007 (fig. 3.54, c) [108]. Motorul BMW cu 12 cilindri cu combustie internă pe bază de hidrogen și benzină are o putere de 260 cp și ajută automobilele „*Hydrogen 7*” să atingă o distanță parcursă totală de peste 700 km. În München s-a construit prima stație publică de alimentare cu hidrogen și a fost deschisă în 2007, coincizând cu lansarea „*BMW Hydrogen 7*”. În SUA stații de alimentare cu hidrogen lichid sunt în prezent în Washington DC și Oxnard, California. De asemenea, există mai multe unități mobile suplimentare care pot furniza hidrogen lichid după necesități. Totuși, există mai mulți sceptici privind viitorul acestui tip de combustibil legat în primul rând de păstrarea și transportarea lui în cantități mari. Astfel Jorn Madslie de la BBC a pus la îndoială dacă automobilul BMW Hydrogen 7 a fost „o inițiativă cu adevărat ecologică sau pur și simplu un marketing cinic”.

Pilă de combustie → hidrogen → electricitate

Totuși majoritatea producătorilor de automobile cu pile de combustie Toyota, Honda, General Motors, Daimler AG, AUDI ș.a. au mers pe calea obținerii hidrogenului pentru a produce electricitate, utilizată pentru acționarea automobilului.

În baza experienței acumulate pe parcursul ultimilor peste 40 de ani și a modelului conceptual elaborat (fig. 3.55, b) grupul General Motors vine cu o serie de modele de automobile electrice cu pile de combustie: *GM Hy-wir* (2002), *GM H2H Hummer* (2004) (fig. 3.55, d) [109], *GM HydroGen3 Minivan*, *GM Sequel Concept Vehicle* (2007) [110], *GM HydroGen4 Minivan*. La 19 aprilie 2007 GM a prezentat conceptul de automobil *Chevrolet Volt Hydrogen* la Salonul Auto de la Shanghai din China. Chevrolet Equinox Fuel Cell, produs în perioada 2004-2017, a fost unul dintre cei 5 premiați de jurnalul „*Green Car Journal*” în concursul „*Automobilul verde al Anului*” 2013. Automobilul este un vehicul hibrid electric *E-Flex*, bazat pe conceptul hibrid electric Volt din benzină, plus o tehnologie de hidrogen mai nouă decât cea utilizată în conceptul GM Sequel.

Toyota Mirai este primul automobil japonez care va fi alimentat de pile de combustie pe bază de hidrogen de la producătorul care a lansat în 1997 hibridul Prius. Mirai a fost prezentat oficial la Salonul Auto de la Los Angeles în 2014. Toyota Mirai a fost introdus în producție de serie în a. 2015 (fig. 3.55, e). Modelul Mirai se bazează pe conceptul original al unei pile de combustie FCV, prezentată pentru prima dată la Salonul Auto de la Tokyo din 2013. FCV asigură o distanță de peste 700 km dintr-o alimentare. Rezervoarele de hidrogen, armate cu fibră de carbon sunt extrem de rezistente, durabile și rezistente la impact. Aceasta înseamnă că forța de penetrare a rezervoarelor ar depăși majoritatea situațiilor de impact [111].

Compania Honda a construit primul său automobil hibrid cu pile de combustie în a. 2004 care costa apr. 1 mln \$. Modelul Honda FCX Clarity a fost introdus în 2008. Peste 20 de prototipuri FCEV și mașini demonstrative au fost lansate în perioada 2008-2017. Honda FCX Clarity se bazează pe Conceptul Honda FCX din 2006 și este disponibil doar ca vehicul electric cu celula de combustibil pe bază de hidrogen. FCX Clarity are calități de mașină electrică, cum ar fi emisiile zero, oferind în același timp durata de realimentare de cinci minute și o distanță lungă par cursă la o alimentare [112]. Modelul 2017 Clarity are, de asemenea, cele mai mari ratinguri combinate și de economie de combustibil pentru oraș dintre toate automobilele pe bază de combustibil pe bază de hidrogen evaluate de EPA (fig. 3.55, f).

La autoshow-ul din Los Angeles, 2014 renumitul grup german AUDI prezenta automobilul hibrid „*Audi Hydrogen A7 Sportback h-tron quattro*”

care acoperea distanța parcursă de peste 500 km cu un rezervor de combustibil, iar gazele de eșapament nu emiteau mai mult de câteva picături de apă (fig. 3.55, g) [113]. *A7 Sportback h tron quattro* utilizează o putere electrică puternică cu o baterie hibridă și un motor electric suplimentar în spate. Automobilul *Audi A7 Sportback h-tron quattro* este fără emisii ne noxe cu 170 kW la dispoziție - o nouă direcție în mașinile cu pile de combustie. Consum – 1l de hidrogen (echivalentul a 3,7 l benzină) la 100 km. Accelerează de la 0 până la 100 km în 7,9 sec. la viteza de 180 km/h.

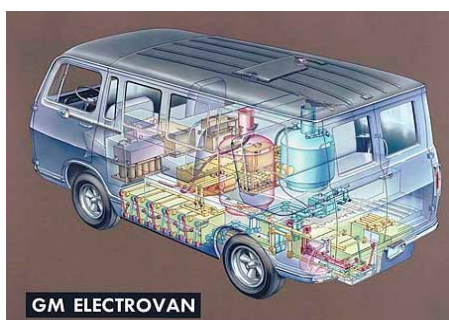
Pe 5 septembrie 2006, Bill Ford a demisionat din funcția de CEO al companiei Ford Motor Company. Înainte de a se retrage din funcție nepotul lui Henry Ford a dedicat o mare parte din timpul, energia și resursele sale noii tehnologii a autovehiculelor pe bază de hidrogen. Ford Focus FCV (vehicul cu pile de combustie), pus în producție în a. 2007, este cea mai recentă mașină cu hidrogen din familia Ford (fig. 3.55, h) [114]. Ford Focus FCV este numit o mașină cu hidrogen de generația 3, de vreme ce alte mașini de cercetare au venit înaintea ei. Predecesorul, automobilul cu pile de combustie Ford P2000, deținea recordul de călătorie de aproape 1400 de mile parcurse timp de 24 de ore. Ford Focus FCV este alimentat de la un motor electric și primește energia electrică din două surse. Prima sursă este direct din pila de combustie, iar cea de-a doua sursă este din pachetul de baterii.

Compania Daimler AG vine cu o serie de automobile hibride cu pile de combustie pe bază de hidrogen divizate în două versiuni: Mercedes-Benz A-Class și Mercedes-Benz B-Class. Prima generație a lui F-Cell a fost introdusă în 2002 și avea distanța maximă de parcurgere fără realimentare de 160 km și viteza maximă de 132 km/h. Actualul model B-Class F-CELL are un motor electric mai puternic, cu o putere de 134 cp și o distanță de aproximativ 402 km (fig. 3.55, i) [115]. Această îmbunătățire se datorează, în parte, spațiului mai mare al clasei B de menținere a rezervoarelor de hidrogen comprimat, presiunii mai mari de stocare, precum și progreselor tehnologiei pilelor de combustie cu membrană de schimb de protoni (PEMFC). În 2011, Mercedes-Benz a făcut un turneu mondial cu trei dintre vehiculele Mercedes-Benz F-Cell, dintre care una a fost clasa B. Vehiculul cu combustie pe bază de hidrogen a parcurs peste 30000 de kilometri într-o călătorie în jurul globului. Mercedes-Benz B-Class F-Cell a fost selectat de *Green Car Journal* unul dintre cei 5 finaliști ai concursului *Green Car Vision Award* din a. 2012.

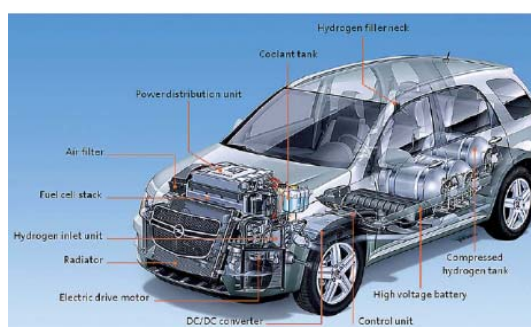
Hyundai vine pe piață cu o serie de automobile hibride electrice cu pile de combustie pe bază de hidrogen. Prima generație a fost pusă în producere în a. 2001 cu modelul „*Hyundai Santa Fe FCEV*” (126 km/h și distanța de 160 km). Generația a doua modelul „*Hyundai Tucson FCEV*” a fost pus în

producere în a. 2005 (150 km/h, 300 km). Generația a 3-a modelul „Hyundai ix35” a fost pus în producere în a. 2009. Versiunea curentă și generația a 4-a este modelul „Hyundai ix35 FCEV” pus în producere în a. 2013 (134 cp, 594 km) [116]. În a. 2018 modelul „Hyundai Nexo” a fost prezentat la Salonul de Automobile de la Geneva, 2018 (fig. 3.55, j) [117]. Din luna martie până în iulie 2018 au fost vândute 208 automobile. Nexo va fi nava amiral pentru portofoliul de mașini ecologice Hyundai, care intenționează să introducă până în anul 2025 până la 20 de mașini ecologice pe piețele globale. „Energia hidrogenului este cheia construirii unei societăți mai durabile”, a spus dr. Woong-chul Yang, vicepreședinte al companiei „Hyundai Motor Company”. Numărul companiilor și a modelelor automobilelor hibride cu pile de combustie este mult mai mare.

Într-adevăr, energia hidrogenului ar putea deveni una din soluțiile economice și ecologice în viitorul apropiat.



a. Automobilul hibrid cu pile de combustie de hidrogen „GM Electrovan”, 1966.



b. A 4-a generație GM HydroGen4 electric.



c. Automobil cu motor de combustie internă cu hidrogen BMW Hydrogen 7, 2007.



d. Automobilul hibrid electric GM H2H Hummer, 2004.



e. Automobilul hibrid electric Toyota Mirai FCV, 2014.



f. Automobilul hibrid electric Honda Clarity FCV, 2017.



g. Automobilul hibrid electric Audi A7 H-Tron Quattro Concept, 2014.



h. Automobilul hibrid electric Ford Focus FCV.



i. Automobilul hibrid electric Daimler AG F-Cell, 2010.



j. Automobilul hibrid electric Hyundai Nexo, Geneva Motorshow 2018.

Fig. 3.55. Evoluția automobilelor hibride cu pile de combustie.

3.3.2.5. Istoria recordurilor de viteză la sol

Viteza l-a fascinat pe om din cele mai vechi timpuri. Drumul spre marea viteză a fost foarte lung: de la cursele de cai, care alergau cu 60 km/h, și până la mașina care a doborât bariera sunetului. Primul record de viteză a fost atins în a. 1898 de către contele francez Gaston de Chasseloup-Laubat. Pe un automobil electric a reușit să atingă viteza de 63 km/h pe un drum de langa Paris [118]. Era cel mai rapid om pe pământ. Doar peste doi ani acest record a fost doborât de către belgianul Camille Janutzy, care a construit o mașină cu numele „*Jamais Content*”, în traducere liberă „*Niciodată Mulțumită*”, denumită de suporterii „*Diavolul Rosu*”, cu care a depășit 100 km/h [119]. După acest record se credea că „*mai repede de atât, nu se poate merge*”. La începutul secolului XX pe un automobil cu aburi francezul Leon Serpollet a reușit să atingă 120 km/h. În a.1906 recordul mondial de viteză ajunsese foarte aproape de 200 de kilometri la oră, trecând oceanul. Înainte de primul război mondial, câteva personalități cunoscute din industria automobilelor au reușit să treacă bariera de 200 km/h: Henry Ford, Louis Chevrolet și Charles Rolls.

După a. 1920 a început epoca automobilelor cu motor cu combustie internă. Primul record cu un automobil cu motor cu ardere internă a fost doborât de un membru al familiei care a produs berea Guinness. El a atins viteza de 215 km/h cu un automobil, cumpărat apoi de Malcom Campbell, un pilot britanic. Până în a. 1933 cu acest automobil, denumit „*rază de soare*”, britanicul a doborât de nouă ori recordul mondial de viteză, atingând viteza de 440 km/h [120].

La sfârșitul anului 1937, s-a produs un moment istoric. Un automobil cu 6 roți și două motoare Rolls Royce de avion a depășit viteza de 500 de km/h. Viteza de aproape 650 km/h a fost stabilită de broker-ul John Cobb și a fost cel mai longeviv record de viteză la sol, rezistând 17 ani. În a.1963 Craig Breedlove, care a construit mașina „*Spirit of America*”, a reușit să o accelereze până la 640 km/h [121]. Însă recordul nu a fost omologat, deoarece bolidul său a fost încadrat la categoria motocicletă, pentru că avea doar trei roți. Regulamentul accepta doar vehicule cu minim patru roți.

Perioada motoarelor cu reacție a dus recordul de viteză la sol, la niveluri incredibil de mari. De la 650 de km/h record atins de fiul lui Campbell, în doar doi ani, s-a ajuns la 950 km/h. În a. 1970, o alta supermașină a depășit limitele vitezei de 1000 km/h, recordul fiind atins de americanul de origine croată Gary Gabelich. Automobilul avea motor de rachetă și era botezată „*Blue Flame*” („*Flacăra Albastră*” (fig. 3.56, *d*) [121]. Recordul din a. 1970 avea să se mențină 13 ani, până la apariția celui care a depășit viteza sunetului. Este vorba de Richard Noble. La început, britanicul Noble a obținut în a. 1983 cu mașina sa numită „*Thrust*” un record de puțin peste 1000 km/h (fig. 3.56, *b*). În a.

1997, viteza sunetului avea să fie învingută de om și automobil pe desertul Black Rock din statul american Nevada. Noble a condus proiectul de realizare a celei mai puternice mașini construite vreodată. A botezat-o „*Thrust Super Sonic Car*” și încredințat-o pilotului Andy Green (fig. 3.56, c). Viteza atinsă în a. 1997 a fost fără îndoială peste cea a sunetului. Toate procedurile au fost respectate, iar viteza a fost măsurată pe distanța de un kilometru și apoi pe o milă. S-a făcut o cursă tur-retur. Rezultatul a fost pe măsura așteptărilor. Viteza maximă atinsă era demnă de cartea recordurilor: 1228 km/h [121]. Bariera sonică a căzut sub insistențele specialiștilor britanici conduși de Noble. Era propulsat de două motoare cu reacție marca Rolls-Royce, utilizate de obicei pe avioanele de luptă ale Aviației Regale Britanice, care au dezvoltat 100000 cp. Forma sa extrem de aerodinamică a fost special concepută pentru a reduce pe cât posibil rezistența la înaintare, și în același timp, să creeze o forță de apăsare suficient de mare ca să împiedice decolarea vehiculului. Frânarea la viteze de sute de kilometri pe oră se făcea cu ajutorul a două parașute. Acestea încetineau mașina până la o viteză la care frânele cu disc puteau fi folosite în siguranță. Frânele rachetei terestre au avut aceleași dimensiuni ca cele de la



a. Vehiculul cu două motoare cu reacție „*Blue Flame (Flacăra Albastră)*”, 1970.



b. Vehiculul „*Thrust*”, cel mai puternic construit vreodată, 1983.



c. Vehiculul „*Thrust Super Sonic*”, cel mai puternic construit vreodată, 1997.



d. Super-bolidul Bloodhound SSC, 2010 proiectat să atingă viteza de 1600 km/h.

Fig. 3.56. Evoluția vehiculelor ultrarapide.

avioanele Boeing 757. Mașina a reușit să accelereze de la 0 la 1000 km/h în doar 16 secunde, timp în care mașinile obișnuite abia depășesc 100 km/h. Legat de recordurile de viteză, cea mai rapidă femeie într-un automobil a fost americanca Kitty Hamleton, care în 1975 a depășit viteza de 800 de km/h.

În ultima perioadă circulă informații legate de o nouă tentativă de doborâre a recordului mondial de viteză la sol. Super-bolidul Bloodhound SSC, proiectat și asamblat de un grup de studenți de la Universitatea „*West of England*” din Marea Britanie, este pe cale să devină cel mai rapid automobil din lume (fig. 3.56, *d*). Proiectanții automobilului speră ca vehiculul să atingă viteza maximă de 1600 km/h [122]. Un model la scară redusă al super-mașinii a fost prezentat recent în cadrul unei conferințe oficiale susținută în incinta Universității West din Anglia din orașul Bristol. Realizat din fibră de carbon, titan și oțel, vehiculul va măsura cât șase mașini mini în lungime, adică 12,8 metri și va avea 6,4 metri în lățime.

Recordul pentru cea mai mare viteză pe uscat înregistrat de o mașină propulsată cu energie solara a fost al automobilului „*Astrolab Venturi*” cu puterea de 21 cp (fig. 3.51, *y*). Este o primă mașină electrică solară produsă în serie.

3.3.2.6. Cum va fi automobilul viitorului?

E o întrebare nu retorică ci una principială, luând în considerare mai mulți factori de influență:

- ieșirea resurselor naturale de hidrocarburi;
- probleme de mediu;
- creșterea numărului populației, a bunăstării în general și legeritatea accesului la automobile.

Probabil, în primul rând, va fi unul ecologic. Va fi unul miniaturizat și manevrabil. Va fi unul securizat, luând în considerare creșterea alarmantă a victimelor automobilului.

Industria auto a viitorului trebuie să răspundă unor cerințe ca: spații tot mai mici de parcare și de deplasare, utilizarea energiei regenerabile, preț redus de fabricație, poluare redusă etc.

Automobilul modern trebuie să îndeplinească funcții dictate de client, după criterii obiective, dar și subiective, precum și funcții impuse de societate și de mediu prin legi care se adaptează continuu evoluției (fig. 3.57) [123]. Asemenea funcții sunt cerute și realizate, în marea lor majoritate, în toate formele și tipurile de automobil – cu propulsie electrică sau termică, pickup sau berlină, Dacia sau Ferrari. Să analizăm câteva dintre cele mai importante funcții ale viitorului automobil.

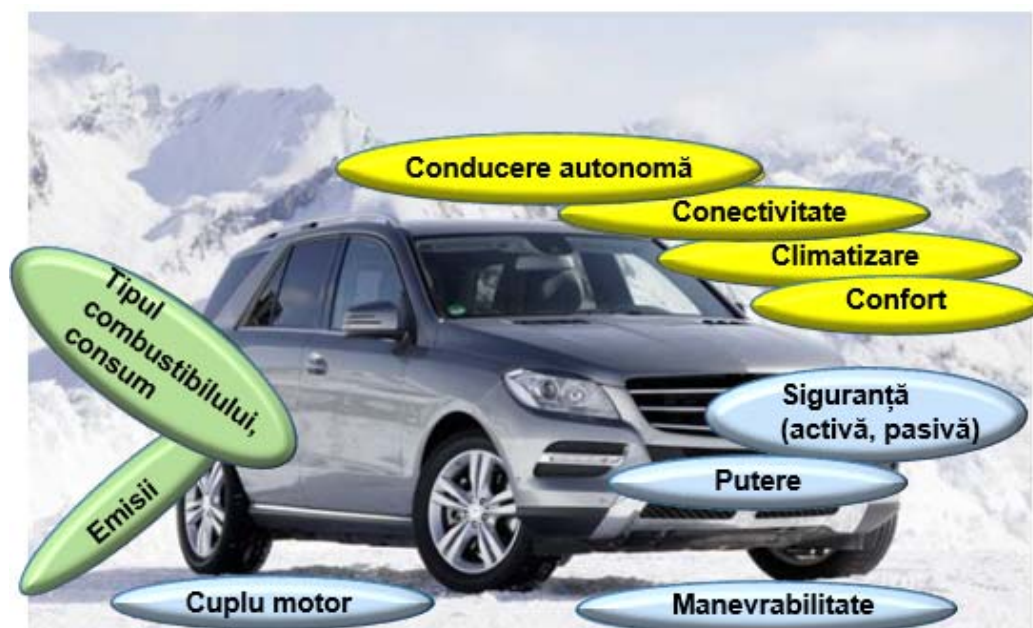


Fig. 3.56. Funcții cerute automobilului modern.

Emisiile de gaze poluante. Este una dintre cele mai dureroase cerințe cauzată de faptul că în țările industrial dezvoltate automobilul e pe locul 3 (după complexul energetic și cel industrial) după gradul de poluare a mediului, iar în țările fără industrie (cum e actualmente Republica Moldova) este pe locul 2. Este alarmantă, de asemenea, creșterea alarmantă a numărului de automobile cauzată de legeritatea accesului la automobile.

Prima normă europeană referitoare la limitarea gazelor nocive provenite de la motoarele de automobile din 1992 prevedea, de exemplu, o limită superioară de emisie de monoxid de carbon a unui motor pe benzină de 3,16 grame pe kilometru parcurs. Din a. 2014, această limită a fost redusă în Europa la 1 gram pe kilometru. Limita de oxid de azot pentru motoare Diesel era în a. 1992 de 1,13 grame pe kilometru, iar acum e de 0,08 grame! În SUA, această limită este actualmente de 7 ori mai scăzută decât în Europa (0,012 grame pe kilometru). Din această cauză s-a ajuns la fraudă de proporții cunoscută ca Dieselgate. De asemenea, s-au redus drastic normele la emisiile de particule pentru motoarele Diesel: de la 0,18 grame pe kilometru în a. 1992 la 0,0045 grame pe kilometru în 2014. De 4 ori doar în 12 ani. Uzarea cauciucurilor, chiar și ale celor de la mașinile electrice, pe asfalt, cauzează emisii de particule mult superioare acestei limite. Din a. 1992 încoace emisiile de monoxid de carbon ale motoarelor cu ardere internă pentru automobile au fost reduse în proporție de 90%, cele de oxid de azot în proporție de 85%, iar cele de particule în proporție de 97%. În cazul propulsiei cu motoare electrice alimentate de baterii, toată această discuție se transferă de la bordul mașinii la centrala electrică pe cărbuni sau pe gaz.

Siguranța activă și pasivă. Siguranța este, în general, un subiect la fel de ocolit ca și încălzirea sau climatizarea mașinii, atunci când sunt etalate avantajele automobilelor cu propulsie electrică, cu energia provenind din baterie. Dacă bateria e grea și voluminoasă se poate renunța la alte funcții? În nici un caz! Siguranța vehiculului în mișcare, dar și a pietonilor, la un impact trebuie să rămână aceeași pentru orice automobil, fie cu motor electric, fie cu motor termic. Siguranța activă se referă la asistența la conducere: prin sisteme de management al dinamicii deplasării, controlul vitezei – prin sisteme de adaptare a vitezei la situație, controlul rămânerii pe banda de rulare, asistență în timpul parcării, vedere pe întuneric, respectiv, vedere panoramică la 360°. Precum și la evitarea cazurilor critice: prin sisteme de control al stabilității, prin sisteme de asistență a frânării, prin controlul direcției.

Siguranța pasivă se referă la protecția pasagerilor și a pietonilor: prin sisteme de minimizare a efectelor impactului, prin strângerea puternică a centurilor de siguranță, prin air bag-uri, prin sisteme de avertizare de urgență și deblocarea portierelor.

Conectivitate. Automobilul viitorului devine tot mai sofisticat, tot mai dotat cu sisteme electronice cu diferită destinație. Cele mai discutate sunt cele cu funcții de conectivitate: GPS, radio, telefon, sisteme de control cu senzori ș.a. Vrem să conectăm mașina cu internetul pentru emailuri, facebook, youtube, street view; cu atelierul pentru telediagnoză și reparație de la distanță; cu stadionul pentru bilete la meci; cu italianul pentru o cină; cu alte mașini pentru avertizare de polei, gropi, blocaj; cu toate telefoanele și tabletele copiilor pe care i-am luat de la școală. Spre deosebire de calculatoarele de birou cele de pe bordul automobilului trebuie să funcționeze la minus 40°C, la plus 40°C, la umiditate maximă sau minimă, rezistând la șocuri provocate de gropi, borduri. De exemplu, un Porsche Panamera are la bord 55 de unități electronice de control, care îndeplinesc nu mai puțin de 6000 de funcții (fig. 3.58) [124]!

Din cauza dezvoltării vertiginoase a electronicii și tehnologiilor informaționale producătorii de automobile se confruntă cu o altă situație, care tinde să devină dramatică. Un nou tip de automobil este actualmente dezvoltat

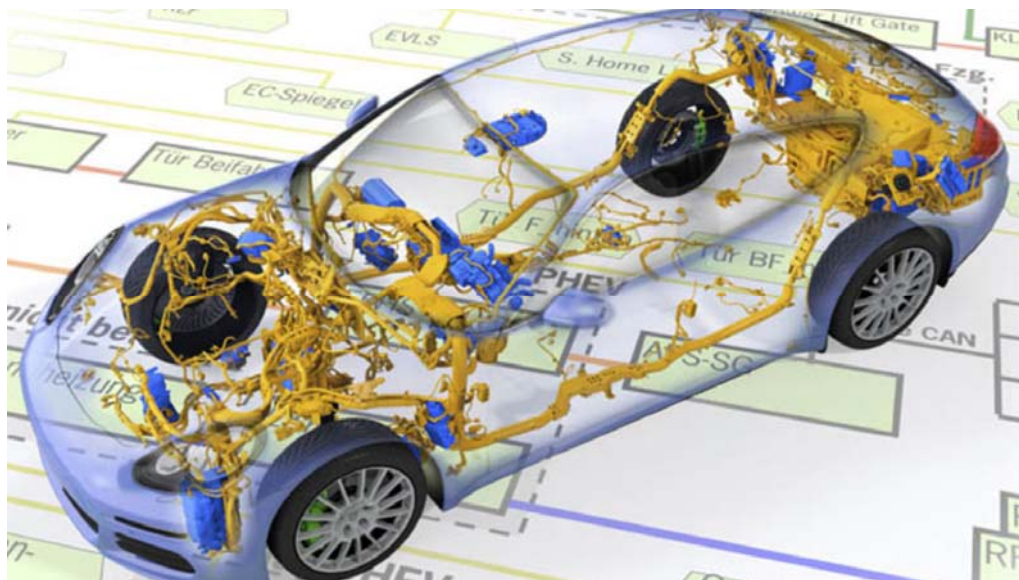


Fig. 3.58. 5 ECUs (Electronic Control Units) – 6000 de funcții: Porsche Panamera [124].

în decurs de aproximativ 3 ani, fiind vândut, pe cât posibil, cam 7 ani. În schimb, sistemele și modulele electronice se reînnoiesc în cicluri mai scurte decât un an, exemplele cele mai edificatoare fiind oferite de iPhone și Samsung. Așadar, la fiecare 6 luni, se utilizează alte unități electronice de control în cadrul aceleiași serii de mașină, care trebuie ținută în producție 7 ani.

Climatizare și confort. Un sistem de încălzire a automobilului, fie cu pompă de căldură, fie cu circuit clasic de apă, necesită o sursă de căldură. La automobilele cu motor termic, această sursă este însuși motorul, deoarece de la 30% până la 40% din căldură generată prin ardere este pierdută prin sistemul de răcire a motorului. Astfel iarnă, pierderea de căldură a motorului este un câștig de căldură pentru încălzire. Eficiența unui motor trebuie tratată global. La un automobil cu motor electric, alimentat de baterie, o asemenea sursă de căldură la bord nu există.

Deci o creăm cu ce avem, adică luăm curent din baterie. Randamentul unei sobe electrice față de alte forme de încălzire îl cunoaștem cu toții. La minus 20°C afară și plus 20°C înăuntru, încălzirea reclamă aproape jumătate din capacitatea unei baterii uzuale pentru automobile electrice de serie, ceea ce reduce proporțional raza de acțiune. Există alternative? Un exemplu între picanterie și măgărie: reprezentanța oficială a unui cunoscut producător internațional oferă spre vânzare automobile cu motor electric cu baterie, la care i se face reclamă ca fiind soluția viitorului, cu poluare zero. Acele automobile sunt echipate și cu câte un rezervor de benzină, de 5 litri, pentru un sistem de încălzire cu arzător. Practic, putem, în fond, prăji și cârnați cu el, de poluare nu vorbim, ce e aia poluare? Pe de altă parte, sistemele de climatizare au în componență și un compresor, care are nevoie de energie, obținută la mașină electrică, din nou, din baterie, în proporție de 20-30% din capacitatea acesteia. Confortul, de la fotoliile cu masaj, cu încălzire, climatizare și ventilație, până la oglinzile electrice, încălzite, este realizat, de asemenea, de module similare în automobilele electrice sau neelectrice. Și, din nou, și acestea au nevoie de energie electrică.

Manevrabilitatea, stabilitatea, suspensia. Acestea sunt funcții realizate de sisteme mecanice, pneumatice sau hidraulice, în multe cazuri cu acționare electrică și comanda electronică. Important este faptul că funcțiile, deci sistemele respective, sunt similare pentru orice tip de automobil, electric sau neelectric.

Concluzii

Dacă automobilele electrice vor deveni automobilele predominante ale viitorului, atunci vor trebui dezvoltate baterii mai bune, mai ușoare, mai ieftine, cu re-încărcare mai rapidă și capacități de stocare mai mari, dezvoltată infrastructura stațiilor locale de re-încărcare. Automobilul electric va deveni automobilul viitorului, care va produce zero-emisii, numai dacă electricitatea necesară va fi generată din surse non-carbon (surse regenerabile). Este contraproductivă încurajarea introducerii automobilelor electrice în zonele

lipsite de electricitate sau rețele de distribuție a electricității, sau acolo unde electricitatea se obține preponderent din combustibili fosili.

O soluție de protecție a mediului ar fi dezvoltarea unor motoare cu ardere internă mai eficiente, mai puțin poluante, folosind bio-combustibili din generațiile a 2-a și a 3-a. Pe termen scurt, se pot folosi hibridele electrice cu alimentare la priză (AEAP), iar pe termen lung, cele pe baterii (AEB).

Între timp, „United States Geological Survey” (USGS) a făcut un anunț extraordinar [125]:

Până în 2035 în Europa se vor vinde numai mașini electrice

ING Bank a emis un raport în care se arată că cel mult peste 18 ani (2035) se vor vinde doar mașini electrice. Motivele care împiedică în prezent oamenii să cumpere mașini electrice vor dispărea într-o perioadă relativ scurtă de timp.

Încrederea consumatorilor în automobilele electrice va crește rapid pe măsură ce prețurile bateriilor vor scădea, autonomia acestora va crește, iar timpii de încărcare vor fi din ce în ce mai mici. În raport se arată că, în următoarea decadă, autonomia automobilelor electrice va ajunge la peste 600 de kilometri între încărcări. Conform celor de la ING, până în a. 2024, automobilul electric va deveni mai atrăgător decât automobilele tradiționale. Expertii ING se așteaptă că în următorii ani mașinile electrice să fie mai ieftine și să beneficieze de o infrastructură mai bună decât cele care consumă combustibili fosili.

Curiozități?

✓ *Pe 31 august 1869, Mary Ward a devenit prima victimă înregistrată a unui accident de automobil;*

✓ *Prima femeie care a condus un automobil, neavând permis de conducere, a fost domnișoara Mercedes Jelinek (a condus în a. 1890 un Daimler);*

✓ *Primul accident auto în statul american Ohio s-a petrecut în a. 1891;*

✓ *Primul accident de automobil s-a produs la Londra în a. 1896. Se cunoaște și numele persoanei, care a căzut victimă acestui nefericit eveniment: Brigitta Driscoll;*

✓ *În România, primul accident grav de automobil s-a petrecut pe data de 7 decembrie 1907. La intrarea în orașul Târgoviște, un automobil, care rula cu o viteză de circa 30 km/oră, s-a răsturnat într-un șanț. Șoferul a scăpat, dar pasagerul, pe nume A. Teodoru, a murit;*

✓ *Pe data de 18 septembrie 2013, un american a intrat în Cartea Recordurilor cu al său Volvo 1800S construit în a. 1966. Acesta a parcurs mai bine de 4.889.947 kilometri;*

✓ *Astăzi există în jur de 1 miliard de mașini folosite în fiecare zi.*

3.3.3. Evoluția trenurilor



„Îmi place călătoria cu trenul. Este un sentiment magnific, pe care numai cel care l-a încercat îl poate înțelege. Viteza este uimitoare. Florile de pe marginea căii ferate nu mai sunt flori, sunt pete sau mai degrabă dungi roșii ori albe; grânele se transformă în lungi cosițe galbene; pășunile sunt panglici verzi, arborii dansează și se amestecă nebunește la orizont”.

(Victor Hugo. Scrisori, 1837)

Sunt impresiile marelui scriitor Victor Hugo, contemporan cu nașterea transportului feroviar. Indiscutabil, transportul feroviar a revoluționat lumea. Timp de un secol, motorul cu aburi a fost forța motrice din spatele celei mai spectaculoase transformări a lumii din istorie. Trenurile cu locomotive cu aburi transportau materiale brute și produse finisate la și de la fabrici, de asemenea, un număr tot mai mare de călători care, pentru prima dată în istorie, puteau să parcurgă distanțe considerabil de mari până la serviciu.

În Vestul (SUA!) puțin populat au apărut sute de orașe noi pe măsură ce s-au construit noi căi ferate de-a lungul acestui ținut. Pionierul feroviar al SUA Charles Francis Adams comenta plin de entuziasm: „*Noul oraș din Vest s-a dedicat în mod instinctiv... trup și suflet mișcării vremii. A realizat faptul important că aburul a revoluționat lumea și și-a legat întreaga existență de marea putere a epocii moderne*“.

Grație transportului feroviar, începând cu Marea Britanie, națiune după națiune au cunoscut o dezvoltare uimitoare a puterii industriale și, mai ales, a orașelor. De exemplu, în SUA, populația urbană, care în 1820 totaliza circa 7% , a crescut la peste 51% în 1920, iar populația orașului New York s-a dezvoltat de la 124000 de locuitori la aproape 8 milioane, în timp ce în Philadelphia a crescut de la 64000 la 2,4 milioane.

Pentru Rusia cu imensele ei teritorii transportul feroviar a devenit o adevărată salvare. Legătura între capitală și extremul orient, de ex., se făcea cu carete poștale, care parcurgeau distanța de peste 10000 de km în câteva luni, iar tur-retur dura peste o jumătate de an. Apariția primei locomotive cu aburi a fraților Cherepanov și a primei căi ferate a impulsionat comunicațiile, legăturile comerciale și industria pe întreg teritoriul imperiului țarist.

Apoi, la începutul secolului al XX-lea, motorul cu aburi a început să cunoască o perioadă de declin. Locomotivele cu aburi erau tot mai mult înlocuite cu locomotive electrice și diesel. În Marea Britanie, locul de naștere a locomotivei cu aburi, ultima locomotivă cu aburi a dispărut în 1968, în SUA - în 1962, iar în China - în 2005.

În continuare se va prezenta o scurtă evoluție a transportului feroviar. Primele mărturii ale unor căi de rulare pot fi considerate cele din Diolkos, prin care se transportau bărci de-a lungul istmului Corint, în Grecia, datate în 600 î.Hr.[126]. Vehicule cu roți, trase de oameni sau cai, se deplasau pe niste fâgașe din calcar. Acest mod de transport rămâne în uz peste 650 de ani, adică cel puțin până la sfârșitul secolului I d.Hr., fiind copiat și în alte zone precum insula Malta și anumite regiuni ale Imperiului Roman.

Un strămoș mai sigur al căii ferate este calea cu fâgașe de lemn, construită la 1525 în minele din Leberthal (Alsacia): vagonete, prevăzute cu roți metalice de diametru mic, rulau pe longrine de lemn. De asemenea, în minele de aur de la Brad, din Transilvania, se utilizau vagonete de lemn. Pentru schimbarea direcției se utilizau macaze de lemn, prevăzute cu ac și inimă. Acești vagonete și macaze sunt printre primele semnalate în tehnică și demonstrează ingeniozitatea măștrilor anonimi ai tehnicii populare românești [127]. La „Muzeul căilor de comunicație din Berlin” se afla un astfel de model din secolul al XIV-lea, de la mina de aur din Brad – Munții Apuseni (fig. 3.59). Interesant de reținut este și faptul ca șina de lemn era prevăzută și cu un macaz – invenția unui miner român. Vagonetul era folosit pentru scoaterea minereului din mină și transportarea lui până la șteampurile din apropiere.

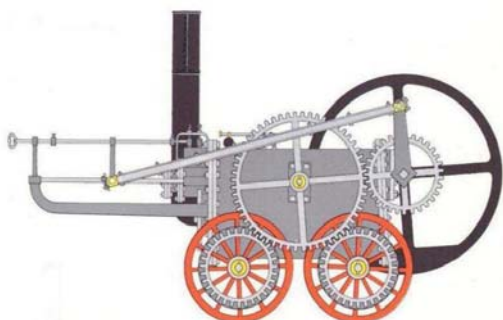


Fig. 3.59. Vagonetul de la Brad plasat în Muzeul tehnic al cailor ferate din București.

O astfel de modalitate de transport este descrisă în 1556 de Georgius Agricola [128]. Această tehnologie se răspândește în întreaga Europă, fiind semnalată în zona britanică în jurul lui 1600. Se ajunge până la utilizarea convoaielor de vagonete, folosite la căratul minereului, trase de cai sau propulsate gravitațional prin crearea unor pante artificiale. În Germania anilor 1650 putem vorbi de existența unei căi „ferate”. Șinele erau, de asemenea, din lemn, iar vagoanele erau trase de cai.

Însă până ca „viteza să fie uimitoare” simțită de V. Hugo la 1837 au fost multe încercări, multe nereușite. Începutul erei transportului feroviar a coincis cu apariția primelor mașini cu abur funcționabile ale lui J. Watt. Trebuie totuși de menționat aportul adus la dezvoltarea motorului cu aburi de Thomas Savery (1650 – 1715) (brevetează în a. 1698 un motor cu abur) și Thomas Newcomen (1664–1729) împreună cu John Calley (1663-1725) construiește în a. 1712 un motor cu aburi perfecționat). Deja în a. 1802 (la numai 18 ani de la apariția

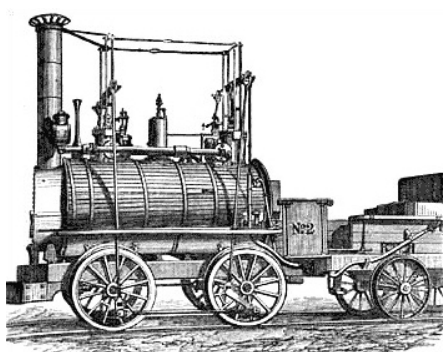
mașinii cu aburi a lui Watt) apare prima locomotivă cu aburi (fig. 3.60, a), construită de inginerul britanic R. Trevithick (1771 - 1833), care se deplasa cu o viteză de 6,5 km/oră [129].



a. Locomotiva construită de Richard Trevithick, 1802.



b. Locomotiva „Catch Me Who Can” construită de Richard Trevithick, 1804.



c. Locomotiva construită de George Stephenson, 1814.



d. Locomotiva nr. 1, George Stephenson, 1826.



e. Locomotiva „The Rocket”, câștigătoare a competiției „Rainhill Trials” (oct. 1829).

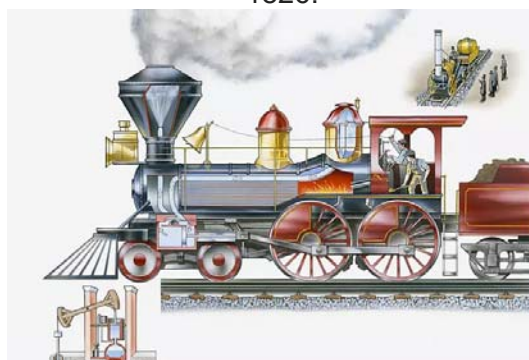


Fig. 3.60. Primele locomotive cu abur.

Trebuie însă de recunoscut că cel mai important rol în implementarea transportului feroviar l-a avut inginerul britanic *George Stephenson* (1781 – 1848). După mai multe încercări în a. 1814 a construit prima sa locomotivă (fig. 3.60, *c*). Totuși prima locomotivă cu aburi din lume, utilizată practic în transportul pasagerilor, a fost realizată în a. 1825 de G. Stephenson. Locomotiva nr. 1 a fost lansată pe 27 septembrie 1826 la inaugurarea căii ferate Stokton – Darlington (58 km). Locomotiva condusă de Stephenson, „*Locomotion Nr. 1*”, a atins viteza de 19 km/oră, transportând 450 de pasageri (fig. 3.60, *d*). În 1829, în timpul construirii căii ferate în nordul Angliei, între Liverpool și Manchester, s-a organizat un concurs pentru a se găsi cea mai rapidă locomotivă care să circule pe aceste șine. Premiul de 500 lire a fost câștigat ușor de locomotiva *Rocket*, prezentată de George Stephenson (fig. 3.60, *e*). Ea a atins viteza de 46,7 km/h, un record mondial la acea vreme [129].

O altă cale ferată pentru călători s-a deschis în a. 1830 între orașele industriale Liverpool și Manchester (fig. 3.61), iar viteza medie era de 35 km/h, incredibilă pentru acele timpuri. În SUA la doar un an (1831) a fost construită



Fig. 3.61. Prima cursă de pasageri cu trenul pe cursa „*Liverpool – Manchester*” (1830).

locomotiva cu aburi „*De Witt Clinton*” pentru căile ferate Mohawk și Hudson, statul New York, SUA (fig. 3.62). A apărut un mijloc de transport revoluționar pentru epoca sa.

Trenul mergea cu o „*iuțeață care întuneca mințile*”, după cum spuneau primii români, care au văzut trenurile în prima parte a secolului al XIX-lea. De menționat că Petru Poenaru, inginer, matematician, fizician, inventator și viitor academician și membru al unei comisii tehnice pentru examinarea unui proiect de construire a unei căi ferate, unul dintre oamenii de încredere ai lui Tudor Vladimirescu, a fost primul român din istorie care a călătorit cu trenul, pe ruta „*Liverpool – Manchester*”. În gazeta „*Curierul Național*” de la 3 iunie 1936 P. Poenaru amintea de „...cărucă care nu se trag de cai sau de alte

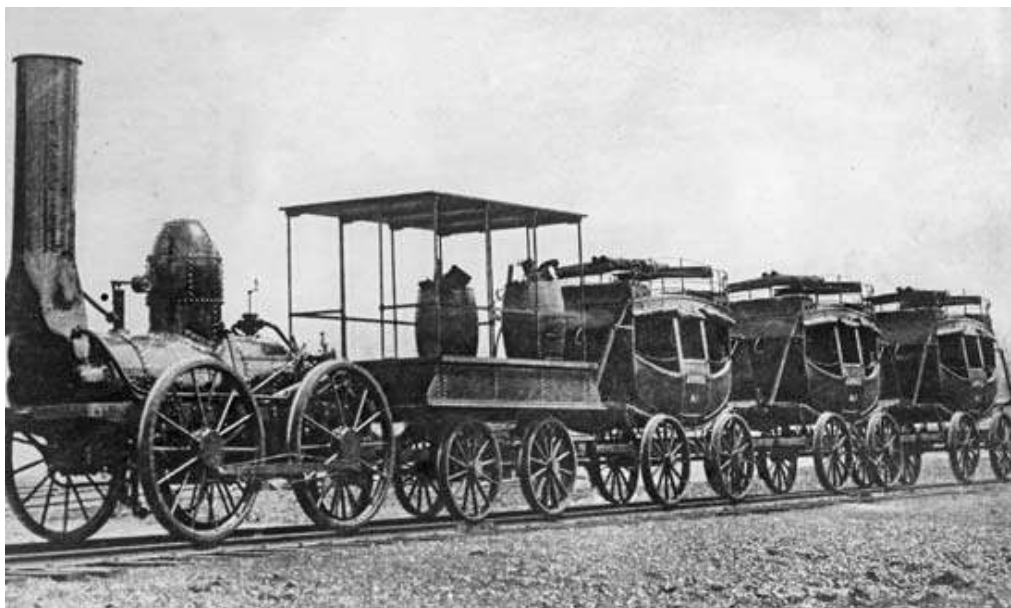


Fig. 3.62. Locomotiva cu aburi „De Witt Clinton” construită pentru căile ferate Mohawk și Hudson, statul New York, SUA (1831).

dobitoare, ci numai de puterea unor aburi cu apă fierbinte ce fierbe într-un cazan” [130].

Magnații englezi au fost atât de încântați de potențialul căilor ferate, încât au construit peste 10000 km într-un singur deceniu și acești investitori au devenit cei mai bogați oameni ai acelor timpuri.

Vagoanele de clasa a treia erau la început descoperite, confortul era ca și inexistent (fig. 3.63). La început numai cei bogați își permiteau să călătorească. Greoaiele locomotive cu aburi s-au tot perfecționat, iar cele mai rapide au atins viteze chiar și peste 130 km/h înainte de 1850, în SUA. Totuși, în primii 20 - 30 de ani viteza medie era în jur de 30 km/h, iar spre final de secol XIX a urcat spre 50 km/h. Drumul a fost lung până la cea mai rapidă locomotivă cu aburi din istorie: Mallard care în a 1938 a atins viteza de 202 km/h. Componentele de bază ale locomotivei cu abur sunt prezentate în fig. 3.64.



Fig. 3.63. O imagine artistică a unei prime călătorii cu trenul.

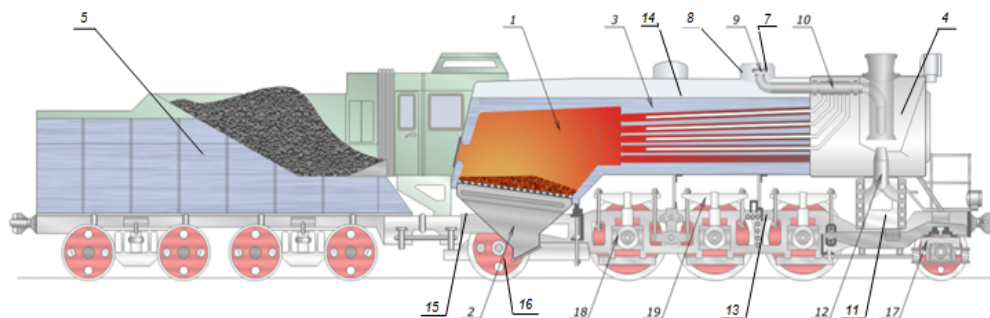


Fig. 3.64. Componentele locomotivei cu abur: 1. Focarul (în care arde focul); 2. Cenușar (cutia cu cețușă); 3. Cazan; 4. Cutie de fum; 5. Cabina mecanicului; 6. Tender (pentru cărbune și apă); 7. Domul de abur; 8. Supapă de siguranță; 9. Regulator; 10. Supraîncălzitor; 11. Piston; 12. Teava de evacuare a aburului; 13. Mecanismul de distribuție; 14. Pârghia fluturului; 15. Cadrul locomotivei; 16. Boghiul posterior; 17. Boghiul anterior; 18. Suportul axului; 19. Suspensie cu arc de foi.

Căile ferate s-au răspândit apoi în Europa și în SUA, în statele capabile să susțină financiar construirea lor. În anul deschiderii primei linii în Anglia s-a deschis un mic tronson și în Franța. Apoi căi ferate în premieră s-au deschis: în a. 1832 – în SUA; în a. 1835 - în Germania; în a. 1835 – în Belgia; în a. 1837 - pe teritoriul Austro – Ungariei; în a. 1837 - o mica linie în Rusia țaristă „Petersburg-Tzarskoe Selo” și doar în a. 1876 frații Cherepanov construiesc prima locomotivă rusească și prima linie de cale ferată, devenită ulterior cel mai comod mijloc de transport, luându-se în considerație teritoriile foarte întinse ale Imperiului Rus; în a. 1844 - în Polonia; în a. 1847 - în Ungaria și Elveția.

Evoluția transportului feroviar în România. E greu de imaginat că pe la 1850 un drum București - Iași dura chiar și zece zile (cinci zile pentru cei foarte înstăriți), iar unul între Brașov și Viena - peste două săptămâni. Viteza medie era extrem de redusă, caii trebuiau schimbați des și costul unei astfel de călătorii era imposibil de achitat pentru oamenii de rând, astfel că transportul pe distanțe lungi era mult prea scump pentru oamenii de rând. În Principate primele preocupări pentru construcția unui drum de fier apar în Moldova în timpul domnitorului Mihail Sturza (1834-1849) însă din varii motive mai multe proiecte propuse nu și-au găsit realizare. În Muntenia, domnitorul Barbu Știrbei (1849-1856) îi scrie la 4 decembrie 1855 comandantului armatei austriece, locotenent mareșal conte de Coronini o adresare: „Excelența voastră cunoaște cât sunt de ocupat, în interesul țării mele, de importanța chestiune a drumului de fier... Drumul de fier, legându-se cu rețeaua austriacă, ar pleca de la Orșova spre a ajunge la Giurgiu, prin Craiova și București” [130]. Astfel, un grup de ingineri în frunte cu Franz Dimmer primește de la „ministerul dinăuntru” ordinul de proiectare a drumului

de fier de la hotarul Transilvaniei, prin apropiere de Slănic, prin Ploiești. După alegerea lui Alexandru Ioan Cuza interesul pentru comunicații crește. Acest lucru este evident din Mesajul domnesc către adunările electivite citit de A. I. Cuza la 6 decembrie 1859: „*Nevoia de comunicații de tot soiul, precum drumuri, șosele, pavele, canaluri, drumuri de fier, este atât de urgentă în Principate, că guvernul meu, nu se va sfii de a aplica, la executarea lucrărilor publice, o metodă necunoscută până acum în țara noastră*”. Au urmat o serie de concesiuni „*P. Mavrogheni – Leon de Sapieha*”, „*Sapieha – Salamanca*” (în Moldova), „*Gr. Bibescu – Weikershein*”, „*Lefevre*”, „*Ward*”, „*J. Barkley – J. Staniforth*”, în rezultatul cărora au apărut primele două linii „*București (Filaret) – Giurgiu*” inaugurată la 19/31 octombrie 1869 (în Muntenia) și „*Cernăuți – Burdujeni – Verești – Pașcani – Roman*” inaugurată la 15 decembrie 1869 (Moldova). Ramura „*Pașcani – Iași*” a fost inaugurată la 1 iunie 1870. La doar doi ani, în a. 1872 cele două linii s-au unit: *Roman – Bacău – Mărășești – Tecuci* (cu o ramură spre Bârlad) – *Barboși* (cu o ramură spre Galați) – *Brăila – Făurei – Ploiești – Chitila* (cu o ramură spre Pitești) – *București*. Ulterior au apărut liniile: „*Pitești – Craiova – Filiași – Vîrciorova*” și „*Iași – Ungheni*” (1875); „*Ploiești – Cămăina – Sinaia – Predeal – Brașov*” (1879) [130].

Pe teritoriul actual al României prima cale ferată, pe care trenurile de pasageri au circulat, a fost construită de austrieci în Banat (1847-1854) pe o distanță de 62 km între Oravița și Baziaș, inițial fiind folosită pentru transportul cărbunilor. Linia a fost construită din motive economice, fiindcă era foarte greu de transportat la Dunăre cărbunele din munții Aninei și ai Semenicului. Trenurile au început în a. 1854 să circule pe această linie, transportând cărbuni, iar din 1856 ruta a fost deschisă pentru pasageri, viteza medie fiind de 20 km/h. Existau șase stații pe fosta linie și trebuie spus că ea făcea un ocol, oprind și în localități care acum sunt în Serbia: Biserica Albă (acum Bela Crkva) și Iasenova (Jasenovac). În a. 1858 această primă linie a fost conectată la linia „*Timisoara - Vrsac – Jasenovac*”.

La Timișoara trenul a ajuns pentru prima oară în a. 1857 când s-a inaugurat tronsonul „*Timișoara – Szeged*”, iar în a. 1858 trenul a intrat în premieră și la Arad prin linia „*Szajol – Curtici – Arad*”. Timișoara și Aradul au fost unite printr-o linie directă abia în a.1871. Trenul mergea atunci cu o „*iuțeală*” medie de 17-18 km/h între cele două orașe (trei ore și jumătate pe 57 km!). Primul accelerat între București și Viena făcea în a. 1879 o zi și șase ore, iar 5 km erau parcurși cu trăsurile fiindcă nu era gata linia de la granița româno-austriacă.

Prima cale ferată din Imperiul Otoman a fost construită între Cernavoda și Constanța cu mari greutateți fiindcă negustorii din Galați nu voiau o cale

ferată, mai mulți dorind un canal navigabil.

De menționat, în acea perioadă căile ferate erau construite de companii străine, iar locomotivele importate. Prima locomotivă românească a fost construită în 1872 la Reșița (fig. 3.65).



Fig. 3.65. Prima locomotivă construită în România (Reșița, 1872).

În continuare se prezintă o scurtă informație când au ajuns trenurile în câteva orașe mari: Timișoara – 1857; Arad – 1858; Constanța – 1860; Alba Iulia – 1868; București – 1869; Cluj – 1870; Iași – 1870; Chișinău – 1871; Sibiu – 1872; Galați – 1872; Brașov – 1873; Craiova – 1875. Prezintă un anumit interes și informația

cât dura călătoria cu trenul acum peste 150 de ani în urmă și cât durează în prezent (v. tabelul 3.2).

Tabelul 3.2. Analiza comparativă a duratei călătoriei cu trenul în diferiți ani.

<i>Ruta</i>	<i>Anul inaugurării</i>	<i>Distanța (km)</i>	<i>Durata călătoriei înainte de 1880</i>	<i>Durata călătoriei în 1939</i>	<i>Durata călătoriei în 2014</i>
Oradea - Cluj	1871	148	5h 30 min	2h 25 min	2h 30 min
Alba Iulia - Arad	1868	211	8h 45 min	2h 30 min	3h 35 min
Iasi - Roman	1874	115	3h 40 min	3h 20 min	1h 30 min
Cluj - Brasov	1873	332	20h	6h 20 min	6h 40 min
Timisoara- Arad	1871	57	3h 30 min	55 min	51 min
Bucuresti-Varciorova	1879	381	8h 30 min	6h	5h 20 min
Simeria - Petrosani	1870	80	4h 30 min	2h 30 min	1h 50 min
Cernavoda-Constanta	1860	60	3h	35 min	40 min
Caransebes-Timisoara	1876	98	4h 5min	1h 20 min	1h 10 min

În Basarabia, care la moment (din a. 1812) se afla în componența Imperiului Țarist ca gubernie rusească, prima linie de cale ferată a fost inaugurată în a. 1871 – „Tighina – Chișinău”. Apoi, în ordine cronologică au urmat: „Chișinău – Ungheni Prut” (1876) (podul peste Prut la Ungheni, proiectat de G. Eifel a fost inaugurat în a. 1877); „Tighina – Reni – Galați” (1877); „Lipnic – Volcineț – Otaci” (1893); „Bălți – Noua Suliță” (1894); „Valul lui Traian – Debarcader” (1910); „Ungheni – Bălți (1916); „Foltești – Vulcănești” (1916); „Revaca – Căinari” (1931) ș.a. În fig. 3.66 este prezentată rețeaua de căi ferate din Basarabia către a. 1900 [131].

Această dezvoltare rapidă a rețelelor de căi ferate în gubernia rusească Basarabia se explică mai mult prin interesul geopolitic al Rusiei în regiune și necesitatea transportării trupelor rusești în interminabilele războaie ruso-turce.

Pe lângă admirații fără margini la unii, la alții trenul ca mijloc de transport a stârnit o ostilitate evidentă. Ministrul Lucrărilor Publice al Franței considera că „...nu se va găsi niciodată, în Franța, atâta fier cât ar fi necesar pentru a acoperi lungimea căilor ferate”. Savanții avertizează că „...roțile vor patina pe șine și nu se va putea frâna în pantă” spunea E. de Girardin (Lettres parisiennes, 1843).

Criticii căilor ferate mai susțineau că „...obiceiurile barbare ale muncitorilor, care le construiesc, reprezintă o sursă de teroare pentru sate, că rasele de cai vor fi distruse, că hanurile de țară vor fi ruinate, stațiile poștale depopulate, ca și drumurile de țară, iar tradiționalele trăsurile engleze pentru pasageri vor dispărea pe vecie” (Samuel Smiles, 1850).

Cu toate acestea răspândirea căilor ferate în Europa și SUA era una vertiginoasă. Nimic nu mai putea sta în calea progresului. Problema inginerilor era de a optimiza multilateral acest mijloc de transport. Limitele posibilităților tehnice au fost tot timpul asediate de ingineri, astfel că și azi mai cunoaștem numele locomotivelor cu abur care au stabilit recorduri de viteză. De exemplu, o locomotivă cu abur a companiei „New York Central” a stabilit în a. 1893 recordul de viteză de 181 km/oră. Circulația cu o asemenea viteză în traficul



Fig. 3.66. Rețeaua de căi ferate în Basarabia (1878-1900).

vremii era imposibilă. Dar locomotivele cu aburi ajunseseră la anumite limite funcționale.

În a. 1870 apare prima locomotivă cu motor Stirling (fig. 3.67, *a*), care a încercat să o înlocuiască pe cea cu abur devenită deja clasică. La 1902 își face apariția locomotiva Midland cu motor compaund, clasa 4-4-0 (fig. 3.67, *b*). Însă aceste motoare, relativ eficiente și universale, nu au găsit o largă utilizare în locomotive, fiind înlocuite în final cu motorul cu ardere internă mai eficient la acea vreme. În a. 1935 apare locomotiva cu abur Mallard (fig. 3.67, *c*) concepută de Sir Nigel Gresley (Doncaster, Anglia). Aerodinamica îi permitea atingerea unor viteze de peste 160 km/h. În a. 1963, când a fost scoasă din folosință parcursese 2,4 mln km [132]. Locomotivele cu abur continuă să fie perfecționate în competiție cu cele Diesel. Astfel inginerul britanic W. Stanier a proiectat pentru rețelele „*London Midland and Scottish Railway*” cea mai puternică locomotivă cu abur pentru pasageri (fig. 3.67, *d*) vopsită tradițional în culoare neagră. Ea dezvoltă puterea de 3300 cp (2500 kW), fiind mai puternică decât locomotivele Diesel care în final le-au înlocuit [133]. Actualmente mai multe exemplare ale acestei locomotive sunt demonstrate în diverse muzee din Marea Britanie (Londra, Birmingham, Derbyshire ș.a.).

Prima locomotivă Diesel de succes din lume a fost construită în a. 1912 de firma elvețiană Sulzer-Winterthur cu puterea de 1200 cp și viteza de 100 km/h (fig. 3.68, *a*) [134]. Un rol deosebit în evoluția locomotivelor Diesel l-a avut profesorul Iurii Vladimirovici Lomonosov (1876 - 1952) (emigrant rus în Marea Britanie), care în a. 1920 a întocmit proiectele primelor locomotive Diesel de mare putere [135]. În SUA în a. 1925 consorțiul *AGEIR* a construit 25 de unități de locomotivă Diesel cu puterea de 300 cp (220 kW) [136]. Primul tren aerodinamic american, denumit „*Burlington Route*”, a fost introdus în circulație în a. 1934, pe liniile companiei „*Chicago Burlington & Quincy Railroad*”. Puterea acestuia era de 750 cp și atingea o viteză maximă de 150 km/h. Locomotivele Diesel au fost dezvoltate în permanență, atingând performanțe înalte (fig. 3.68, *b*). Față de locomotiva cu aburi, care necesită un timp îndelungat pentru fierberea apei, locomotiva Diesel pornește aproape instantaneu și se oprește la fel de repede. Necesită îngrijire mai puțină, iar combustibilul utilizat este de 4 ori mai eficient decât lemnul și cărbunile.

Necesitatea obținerii unor puteri mai mari a locomotivelor Diesel a condus la înlocuirea transmisiei mecanice cu cea hidraulică sau cu cea electrică, urmând ca transmisia mecanică să se utilizeze doar la locomotivele Diesel de mică putere, destinate în special serviciului de manevră. În a.1935, firmele germane „*Krauss-Maffei*”, „*MAN*” și „*Voith*” au construit prima locomotivă diesel-hidraulică botezată V 140. Căile ferate germane (DRG) au fost extrem de încântate de performanțele locomotivei, așa că noua

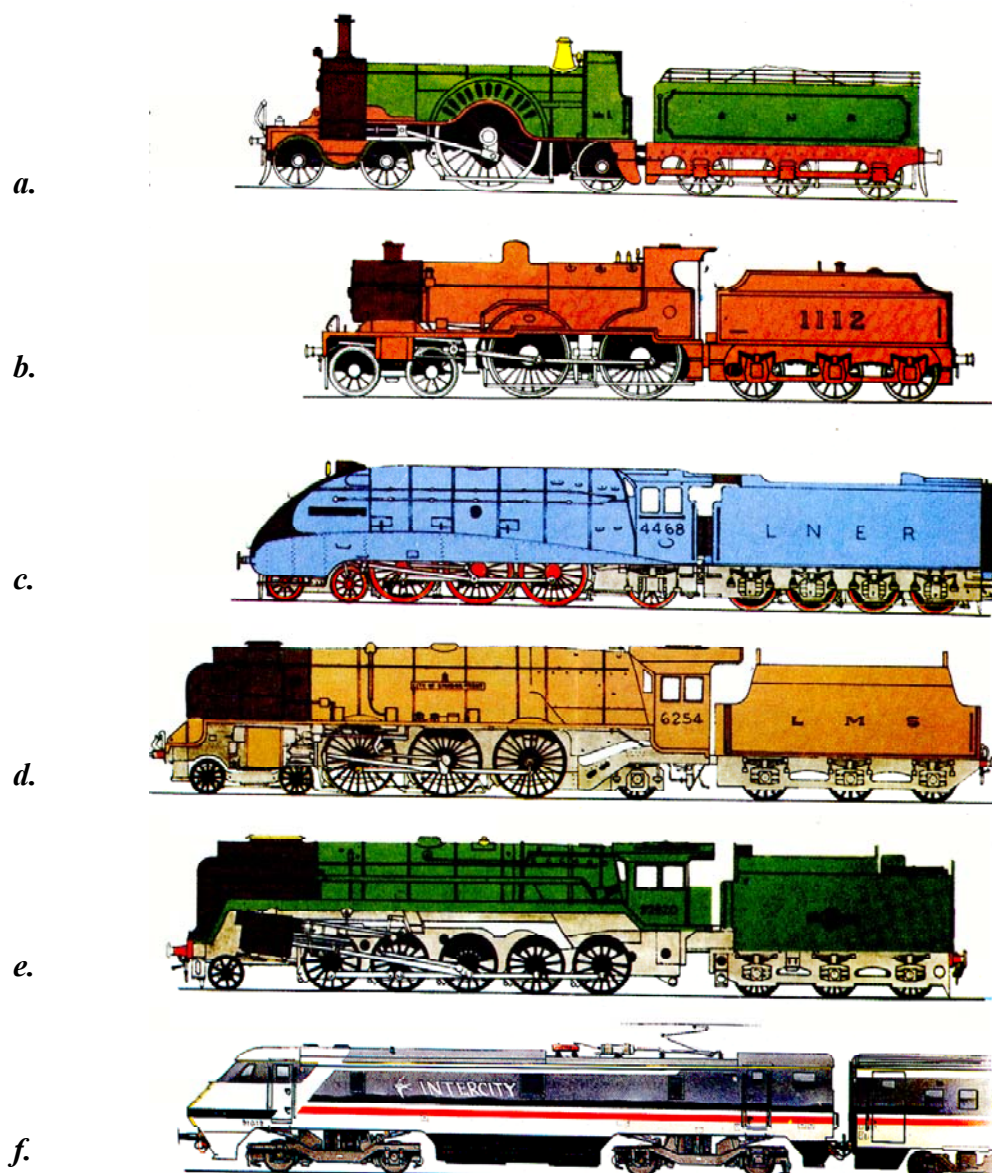


Fig. 3.67. Evoluția locomotivelor.

tehnologie a devenit standard în Germania. Construcția în serie a început însă abia după terminarea celui de-al Doilea Război Mondial. Sistemul diesel-hidraulic presupunea o combinație dintre un motor diesel și un sistem de transmisie hidraulic. Astfel au apărut așa numitele locomotive Diesel-hidraulice, echipate cu motor Diesel și transmisii hidraulice (fig. 3.67, e). O



a. Prima locomotivă Diesel funcționabilă SZD Eel2, 1912.



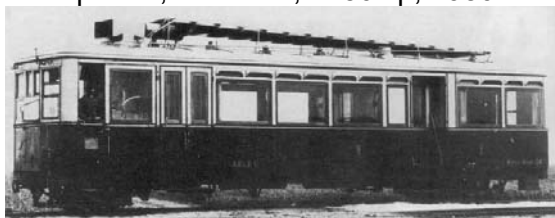
b. Locomotivă Diesel în Marea Britanie, 2006.



c. Locomotivă Diesel-hidraulică, Electroputere, România, 1250 cp, 1980.



d. Locomotivă Diesel-hidraulică, TGVBR, Brazilia, 3600 kW, 2009.



e. Prima locomotivă Diesel-electrică Weitzer Company, Arad, 1903.



f. Locomotivă Diesel-electrică Intersity.



g. Locomotiva „Centennial”, cea mai puternică locomotivă Diesel-electrică din lume (6600cp, viteză – 145 km/h).



h. Primul tren electric. Berlin, 1882.



i. Tren electric britanic, 2003.

Fig. 3.68. Evoluția locomotivelor Diesel, electrice și hibride.

inovație în domeniul locomotivelor Diesel-hidraulice constituie aplicarea convertizorului mecanic de cuplu, inventat de savantul român George Constantinescu (1881-1965). Primul vehicul feroviar cu o astfel de dotare a fost construit în a.1925 în Anglia. Primele demonstrații publice au avut loc la 30 iunie 1925, an în care în Anglia s-au petrecut mari serbări prilejuite de comemorarea a 100 de ani de la inaugurarea liniei Stockton - Darlington. În a. 1934, la uzinele Malaxa (București) și Astra (Arad), a început construcția primelor locomotive Diesel-hidraulice românești cu utilizarea convertizorului lui G. Constantinescu. Locomotive Diesel-hidraulice au fost produse, de asemenea, la fabrica „*Electroputere*”, Craiova. O locomotivă Diesel-hidraulică construită la această fabrică și destinată pentru transportarea pasagerilor și mărfurilor este prezentată în fig. 3.68, *c*. Construită în România locomotiva este echipată cu un motor Diesel tip M 820 SR, transmisii hidraulice tip GS 30/5,5 și asigură o viteză maximă de 120 km/oră.

O locomotivă similară Diesel-hidraulică (TGVBR) cu puterea de 3600 kW cu motor Diesel turboalimentat (fig. 3.68, *d*) a fost fabricată de compania germană „*Mercedes-Benz*” și plasată în a. 2009 pe liniile de căi ferate din Brazilia.

O altă modificare a locomotivelor Diesel sunt **locomotivele Diesel-electrice**, în care motorul Diesel acționează un generator de curent electric, iar curentul produs acționează la rândul său motoarele electrice cuplate la osiile roților. Una din primele locomotive diesel-electrice a fost construită de compania „*Weitzer Company*” în Arad în a.1903 (fig. 3.68, *e*). Compania „*Arad-Podgoria Local Railway*” a fost deschisă în a. 1906 cu 8 locomotive Diesel-electrice Weitzer. În a. 1911-1913 a fost electrificată [137]. Prima locomotivă funcțională Diesel-electrică a fost produsă în a. 1914 de firma germană „*Wagonfabrik Rastatt*” pentru „*Royal Saxon State Railways*”. În a. 1922 a fost cumpărată de Compania Regională Elvețiană a Căilor Ferate, unde a fost utilizată până la electrificarea liniei în a. 1944. Compania a prestat servicii până în a. 1965.

Prima locomotivă Diesel-electrică italiană a fost construită în a. 1922. Locomotivă Diesel-electrică italiană Fiat-TIBB „A”, 440CV, a intrat în serviciu la „*Ferrovie Calabro Lucane*” în sudul Italiei în a. 1926 după mai multe încercări în a. 1924-1925[138].

În a.1924, două locomotive Diesel-electrice au fost puse în serviciu de către căile ferate sovietice.

În SUA compania „*General Electric*” (GE), împreună cu compania „*Ingersoll-Rand*” (care producea motoare diesel), au reușit să producă în a. 1925 o locomotivă de 300 cp cu generator electric și motoare de tracțiune furnizate de GE. Testele acesteia au avut mare succes, așa că s-a început

producția a 33 de locomotive de 600 cp. Locomotivele diesel-electrice au devenit însă populare în SUA când cei doi giganți ai căilor ferate, „*Burlington Railroad*” și „*Union Pacific*”, au introdus concomitent primele locomotive Streamliner în a.1934. Acestea erau locomotive de mare viteză (pentru acea vreme), care impresionau mai ales prin design-ul aerodinamic. În perioada 1969 - 1970, compania *General Motors* construiește cea mai puternică locomotivă Diesel-electrică din lume „*Centennial*” (fig. 3.68, g) [139]. Aceasta avea o lungime de peste 30 m, puterea maximă 6600 cp și putea atinge o viteză de 145 km/h.

În Germania, primul tren automotor aerodinamic de mare viteză cu tracțiune Diesel-electrică, a fost construit în aa. 1931 - 1932 de firmele *Wumag*, *Maybach* și „*Siemens-Schuckert-Werke*” (*S.S.W.*). Automotorul german, denumit „*Der fliegende Hamburger*” (Hamburghezul zburător), a fost introdus în exploatare comercială la 15 mai 1933, pe traseul „*Berlin – Hamburg*” (277 km). Puterea totală era de 820 cp, iar viteza maximă de 160 km/h. Succesul obținut de primul tren aerodinamic german a condus la extinderea acestui tip de transport, obținându-se viteze tot mai mari. Astfel, în timpul probelor efectuate la 17 ianuarie 1936, între stațiile Ludwigslust și Wittenberge s-a atins viteza de 203 km/h, un nou record mondial de viteză al tracțiunii Diesel-electrice.

Administrația CFR a comandat în a.1936 la firma *Sulzer A.G.–Winterthur* [140] cea mai puternică locomotivă Diesel-electrică a acelei perioade, locomotivă DE-241. Aceasta avea o putere instalată de 2×2200 cp, greutatea locomotivei în serviciu de 230 tf, viteza maximă de 100 km/h. Industria constructoare de locomotive din România se prezintă cu o gamă largă de astfel de locomotive destinate atât pentru traficul de pasageri, cât și pentru cel de mărfuri. Din această clasă este cunoscută locomotivă Diesel-electrică tip LDE 125, dotată cu un motor Diesel tip 6 LDSR 28-B și generatoare electrice tip GP 990/12 de 750 kW putere.

Din această clasă cel mai rapid este considerat trenul „*Diesel-electric Intersity nr.125*” (fig. 3.68, f) al căilor ferate Britanice, care circulă cu viteza de 200 km/h în traficul curent. Recordul mondial îl deține tot o locomotivă de acest tip, cu viteza de 257 km/h.

Căile ferate moderne tind spre electrificare. Actualmente locomotivele electrice sunt folosite universal. Principalele calități pe care le au – prin exploatarea lor nu poluează mediul înconjurător și sunt silențioase. Față de numărul mare de călători care folosesc zilnic trenul ca mijloc de transport, cât și față de distanțele mari care cuprind căile ferate pe plan mondial, accidentele feroviare sunt foarte puține. Inginerii care se ocupă de sistemele de siguranță și semnalizare cunosc în fiecare moment poziția fiecărui tren din trafic, urmăresc și dirijează mersul lor în rețeaua de cale ferată.

Când au apărut primele locomotive electrice? În a. 1838, scoțianul Robert Davidson, considerat tatăl locomotivei electrice, construiește o locomotivă electrică care atinge 6 km/h [141]. În a. 1849, Charles Grafton Page, cercetător și inventator American din Washington a început proiectul construirii unei locomotive acționate electromagnetic cu finanțare substanțială din partea Senatului SUA [141]. În a. 1851 locomotiva electromagnetică a fost pusă pentru testări pe linia între Washington și Baltimore [142]. William H. Taylor din SUA, independent de Davidson, a fabricat un motor similar în a. 1838. Un brevet de invenție pentru utilizarea liniilor de fier drept conductor de curent electric a fost obținut în Anglia în a. 1840 și în SUA în 1847.

Franța și Marea Britanie au fost primele națiuni care au dezvoltat locomotivele electrice (fig. 3.67, *f*). Lipsa combustibililor fosili în Elveția au făcut-o să între în zece națiuni europene care au electrificat rapid căile lor ferate pentru a reduce dependența energetică de factorii străini.

Primul tren electric de pasageri a fost prezentat în a. 1879 de Werner von Siemens la Berlin însă realizarea în practică a avut loc mai târziu (în a. 1882) (fig. 3.68, *h*) [141]. Locomotiva avea un motor de 2,2 kW și trăgea după ea trei vagoane cu viteza de 15 km/h. Uriașul „*General Electric*” (GE) a intrat și el pe piața de locomotive la începutul secolului al XX-lea [143], iar Thomas Edison avea deja un brevet de invenție al unei locomotive electrice [142]. GE a construit primul său prototip de locomotivă electrică în 1895, dar costurile mari pentru electrificare i-au determinat pe americani să privească în direcția motorului diesel, dar nu pentru generare directă de mișcare, ci pentru generarea curentului electric necesar pentru locomotiva electrică.

Principiul trenului electric este mai simplu, mai fiabil, mai ecologic decât trenurile acționate de locomotive Diesel sau Diesel-electrice (fig. 3.67, *f*). Pentru alimentarea locomotivei se folosesc două sisteme. Conform primului sistem curentul este colectat dintr-un conductor întins deasupra căii de rulare printr-un pantograf (fig. 3.68, *i*), iar după al doilea sistem curentul se colectează cu un șir de perii colectoare metalice sau cu un papuc de alunecare dintr-un al treilea fir de șină întins lângă calea de rulare. În ambele cazuri circuitul se închide prin roțile motoare ale locomotivei și prin cele două fire de șină.

Au fost unele încercări de creare a **locomotivei nucleare**. La începutul anilor '50, Dr. Lyle Borst, de la Universitatea din Utah, a primit fonduri de la câțiva operatori de cale ferată și producători americani pentru a studia fezabilitatea unei locomotive cu motor electric asistat de un reactor nuclear care să genereze electricitate! La acea vreme nu erau înțelese pe deplin riscurile utilizării energiei nucleare. Ulterior proiectul a fost abandonat.

Puterea locomotivelor nu mai era o problemă inginerească. A început o nouă eră – cea a vitezei. Căutările inginerilor au fost axate, în special, pe noile metode de acționare. Reducerea timpului de deplasare s-a reușit și prin modernizarea sistemelor clasice.

Japonezii sunt cei care revoluționează trenul. Ei sunt primii care au cochetat cu doborârea recordurilor de viteză. Ei și-au dat seama că trenurile electrice sunt limitate de infrastructură, de ecartamentul șinelor, de elevația căii ferate, de curbatuarea ei și, nu în ultimul rând, de materialele folosite pentru susținerea șinei ferate. Primul lucru pe care l-au întreprins a fost să mărească ecartamentul, trecând de la unul îngust la unul standard, pentru a crește stabilitatea vehiculelor. În a. 1940 se făceau deja primele teste pe linia „*Tokio – Shimonoseki*”, pe care puteau fi utilizate locomotive cu abur și electrice care puteau atinge viteze de 200 km/h. În următorii trei ani, ministerul japonez al transporturilor a pus la cale un plan mult mai ambițios pentru extinderea liniei până în Beijing printr-un tunel către Coreea și chiar către Singapore și să construiască o conexiune la calea ferată Transsiberiană. Însă, în 1943, planurile au fost abandonate din cauza războiului.

După terminarea războiului, Japonia a început reconstrucția în masă, iar în a. 1950, s-a revenit la proiectul original, denumit Shinkansen. În a. 1964 a fost inaugurată linia „*Tokaido-Shinkansen*”, cu noi trenuri de mare viteză în seria 0, trenuri „*glonț de pușcă*” (bullet trains) care atingeau viteza de 220 km/h și străbăteau distanța de 520 km dintre Tokio și Osaka în mai puțin de 3 ore (fig.3.69, a) [144]. Trenul japonez HSST (fig. 3.69, b) transporta călătorii pe o rută de 65 km în 14 minute cu o viteză de 192 km/oră. Trenurile Shinkansen Seria 500 (fig. 3.69, c) rulează pe rețeaua de mare viteză japoneză și atinge viteza de 320 km/h. [145]. Realizând linii de căi ferate din ce în ce mai performante, japonezii nu au avut decât să bată record după record. Cel mai nou datează din 26 iulie 1996, când un tren 300X din clasa 955 a atins viteza de 443 km/h!

Când francezii au văzut progresele trenurilor japoneze în anii 1960, a apărut ideea TGV-ului (Train à Grand Vitesse). Primul prototip, TGV 001 funcționa cu ajutorul unei turbine pe benzină, care alimenta un generator electric și atingea viteza de 318 km/h. Din păcate, din cauza crizei energetice din a. 1973, TGV-ul cu turbină a fost tras pe linia moartă.

Turbina trebuia înlocuită cu un motor electric, iar asta s-a întâmplat în a. 1980, după ce, în a. 1976, guvernul francez a finanțat proiectul TGV pentru modificări substanțiale. Și acum, TGV-urile ating viteze de 320 km după modelul japonez. La acest capitol francezii au rezultatele cele mai bune cu TGV-ul (Train a Grande Vitesse), atingând viteza de 300 km/oră. TGV-ul (fig. 3.69, d) (tabelul 3.3) este un tren electric care se deplasează pe cale ferată

Tabelul 3.3.

	<i>TGV Paris Sud-Est</i>	<i>TGV Atlantique</i>	<i>TGV Reseau</i>	<i>Eurostar</i>	<i>TGV Duplex</i>	<i>TGV Thalys</i>
Introduse în circulație	1981	1989	1993	1994	1996	1996
Viteza operațională	270 km/h	300km/h	300km/h	300km/h	300 km/h	300km/h
Viteza proiectată	270 km/h	300km/h	320km/h	320km/h	320km/h	320km/h
Viteza record	380 km/h	515km/h	N/A	N/A	N/A	N/A
Viteza maximă pe căi ferate obișnuite	220km/h	220km/h	220km/h	160km/h	No running	unknown

clasică, dar are o înclinare specială în curbe. Până la tunelul de sub Canalul Mânecii călătorii sunt transportați cu TGV-ul, iar transportul între Paris și Londra durează doar 3 ore. Astfel, o călătorie cu trenul între Paris și Londra durează mai puțin decât cu avionul, luându-se în considerație și deplasarea până la aeroport, amplasat departe de centrul capitalei. Sistemul de cale ferată din tunelul de sub canalul Mânecii include două tuneluri cu diametrul de 6,85 m situate la distanța de 30m. De asemenea, între ele este executat încă un tunel cu diametrul de 4,5m destinat pentru deservire.

O altă modalitate foarte promițătoare ar fi trenurile pe pernă magnetică (sau levitație magnetică, prescurtat MAGLEV). Magneți puternici mențin trenul de asupra liniei, din care cauză deplasarea trenului este foarte lină și silențioasă. Chiar dacă tehnologia pare a avea origini recente, primul brevet de invenție al unui sistem de transport cu ajutorul unui motor electric liniar aparține inventatorului german Alfred Zehden, care l-a brevetat la 14 februarie 1905 în SUA [146]. Bineînțeles că la vremea aceea, levitația electromagnetică era de domeniul fantasticului, dar la sfârșitul anilor '40, profesorul de la Colegiul Imperial din Londra Eric Laithwaite a reușit să creeze primul model funcțional de motor cu inducție liniară. De vreme ce un motor liniar nu necesită contact între vehicul și linia, pe care rulează, sistemul a devenit folosit în multe sisteme de transport dezvoltate în anii '60 și '70 [147].

La începutul anilor '70, Laithwaite a descoperit un nou mod de a așeza magneții, care permitea unui singur motor liniar să genereze simultan portanță și accelerație. Sistemul se numea „*traverse-flux*” și funcționa! Primul model al



a. Trenul japonez „Shinkansen” (220 km/h). 1964.



b. Trenul japonez HSST, 192 km/h, 1974.



c. Trenul japonez „Shinkansen” seria 500 (320 km/h). 1985.



d. Trenul francez TGV, 300 km/h, 1981.



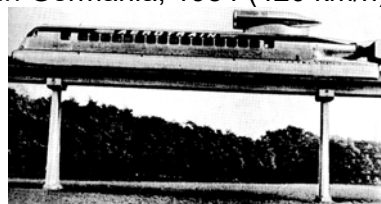
e. Primul model al locomotivei cu pernă magnetică, Birmingham, 1984.



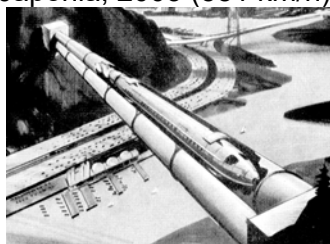
f. Primul tren comercial Maglev în Germania, 1984 (420 km/h).



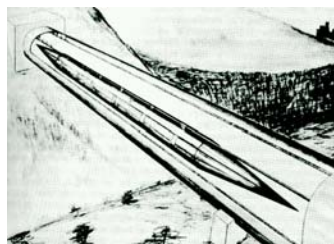
g. Trenul Maglev din Yamanashi, Japonia, 2003 (581 km/h).



h. Tren cu motor turboreactiv.



i. Tren amplasat în tub cu aer.



j. Tren cu propulsie Maglev în tuburi vidate.

Fig. 3.69. Evoluția locomotivelor rapide.

locomotivei cu pernă magnetică a fost creat de firma germană „Kraus-Maffey” în a.1969. Primul vehicul comercial de transport se numea MAGLEV (levitație magnetică) și a fost inaugurat în a. 1984 în Birmingham (fig. 3.69, e). Funcționa pe o monoșină cu lungimea de 600 m între aeroport și prima stație de tren a căii feratetraditionale cu o viteză de până la 42 km/h. Trenul „plutea” la înălțimea de 15 mm față de linie. Din păcate, sistemul a fost închis în 1995 din cauza unor probleme de fiabilitate. Primul tren comercial *Maglev* a fost produs și testat în Germania în perioada 1980-1984 (fig. 3.69, f). Dezvoltarea trenurilor *Maglev* în Japonia a început în a. 1969. În a. 1979 în Miazaki a fost testat un tren *Maglev*, care a atins viteza de 517 km/h. Testele au continuat cu trenul *Maglev* în Yamanashi, Japonia, care în a. 1997 a atins viteza record de 581 km/h (fig. 3.69, g) [146]. Testările trenurilor *Maglev* au continuat în Japonia, atingând noi recorduri de viteză: 590 km/h (17.04.2015) [148] și de 600 km/h (21.04.2015) [149].

O altă variantă a trenurilor *Maglev* folosește *perna electromagnetică*. Pe trenul, care se deplasează pe o linie formată dintr-o singură șină, sunt montați electromagneți puternici astfel că în staționare aceștia se află sub magneții liniei. Când electromagneții trenului sunt cuplați la curent electric, aceștia se ridică peste magneții liniei, ridicând astfel și trenul. Societatea „*Central Japan Railway Company*” a proiectat pentru secolul al XXI^{-lea} un tren *Maglev* pentru transport de persoane. Acesta are viteza de deplasare 500 km/h și va scurta durata de deplasare dintre Tokio și Osaka la 1 oră, distanță pentru care astăzi sunt necesare 3 ore.

În tendința de a mări viteza de deplasare a trenurilor inginerii caută diverse soluții. Drept unică alternativă motorului electric liniar, utilizat în trenurile cu pernă magnetică inginerii au găsit motorul reactiv obișnuit pentru avioane. În fig. 3.69, *h* este prezentat modelul unui tren cu pernă magnetică acționat de un motor turboreactiv ca avioanele moderne. De menționat însă că problemele generate de acest motor sunt mari: în primul rând zgomotul ridicat, poluarea mediului ambiant, de asemenea, necesitatea reproiectării peroanelor. Aceste neajunsuri sunt eliminate în cazul proiectului inginerului american Josef V. Foa, în care se propune un tren, care se deplasează cu o viteză enormă (până la 1000 km/h) într-un mediu de aer în tuneluri-țevi uriașe, amplasate în pământ (fig. 3.69, *i*). Trenul este acționat foarte simplu: forța de tracțiune este creată de o elice, care mână masele de aer de-a lungul trenului. Cel mai eficient motor pentru acest tren s-a dovedit a fi motorul criptostatic: o turbină de gaz cu elice sau electromotor. La viteze mari fluxurile de aer, care înconjoară trenul din toate părțile, formează o pernă de aer, care nu-i permite să se atingă de pereți.

Un principiu absolut nou este pus la baza proiectului trenului – țevă, elaborat de institutul Laing (Germania). Elementele distinctive ale acestui tren

sunt: țeava-tunel se împle nu cu aer, dar cu vapori de apă foarte rarefiați. Presiunea în tunel constituie doar 1/60 din cea atmosferică. În acest caz trenul practic nu întâmpină rezistență la mișcare. La viteze mari acest element distinctiv permite economisirea unui volum mare de energie. În fig. 3.69, *j* se prezintă trenul inventatorului german Laing, care dezvoltă o viteză de două ori mai mare decât trenurile moderne cu pernuțe cu aer, consumând doar 1/40 parte a energiei consumate de ultimele. În final, pot fi făcute unele analize comparative. De exemplu, traversarea unei distanțe de 450 km între două orașe cu trenuri obișnuite va dura 4 ore. Cu avionul timpul este redus de două ori (incluzând și drumul până la aeroport în ambele orașe). Trenul cu pernuțe magnetice va parcurge această distanță în 1 oră și 15 minute, iar trenul lui Laing – doar în 36 min. La parcurgerea aceleiași distanțe diferite mijloace de transport cheltuiesc la transportarea unei tone de încărcătură utilă următoarele cantități de energie (în kW-oră): avionul - 332; trenul cu levitație magnetică – 200; un tren obișnuit pentru distanțe mari – 22,5; trenul Laing – 13,5. Această concepție a noului mijloc de transport este, indubitabil, favorabilă din punct de vedere economic. Proiectul merită ca în baza lui omenirea să creeze următoarea generație de mijloace de comunicare.

Și în transportul feroviar efectul Coandă și-a găsit o aplicație remarcabilă prin noutate și eficacitate. Brevetul de invenție „*Procedeu și instalație de transport pneumatic în interiorul unei canalizații tubulare*” a stat la baza inițierii unor cercetări în domeniul transportului pasagerilor și al materialelor în vrac pe distanțe lungi. Prin anvergura sa proiectul AEROTUBEVPRES se integrează într-un plan amplu de valorificare a potențialului economic al României, dar și a celui de inteligență creatoare. În a. 2012 SUA a anunțat că vor să construiască un tren de mare viteză, care v-a funcționa după principiul lui A. Coandă. Trenul era proiectat să circule, într-un sistem tubular, cu viteza de până la 6500 km/h pe ruta New York–Los Angeles [150]. Sistemul de transport containerizat prin conducte a materialelor este al viitorului.

Conceptul de „*tren*” devine în noul mileniu din ce în ce mai nepotrivit pentru a descrie noile sisteme de transport în comun. Hyperloop este o idee foarte recentă, fiind adusă în discuție la începutul deceniului al doilea și promovată de foarte cunoscutul antreprenor Elon Musk [151]. În principiu, este vorba de un sistem de transport de mare viteză (poate atinge și chiar depăși 1000 km/h), în care vehiculul este pus în mișcare combinând propulsia de tip MAGLEV cu aerul comprimat, în tuburi vidate special construite. Momentan, Hyperloop face obiectul multor teste la scară redusă. Se speră că, până în 2020, va fi pus la punct un prototip funcțional, ceea ce va însemna că, până în 2030-2040, trenurile, locomotivele și căile ferate pe care le considerăm atât de familiare azi vor deveni doar piese de muzeu sau vor ajunge la fier vechi. Pentru că progresul în sine este cea mai puternică „*locomotivă*” a schimbării.

3.3.4. Evoluția aparatelor de zbor

„Fiecare pasăre este un acrobat. Cel, care vrea să ajungă să stăpânească aerul, trebuie să învețe dexteritatea păsărilor. Noi vom zbura și vom cădea, până vom putea zbura fără să cădem.”

(Otto Lilienthal)



3.3.4.1. Scurt istoric

Din cele mai vechi timpuri omul a fost obsedat de un vis frumos - de a zbura aidaoma unei păsări, invidiindu-i ușurința deplasării și libertatea ei. Aceste stări de spirit ne vin nouă din adâncul istoriei prin mitul despre Dedal și fiul său Ikar. Conform acestui mit Dedal și fiul său Ikar au fost surghiuniți pe o insulă pentru a nu fi descoperit secretul labirintului construit de ei pe această insulă. Pentru a evada de pe insulă, Dedal își construiește sie și fiului său aripi pentru a zbura de pe insulă, lipindu-le de corp cu ceară. Dedal, fiind mai cumpătat, explicație fiind înțelepciunea vârstei, a ajuns cu bine pe țarm. Fiul său Ikar, fiind mai zbânțuit datorită tinereții sale, și uitând de sfaturile tatălui său, s-a avântat în ceruri, ceara cu care erau lipite aripile s-a topit de la soare, aripile s-au desprins de corp și Ikar a căzut în mare și s-a înecat. O istorie atât de frumoasă, și în același timp tragică, nu putea fi întâmplătoare în istoria omenirii. Putea fi vorba despre un talent unic al lui Dedal sau despre o metodă deosebită de creație, dusa fără urme în mormânt? Nu se știe.

Primele tentative de zbor au avut de cele mai multe ori un sfârșit tragic, fiindcă „piloții” nu și-au dat seama că atât forma, cât și mișcarea aripii unei păsări are un rol important în zbor.

Primul om care a apropiat acest vis de realitate a fost marele iluminist al Epocii Renașterii Leonardo da Vinci. El a studiat foarte minuțios structura și formele aripilor păsărilor, ale liliecilor, ale altor zburătoare (fig. 3.70), fapt ce ia permis să propună unele idei foarte revoluționare, idei care au depășit cu mult posibilitățile de înțelegere ale



Fig.3.70. Leonardo da Vinci: schițe de aripi.

epocii sale. Spre exemplu, a conceput ideea omului zburător, ideea elicopterului cu 500 de ani înaintea apariției lui, fiind realizat practic pentru prima oară doar la începutul secolului 20. O altă invenție a fost ornitopterul (fig. 3.71), evident inspirat din studiul păsărilor, folosindu-se de dispozitive asemănătoare aripilor păsărilor. A propus ideea parașutei realizată tot în secolul 20. A lăsat drept moștenire un foarte bogat material conținând diverse proiecte ale unor mașinării zburătoare imaginate de el, schițe de aripi ale aparatelor de zbor cu forme aerodinamice. Ideile lui Leonardo da Vinci au impulsionat apariția primilor entuziaști contemporani ai aparatelor de zbor [153].



Fig. 3.71. Ornitopterul conceput de Leonardo da Vinci.

parcurge o distanță mai mare deasupra aripii. Diferența de presiune va împinge aripa în sus. Această diferență de presiune se numește forță de ascensiune aerodinamică [154].

În secolul al 19-lea mulți dintre pionierii zborului s-au folosit de aceste principii pentru proiectarea planoarelor primitive. Sir George Cayley, numit tatăl aviației, a construit primul planor în 1852 (fig. 3.72), cu care a și zburat [155].



Fig. 3.72. Primul planor al lui Cayley (1853).

3.3.4.2. Faza inițială de constituire a aviației

Pe umerii titanilor aviației cum au fost Leonardo da Vinci și Daniel Bernoulli s-au putut face pași hotărâtori în direcția cuceririi spațiului aerian. Începutul aviației poate fi considerată ziua de 12 noiembrie 1890, când francezul Clement Ader a efectuat primul zbor cu faimosul aparat „Eol”, numit pentru prima dată „avion” (termen încetățenit în limbile de origine latină), și prima Conferință Internațională de Locomoție aeriană de la 1 mai 1893 (fig. 3.74) [156]. Cu avionul său echipat cu un motor de 20 c.p., care antrena o elice cu 4 palete, s-a detașat de sol, parcurgând cca 50 m. Ulterior au mai fost încercate aparatele de zbor „Avion nr.2” și „Avion nr.3”. Zborul lui Clement Ader a fost repetat la 31 decembrie 1891 de către neamțul Otto Liliental pe un aparat care a planat mai mult de 50 m (fig. 3.75) [157]. El a fost primul om fotografiat în plin zbor.

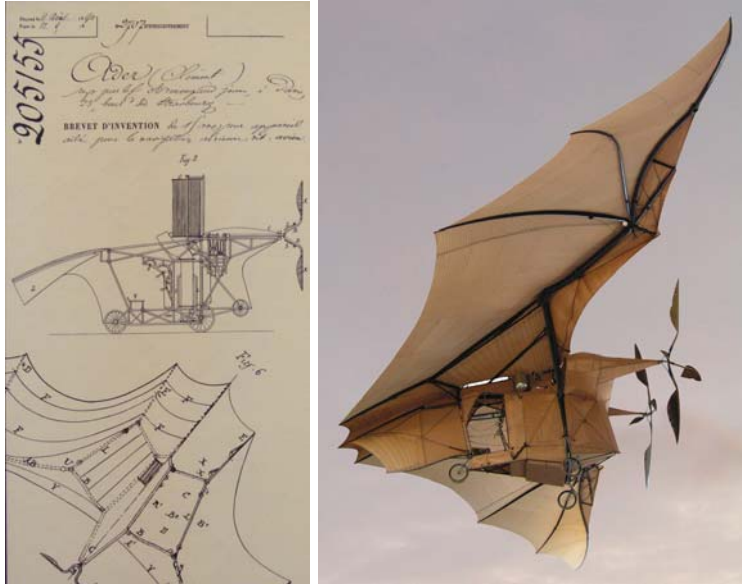


Fig. 3.74. Primul avion al lui Clement Ader, 1890.

Evident, au fost foarte mulți pionieri ai aviației care au contribuit la dezvoltarea aviației, însă ar fi foarte important să fie descrisă cu unele amănunte evoluția acelorora, de numele cărora este legată era aviației moderne – frații americani Wilbur și Orville Wright.



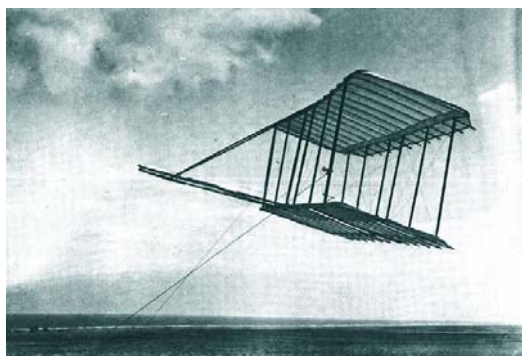
Fig. 3.75. Planorul lui Otto Liliental, 1891.

La 31 iulie 1893, Statele Unite ale Americii, statul Ohio, or. Dayton, doi entuziaști ai zborului – frații W. și O. Wright au fondat primul lor comerț. Ei asamblau, reparau și vindeau biciclete fără a pierde speranța în realizarea visului care îi obseda din copilărie: a construi într-o bună zi un aeroplan și a zbura cu el. Visul lor s-a împlinit la 31 octombrie 1900, când fabricanții de biciclete din Ohio au construit un planor biplan de 5m cu o suprafață portantă de 15 m² (fig. 3.76, a) [158]. Instalată pe dunele de pe plajele Kitty Hawk, un loc unde vânturile erau constante,

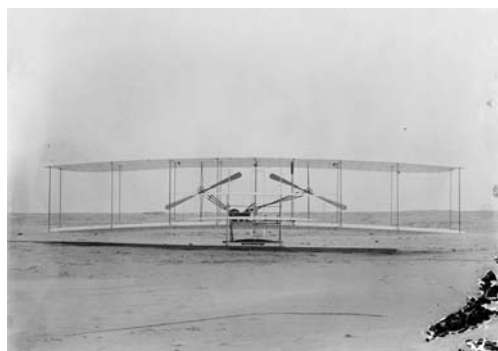
ei efectuau zboruri rămânând în aer mai mult de 2 minute.

La 1 septembrie 1901 frații Wright pilotează al doilea planor cu care au realizat un zbor de 118,6 m, pentru ca mai apoi să urmeze o avalanșă de zboruri, după fiecare dintre care frații Wright perfecționau aparatele de zbor. Determinarea fraților Wright este fără limită. Numai pe parcursul lunii septembrie 1902 ei au efectuat mai mult de 1000 de zboruri, cel mai lung durând 26 s. și atingând distanța

de 189,86 m. În sfârșit, frații Wright sosesc la Dayton cu planorul lor motorizat Flyer în stare demontată. În timp de 6 săptămâni, cu ajutorul mecanicului lor Charles Taylor, frații Wright au asamblat un planor echipat cu un motor cu 4 cilindri de 13 c.p., cu o greutate de 82 kg și două elice cu pale, care posedau calitățile aerodinamice ale unei aripi. Cu acesta, la 17 decembrie 1903, ora 10³⁵ a efectuat un zbor dirijat de asupra Atlanticului, W. Wright fiind primul om din lume, care a pilotat în mod dirijat un aparat de zbor mai greu decât aerul (fig. 3.76, b). Un vis tot atât de vechi ca și omenirea s-a realizat: omul a devenit stăpânul



a. Primul zbor al planorului fraților Wright, 31.10.1900.



b. Zborul aeroplanului fraților Wright, 17.12.1903.



c. Avionul militar Flyer III, Wright, 1909.



d. Avionul Wright F2W-1, 1923.

Fig. 3.76. Avioanele fraților Wright.

aerului. La 20 septembrie 1904 frații Wright au făcut încă un pas în direcția perfecționării mașinii lor zburătoare Flyer II. Pentru prima oară au descris un cerc, atingând un nou record cu distanța parcursă de 1240 m în 1 min 36 s.

La 23 iunie 1905 frații Wright încep experiențele de zbor pe planorul Flyer III, construit numai într-o lună, pe care la 5 octombrie 1905 au reușit un zbor record de 38 min. 35 s., parcurgând o distanță de 39,95 km cu o viteză de 61,461 km/h, stabilind un nou record. Aparatul avea o anvergură de 10,34 m dotat cu un remarcabil motor de 15 c.p. și elice noi.

La 4 noiembrie 1905 frații Wright au propus aparatul Flyer III pentru 1 mln. de franci guvernului Franței, care avea profit din invenția lor. La 22 mai 1906 frații

Wright obțin brevetul nr. 821393 pentru diferite perfecționări noi și utile pentru mașinile zburătoare. Frații Wright au hotărât să transforme pasiunea lor într-o veritabilă întreprindere. La 31 decembrie 1908 W.Wright a luat cupa Michelin pentru realizarea unui zbor de 124,7 km în 2 ore 20 min 23 s. La 3 ianuarie 1909 W.Wright a deschis prima școală de pilotaj din lume. La 11 mai frații Wright sunt întâlniți de peste 1 mln de locuitori ai New York-ului ca eroi la întoarcerea la New York după triumful din Europa. La 22 noiembrie 1909 frații Wright au creat compania Wright Company cu un capital de 1 mln\$. Avionul Flyer III devine primul avion militar din lume (fig. 3.76, c). Modelul B al biplanului fraților Wright este nominalizat printre avioanele anului 1909. Însă compania fraților Wright a fost atinsă de o mare nenorocire: pe data de 30 mai 1912 W.Wright a decedat la vârsta de doar 45 de ani de febră tifoidă. Orwill devine prezidentul firmei și continuă cercetările. Astfel în a. 1923 pune în producție cel mai performant avion al epocii, avionul Wright F2W-1 (fig. 3.76, d).

Chiar dacă ulterior numele Wright nu a fost tot atât de frecvent amintit în sursele de informare în masă ei au lăsat o urmă adâncă în istoria aviației, contribuind în mod esențial la constituirea ei. Experiența fraților Wright a fost foarte utilă pentru mulți alți pasionați ai zborurilor. Au fost puse bazele cuceririi spațiului aerian de către om spre mirarea stăpânilor de până atunci ai bolții – păsările zburătoare.

Ar fi incorect dacă măcar nu am nominaliza foarte succint și alte personalități care au contribuit la perfecționarea aparatelor de zbor. Inginer de căi ferate Octave Chanute a devenit istoriograful și teoreticianul aviației. El a depus la 24 septembrie 1892 una din primele cereri pentru brevet de invenție a unui planor. Octave Chanute l-a cunoscut pe Otto Lilienthal, a fost mentorul fraților Wright pe parcursul a mai multor ani.

Inventatorul telefonului Alexander Graham Bell la cei 60 de ani ai săi a devenit pasionat de aviație. În 1905 construiește primul său aparat de zbor celular capabil de a ridica un om în aer. Împreună cu alți ingineri și cercetători el fondează în Canada Asociația Aeriană de Experimentare.

Industriașul francez Louis Bleriot, construiește la 1902 trei ornitoptere, aparate cu

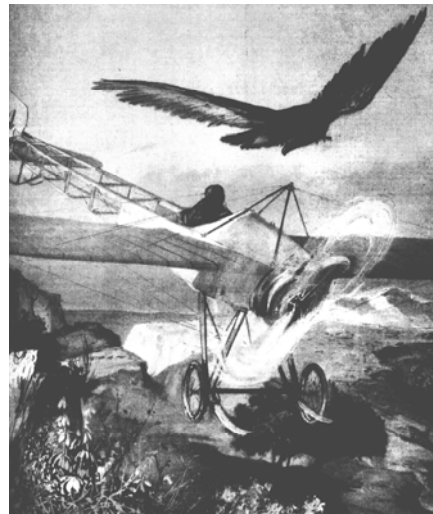


Fig. 3.77. Avionul a început invadarea masivă a spațiului vital al păsărilor.

aripi mobile, care imitau zborul păsărilor. Ulterior face serioase investiții în dezvoltarea industriei constructoare de avioane pentru ca la 1909 să realizeze aparatul de zbor „Bleriot XI” (fig. 3.78) [159], cu care pentru prima dată s-a traversat strâmtoarea „Canalul Mânecii”. Acest tip de avion a avut un succes comercial considerabil.



Fig. 3.78. Aparatul de zbor „Bleriot XI”.

Leon Levasseur s-a manifestat ca un talentat inventator de motoare pentru avioane, impunându-se cu primul său motor performant „Antoinette” de 50 c.p. construit la 28 august 1903.

Este important de menționat faptul că în opera de naștere a aviației mondiale un aport deosebit au adus și compatrioții noștri – cetățeni ai tânărului stat apărut recent pe harta Europei – România. România a fost printre cele 6 state - Franța, SUA, Germania, Marea Britanie și Rusia, care a participat activ la constituirea aviației mondiale. Renumitul inventator român Traian Vuia, pionier al aviației mondiale, primește la 17 august 1903 brevetul de invenție francez nr. 332106 pentru aeroplanul-automobil. Construiește și încearcă la 18 martie 1906 primul monoplan din lume „Vuia I” (fig. 3.79, a), care a decolat și aterizat, folosind mijloacele proprii de bord [160]. Aparatul „Vuia II”, construit în 1907, cu performanțe superioare, echipat cu motor Antoinette de 25 c.p., a fost expus la primul Salon Aeronautic, de la Paris.

Un alt român pasionat de zboruri a fost Aurel Vlaicu. Unul din pionierii aviației mondiale, A.Vlaicu construiește în 1909 cu concursul nemijlocit al Ministrului al Instrucțiunii S. Haret cunoscutul aeroplan „Vlaicu I” (fig. 3.79, b) [160]. La 27 septembrie 1910, la propunerea Ministerului de Război, Vlaicu a participat la manevre militare, România devenind a doua țară din Europa (după Franța), care folosea avionul în scopuri militare. În 1910 obține brevetul RO 2258 pentru „Mașina de zburat ca un corp în formă de săgeată”. Cu avionul său „Vlaicu II” stabilește o serie de performanțe deosebite (zbor la o altitudine de 1000 m, viteză medie de 90 km/h). În 1913 a început proiectarea unui nou aparat „Vlaicu III”, prevăzut să fie construit, în întregime, metalic (idee remarcabilă pentru acea perioadă deoarece primele avioane de construcție metalică au apărut mai târziu). N-a reușit să-l realizeze deoarece la 13 septembrie 1913 și-a găsit moartea într-un accident, prăbușindu-se în tentativa de a trece munții Carpați pe avionul său „Vlaicu II”.

Un loc aparte în istoria aviației, în special a celei reactive, îl are un alt mare inventator român, Henri Coandă. În anii 1905-1906, a conceput machete de rachete și o machetă de avion cu un motor rachetă cu combustibil solid. Celebrul inginer Gustave Eiffel l-a ajutat pe H. Coandă să construiască un banc mobil, de încercări, montat pe o locomotivă. La 16 decembrie 1910, la Issy les Moulineaux, cu ocazia celui de-al doilea Salon Internațional de Aeronautică, de la Paris, Coandă a prezentat și pilotat primul avion cu reacție, din lume, realizat de el (biplanul „Coandă” (fig. 3.79, c) [160]. Henri Coandă a intrat în istoria aviației mondiale ca pionier al aviației cu reacție. Astfel revista „*La Technique Aeronautique*” nr. 21 din 1910 a subliniat următoarele „*Aeroplanul Coandă este unul dintre rarele aparate la care totul este nou, iar modul judicios și rațional prin care inventatorul iese din fâgașele drumului bătut în această direcție este un motiv destul de puternic pentru a ne decide să examinăm cu atenție mijloacele pe care le folosește inventatorul în construcția sa... Cea mai mare ingeniozitate creatoare, Dl Coandă a dovedit-o, desigur, la concepția acestui propulsor*”.

Printre inventatorii de vază, care au contribuit la dezvoltarea aeronauticii în perioada de naștere a ei, pot fi numiți: *Alexandru Ciurcu, Traian Vuia, Aurel Vlaicu, Henri Coanda, George-Valentin Bibescu, Radu Stoika, Dumitru Brumarescu, Rodrig Goliescu, Gustav Rotlender, Ion Paulat, Grigore Zamfirescu, Gheorghe Caranda, Gheorghe Negrescu, Stefan Protopopescu, Mircea Zorileanu, George Arion, Vasile Dimitrescu, Anastase Dragomir, Gogu Constantinescu, Gheorghe Banciulescu, Grigore Briscu, Nicolae Petrovici, Mihail Cerchez s.a.*

Cele mai importante realizări românești legate de începuturile aviației sunt:

- 1886 – primul motor cu reacție, testat pe o barcă, apoi pe o drezină de cale ferată;
- 1906 – primul zbor, cu mijloace proprii, al unui avion (T. Vuia);
- 1909 – primul avioplan (strămosul motoplanorului și primul aparat de zbor cu fuzelaj tubular);
- 1909 – primul avion cu aripa Delta;
- 1909 – primul brevet pentru avion cu geometrie variabilă;
- 1909 – primul avion construit în România (Aurel Vlaicu);
- 1910 – primul avion cu reacție (Anri Coandă);
- 1910 – prima școală de pilotaj și primul aerodrom, la Chitila;
- 1910 – primul avion militar proiectat și construit în România, de Aurel Vlaicu, la Arsenalul Armatei;
- 1910 – prima utilizare a unui avion pentru operațiuni militare (Aurel Vlaicu, la manevrele Armatei). Mulți consideră 1910 anul nașterii aviației militare românești;



a. Primul monoplan din lume „Vlăia I”.



b. Aeroplanul „Vlaicu I”.



c. Avionul cu reacție „Coandă-1910”.

Fig. 3.79. Primii pionieri români ai aviației.

- 1911 – a doua școală de pilotaj, la Cotroceni;
- 1911 – primul zbor cu un avion cu decolare verticală;
- 1911 – primul proiect de elicopter;
- 1911 – primii piloți militari brevetati în România;
- 1911 – prima producție de serie de avioane, pentru armată, la Chitila. Au construit, sub licență, 4 avioane Farman III;
- 1912 – prima școală militară de pilotaj, la Cotroceni: Școala Militară de Zbor;
- 1912 – primul hidroavion cu fuzelaj;
- 1912 – prima transmisiune telegrafică fără fir de la bordul unui avion;
- 1912 – armata comandă 10 avioane Vlaicu 1, construite la București;
- 1912 – școala de zbor și aerodromul Ligii Naționale Aeriene.

În preajma I^{-lui} Război Mondial aviația devenea din ce în ce mai mult o forță puternică de război. La 15 ianuarie 1911 Myron Crissy și Philip Parmalee – aviatori ai armatei SUA, pilotând biplanul militar de tip Wright pentru prima dată au lansat bombe de pe un aeroplan. Se făceau tentative de instalare a mitralierelor

pe avioane. În această problemă o soluție genială a fost găsită de inventatorul român George Constantinescu inventând un sincronizator care sincroniza tirul mitralierei cu turația motorului pentru ca gloanțele să nu nimerească în elice. Prima escadrilă militară a fost formată în 1913 în Texas și era echipată cu biplane Wright. Maxima lui C. Ader „*Cine va deveni stăpânul cerului, va deveni stăpânul lumii*” devine tot mai reală. Cu toate că superioritatea numerică în avioane a Franței și aliaților ei era esențială (609 avioane contra 270) avantajul nu avea o semnificație practică deoarece strategia ambelor tabere apriori excludea ideea de a face aviația armă ofensivă. Pe parcurs teatrul de război a impus unele corecturi în strategia inițială și avionul se transformă încetul cu încetul într-o veritabilă mașină de război. Pentru a participa în expediții nocturne avioanele erau echipate cu proiectoare. Interesul către aviație l-au avut și serviciile militare maritime. În a. 1876, inginerul francez Charles-Alphonse Penaud a depus o cerere în vederea obținerii unui brevet de invenție pentru un model de hidroavion, cu tren de aterizare retractabil. Totuși inginerul Henri Fabre a reușit să construiască în a. 1910, în Franța primul hidroavion funcțional din lume numit „*Canard*” (fig. 3.80, a), decolând cu acesta de pe lacul Berre, la 28 martie 1910 [161].

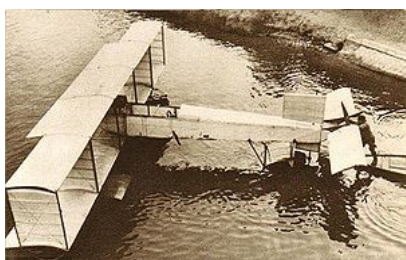
Avionul „*Morane Saulnier*” (fig. 3.80, b) [162], numit în Marea Britanie Morane „*Obuz*” avea o formă aerodinamică pronunțată atât a aripilor, cât și a fuzelajului. Fiind dotat cu un motor „*Gnome*” de 80 c.p. atingea în zbor viteza de 165 km/h. Mai multe exemplare au fost exportate în Rusia.

Primul bombardier biplan a fost produs de Uzina Regală de Avioane *B.E.2c* în a. 1912 (fig. 3.80,c) [163]. Era un aparat de zbor ușor cu două sau trei locuri, fiind dotat cu un motor RAF 4a. Un număr mare a fost produs și trimis în Franța împreună cu Forțele Britanice de expediție în a. 1914.

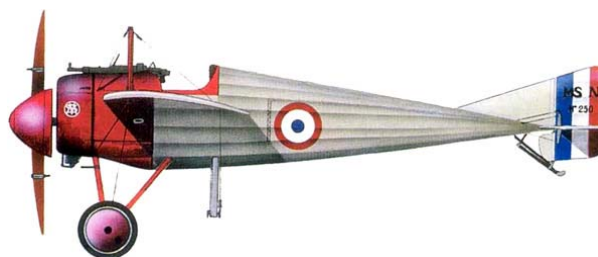
În fig.3.80, d este reprezentat un avion de vânătoare de tip Albatros D de producție germană cu forme foarte aerodinamice și putere mare de foc. Fuzelajul avionului avea un înveliș care „*absorbea*” diferite eforturi de torsiune, forfecare și încovoiere [164].

Pentru prima oară în istoria aviației la 22 mai 1916 un avion francez – micul *Nieuport 11* a fost echipat cu 8 rachete amplasate de ambele părți ale fuzelajului între aripile biplane. Punerea în funcțiune a rachetelor se făcea prin comandă electrică (fig.3.80, e) [165].

În timpul războiului avionul Sopwith F.I. Camel (fig. 3.80, f) [166] de producție britanică a demonstrat calitățile sale foarte înalte în diverse operațiuni. Fiind dotat cu un motor de 230 c.p. tip Bentley B.R.2 s-a impus ca o mașină de luptă de performanță, care poseda o autonomie de zbor de 2h 30 min.



a. Primul hidroavion „Canard”, 1910.



b. Avionul „Morane Saulnier”, 1914.



c. Bombardier biplan B.E.2c, 1912.



d. Avion de vânătoare de tip Albatros D, 1916.



e. Avionul francez Nieuport 11



f. Avionul britanic Sopwith F.I Camel, 1917.



g. Avionul Koolhoven FK.31, 1924



h. Monoplanul Lockheed Vega, 1927.



i. Avionul „Arc-en-ciel”, 1928.



j. Avionul Lockheed Orion, 1931.



k. Avionul american Douglas DC-4, 1938.



i. Avionul D.H.98 Mosquito, 1940.

Fig. 3.80. Avioane realizate în perioada 1914-1940.

Dezarmați la începutul conflictului aviației s-au înarmat foarte rapid. În 1915 Raymond Saulnier și Roland Garros în Franța și George Constantinescu în Marea Britanie au realizat mitralierele sincronizate. La 1914 Henri Coandă a inventat tunul fără recul, pentru aviație, care nu suprasolicita structura avionului în timpul tragerii. Locotenentul de marină francez Yves Le Prieur vine cu o remarcabilă ameliorare a armamentului avionului – rachetele.

Pe parcursul a 4 ani de război 5 națiuni angajate în război au produs în ansamblu circa 205000 avioane de război de toate tipurile. Numeroase persoane au fost inițiate în problemele aviației și constituia un potențial tehnic enorm. Avionul a demonstrat posibilitățile imense, aviația devenind un important factor de dezvoltare economică. De aceea perioada de după război este caracterizată prin ridicarea performanțelor aparatelor zburătoare. Avionul Koolhoven FK.31 (fig. 3.80, g) [167] este caracterizat prin forme aerodinamice, construcție metalică și stabilitate bună în zbor. Dotat cu un motor Bristol Jupiter de 400 c.p. acest avion a fost utilizat de către armatele Irlandei și Finlandei.

Monoplanul Lockheed Vega (fig. 3.80, h), a apărut la finele anilor 30. Primul Vega 1, numit „*Vulturul auriu*” a fost fabricat în a. 1927, posedă o siluetă aerodinamică elegantă pentru epoca sa și avea o capacitate de 4 pasageri plus pilotul. Atingea viteza de până la 217 km/h [168]. Aparatul a bătut un număr mare de recorduri. Se simțea un început al unei noi faze în construcția avioanelor.

Aviația, fiind un domeniu al tehnicii cu un grad sporit de produs intelectual, a impulsionat simțitor gândirea inginerescă. De regulă, implementarea unei invenții principial noi trage după sine, adesea unui tractor, o serie întreagă de alte invenții. În perioada vizată apar tot mai multe soluții tehnice originale născute în imaginea galopantă a inginerilor. Astfel avionul „*Arc-en-ciel*” (fig. 3.80, i) apare ca un aparat revoluționar pentru epoca sa prin formele sale neobișnuite [169]. Visul inventatorului acestui aparat, Rene Couzinet, a fost crearea unui avion capabil să traverseze oceanul Atlantic. Dotat cu trei motoare Hispano-Suiza, având amplasate în jurul șasiurilor rezervoare cu o capacitate de 6300 l, acest avion a reușit să devină un avion transatlantic.

Avionul Lockheed Orion (fig. 3.80, j) [170] este unul din primele avioane civile care oferă o siluetă modernă, un salon confortabil și o elice cu pas variabil.

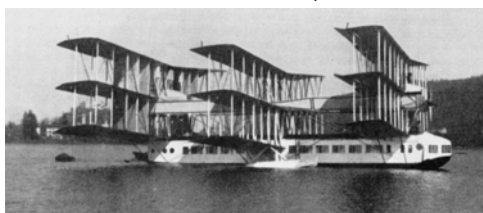
Deoarece aviația își ocupă un loc tot mai sigur în traficul de pasageri gândirea inginerescă este orientată tot mai mult în direcția creării condițiilor optime pentru pasageri. În acest sens la 25 septembrie 1938 pilotul Carl Cover a pilotat avionul experimental Douglas DCE-4 (ultima literă însemnând „*experimental*”) (fig. 3.80, k) [171] în care, pentru prima oară în practica aviației cabina era climatizată de



a. Triplanul Fokker DR.I, 1918.



b. Triplanul Sopwith, 1916.

c. Avionul blindat de atac *Boeing GA-1*, 1920.d. Cuadriplanul *Armstrong Whitworth F.K.10*, 1916.e. Hidroavionul *Caproni Ca.60*, 1921.**Fig. 3.81.** Avioane multiplane.

motoare auxiliare. Avionul avea capacitatea de 52 de pasageri și era capabil să circule fără escală între Los Angeles și New York.

Avionul D.H.98 Mosquito prezentat în fig. 3.80, *l* [172] vine să confirme afirmația că spre finele anilor 40 aviația clasică a ajuns la un nivel relativ performant pentru perioada respectivă și că în imaginația inginerilor se năștea ceva principal nou.

Spre sfârșitul anilor 40 aviația s-a stabilit în planul direcției conceptuale a structurii avionului. La început au fost avioanele cu aripi cu construcție și funcționalitate similară aripilor păsărilor zburătoare (fig. 3.74). Apoi au apărut și s-au afirmat în mare parte monoplanele și biplanele. Majoritatea constructorilor de avioane au mers pe această cale. Triplanele au fost proiectate și produse de mai multe firme, cum ar fi: firma Fokker DR.I [173] (modelul WW1 Fokker Dr.I, utilizat în Manfred von Richthofen); compania germană Sopwith cu triplanul Sopwith (fig. 3.81, *a*) [174]; firma din Seattle (SUA) „Boeing” cu modelul său blindat de atac *Boeing GA-1* (fig.3.81, *c*) [175], care n-a avut un mare succes, Serviciile Armate Aeriene ale SUA, comandând doar 10 aparate.

Cuadriplanul „*Armstrong Whitworth F.K.10*” (fig. 3.81, *d*) [176] a fost o soluție foarte puțin performantă. De asemenea, și cuantiplanul Fokker V.VIII - curios, elegant, însă extrem de ineficient. Hidroavionul Gianni Caproni (fig. 3.81, *e*)

de dimensiuni extravagante și concepție nereușită, echipat cu 9 perechi de aripi, 8 motoare cu o putere sumară de 3200 c.p. capabil să transporte circa 50 de pasageri trebuia să devină o concepție dintre cele mai ambițioase ale epocii. Însă în încercările de la 4 martie 1921 a suferit un accident, după care acest proiect ambițios a fost abandonat.

Astfel se poate concluziona că la finele anilor 40 s-a terminat prima fază în istoria aviației. Pe parcursul a circa 50 de ani aviația s-a afirmat în mod pregnant prin parametrii săi tehnici (v. tabelul 3.4). Chiar dacă biplanele și alte construcții au mai persistat, monoplanele deveniseră structura atractivă pentru constructorii de avioane. Aviația ocupă tot mai insistent domeniul civil de utilizări, în special, în transportarea încărcăturilor și a pasagerilor.

Să încercăm să urmărim o scurtă evoluție a aviației în România. În a. 1910 avocatul Mihai Cerchez a construit primul aerodrom din România la Chitila cu dotările necesare. În a. 1913 a apărut Legea de organizare a Aeronauticii militare. În campania din Bulgaria, 1913, aviația militară română a participat cu 9 piloți și 19 avioane (11 Bleriot-diverse configurații, 7 Farman-idem și un aparat Aurel Vlaicu-2). România intră în Primul Război Mondial cu 97 piloți, 87 observatori aerieni și 44 avioane, majoritatea modele vechi. Acestea vor efectua misiuni de recunoaștere și aerofotografie precum și câteva misiuni de bombardament, ultimele fără mare succes. În octombrie 1916 sosește Misiunea Militară Franceză care aduce și 100 de avioane (41 Nieuport, 38 Farman-40, 18 Breguet-Michelin și 3 H. Farman), alte avioane fiind transferate de pe frontul de la Salonic. În total, pe parcursul războiului, România a achiziționat 322 avioane, de la Nieuport și Farman la Sopwith Strutter, Caudron G.4, de recunoaștere îndepărtată și bombardament ușor, și până la „bombardierele grele” Breguet-Michelin. La începutul a. 1917 aviația română număra 150 avioane organizate în 3 grupuri aeriene cu 14 escadrile. Campania anului 1917 a început cu peste 100 misiuni de cercetare și de corectare a tirului artileriei. În paralel, s-au desfășurat misiuni de bombardament asupra gării și portului Brăila, a altor gări, trenuri, tabere și coloane militare. Numai în timpul bătăliei de la Mărășești au fost efectuate 467 misiuni, de la observație și recunoaștere până la vânătoare, bombardament și mitralierea trupelor adverse. În toamnă, când luptele au scăzut în intensitate, doar la recunoaștere și observație de artilerie se executaseră 185, respectiv, 703 misiuni. Piloții români au doborât 14 avioane inamice și au aruncat aproape 24 tone de bombe. Lor li s-au adăugat 13 victorii aeriene ale piloților francezi. Până la sfârșitul războiului, piloții români au zburat circa 11000 ore, au participat la 750 lupte aeriene și au aruncat 150 tone de bombe.

Tabelul 3.4. Parametrii tehnici de bază ai avioanelor atinși pe parcursul a 50 de ani.

<i>Anul</i>	<i>Viteza maximă, km/h</i>	<i>Înălțimea maximă, m</i>	<i>Distanța parcură maximă, km</i>	<i>Forța de ascensiune, kg</i>	<i>Puterea maximă, c.p.</i>
1890			0,05	60	20
1896	31		0,123		24
1897			0,2		0,24
1900				45,8	
1901		15	0,85		12
1902	25		1,24		
1903	25	0,1899			
1904	25	1,24			
1905	61,46		38,95		15
1906	61,43	15	38,95	388	50
1907	61,46	25	38,95	522	55
1908	64,8	110	124,7	544	80
1909	76,956	453	234,42	620	90
1910	109,756	3100	584,75	1338	180
1911	133,135	3910	740,3	1350	180
1912	174,1	5610	1090,9	1350	160
1913	203,85	6120	1021,2	4080	220
1914	216,52	8150	1900	4800	228
1915	216,52	8150	1900	6350	230
1916	216,52	8150	1900	11460	300
1917	216,52	8150	1900	12955	405
1918	262,42	8808	1900	15900	710
1919/20	307,55	10549	3032	20263	710
1921	330,275	10549	3032	26000	850
1922	360,93	10549	4052	26000	850
1923	429,95	11145	5299,9	2600	850
1924/26	448,171	11145	5299,9	26000	1014
1927	479,31	11710	6294	26000	1014
1928	512,69	11710	7666,62	26000	1014
1929/30	582,58	12739	8029,44	56000	1926
1931/32	654,9	13157	10371	56000	3100
1933	682,078	13660	10601,48	56000	3100
1934/38	709,2	16440	10601,48	56000	3100
1939/40	755	17083	12935	56000	3400

În timpul războiului la Iași a luat ființă Rezerva Generală a Aviației, care s-a transferat la București în noiembrie 1919, fiind rebotezată în Arsenalul Aeronautic. Pe durata Primului Război Mondial, 48 de aviatori, mecanici, aerostieri și observatori aerieni români au căzut la datorie, cei mai mulți din cauza unor defecțiuni tehnice ale avioanelor. Din rândul lor, 13 au căzut efectiv în luptele aeriene sau au fost doborâți de artileria inamică. 11 piloti și observatori au fost decorati cu Ordinul „Mihai Viteazul”, clasa a III-a.

În a.1919, la București ia naștere prima fabrică de avioane din România, Arsenalul Aeronautic. Între aa. 1921-1922 a produs 120 de avioane Hansa-Brandenburg CI, de recunoaștere și observație, livrate armatei. În iunie 1920 este fondată compania Franco-Română de Navigație Aeriană, fiind una dintre primele. În a. 1923, la Arsenalul Aeronautic s-a proiectat „avionul Protopopescu”, care a fost executat la uzina ASTRA din Arad în a. 1922. Varianta modificată Proto 2 a fost fabricată în a. 1924. În a. 1924 fabrica a modificat un număr de bombardiere De Havilland (Airco DH9) pentru transport de pasageri. După îndelungate tratative la 1 noiembrie 1925 s-a încheiat contractul cu Franța pentru înființarea I.A.R. În a. 1926 este construită fabrica de celule, iar în 1927 – cea de motoare I.A.R. La 11 octombrie 1927 a avut loc inaugurarea, cu mult fast, a Uzinelor I.A.R. Brașov, la care au participat prim-ministrul Ion C. Brătianu, ministrul de război generalul P. Angheliescu, generalul Henri Berthelot, reprezentantul guvernului francez, generalul Constantin Coandă, președintele Consiliului de Administrație ș.a. În același an ministrul de război al României a făcut prima comandă de avioane Lorraine, de 450 CP. Pe parcursul a 20 de ani uzinele I.A.R. au realizat peste 1200 de avioane, din care circa 50% de concepție proprie, iar celelalte în licență (Franța, Polonia, SUA, Italia și Germania). Primul avion de concepție proprie cu aripă joasă I.A.R. CV11 a fost proiectat de inginerii Elie Carafoli și Lucien Virmoux (fig. 3.82, a). În a. 1936 Uzina IAR a realizat proiectul unui avion de recunoaștere și bombardament echipat cu motorul IAR 14K, motor de tip Gnome-Rhône Mistral Major, care era fabricat sub licență. Prototipul a fost testat în primăvara anului 1937 și fabricat sub denumirea de IAR 37 (fig. 3.82, c). În vara anului 1938 a fost adaptat motorul BMW-132A, de 700 CP, pentru care a fost nevoie de câteva modificări ale celulei. Versiunea echipată cu acest motor s-a numit IAR 38 (fig. 3.82, d) și din această versiune s-au fabricat 75 de exemplare. Cel mai performant, „copilul teribil” al Uzinei de la Brașov, a fost avionul de vânătoare I.A.R. 80 (fig. 3.82, e,) și derivatul său de bombardament I.A.R. 81, proiectate de grupul de ingineri condus de prof. Ion Grosu, printre care și inginerii basarabeni Teodor Gârnet și Gheorghe Zota. Era comparabil cu cele mai moderne



a. Avionul I.A.R.11, 1933.



b. Avionul I.A.R.14, 1933.



bogdanpatrascu@hotmail.com

c. Avionul I.A.R.37, 1937.



d. Avionul I.A.R.38, 1938.



e. Avionul I.A.R. 80, 1939.



f. Avionul I.A.R. 99 Șoim, 1985.

Fig. 3.82. Avioane românești IAR.

avioane de luptă, precum Bf 109 din Germania, Mitsubishi A6M Zero din Japonia, Hawker Hurricane și Supermarine Spitfire din Marea Britanie. În perioada 1939-1943 au fost fabricate 480 de exemplare. De menționat că Teodor Gârnet a construit, în a. 1942, cel mai ușor motor de avion din lume IAR-7, care mai este folosit până în ziua de azi de mai multe avioane ușoare. Ion Coșereanu și Alexandru Zota au fost consultanți principali la crearea avionului IAR-93, avion pentru atac la sol, aflat acum în dotarea Aviației Militare Românești. Serghei Ciachir, este unul dintre marii piloți români (originar din județul Orhei, Basarabia), care a pilotat IAR-80 și IAR-81 din prima și până în ultima zi de război. De menționat că primele reprezentante ale Forțelor Armate Române, care au trecut Prutul pentru eliberarea Basarabiei la 22 iunie 1942, au fost escadrilele de IAR-80 ale Aviației Românești, care a transformat într-un adevărat cimitir de avioane sovietice aerodromul de la Bolgrad. „*Măturam totul în cale, ceea ce i-a făcut pe ruși să poreclească escadrilele românești de IAR-80 drept Măturoiul Românesc*”, își amintea pilotul Serghei Ciachir. În luptele de eliberare pentru Basarabia, aviatorii români au distrus cu pierderi minime 242 de avioane sovietice, 150 la sol și restul prin lupte aeriene și cu ajutorul artileriei anti-aeriene. Între 1930 și 1940,

specialiști de la I.A.R. au proiectat și realizat 15 tipuri de avioane, caracteristicile și performanțele cărora sunt prezentate în Tabelul 3.5 [177].

Primul avion de luptă postbelic I.A.R. 93 a fost proiectat la Aerostar, Bacău și fabricat la Avioane Craiova (1974-1992). Ultimul avion din această serie, I.A.R. 99 Șoim (fig. 3.82, *f*) este un avion militar românesc, întrebuițat, în special, pentru antrenamente, capabil să asigure misiuni de atac.

Tabelul 3.5. Caracteristicile modelelor de avioane IAR.

<i>Tip avion</i>	<i>Putere CP</i>	<i>Plafon m</i>	<i>Greutate kg</i>	<i>Anvergura m</i>	<i>Lungimea m</i>	<i>Înălțimea m</i>	<i>Vit. max. km/h</i>	<i>An</i>
I.A.R. 11	600 [CP]	9.000 [m]	1.510 [kg]	11,5 [m]	6,98 [m]	2,46 [m]	329 [km/h]	1930
I.A.R. 12	450 [CP]	7.500 [m]	1.540 [kg]	11,7 [m]	7,32 [m]	2,5 [m]	294 [km/h]	1932
I.A. R. 13	450 [CP]	7.500 [m]	1.540 [kg]	11,7 [m]	7,32 [m]	2,5 [m]	294 [km/h]	1932
I.A.R. 14	450 [CP]	7.500 [m]	1.540 [kg]	11,7 [m]	7,32 [m]	2,5 [m]	294 [km/h]	1933
I.A.R. 15	600 [CP]	10.000 [m]	1.707 [kg]	11 [m]	8,29 [m]	2,7 [m]	352 [km/h]	1933
I.A.R. 16	500 [CP]	10.000 [m]	1.650 [kg]	11,7 [m]	7,37 [m]	2,8 [m]	342 [km/h]	1934
I.A.R. 21	120 [CP]	5.500 [m]	850 [kg]	12[m]	7 [m]	2,5 [m]	190 [km/h]	1933
I.A.R. 22	130 [CP]	5.000 [m]	880 [kg]	11,53 [m]	7,5 [m]	2,02 [m]	193 [km/h]	1934
I.A.R. 23	340 [CP]	4.100 [m]	1.920 [kg]	12 [m]	8,35 [m]	2,7 [m]	245 [km/h]	1934
I.A.R. 24	350 [CP]	4.500 [m]	2.030 [kg]	12 [m]	8,35 [m]	2,7 [m]	280 [km/h]	1935
I.A.R. 27	180 [CP]	5.000 [m]	948 [kg]	9,1 [m]	7,41 [m]	2,4 [m]	180 [km/h]	1937
I.A.R. 37	870 [CP]	8.000 [m]	3.459 [kg]	12,22 [m]	9,5 [m]	3,97 [m]	335 [km/h]	1937
I.A.R. 38	700 [CP]	7.000 [m]	3.100 [kg]	13,2 [m]	9,56 [m]	3,8 [m]	220 [km/h]	1938
I.A.R. 39	870 [CP]	8.000 [m]	3.085 [kg]	13,1 [m]	9,6 [m]	3,99 [m]	336 [km/h]	1939
I.A.R. 80	1.000 [CP]	10.500 [m]	2.550 [kg]	10,5 [m]	8,9 [m]	3,6 [m]	510 [km/h]	1939

3.3.4.3. Etapa modernă a aviației

Pe parcursul evoluției tehnicii s-a observat că fiecare următor salt în spirala dezvoltării era favorizat de anumite stări excepționale. Fiind un domeniu atractiv, aviația a impulsionat simțitor creativitatea tehnică, invențiile fiind elaborate, în cele mai multe cazuri, din „mers”. Astfel prima conflagrație mondială a favorizat afirmarea avionului ca mașină de război cu posibilități excepționale. După război o armată întregă de ingineri preocupați de aviație au fost împuși de situație să se reorienteze spre domeniile civile, perfecționând continuu aparatele de zbor.

Primul zbor cu un avion cu reacție a fost realizat de Henri Coandă în Franța, la data de 16 decembrie 1910, la Issy-les-Moulineaux, cu aparatul „Coandă 2010”, pe care îl prezentase în octombrie 1910 la al doilea *Salon Internațional Aeronautic* de la Paris. Academicianul Elie Carafoli avea să spună că „avionul cu reacție „Coandă -1910” a luat ființă trei decenii înainte ca celebrii constructori White, Campini și Sbeikk să fi construit avioanele lor cu reacție, care au desăvârșit această epocală descoperire [179]. Pe eticheta exponatului scria: „*Singurele aeroplane fără elicii. Aeroplanele Coandă*”. Prin această invenție avionul cu reacție, a intrat în istoria aviației mondiale. A arătat de fapt lumii întregi primul avion cu reacție.

Ziua de 16 decembrie 1910 a deschis o nouă eră în aviația modernă. Peste câteva luni, inginerul român a devenit director tehnic al uzinelor de avioane și motoare pentru avion „*Bristol*” din Anglia. Aici a realizat mai multe tipuri de avioane denumite „*Bristol-Coandă*”.

Sfârșitul anilor 40 a coincis cu începutul celui de-al doilea război mondial. Acest factor a fost decisiv în evoluția de mai departe a aparatelor de zbor. O idee mai veche (a inventatorului român H. Coandă), cea a avioanelor reactive, a revenit în actualitate. În fig. 3.83, *a* este prezentat un model de funcționare a avionului reactiv, care zboară în baza vitezei reactive a getului de gaz, obținut în urma arderii combustibilului.

Tendința spre supremație militară a celui de al Treilea Reich, inclusiv și aeriană, i-a impus pe inginerii germani să caute noi soluții tehnice în domeniul aviației. Fizicianul german Hans Joachim Pabst von Ohain (1911 – 1998) a elaborat în a. 1937 primul motor reactiv operațional [180]. Acest motor a fost instalat pe primul prototip al avionului reactiv Heinkel He 178 (He 178 V1) în a. 1939. Astfel Heinkel, încurajat de Werner von Braun, care lucra asupra dezvoltării rachetelor, a construit un mic avion reactiv, la început Heinkel He 162, apoi varianta modificată Heinkel He 178 cu anvergura de 7,2 m și lungimea de 7,48 m (fig. 3.83, *b*) [181], care a fost pilotat la 27 august 1939 de către aviatorul Erich Warsitz. Presiunea de

500 kg a reactorului cu petrol a propulsat un aparat de 1998 kg cu o viteză de 700 km/h. Heinkel a decis să continue cercetările pentru a construi un avion care să depășească viteza de 1000 km/h.

Primul avion cu reacție operațional din lume, intrat în serviciul armatei germane este Messerschmitt Me 262 Schwalbe (fig. 3.83, c). Dotat cu două turboreactoare el a cauzat unele necazuri aliaților. În 1942 este capturat de americani. În a. 1943 în mai puțin de 1 lună este pus în producție. Viteza de 700 km/h și plafonul de 10000 m îi permitea să întreprindă misiuni fără risc în spațiul aerian al Marii Britanii. Însă producția în masă a acestui avion, de asemenea a modelului avionului rachetă Me 163, a fost zădărnicită de bombardamentul efectuat de aliați. Ultimele arme secrete ale celui de al 3-lea Reich au fost primul bombardier reactiv Arado Ar 234 B Blitz (fig. 3.83, d) [182], avionul Junkers Jumo 004 (1944), din care au fost produse 8000 de exemplare spre sfârșitul războiului, și micul avion-rachetă Me 163B Komet, care în august 1944 a înfruntat un atac american, atingând o viteză de 960 km/h timp de 10 min. și o altitudine de 10000 m (fig. 3.83, e) [183]. În acest avion gândirea inginerescă a atins cel mai înalt nivel pentru perioada respectivă, fiind arma secretă a lui Hitler. Totul a fost studiat pentru a micșora greutatea.

În aceeași perioadă britanicul Frank Whittle, independent de von Ohain, a obținut brevet de invenție în a. 1932, iar în a. 1939 apare interesul ministerului Aerului către invenția sa. Compania Gloster Aircraft a construit avionul experimental E28/39, care a fost testat cu succes în mai 1941 [184].

SUA a aplicat rapid noutatea. În 1941 a fost lansat un program de elaborare a unui avion reactiv. Construcția a debutat în primăvara anului 1942. La 1 septembrie 1942 primul avion reactiv american Bell P-59A Aircomet (fig. 3.83, f), dotat cu două turbopropulsoare General Electric I-A, a efectuat primul zbor [185]. Nemții testaseră deja un avion cu reacție.

Lucrări în această direcție au fost efectuate în același timp și în alte țări. Astfel în 1940 este încercat primul avion cu reacție italian Caproni-Campini. În 1941 – primul avion britanic Gloster-Whittle E.28/39. Primul avion-rachetă militar american Northrop MX-334 „Rocket Wing” este testat la 5 iulie 1944 [186], iar superavionul Northrop YB-49, propulsat de 8 reactoare - în 1947 (fig. 3.83, h) [187] (Jack Northrop 1895 -1981). Totuși avionul reactiv Lockheed P-80 este primul avion cu reacție intrat în 1944 în serviciul Forțelor Armate Aeriene ale SUA (fig. 3.83, g) [188]. Avionul Yakovlev Yak-15 este primul avion reactiv sovietic (1945) pus în serie în a. 1946, atingând o viteză de 800 km/h [189]. A fost o replică redesign a avionului german Junkers Jumo 004. Avionul Mikoian-Gourevitch



a. Model de funcționare a avionului reactiv. b. Avionul reactiv Heinkel He162, 1939.



c. Avionul Messerschmitt Me 262, 1942. d. Bombardierul reactiv Arado Ar 234 B-2 Blitz



e. Avionul-rachetă Me 163B Komet, 1944. f. Avionul american Bell P-59A Aircomet, 1942.



g. Avionul reactiv Lockheed P-80, 1944.

h. Avionul Northrop YB-49, 1947.



i. Avionul reactiv sovietic Yak-15. 1945. j. Avionul de vânătoare sovietic MiG-9, 1946.

Fig. 3.83. Primele avioane reactive.

MiG-9 dotat cu turbopropulsoare BMW 003 atingea viteza de 910 km/h (1946) [190]. Bachem Ba 349 Natter este prima rachetă pilotată lansată vertical (1945), testată la 1 martie 1945 cu pilotul Lothar Sieber [191]. Triton SO 6000 este primul avion reactiv francez (1946), reprezentând redesignul avionului german Junkers Jumo 004-B2. Șirul poate fi continuat, însă din lipsă de spațiu ne oprim aici. Să facem însă o mică analiză a progresului excepțional al tehnologiilor aeronautice după 6 ani de război.

Aviația jucase deja un rol capital în ultimele ofensive ale Primului Război mondial. Importanța ei în cel de-al doilea Război mondial a fost determinantă. De o parte și de alta adversarii știau că cine va domina cerul va câștiga războiul. Hitler n-a putut debarca în Anglia fiindcă a pierdut bătăliile aeriene. El a comis o eroare gravă, neaprobând dezvoltarea proiectelor inginerilor săi asupra avioanelor cu reacție. Avionul a fost decisiv în acest război, în care el a cunoscut o dezvoltare care n-ar fi fost posibilă în alt timp. Motoarele au fost puse în prim plan, fiind obiectul principal al gândirii creative ingineresti. Raportul putere-greutate devenise fenomenal. Ele au permis de a zbura la înălțimi și cu viteze despre care nici nu se putea gândi 6 ani în urmă. Reactorul a intrat în aplicații. Metalele utilizate în construcția avioanelor și metodele de îmbinare prin nituri au permis construirea aparatelor ermetizate. Comunicațiile prin radio au fost înlocuite cu telefonie și radarul este instalat la sol tot așa de bine ca și la bordul avionului.

Ingeniozitatea inginerescă nu are margini. Inginerii de avioane s-au apropiat mult de pragul supersonic. Avionul Bell X-1A (fig.3.84, a) [193], construit pentru explorarea domeniului zborurilor supersonice, este primul care a pătruns peretele sunetului la 14 octombrie 1947. Pilotul Charles Yeager a reușit ceea ce se credea periculos și imposibil. Fiind lansat la o înălțime de 6000 m de portavionul său B-29, avionul Bell XC-1, propulsat de două rachete, a atins înălțimea de 12000 m și viteza de 2600 km/h (fig.3.84, b) [194]. Lumea zborurilor supersonice s-a deschis omenirii.

Avionul supersonic Douglas X-3 (fig. 3.84, b), cunoscut și sub numele „*Stiletto*”, pilotat de Bill Bridgeman, a efectuat la 15 octombrie 1952 un zbor de 20 de minute. Zborul se încadra în programul de încercări pentru un avion supersonic. Scopul inginerilor proiectanți a fost reducerea masei avionului. Pentru aceasta ei au schimbat oțelul inoxidabil prevăzut pentru fuzelaj cu titan care este mai ușor, respectând soliditatea, posedă o rezistență mare la căldură. De asemenea, a fost conceput să decoleze numai cu ajutorul a două reactoare tip Westinghouse J34 de 2200 kgp. Două mici aripioare plasate la sfârșitul fuzelajului erau suficiente pentru ai asigura portanța necesară.

Una dintre problemele stringente ale aviației, în special, a celei reactive, era necesitatea lansării aparatelor de pe piste de decolare speciale, condiționată și de faptul utilizării unui propulsor special la etapa inițială. În acest scop în 1953 la baza americană Edwards (California) avionul „*Thunderjet*” F-84 a fost lansat de pe o platformă montată pe o remorcă. Propulsia inițială a fost obținută de la o rachetă fixată sub fuzelaj. Această dată poate fi considerată începutul încercărilor privind decolarea verticală a avioanelor.

Un element inovațional deosebit de important în avionul britanic Fairey Delta 2 (fig. 3.84, c) a fost utilizarea aripilor de tip Delta fapt ce-i asigura stabilitate și manevrabilitate în zbor [195]. De asemenea, nasul avionului era mobil pentru a asigura o mai bună vizibilitate la decolare și aterizare. Propulsat de un reactor Rolls-Roce Avon acest avion a atins în zborul de la 10 martie 1956 la altitudinea de 12000 m o viteză de 1821,39 km/h, fiind realizat un nou record mondial. Prevăzut pentru încercări în regim supersonic el a dat naștere unor proiecte de realizare a unui avion supersonic de linie.

Existența a două blocuri militare rivale NATO și Pactul de la Varșovia a fost catalizatorul dezvoltării în continuare a aviației militare, în special, a avioanelor reactive supersonice. Goana înarmărilor a impus gândirea inginerească să caute noi soluții tehnice performante. Lucrările de acest gen erau ținute în secret. Avionul F-117A (fig. 3.84, d) [196], construit în 1981 a fost ținut în secret până în 1988, când a fost publicată o fotografie. Avionul avea o formă cu muchii ca un diamant. Forma străină și culoarea cenușie evoca un avion din filmele fantastice. Avionul F-117A respinge undele în sensul direct al cuvântului în loc să le refracte prin emiteri cum se întâmplă în avioanele normale. Recurgerea la materiale compozite în baza carbonului, siliciului și fibrelor l-a făcut neconductor din punct de vedere electric. Structura sa, acoperită cu un cauciuc special, absoarbe o parte din undele electromagnetice și maxim calorii. Astfel el devine invizibil pentru detectoarele de raze infraroșii.

O problemă deosebit de serioasă pentru Forțele Armate Aeriene Marine este decolarea avioanelor de pe piste de decolare limitate, cum sunt ale portavioanelor. Constructorii britanici vin cu soluția avionului Harrier II (fig. 3.84, e) [197] – un aparat de atac cu decolare verticală, care a preluat tot ce-i mai bun de la predecesorii săi combinate cu tehnici de construcție noi și aerodinamică afinată, completat cu avionică ultramodernă și cel mai efectiv armament.

Franța, țara care a pornit era aviației, este prezentă în această competiție a ingeniozității ingineresti cu avioanele din clasa Miraj 2000 (fig. 3.84, f) [198], aparate de zbor performante, aflate la înarmare în diverse țări ale lumii.

Unul dintre cele mai performante aparate de zbor militare la momentul de față este avionul american *Stealth B2* (fig. 3.84, g) [199]. Având o formă neordinară și culoare specifică avionul lasă impresia unui aparat de zbor din filme fantastice. Datorită utilizării celor mai noi soluții tehnice și materiale avionul este invizibil, atât pentru ochiul uman, cât și pentru radare. Costurile de cercetare și dezvoltare s-au ridicat la aprox. 46 de miliarde de dolari, o sumă uriașă. Tehnologiile tot mai sofisticate sunt costisitoare.

Uniunea Sovietică a avut succese importante în domeniul construcției de avioane militare datorită militarizării excesive a industriei pentru a alimenta tendințele hegemoniste. Lucrările în domeniu erau ținute în secret. Datorită lui M. Gorbaciov foarte secretizatul MIG-31 (fig. 3.84, h) [200] a fost demonstrat Occidentului. În „haine” de culoarea aluminiului și albastră, dotat cu două reactoare Toumanski R-31F de 14 tone presiune fiecare, după opt ani de la intrarea în serviciu MIG-31 rămâne cel mai puternic interceptor din lume. Dotat cu un radar Zaslon, pentru prima dată conceput în URSS cu o capacitate de detecție foarte puternică, care îi permite depistarea și distrugerea obiectelor, evoluează la altitudine mică, datorită efectului de sol care anihilează ecourile radar.

Avionul sovietic de susținere tactică Su-27 (fig. 3.84, i), prezentat în 1989 la Salonul Aeronautic „*Le Bourget*”, a impresionat publicul, fiind numit „*cobra*” grație formei sale inedite. Dotat cu un bireactor – o inovație performantă, un radar Doppler capabil să regleze tirul și un sistem integrat în casca pilotului, care îi permite pilotului detectarea obiectelor printr-o simplă mișcare a capului, avionul a devenit o revelație a Salonului. Actualmente constructorii ruși lucrează asupra versiunii Suhoi Su-57 care atinge o viteză de 2600 km/h și un plafon practic de 20000 m. Avionul are toate caracteristicile celei de-a cincea generații: este invizibil pe radar, hipersonic, versatil, foarte manevrabil și dotat cu echipamente electronice sofisticate.

Avionul american Lockheed Martin F-22 Raptor (fig. 3.84, j) [202] este tip *Stealth*, de generația a 5-a, cu un singur loc și două motoare. Pentru prima oară a fost testat în a. 1997. Viteza maximă dezvoltată – 2410 km/h. Conform „*Military – Today*” în ierarhia din 10 aparate avionul american Lockheed Martin F-22 Raptor se află pe locul întâi, avionul sovietic de luptă multirol Suhoi Su-35 – pe locul șase, iar MiG-31 – pe locul opt [203].

În ultimul timp tot mai pregnant se prezintă în domeniu constructorii chinezi care recent au ieșit cu avionul reactiv supersonic tip *Stealth J-20* din a patra generație a avioanelor de vânătoare. Primul zbor de antrenament a fost în a. 2011, iar din a. 2016 fiind introdus publicului larg.



a. Primul avionul supersonic Bell X-1A, 1947.



b. Avionul supersonic Douglas X-3, 1953.



Fairey FD.2 Delta 2

c. Avionul britanic Fairey Delta 2, 1956.



d. Avionul Lockheed F-117 Nighthawk, 1981.



e. Avionul cu decolare verticală Harrier II, 1980.



f. Avionul francez Miraj 2000-5, 1978.



g. Avionul invizibil Stealth B2, 1989



h. Avionul sovietic MiG-31, 1975.



i. Avionul sovietic Suhoi Su-27SM3, 1977.



J. Avionul Lockheed Martin F-22. Raptor.

Fig. 3.84. Avioane reactive militare moderne.

Realizările în domeniul aviației militare au impulsivat simțitor dezvoltarea aviației civile. În domeniul aviației civile există aceeași concurență de înțâietate ca și în cea militară. Compania „Boeing” a devenit lider în domeniul avioanelor civile. În a. 1954 a fost elaborat primul prototip al avionului de pasageri „Boeing 707”. La 13 octombrie 1955 consiliul de administrație al companiei „Pan American Airways” a aprobat cumpărarea a 45 aparate de zbor de linie cu reacție pentru o sumă totală de 296 milioane de dolari. Conform contractului 20 de aparate de zbor „Boeing 707” trebuiau livrate până la finele anului 1958. În fig. 3.85, *a* este prezentat primul avion Boeing 707 intrat în serviciu pe liniile aeriene Pan AM. Avea capacitatea între 140 și 219 pasageri și raza de acțiune până la 10000 km. Acest aparat ulterior a revoluționat transportul aerian. În perioada 1958 - 1978 au fost produse 1010 de exemplare, fiind cel mai popular avion cu reacție de primă generație, și asigurând dominația Boeing în domeniu pentru aproape 40 de ani [204]. Ultimul model este Boeing 787 Dreamliner, un avion de pasageri ultramodern bimotor de mare capacitate cu până la 330 de locuri și autonomie de până la 16000 km, construit, în special, din materiale compozite.

După război URSS dispunea de avioane depășite tehnic, cu rază de acțiune și capacitate de transport mici. În baza bombardierului Tu-16 inginerii au elaborat versiunea civilă Tu-104 (fig. 3.85, *b*) [205], proiect pornit de echipa lui Andrei Tupolev în a. 1953. Primul prototip a fost produs în a. 1955 și avea 50 de locuri. La 15 septembrie 1956 a intrat oficial în serviciu pe ruta Moscova – Irkutsk, fiind primul avion cu reacție sovietic de pasageri și al patrulea avion comercial cu reacție din lume după Havilland Comet, Avro Jetliner și Sud Caravelle, de asemenea, al doilea avion de asemenea tip în serviciu regulat de pasageri (după Boeing 707). Ultimul model modern produs este avionul TU-300.

O competiție adevărată s-a încins între colectivele de proiectanți ale avioanelor supersonice Tupolev (U.R.S.S.) și Concorde (Franța și Marea Britanie). Tupolev a făcut tot posibilul (folosind inclusiv spionajul industrial) pentru ca avionul său de transport supersonic, Tu-144 (fig. 3.85, *e*) [206] să zboare înaintea Concordeului. Și aceasta ia reușit. Avionul atinge viteza supersonică de 2000 km/h, altitudinea de 16000 m. Pe data de 31 decembrie 1968 avionul Tu-144, numit în apus Concordele, a decolat pentru un zbor de 38 min., știindu-se că zborul inițial al avionului similar european Concorde era planificat pentru finele lunii februarie. La prima vedere avioanele Tu-144, dotat cu 4 turboreactoare, și Concorde se aseamănă mult. Ele au aceleași aripi în formă de săgeată, același fuzelaj ascuțit și același capăt nazal lăsat în jos. Avionul Tu-144 a avut 55 de zboruri. A fost introdus în circuitul de pasageri în a. 1977, doi ani mai târziu decât Concorde. După două

accidente, care au avut loc în a. 1973 și 1978 a rămas până în a. 1983 în servicii tip Cargo. Ulterior a fost folosit de Programul spațial sovietic pentru antrenarea piloților avionului Buran și de către NASA pentru cercetări supersonice.

Un proiect deosebit de interesant în domeniul aviației civile reactive supersonice a fost demonstrarea la 2 martie 1969 a avionului de transport supersonic „*Concord 002*” (fig.3.85, f), produs al unei colaborări fructuoase anglo-franceze. Avionul atingea viteza de 2200 km/h și altitudinea de 18300 m și avea o capacitate de până la 120 de pasageri. Primul zbor al prototipului francez a avut loc la 2 martie. Ultima aterizare a unui Concorde a fost la 24 noiembrie 2003 [207]. Începutul sfârșitului acestui avion a fost accidentul din Franța de la 25 iulie 2000, unicul în toată istoria utilizării lui. Viața scurtă a acestui avion a fost consumul mare de combustibil, costuri ridicate de producție și poluarea excesivă. În total au fost construite doar 20 de avioane. Un moment interesant care merită să fie reținut. Timp de 5 ani s-a discutat între guvernele francez și britanic problema scrierii denumirii viitorului avion: *Concorde* (în franceză) sau *Concord* (în engleză). Acest banal duel ortografic risca să pună sub semnul întrebării realizarea proiectului. Însă spre onoarea părților conflictul a fost soluționat și la 11 decembrie 1967 a avut loc prezentarea oficială a modelului Concorde 001.

Spre sfârșitul secolului al XX-lea dominația absolută pe piață a celor doi mari producători ai avioanelor reactive (militare și civile) – SUA și URSS ia sfârșit. Pe piața aviației civile mondiale apare compania europeană Airbus GmbH/S.A.S., fondată în a. 1970 printr-o înțelegere între Franța, Germania și Marea Britanie care doreau să creeze concurență pentru monopolul american pe piața mondială [208]. Primul avion bimotor construit de concernul „*Airbus*” a fost „*Airbus A300*”, produs în perioada 1972-2007 în număr de 557 unități și avea o capacitate de 266 pasageri (fig. 3.85, g) [209]. Pe parcurs au fost construite o serie de aparate de zbor deosebit de performante din familia Airbus, printre care bireactorul *A330* cu rază de acțiune de 14350 km și cvadrireactorul *A340*. Cel mai popular model *A340-300* oferă 295 de locuri și o autonomie de peste 12240 km. Avionul „*A340-500*” a fost introdus în a. 1997 ca avion comercial cu cea mai mare autonomie în lume, ulterior depășită de „*Boeing 777-200LR*” în a. 2006. Avionul poate transporta 313 pasageri la o distanță de 16000 km. Cvadrimotorul „*A340-600*” are o capacitate de 419 pasageri dar a fost combătut de bimotorul „*Boeing 777-300ER*” [210].

Însă cel mai performant la ziua de astăzi este avionul cvadrimotor „*Airbus A380-800*”, care are o capacitate de până la 880 pasageri (în mod tipic – 420-620 de pasageri), o autonomie de 15200 km și un cost foarte bun cu privire la cost/pasager/1000 de km, totodată și un impact mai mic asupra mediului (fig.3.85, h) [211].



a. Primul avion Boeing 707, 1954.



b. Avionul Boeing 787, 2008.



c. Primul avion sovietic de pasageri Tu-104, 1956.



d. Avionul de pasageri Tu-204-300, 2005.



e. Avionul sovietic de pasageri supersonic Tu-144, 31.decembrie 1968.



f. Avionul anglo-francez de pasageri supersonic Concorde, 2 martie 1969.



g. Primul avion Airbus 300, 1972.



h. Ultimul avion Airbus 380-800, 2007.

Fig. 3.85. Avioane reactive civile.

„Airbus A 380-800” este la ora actuală cel mai mare avion de pasageri din lume aflat în producție în serie, supranumit gigantul cerului [212]. Airbus este singurul producător pe segmentul de piață, Boeing retrăgându-se la etapa inițială. În sfârșit avionul a revenit acasă, în patria sa Europa, unde a luat naștere. Până la primul zbor care a avut loc la 18 ianuarie 2005, dezvoltarea avionului a costat 11 miliarde de euro. Din a. 2007 până în prezent peste 120 de unități au intrat în flotele a 10 transportatori aerieni.

În final se prezintă două tabele informative, care prezintă un interes deosebit. În tabelul 3.6 se prezintă evoluția motoarelor de avion pe întreaga perioadă de existență a aviației. În tab. 3.7 se prezintă rolul războaielor în dezvoltarea aviației și concluziile finale. În tab. 3.8 se prezintă evoluția avioanelor în perioada 1941-2000.

Tabelul 3.6. Evoluția motoarelor de avion.

Anul și modul de propulsie	Puterea, c.p.	Raportul putere/greutate c.p./kg
1898 (Piston)	2,5	0,07
1914 (Piston)	80	0,66
1918 (Piston)	370	1,03
1939 (Piston)	480	1.1
1945 (Piston)	2000	2.1
1949 (Piston)	3500	2,9
1944 (Jet)	260 kg presiune 575 c.p. la 600 km/h	5,08
1992 (Jet)	30000 kg presiune 240000 c.p. la 2000 km/h	48

Tabelul 3.7.

II – Rolul războaielor			
Evoluția motoarelor	Perioada	Evoluția puterii	Evoluția raportului putere/greutate
Evoluția în timpul I-lui război mondial	1914-1918	Puterea a crescut de 4,6 ori	Raportul putere/greutate s-a multiplicat de 1,5 ori.
Evoluția în timpul celui de al II război mondial	1939-1945	Puterea a crescut de 4 ori	Raportul putere/greutate s-a multiplicat de 1,9 ori.
III – Concluzii			
Evoluția	Perioada	Evoluția puterii	Evoluția raportului putere/greutate
Evoluția motoarelor cu piston	1898 - 1949	Puterea a crescut de 1480 ori	Raportul putere/greutate s-a multiplicat de 37 ori.
Evoluția motoarelor reactive	1944 până astăzi	Puterea a crescut de 120 ori	Raportul putere/greutate s-a multiplicat de 1,9 ori.
Evoluție absolută	1898- 1998	Puterea a crescut de 133200 ori	Raportul putere/greutate s-a multiplicat de 1010 ori.

Tabelul 2.4. Evoluția aviației în perioada 1941-2000.

<i>Anul</i>	<i>Viteza maximă, km/h</i>	<i>Înălțimea maximă, m</i>	<i>Distanța maximă parcursă, km</i>	<i>Forța de ascensiune, kg</i>	<i>Puterea maximă atinsă, kg.p</i>
1941/42	1003,67	17083	12935	56000	1700
1943	1003,67	17083	12935	75500	1700
1944/45	1003,67	17083	12935	94340	1980
1946	1003,67	17083	18081	140616	2721
1947	1434	17083	18081	181440	2721
1948	1540	19507	18081	181440	2740
1949	1540	23916	37164	18140	2948
1950	1540	23916	37164	18140	3969
1951/52	1997	24230	37164	181440	4400
1953	2655	25375	37164	190512	8700
1954	2655	27566	37164	190512	10000
1955	2655	38370	37164	204120	10000
1956	3370	38370	37164	204120	10000
1957/59	3370	38376	39147	204120	12250
1960	3534	41605	39147	221357	12250
1961	6585	66142	39147	221357	12250
1962	6605	95936	39147	221357	12250
1963	6605	107960	39147	221357	12250
1964	6605	107960	39147	249480	14741
1965	6605	107960	39147	250000	14870
1966	6840	107960	39147	250000	14870
1967	7297	107960	39147	348818	14870
1968	7297	107960	39147	348818	20000
1969	7297	107960	39147	348818	21295
1970	7297	107960	39147	351540	221295
1971/72	7297	107960	39147	377849	22860
1973/75	7297	107960	39147	348818	23495
1976	7297	107960	39147	377849	24144
1978/79	7297	107960	39147	377849	24189
1980/81	7297	107960	39147	377849	24874
1982/84	7297	107960	39147	377849	25400
1985	7297	107960	39147	405000	26761
1986/88	7297	107960	40212	405000	26761
1989	7297	107960	40212	600000	26761
1990/91	7297	107960	40212	600000	27926
1992/95	7297	107960	40212	600000	30592

Cursa privind creșterea performanțelor aparatelor de zbor nu s-a terminat. Inginerii însă au de înfruntat mai multe probleme legate, în primul rând, de protecția mediului ambiant. În secolul al XXI-lea zgomotul și poluarea nu vor mai fi tolerate. Pentru proiecte mai ambițioase (cum ar fi crearea avioanelor hipersonice, hibridilor între avioane și rachete cosmice cum ar fi „*Shatl*”, „*Energia*” ș.a.), care înglobează progrese tehnologice esențiale, este strict necesară cooperarea internațională a producătorilor. În prezent se efectuează cercetări ample privind crearea unor noi generații de avioane supersonice de pasageri. Boeing intenționează să producă un avion de pasageri, care să poată transporta pasagerii cu o viteză de 6600 km/h (de cinci ori mai mare decât cea a sunetului) [213]. Ca produs al unei colaborări mult mai largi între ATSF (Franța), AST (Marea Britanie), Boeing și McDonnell Douglas (SUA) va fi realizat un avion supersonic de generația a doua. Firma britanică HyperMach a făcut publice planurile pentru construirea unui nou avion comercial supersonic - avionul supersonic al viitorului, care va fi de două ori mai rapid decât Concorde-ul (fig.3.86, a) [214].

Agencia americană a Aeronauticii și Administrației Spațiale (NASA) a aprobat un contract de 20 de milioane de dolari pentru avioane de încercare, care pot zbura cu viteze supersonice, fără a emite zgomotul infernal asociat în mod obișnuit călătoriilor de acest gen. Noua aeronavă, care va fi proiectată de firma „*Lockheed Martin*” din California, este prima dintr-o serie de avioane-X revoluționare, menite a testa tehnologii avansate de aviație și care vor fi construite în cadrul unui plan pe 10 ani al NASA. NASA susține că zborurile cu aparatele de acest tip vor fi „*mai ecologice, mai sigure și mai liniștite*”, nu doar mai rapide. Proiectul preliminar al aparatului „*NASA X-plane Quiet Supersonic*” folosește o tehnologie, prin care zgomotul asurzitor va fi înlocuit de un sunet discret, calificat drept „*o bătaie de inimă*” supersonică (fig.3.86, b). Avioanele-X vizează testarea unor noi tehnologii, care vor include „*materiale compozite ușoare și flaps-uri pentru aripi cu geometrie variabilă, pentru a ajuta la reducerea cantității de combustibil folosit, a emisiilor și a zgomotului făcut de motoarele cu reacție*” [214].

În a. 2013 a fost lansat un proiect ambițios britanic privind un alt avion spațial revoluționar (un hibrid între avion și rachetă) care va fi lansat peste cel mult 10 ani. Cheia succesului este motorul de rachetă proiectat pentru a funcționa în aer. Aeronava, numită Skylon, va putea transporta pe orbită 12 tone de încărcătură la fiecare cursă, întorcându-se pe Pământ pe același traseu (fig.3.86, c). Motorul Sabre, proiectat de inginerii de la Universitatea din Bristol, Marea Britanie, este un hibrid, capabil să „*respire*” aer întocmai ca motorul unui avion cu reacție obișnuit

și să treacă la modul de funcționare tip rachetă odată ce aeronava iese din atmosfera Pământului. O astfel de aeronavă poate fi reutilizată, spre deosebire de obișnuitele rachete în trepte, la care porțiuni din corpul aeronavei se desprind pe rând și sunt abandonate, pe măsură ce rolul lor s-a încheiat, sistemul generând costuri foarte mari, de zeci de milioane de euro pentru o lansare. Skylon, în schimb, va funcționa ca un avion spațial, capabil să transporte sateliți pe orbită și apoi să se întoarcă pe Pământ, pentru a fi folosit la o nouă misiune. O lansare va costa astfel de zeci de ori mai puțin decât în cazul utilizării rachetelor tradiționale. Proiectul este finanțat de Agenția Spațială Europeană și realizat în laboratoare din Marea Britanie și Germania. Prima testare va fi efectuată în a. 2019 [216].

Rusia vrea să construiască un avion militar de transport capabil să atingă viteze supersonice cu o capacitate de transport de 200 de tone. Avionul va putea ajunge oriunde pe glob în circa șapte ore, iar Kremlinul vrea să achiziționeze 80 de astfel de aeronave PAK TA, pentru armata sa, până în 2024 [217].

Compania italiană „Solar Flight” a lansat în a. 2014 cel mai rapid avion alimentat cu energie solară din lume, la Salonul de Aviație Generală AERO Global din Friedrichshafen, Germania (fig. 3.86, d). Sunseeker Duo are celule solare cu 50% mai puternice decât cele utilizate de modelele anterioare, acest lucru permițându-i să zboare timp 25 minute exclusiv pe baterii. După ce va părăsi Germania, echipa condusă de Eric și Irena Raymond va transporta avionul solar Sunseeker Duo în Italia pentru alte zboruri de testare [218].

Până aici s-a vorbit de perfecționarea tehnologiilor tradiționale. Însă privirile inginerilor se orientează tot mai mult în direcția elaborărilor gen SF, pentru care aerodinamica, sistemele de propulsie și materialele rămân obiecte de perfecționare continuă. Deja există diverse proiecte „fantastice” ale aparatelor zburătoare. De exemplu avionul Bell X-22 A (fig. 3.86, e) creat de constructorii americani este un avion cu decolare verticală, asemănătoare cu o insectă fantastică gigantică și rămâne un avion al viitorului [219].

Merită o deosebită atenție proiectul avionului propus de H.Coandă ce va fi construit pe baza aerodinelor lenticulare, așa numitele farfurii zburătoare, bazate pe „efectul Coandă”. În a. 1935 H. Coandă a brevetat în Franța „aerodina lenticulară” sau „discul zburător”. În unul din articolele științifice publicat în revista piloților de linie din Franța – ICARE- H. Coandă a descris principiul aerodinei lenticulare. Referindu-se la prima aeronavă care urma să cuprindă patru aerodine, grupate în jurul unui fuzelaj cilindric, amplasat în centrul de presiune al ansamblului celor patru forțe sustentatoare care apăreau pe discurile respective (fig. 3.86, f), Coandă a ținut să afirme: „...cred că ceea ce se cuvine de reținut, între caracteristicile acestei



a. Avionul HyperMach SonicStar.



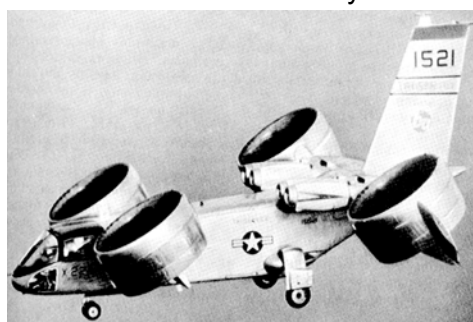
b. NASA X-plane Quiet Supersonic, 2016.



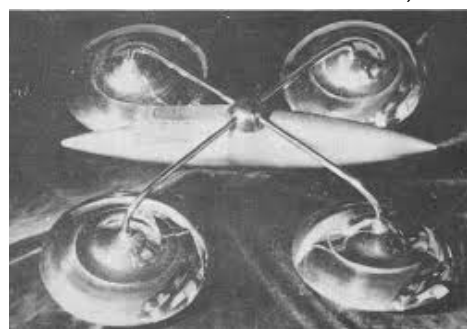
c. Avionul rachetă Scylon.



d. Avionul solar Sunseeker Duo, 2014.



e. Avionul Bell X-22A, 1966.



f. Aerodina lenticulară „Coandă” existent.

Fig. 3.86. Aparate de zbor ale viitorului.

noi mașini de zburat, este că nu posedă nici o piesă mecanică în mișcare, fiind astfel destinat unei vieți îndelungate și unei întrețineri dintre cele mai puțin costisitoare. Este un aparat ușor, care va cântări sub o tonă, realizând viteze de până la 800 km/oră, cu o rază de acțiune de circa 5000 km, folosind drept carburant propanul... Privilegiul decolării de oriunde și al aterizării la verticală, elimină obligativitatea aerodromurilor...inclusiv a sistemelor de căi de acces spre aerodromuri...Nu peste puțin timp, întâiul avion discoidal, va aduce răspuns la numeroase întrebări legate de viitorul aviației...”

Recent cercetătorul norvegian Leik Myrabo, de la Institutul Rensselaer a redemonstrat că forma optimă, care se adaptează cel mai bine din punct de vedere tehnic la cerințele zborului cu viteze foarte mare, reprezintă o aerodina lenticulară, aceasta fiind în concepția inginerului aerospațial norvegian, forma viitoarelor vehicule rapide de zbor ale secolului al XXI-lea.

3.3.4.4. Elicoptere: trecut, prezent, viitor

Preocupați la început de ideea creării și perfecționării avioanelor puțini ingineri au acordat atenție elicopterului, ideea fiind dată uitării pentru o perioadă de peste jumătate de veac. Este interesant de menționat că elicopterul a cunoscut în perioada evoluției sale mai multe salturi. Pentru prima oară ideea elicopterului a fost propusă de către marele gânditor al Epocii Renașterii Leonardo da Vinci, cu peste 500 înainte de a fi realizată în practică. În a. 1486 Leonardo da Vinci proiectează o „mașină zburătoare”, cu elice, pornind de la principiul „surubului lui Arhimede” – un dispozitiv cu o lamă rotativă, plasată în interiorul unui cilindru și care, în antichitate, se folosea pentru scoaterea apei din fântâni, pentru irigații (fig. 3.87, a) [153]. „Mașinăria” a rămas, însă, în fază de proiect. Totul a rămas în fază de proiect și abia peste trei secole, în a. 1783, doi francezi – Ch. Launoy și Bienvenu – au construit un elicopter în miniatură, cu un resort (cu arc) și două rotoare contrarotative, din pene de găscă, pe care l-au înălțat în fața Academiei Regale de Științe, din Paris (fig. 3.87, b) [221].

O primă încercare de realizare în practică a ideii marelui gânditor Leonardo da Vinci a fost făcută de către George Cayley, numit tatăl aviației, care a construit primul planor în 1853 [155]. Aparatul de zbor includea doi arbori verticali, pe care erau fixate câte 4 elice, acționați de două motoare cu aburi de tip Lenoir. Rotirea elicelor îi asigura aparatului forța de ascensiune necesară.

În a.1863 la Paris a fost creată „Societatea pentru încurajarea locomoției aeriene, cu aparate mai grele decât aerul”, care avea ca principal obiectiv construirea unui elicopter. Tot atunci a apărut și termenul de elicopter, propus de inventatorul francez Gustave de Ponton d'Amécourt, prieten al lui Jules Verne, care a îmbinat cuvintele de origine greacă *helikos* (elice) și *pteron* (aripă).

În a. 1870 francezul Alphonse Penaud a creat un elicopter de jucărie cu rotor coaxial propulsat cu ajutorul unei benzi de cauciuc. Nu era o diferență mare față de designul lui Cayley, dar Penaud a reușit să comercializeze cu succes jucăria. Una dintre acestea a ajuns și în mâinile fraților Wright, influențându-i să îmbrățișeze pasiunea zborului.

În a. 1877, italianul Enrico Forlanini a elaborat un elicopter fără pilot care reușea să se ridice de la sol, fiind propulsat cu ajutorul unui motor cu aburi. Vehiculul său avea două elice contrarotative și s-a ridicat la 13 m de pământ unde a rămas aproximativ 20 de secunde. În a. 1885 Thomas Edison a creat un elicopter propulsat de unul dintre primele motoare cu combustie, dar acesta a explodat și a rănit unul dintre lucrătorii din laborator. În a. 1906, frații Jaques și Louis Breguet

au început să experimenteze elicele pentru elicopter, iar un an mai târziu, acestea culminau cu un aparat de zbor inedit: „*Giroplane No.1*” (fig. 3.87, c). Era primul elicopter care și-a ridicat pilotul la 60 cm deasupra pământului timp de un minut. În a. 1909 a fost experimentat elicopterul „*Gyroplane Laboratoire*”.

În a. 1907 inventatorul Paul Cornu a proiectat și a construit un elicopter cu doua rotoare, care l-a ridicat pe inventator în aer timp de 20 de secunde (fig. 3.87, d). Deși acest zbor nu l-a întrecut pe cel al aparatului „*Gyroplane No.1*”, este considerat ca fiind primul zbor cu adevărat liber cu un pilot.

În următorii câțiva ani au mai fost și alte tentative, dar notabilă este cea din a.1922 a inginerului George Bothezat (Gheorghe Botezatu), unul din pionierii elicopterelor. S-a născut în Basarabia, pe 7 iunie 1882, și a studiat la Chișinău, apoi la Iași, Harkov și Berlin. În a. 1911 a ajuns în Franța, unde și-a luat doctoratul la Sorbona, cu teza „*Étude de la stabilité de l’aéroplane*”, fiind recunoscut ca primul om care a făcut un astfel de studiu în domeniul aviației [222]. A plecat în Statele Unite ale Americii, unde a devenit director al *Laboratorului de Aerodinamică* și profesor la *Universitatea din Dayton*, Ohio. La 18 decembrie 1922 el a realizat un zbor de 1 minut și 42 de secunde, timp în care s-a ridicat la 1,8 metri înălțime, având și doi pasageri la bord, cu un elicopter cu patru rotoare numit „*Caracatiță zburătoare*” (fig. 3.87, e) [223]. Elicopterul avea patru elice portante – fiecare cu șase pale cu un diametru de 8,1 m, cu unghi de incidență variabil – montate pe un șasiu de aluminiu – care erau antrenate de un motor rotativ Gnome-Rhone, de 170 c.p., având 1678 kg. O ultimă variantă a elicopterului (GB-5) inventat de Gheorghe Botezatu a constituit cel mai perfecționat elicopter al epocii [224]. Muzeul Național al Aerului și al Spațiului din Washington expune și astăzi părți din elicopterul lui Botezatu.

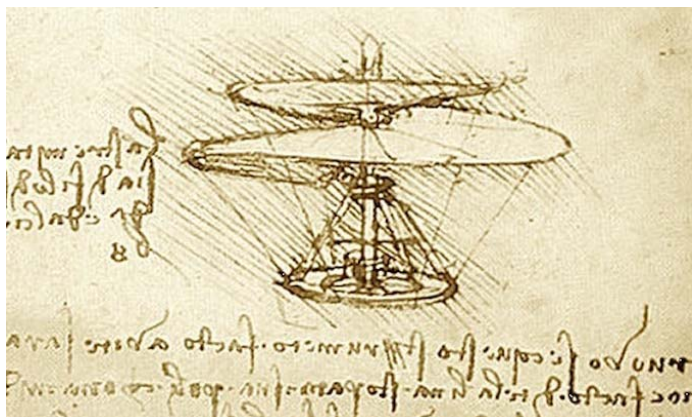
Grigore Brișcu (1884-1965) este un alt român care a adus o contribuție la construirea elicopterului modern. Născut la Bârlad, în 1884, el a fost primul inginer care a început să studieze și să dezvolte, în 1909, variația ciclică a pasului palelor rotorului portant, ca soluție pentru asigurarea zborului orizontal, a stabilității și a pilotării elicopterelor. În a. 1911 realizează primul prototip al unui elicopter „*Aerobrișca*” cu două elice coaxiale și contrarotative și un platou pentru variația ciclică a pasului elicei. Prototipul avea toate caracteristicile elicopterului: deplasare orizontală, verticală, laterală și oprire la punct fix [225].

Inventatorul francez Etienne Oehmichen (1884-1955) a brevetat în a. 1917 primul său stroboscop electric. Primul zbor cu succes cu un elicopter a avut loc la 18 februarie 1921. La 11 noiembrie 1922 elicopterul său „*Oehmichen No.2*” cu două rotoare care se roteau în direcții diferite probabil a fost primul elicopter

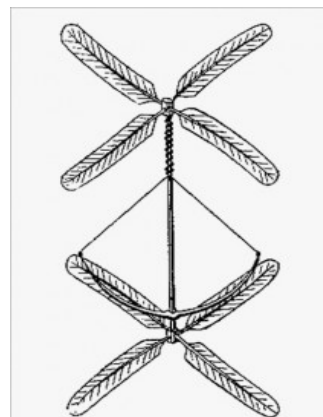
capabil să se ridice o persoană (fig. 3.87, f) [226]. La 28 aprilie 1923 în cadrul unui zbor timp de 5 minute el a efectuat un zbor de 360 m în circuit închis, bătănd toate recordurile realizate până atunci. Acest record se datora unei elice de tracțiune de construcție nouă cu pas variabil, inventată de Etienne Oehmichen care îi asigura aparatului un echilibru și manevrabilitate superioare. Era dotat cu 4 elice de sustentare, două elice de translație și cinci (manevratoare) la elicele cu axe verticale, un giroscop de stabilizare și suprafețe orientabile de sustentare care se opuneau rotirii aparatului. Cu o greutate de 850 kg și un motor Le-Rhone de 120 c.p., acest aparat nou era unul dintre cele mai promițătoare, din punct de vedere al stabilității, realizate până atunci. Rămânea nesoluționată problema înălțimii, deoarece evoluția între 1 și 3 m de la sol nu era suficientă pentru a considera elicopterul nici o mașină de zbor, nici un mijloc de transport veritabil.

Totuși unul dintre primii ingineri, care a făcut pași concreți în direcția elaborării construcției unui elicopter funcționabil, a fost spaniolul de origine argentiniană Raul Pescara de Pateras. Până la primul Război Mondial el a realizat primul său elicopter. Dotat cu un motor de 45 c.p., foarte slab, nu a fost în stare însă să ridice greutatea de 800 kg. Însă, grație încercărilor sale repetate, Pescara de Pateras a fost primul care a înțeles posibilitățile de aterizare în autorotație a elicopterelor. Și, în sfârșit, la 11 ianuarie 1922 supune încercărilor elicopterul său cu două rotoare axiale (fig. 3.87, g). Echipat cu un motor de 170 c.p., aparatul a făcut tentative de a se ridica direct și deplasa orizontal. După mai multe încercări de zbor elicopterul a atins înălțimea de 1 m, aflându-se în aer timp de 1 minut.

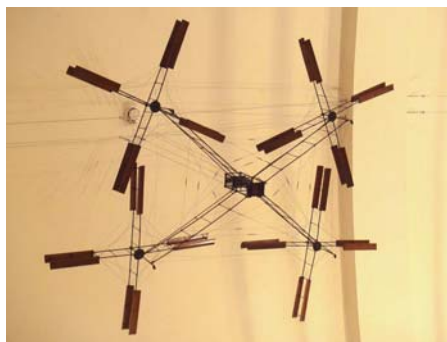
Elicopterul a cunoscut o perioadă de stagnare de peste 15 ani. Doar la 14 septembrie 1939 inventatorul Igor Sikorsky (ucrainean de origine plecat în S.U.A. în 1919) efectuează primele încercări ale elicopterului VS-300 inventat de el, cu care a zburat 10 s. Elicopterul era dotat cu un motor de 75 c.p. cu 4 cilindri și un rotor principal cu trei pale. La 13 mai 1940 I. Sikorsky încearcă în zbor elicopterul perfecționat VS-300A (fig. 3.88, a), care pentru prima dată în lume se menține în aer mai mult de 15 min. La 14 ianuarie 1942 elicopterul Sikorsky VS-316A a decolat pentru prima dată de la Baza Militară Stratford a Forțelor Armate ale SUA. La 3 ianuarie 1944 elicopterul Sikorsky R-4, numit de Garda de Coastă a SUA HNS-1, a realizat ceea ce era imposibil pentru un avion în condiții meteorologice proaste – un zbor „New York – New Jersey” pentru transportarea a două butelii de plasmă sanguină. Aceasta a fost prima intervenție de acest tip executată de elicopter. Elicopterul „Sikorsky Bell Model 47” produs în a. 1945 a primit prima omologare a serviciilor americane pentru un elicopter comercial. El a fost produs până în 1974. Elicopterul „Sikorsky UH-60 Black Hawk” este cel mai utilizat



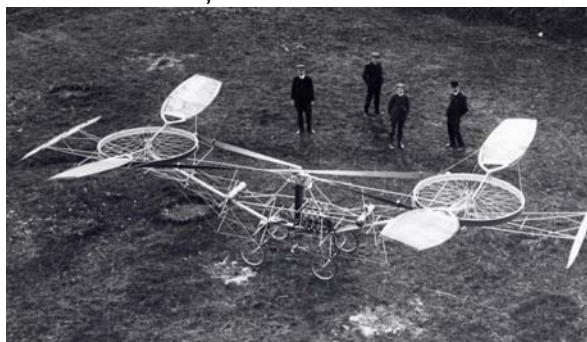
a. Elicopterul lui Leonardo da Vinci, 1486.



b. Jucăria elicopter a francezilor Launoy și Bienvenu, 1783.



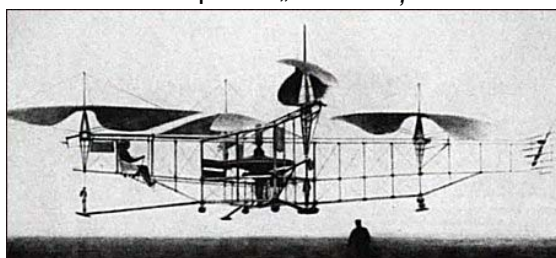
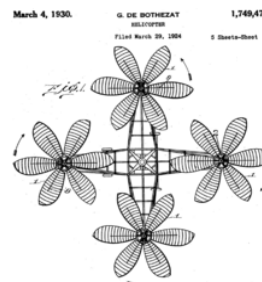
c. Elicopterul fraților Jaques și Louis Breguet Giroplane No.1, 1906.



d. Elicopterul „Paul Cornu”, 1907.



e. Elicopterul „Caracatița Zburătoare”, Gheorghe de Botezat, 1922.



f. Elicopterul „Oehmichen No. 2”, 1922.



g. Elicopterul „Pateras”, 1922.

Fig. 3.87. Începuturile erei elicopterelor.

elicopter multi-misiune din lume, cu peste 4500 de unități, aflate în serviciu în cadrul forțelor armate ale SUA și ale altor peste 20 de state. Elicopterul va avea o perioadă de utilizare ce depășește anul 2050 [227]. Ultimul model al elicopterelor Sikorsky este „*Sikorsky CH-53K King Stallion*” cu 3 motoare (5590 kW), un nou rotor cu pale din materiale compozite și o cabină largă. Primul zbor a fost efectuat la 27 octombrie 2015 și pus în producție de serie în a. 2018. Corpul de marină al SUA a planificat procurarea a 200 de elicoptere [228].

O altă cunoscută companie americană, care a avut succese importante în domeniul producerii elicopterelor, a fost „*Bell Helicopter*”. Una dintre ultimele elaborări ale Companiei este elicopterul de capacitate medie „*Bell 525 Relentless*”, care a efectuat primul zbor la 1 iulie 2015, fiind proiectat pentru transportul a până la 19 pasageri (fig. 3.88, *d*) [229]. Compania „*Bell*” a efectuat ample cercetări pe direcția creării unui aparat de zbor care ar îmbina capacitatea de ridicare verticală a elicopterului cu viteza aparatelor convenționale de zbor cu aripi fixe. În a. 1947 creează modelul 1-G, care a zburat pentru prima oară în a. 1955. În a. 1953 construiește modelul experimental „*Bell XV-3*” care este testat până în a. 1966, verificându-se soliditatea fundamentală a conceptului tiltrotor și colectarea datelor despre îmbunătățirile tehnice necesare pentru modelele viitoare. În a. 1972 compania „*Bell Helicopter Textron*” a început dezvoltarea modelului „*XV-15*”. În a. 1981 în baza experienței acumulate la modelele „*XV-3*” și „*XV-15*” companiile „*Bell*” și „*Boeing*” au demarat dezvoltarea modelului „*V-22 Osprey*”, un tiltrotor militar cu două motoare pentru Forțele Armate ale SUA și Corpul de Marină al SUA (fig. 3.88, *d*) [230].

Primul elicopter britanic a fost „*Bristol 171 Sycamore*” (fig. 3.88, *e*). Primul zbor a avut loc pe 27 iulie 1947. Concurent al firmelor americane în producerea elicopterelor de transport și de salvare firma „*Bristol*” a făcut să zboare pe data de 3 ianuarie 1952 primul elicopter bimotor britanic „*Bristol 173*”, având rotoarele de 14,8 m în diametru antrenate de 2 motoare „*Alvis Leonides*” de 545 c.p. A fost introdus în producție în a. 1953 și în serviciul Forțelor Aeriene Regale, fiind certificat [231]. La 5 iulie 1958 a avut loc primul zbor al elicopterului britanic „*Bristol Type 192 Belvedere*” cu rotor tandem. S-a aflat în Forțele Aeriene Regale din a. 1961 până în a. 1969 (fig. 3.88, *f*) [231].

Constructorii de elicoptere din URSS au elaborat și produs în serie în a. 1948 primul elicopter sovietic „*Mil Mi-1*” (fig. 3.88, *g*), care avea multe asemănări cu „*Sikorsky S-51*” și „*Bristol 171*”. A fost produs, de asemenea, în bază de licență în Polonia de „*WSK-PZL Swidnik*” timp de 16 ani. În total, au fost produse 1000 de elicoptere în URSS și 1594 în Polonia. La 3 iunie 1952 a avut loc primul zbor al



a. Elicopterul „Sikorsky, VS-300A”, 1941.



b. Elicopterul „Sikorsky CH-53K King Stallion”, 2015.



c. Elicopterul „Bell Model 525”, 2015.



d. Elicopterul „Bell Boeing V-22 Osprey”, 1981



e. Primul elicopter britanic certificat „Bristol 171 Sycamore”, 1947.



f. Elicopterul „Bristol Type 192 Belvedere” cu rotor tandem. 1958.



g. Primul elicopter sovietic Mil Mi-1M. 1948.



h. Elicopter sovietic Mi-35M. 2005.



i. Elicopterul de atac rusesc „Kamov Ka-52 Alligator”, 1997.



j. Elicopterul de atac american „Boeing AH-64D Longbow Apache”, 1994.

Fig. 3.88. Elicopterele de azi și de mâine.

elicopterului de transport militar și civil modificat „*Mil Mi-4*” și produs până în a. 1979, atingând numărul de 4000 de elicoptere. Ultimul și cel mai performant model Mi este elicopterul de atac modern „*Mi-35M*”, producția căruia a început în a. 2005, și este operat de Forțele Aeriene Rusești, de asemenea, ale Venezuelei, Braziliei, Azerbaidjanului, Nigeriei, Kazahstanului și Mali [232].

O altă companie sovietică/rusă constructoare de elicoptere este compania Kamov. Despre dezvoltarea primului elicopter de atac din seria Ka în vest s-a aflat în a. 1984. În a. 1987 Consiliul de Miniștri al URSS a acceptat producerea în serie. Prima fotografie a apărut în a. 1989. Elicopterul avea un sistem cu două rotoare contra-rotitoare și a fost făcut cunoscut publicului la *Mosaershow* pe *Zhukovskiy* în august 1992. Dezvoltarea modelului „*Ka-52 Alligator*” (*Chornaya akula*) a început în a. 1994, iar primul zbor a avut loc la 25 iunie 1997 [233]. Producerea elicopterelor a început în a. 2008. Din cauza bugetului redus până în a. 2012 au fost fabricate 30 de elicoptere, iar până în a. 2017 urmau să fie fabricate alte 90 de elicoptere .

Un concurent serios elicopterului rusesc „*Ka-52 Alligator*” reprezintă elicopterul american „*Boeing AH-64D Longbow Apache*” (fig. 3.88, j), care reprezintă punctul culminant al celui mai important program american pentru elicoptere de atac. Îmbunătățirile care îi sunt aduse în continuare fac din „*Apache*” elicopterul de luptă al viitorului, precum și primul elicopter cu armament greu din lume. Au fost construite șase prototipuri „*AH-64D*”, primul zburând pe 15 aprilie 1992 și ultimul pe 4 martie 1994. Spre deosebire de modelele anterioare, „*AH-64D Longbow*” este echipat cu un radar extrem de performant de tip „*Longbow Millimetre Wave Fire Control Radar*”, o carlingă modernizată, un nou sistem de control al tragerilor, rachete aer-aer „*Stinger*”, rachete „*Longbow Hellfire*”, rachete „*Hydra 70*”, și un tun rotativ „*M230EI*”. Inițial, Forțele Aeriene ale SUA au comandat un total de 232 aparate „*Longbow Apache*” nou construite. Când prima dată a intrat în serviciu, „*Longbow*” era capabil să detecteze până la 1024 de ținte potențiale. Dintre acestea, 128 puteau fi clasificate, cu prioritate de atac pentru 16 dintre cele care prezentau cel mai mare pericol [234].

Elicopterele devin tot mai impresionante. La 12 martie 1955 la Paris pentru prima oară un elicopter („*Alouette IP*”) a fost propulsat de o turbină „*Turbomeca Artouste IP*”, care asigură 450 kgp, fapt ce l-a făcut să revadă completamente conceptul elicopterului. Mecanica a fost testată timp de 100 de ore, nefiind detectată nici o anomalie. Modelul „*SE 313 Alouette IP*” a fost fabricat în serie de 1300 de exemplare și livrate la 126 de clienți civili și militari din 46 de țări.

Ingeniozitatea inginerilor nu are margini. Prin confruntări de idei, combinări de forme și funcții deseori au obținut produse principial noi. În fig. 3.88, *d* se prezintă un fel de hibrid între avion și elicopter numit de inventatorii britanici tiltrotor sau rotodyne. Companiile au avut un interes deosebit față de această creație inovativă.

Distanțele mari nu mai prezintă pentru elicoptere un obstacol. Astfel, pe 31 mai 1967 2 elicoptere „*Sikorsky HH-E*”, pornite din New-York, au ajuns la Salonul „*Le Borget*”, fiind pentru prima oară când elicopterele traversează Atlanticul de Nord fără escală. Ele au parcurs o distanță de 6873 km în 30 ore și 46 min fiind atins un nou record de distanță.

Un record de greutate ridicată a fost atins la 12 februarie 1969 de elicopterul sovietic „*Mil Mi-12*”, care a ridicat la înălțimea de 2950 m 31 t. Cu două motoare laterale aparatul măsoară 28,15 m lungime și 4,4 m lățime. Acționările principale sunt plasate pe fiecare din cele două aripi la extremitățile lor.

Primul elicopter biturbin conceput și fabricat în Italia a fost elicopterul „*A 109A Hirundo*”, ultima creație a constructorului italian Agusta. Versiunea civilă concepută cu 7 locuri plus pilotul, echipată cu două turbine „*Allison 250-C14*” de 370 cp, s-a ridicat elegant pe data de 4 iulie 1971 într-un zbor de demonstrație, zburând cu o viteză mare (310 km/h).

Războiul din Vietnam a favorizat, desigur, dezvoltarea elicopterelor militare sub diferite aspecte. Statul major american întâlnea probleme privind obținerea informațiilor asupra mișcărilor nocturne ale forțelor Viet-cong. Pentru a rezolva această problemă Forțele Armate Aeriene ale SUA au întreprins o campanie de desant discreționat al unui mini elicopter, ejectat din avion împreună cu pilotul. Elicopterul „*Botezat X-25*”, acest prototip Bensen, avea o rază de acțiune de 50000 km care îi permitea pilotului să iasă din zona inamicului. Până în a. 1967 Forțele Armate Aeriene ale SUA au mai testat, de asemenea, elicopterul „*X-26A*” – un aparat de recunoaștere, care practic nu producea zgomot.

Produsul unei colaborări fructuoase între companiile „*Aerospatiale*” și „*Westland*” elicopterul „*SA 330 Puma*” a devenit unul dintre cele mai performante mașini de luptă aflate în dotarea Forțelor Armate Aeriene ale SUA. Dotat cu un dispozitiv principial nou de localizare electronică ELF, blindaj foarte eficace, dispozitiv de aprovizionare din zbor elicopterul „*Sikorsky HH-53*”, capabil să ia la bord până la 38 de persoane, s-a impus foarte repede ca un aparat cel mai bine adaptat în operațiunile de salvare a echipajelor avioanelor doborâte de asupra junglelor în Vietnam.

Elicopterele „Sikorsky” nu încetează să ne mire prin soluțiile tehnice deosebit de originale utilizate de inventator. Elicopterul „S-72”, dotat cu un rotor, două turbine „T58”, amplasate de ambele părți ale fuzelajului și două turbofane „TF34”, este supranumit „Aparat Aerian Rotor de Cercetare Sistemică”.

Anii 90 ai secolului al XX-lea s-au marcat printr-un progres considerabil în domeniul elicopterelor. Elicopterele au inclus cele mai noi realizări ale tehnicii: insonorizarea în modelul „Hughes 500E” (1982); autonomie de până la 20 ore de zbor în modelul „Sikorsky MH-53E Sea Dragon” (1983); forme care atenuează detecția infraroșie, avionică superioară și putere de foc în modelele „Westland Lynx” (1986-1989), care a stabilit și un nou record de viteză – 400 km/h; economicitate în modelul „Bell 292” (1985); tehnologii noi în modelul „Boeing 360” (1987), care asigură o viteză de până la 370 km/h etc.

Pentru a crea o imagine a structurii unui elicopter tip (până acum au fost analizate diverse modele de elicoptere din punct de vedere al performanțelor realizate) în fig. 3.89 se prezenta schema structurală a elicopterului „Westland/Aerospatiale Linx”, care a fost elaborat și produs de companii din diferite țări și,

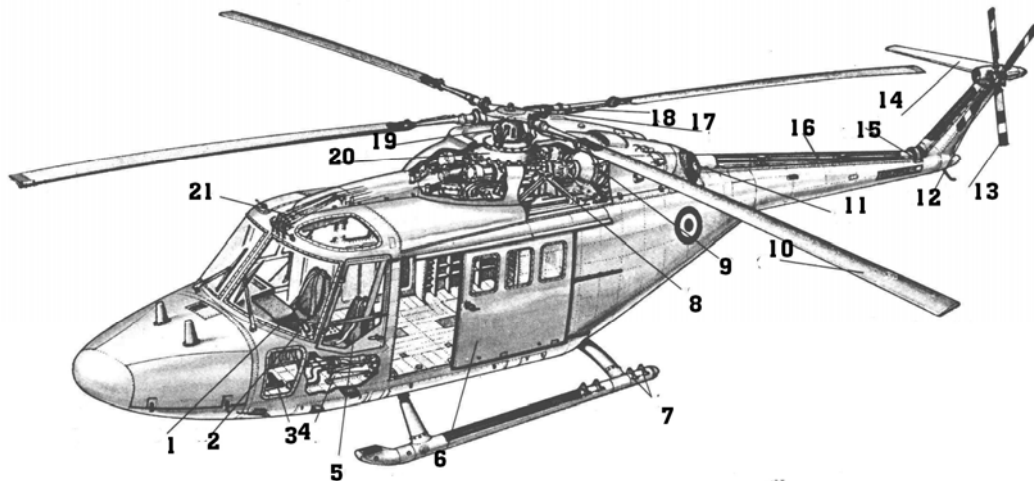


Fig. 3.89. Schema structurală a elicopterului Westland/Aerospatiale Linx:

- 1- scaunul pilotului; 2- regulatorul ciclic al unghiului de poziție; 3- pedala regulatorului; 4- pârghia de comandă a unghiului de poziție colectivă a pilotului secund; 5- scaunul pilotului secund; 6- ușa principală; 7- racord pentru roți; 8- cadru din oțel forjat; 9- motor marcă Rols-Roys, tip ds 360; 10- paleta rotor; 11- orificiu de eșapament; 12- mecanism de acționare a rotorului de coadă; 13- rotor de coadă; 14- stabilizator orizontal; 15- cutie de transmisie intermediară; 16- transmisia rotorului de coadă; 17- butucul rotorului; 18- amortizor telescopic; 19- brațul de reglare al unghiului de poziție; 20- cutia mecanismului de transmisie principală; 21- mecanismul de reglare a unghiului de poziție colectivă.

deci, înglobează concepții mai generale. Analiza structurală a elicopterului examinat demonstrează o complexitate vădită din punct de vedere al mecanicii. Numai transmisii mecanice include vre-o cinci, nemaivorbind de diverse rotoare cu profil special al palelor, leviere etc.

În pofida prețurilor de fabricație foarte ridicate utilizarea elicopterelor, este justificată de o mulțime de avantaje. Ele pot să efectueze zbor staționar (să se mențină în poziție fixă, în zbor), pot decola și ateriza vertical, fără pistă, sunt dotate cu o manevrabilitate adaptabilă unor situații specifice, sunt folosite pentru ajutor medical de urgență, de către poliție și jandarmerie, pentru securitatea civilă, la stingerea incendiilor (bombardierele de apă), pentru transportul de pasageri, pentru transportul muncitorilor pe platforme petroliere marine, în munți, pe insule, în agricultură, pentru răspândirea îngrășămintelor sau pentru stropit, în zone greu accesibile, pentru zboruri tehnice (fotografii, filmări, prospecțiuni miniere) etc.

La ora actuală, cel mai mare producător de elicoptere este compania „Eurocopter”, o companie franco-germană, fondată în 1992. Are, până în prezent, peste 2300 de brevete, în jur de 16000 de angajați și o cifră de afaceri de aproximativ cinci miliarde de euro. Principalii săi competitori sunt „Boeing”, „Bell”, „Agusta” și „Sikorsky”. În viitor se estimează că cele mai mari cereri de elicoptere vor fi pentru serviciile medicale și transportul de persoane pentru platformele marine.

În final, să încercăm în mod previzionar să privim prin prisma noilor tehnologii și materiale perspectivele de viitor ale elicopterelor? Cum vor evoluționa ele în secolul al XXI-lea. Iată întrebările de bază, care îi preocupă pe constructorii de elicoptere. Un lucru este cert că, ca și până acum, elicopterele vor îngloba cele mai noi realizări în domeniul materialelor, motoarelor, soluțiilor conceptuale etc.

3.4. Evoluția roboților

„Mi-e teamă de ziua, în care tehnologia va fi mai importantă ca relațiile interumane. În lume va exista o generație de idioți”.

(Albert Einstein)

3.4.1. Generalități



Pe perioada întregii sale existențe Omul a încercat să creeze făpturi asemănătoare lui. La început a executat tot felul de figurine statice dar extrem de expresive (cum ar fi perechea gânditoare de la Hamangia), pe unele dinamizându-le manual în cadrul diverselor ritualuri mistice. Primii „roboți” au fost niște automate (numite și automatonii) care puteau executa doar unele comenzi simple, fiind constrânse de construcție.

Puțină magie, puțină știință și foarte multă imaginație. Acestea au fost secretele creării primilor automatonii.

Automatonii au fost primele mecanisme complexe create de oameni în dorința lor de a semăna cât mai mult cu zeii, fiind de fapt primii roboți ai lumii. Erau copii fidele ale naturii. Nimeni nu poate spune astăzi cu exactitate când a fost creat primul automat, urmele lor pierzându-se în negura timpului. Acești automatonii apar în povești, legende, mituri. Astfel miturile antice elene spuneau că Hefaistos, zeul focului, al metalurgiei și al meșteșugurilor, ar fi creat primele astfel de mecanisme. Unul din ele ar fi fost de uriașul de bronz Talos (fig. 3.90, a) [235],



a. Uriașul de bronz, Talos, creat de Hefaistos.



b. Trepte, care duceau spre tronul regelui Solomon străjuite de șase perechi de mecanisme - animale.

Fig. 3.90.

creat de zeul Hefaistos ca un dar de nuntă pentru Europa, regina Cretei. Tot Hefaistos ar fi creat un vultur de bronz, care îi sfărteca ficatul lui Prometeu pentru îndrăzneala de a fi furat focul zeilor și de a-l fi oferit oamenilor.

Conform miturilor și oamenii erau în stare să realizeze astfel de minuni tehnologice. De exemplu, meșterul Dedal a construit o vacă mecanică, creată din lemn și piele, în care regina Pasiphae l-a procreat pe cunoscutul minotaur. De asemenea, conform unei legende cele șase trepte, care duceau spre tronul regelui Solomon (970–941 î.Hr.), erau străjuite de șase perechi de animale, niște mecanisme complexe create din fildeș și aur (fig. 3.90, b). De fiecare dată când pășea pe una dintre trepte, un mecanism se declanșa, iar animalele mecanice își aplecau capetele pentru a-l ajuta pe Solomon să urce către următoarea treaptă.

De menționat însă că în lumea antică au existat în realitate diverse mecanisme complexe și automatonii. Poate cel mai bun exemplu ar fi mecanismul din Antikythera, vechi de aproape 2200 de ani, creat pentru a calcula poziția diferitelor corpuri cerești, a eclipselor și pentru a stabili anumite cicluri temporale. Ingeniosul mecanism este dovadă că în antichitate au existat mecanisme și tehnologii complexe, recreate mult mai târziu.

Unele dintre cele mai vechi scrieri privitoare la crearea unor mecanisme complexe îi aparțin matematicianului și inventatorului grec Ctesibius (285–222 î.Hr.), primul conducător al Muzeului din Alexandria (care includea și faimoasa bibliotecă). El este autorul primului tratat științific despre aerul comprimat și aplicabilitatea acestuia în diferite mecanisme, a primei orgi hidraulice, primei clepsidre hidraulice și a primului ceas cu cuc din istorie. Mecanismul inventat de Ctesibius includea un sistem complex de supape, valve și robinete, care acționau mai multe clopote, păpuși și păsări mecanice. Acesta era unul dintre primii automatonii despre care s-a scris în detaliu. De menționat însă că poetul teban Pindar (522–443 î.Hr.) scria despre diverse mecanisme, care imitau oamenii și care împânzeau străzile publice ale orașelor elene cu mult înainte de nașterea lui Ctesibius, fapt ce dovedește tradițiile vechi ale mecanicii în Grecia antică. O altă creație mecanică îi este atribuită matematicianului, astronomului, inginerului și omului de stat elen Archytas (428–347 î.Hr.), un bun prieten al filosofului Platon. Mașinăria imita o pasăre, care putea zbura pe o distanță de aproximativ 200 de metri, fiind acționată de un mecanism interior. Este posibil ca dispozitivul, botezat „*Porumbelul*”, să fi fost suspendat pe o frânghie pentru a putea lăsa impresia de zbor [235].

Creații similare fuseseră deja inventate în China antică, Orientul mijlociu. Păsări de lemn, care puteau zbura pe distanțe scurte, creații ale inventatorului Lu Ban (507 – 440 î.Hr.) și filozofului Mozi (470 – 391 î.Hr.). Ptolemeu Filadelful (sec. III î.e.n.) ar fi construit un android (automat cu înfățișare omenească). Philon din Bizanț (280 -220 î.Hr.), unul dintre marii inventatori ai lumii antice, a abordat,

de asemenea, problematica automatonilor. În secolul I î.e.n., Heron din Alexandria a creat o serie întreagă de automatonii. Unul dintre aceștia, un automaton cu formă umană, și-ar fi pus automatele să joace într-o piesă de teatru despre întoarcerea în patrie a eroilor din războiul Troiei. Acționat cu ajutorul unui mecanism ingenios, care folosea același principiu cu cel al cartelelor perforate de mai târziu, automatonul se mișca pe o direcție prestabilită și gesticula spre amuzamentul publicului.

Califul al-Ma'mun (786–833 d.Hr.) era un împătimit colecționar de automatonii. El cheltuise sume imense pentru a achiziționa din mânăstirile creștine scrierile inginerilor și inventatorilor din lumea greco-romană, precum și pe ale celor din China, India sau Egipt. Aceste documente au fost puse la dispoziția fraților Banu Musa (Ahmad, Muhammad și Hasan), trei învățați persani, care vor scrie în a. 850 o carte dedicată automatonilor, numită „*Cartea mecanismelor ingenioase*”. Cei trei nu numai că reiau și refac invențiile lui Heron din Alexandria sau pe ale lui Philon din Bizanț, dar creează propriile mecanisme, ducând mai departe tradiția vechilor greci. Inspirat de scrierile fraților Banu Musa inventatorul și matematicianul kurd Ismail al-Jazari va scrie în a.1206 o carte cu titlul „*Cartea cunoștințelor despre dispozitivele mecanice ingenioase*”. Cartea era o nouă abordare a problematicii automatonilor și descria peste o sută de astfel de mecanisme, precum și instrucțiuni pentru crearea lor.

Inventatorul chinez Su Song a inventat și construit în a.1088 un motor cosmic, un turn cu ceas de 10 m înălțime cu mecanisme de tip „*manechin*”, care marcau orele, sunând din gong, sau clopoțel. Conform indianului Lokapannatti (sec. XI–XII) regele Ajatashatru din Magadha a luat relicvele lui Buddha și le-a ascuns într-o peșteră sub pământ. Relicvele erau păzite de roboți mecanici (bhuta vahana yanta). În legenda egipteană a lui Rocail, fratele cel tânăr a lui Seth, a construit un palat și un mormânt, care conțineau statui autonome acționate astfel încât duceau o viață similară cu cea a oamenilor. Statuile erau atât de bine realizate, încât puteau fi confundate cu ființe vii. Din secolul al XIII-lea automatele devin mai performante. Astfel Roger Bacon și Albert cel Mare au realizat un umanoid care, la o atingere, deschidea ușa și saluta prin înclinarea capului pe noul venit.

Perioada Renașterii a dat un nou impuls domeniului automatonilor. Geniul Leonardo da Vinci realiza la sfârșitul sec. al XIV-lea „*Automatonul*”, un robot îmbrăcat în cavalier, care putea sta în picioare, mișca brațele, gâtul, maxilarul și își ridica vizorul de la ochi. Robotul lui da Vinci conceput în a. 1495 a fost descoperit în a. 1950, iar oamenii au aflat atunci despre primul „*războinic de metal*” al omenirii, mișcărilor sale mecanice imitând tehnicile de luptă ale cavalerilor acelor vremuri

[236]. În secolul al XV-lea, Leonardo da Vinci a construit un automat în chip de leu, care l-a întâmpinat pe Ludovic al XIII^{-lea} la Milano, umblând prin sala tronului, oprindu-se la picioarele suveranului, după care și-a desfăcut pieptul cu labele, lăsând să cadă de acolo crini albi, emblema regilor Franței.

În această perioadă au loc traduceri ale operelor grecilor antici, în special ale lui Heron din Alexandria. Giorgio Valla (1501) și matematicianul Federigo Commandini (1575) realizează traduceri fragmentare. Însă traducerea completă a cărții lui Heron „*Pneumatica*” a fost tradusă în a. 1589 de Giovanni Battista Aleotti. Sunt traduse și operele altor inventatori alexandrini, cea mai cunoscută fiind culegerea „*Le diverse e artificiose machine*” (Diverse și ingenioase mașinării) a căpitanului Agostino Ramelli, la finalul secolului al XVI-lea. Cartea s-a bucurat de un succes enorm în toată Europa Occidentală, cu atât mai mult cu cât oferea schițe și imagini ale unor mașinării pe care lumea nu le mai văzuse de peste 16 secole. Cartea „*Pneumaticorum libri tres*” a napoletanului Giambattista della Porta, publicată în a. 1601 reprezenta o abordare proprie celor mai importante mecanisme create de Heron și Philon, încercând să îmbunătățească dispozitivele create de aceștia. Tot Heron este cel care îl influențează pe inginerul francez Salomon de Caus (1576–1626), care a publicat la Frankfurt, în a. 1615, lucrarea „*Les raison des forces mouvantes avec diverse machines tant utiles que plaisantes*” (Relația forțelor motrice cu diferite mașinării pe cât de utile, pe atât de plăcute). Una dintre cele mai mari creații mecanizate a fost realizată, după modelele oferite de Salomon, pentru arhiepiscopul Marcus Sitticus, la castelul acestuia de la Heilbrunn. Lucrările au continuat aproape un secol, astfel în final, în a. 1725 Lorenz Rosenege, un meșteșugar din Nuremberg, a construit un adevărat sat în miniatură al automatonilor, în care existau nu mai puțin de 256 de personaje acționate hidraulic. O santinelă se mișca la anunțarea orei, nobilii se plecau în fața domnițelor care fluturau evantaie, militarii își prezentau armele ca pentru onor, o balerină, care dansa cu un urs, în timp ce comercianții își vindeau mărfurile la tarabe.

Însă toate acestea pălesc în fața automatonilor din grădina regală de la Saint-Germain-en-Laye, reședință pe atunci a regilor Franței. Regele Henric al IV^{-lea} (sfârșitul sec. al XVI^{-lea}) ia angajat pe frații inventatori și arhitecți Alessandro și Tommaso Francini din Florența, pentru a reamenaja uriașele grădini ale palatului. Frații Francini au construit automatonii și pentru grădinile palatului de la Versailles.

Cunoscutului ceasornicar olandez Christian Huygens din sec. al XVII^{-lea}, pe lângă zecile de comenzi de automatonii pentru casa regală franceză, i s-a cerut să realizeze un dispozitiv, care să prezinte două armate pe un câmp de luptă.

Totuși epoca de aur a automatonilor sunt secolele XVIII – XIX. Cei mai complecși automatonii au fost realizați în aceste ultime două secole. În această perioadă pe scena lumii apare cel mai cunoscut creator de automatonii, francezul Jacques de Vaucanson (1709 – 1782), care a revolutionat lumea roboticii. De mic copil Vaucanson prezenta abilități tehnice incredibile, creând îngeri zburători și



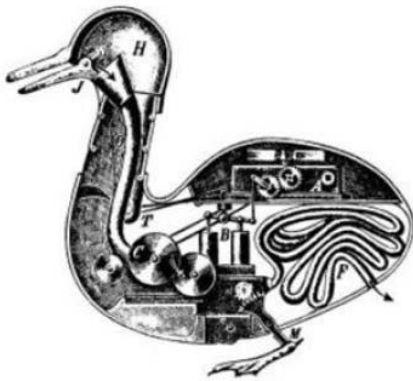
Fig. 3.91. Inventatorul francez Jacques de Vaucanson.

automatonii, care să servească la masa preoților. Se mută la Paris, unde începe să studieze anatomia pentru a copia fidel organismul uman sau pe cel animal. Deși nu realizează decât trei automatonii, aceștia îi aduc faima internațională și o sumă de bani cu mult mai mare decât își imaginase vreodată. Primul automat a fost realizat în a. 1737 în forma unui cântăreț la fluier, în mărime naturală, capabil să interpreteze 11 melodii. Atât de perfect era modelul încât mulțimea adunată la târgul de la Saint-Germain i-a cerut să îl desfacă pentru a se convinge că

înăuntrul mașinăriei nu se ascundea un om.

În același an, inventatorul a creat un model la scară a unui păstor care cu o mână cânta la fluier peste 20 de melodii, iar cu cealaltă mână se acompania la toabă cu mișcări extrem de precise. Cea mai faimoasă dintre toate a fost „*rața capabilă de digestie*”, un mecanism extrem de complex, care conținea peste 400 de piese diferite (fig. 3.92, a) [235]. Rața putea mânca, bea apă, măcăi, da din aripi și... digera. Ulterior Vaucanson vinde toți automatonii pentru o sumă exorbitantă și începe să creeze mașinării care să servească în industrie.

Anul 1770 contribuie la istoria mașinărilor automate prin numele a doi



a. Rața capabilă de digestie, J. Vaucanson.



b. Automatonii scribi.

Fig. 3.92. Automatonii complecși.

inventatori elvețieni – Pierre Jaquet-Droz și fiul acestuia, Henri Louis. Ei au construit trei păpuși complexe – Scriitorul (format din 6000 de piese), Muziciana (2500 de piese) și Desenatorul (2000 de piese) (fig. 3.92, b) [236]. Aceste dispozitive s-au numit „*androizi*” și sunt considerate precursorele roboților moderni.

Un alt inventator mecanician elvețian Henri Maillardet, care lucra la Londra, producând ceasuri și alte mecanisme, a construit în jurul a. 1800 un extraordinar automat „*Desenator-cititor*”, un exemplu fascinant de intersecție a artei și științei (fig. 3.93, a) [237]. El avea o memorie extraordinară pentru acele timpuri – patru desene și 3 poeme (două în limba franceză și una în limba engleză).

Inventatorul italian Innocenzo Manzetti a construit în a. 1840 un automat cântăreț la Flaut (fig. 3.93, b) [238]. În interiorul scaunului erau ascunse pârghii, tije de legătură și tuburi de aer comprimat, ceea ce făcea ca buzele și degetele automatului să se deplaseze pe flaut în conformitate cu un program înregistrat pe un cilindru similar cu cel folosit în pianul jucător. Automatul era acționat de un ceasornic și putea efectua 12 arii diferite. Ca parte a spectacolului automatul se ridica de pe scaun, își arunca capul pe spate și clipea din ochi.

Primul robot cunoscut german a fost construit în a. 1810 de un bavarez în vârstă Friedrich Kauffman din Dresda, Germania. Acesta era un soldat cu un burduf automat, care acționa o trompetă (fig. 3.93, c) [239].



a. Automatul „*Desenator-cititor*”. 1800.



b. Automat cântăreț la flaut. 1840.



c. Primul robot din istoria Germaniei, 1810.

Fig. 3.93.

Era automatonilor ajunsese la apogeu. Zeci de mii de creații, capabile să scrie, să deseneze, să joace șah, să cânte, să se miște, să ajute la muncile casnice sau la cele industriale, au fost realizate de inventatori din toată lumea. Aceste creații au pavat drumul către performanții roboți electrici și electronici din secolele XX și XXI. „În secolul al XXI-lea, robotul va prelua locul, pe care îl ocupau sclavii în cadrul civilizațiilor antice” spunea acum peste 80 de ani în urmă marele inventator și om de știință aromân Nikola Tesla (1937). Câtă clarviziune! Astăzi asistăm deja la unele procese tehnologice complet robotizate. Astfel scopul principal al tehnologiei de a reduce și simplifica munca fizică a oamenilor a fost atins. Astăzi avem linii de fabricație și asamblare complet robotizate, roboți casnici, roboți exploratori. Putem vorbi despre planeta Marte ocupată numai de roboți. Și toate acestea li se datorează în parte și lui Philon din Bizanț, Heron din Alexandria, al-Jazari, Leonardo da Vinci, Salomon de Caus sau Jaques de Vaucanson ș.m.a.

Totul începuse ca o distracție și ca o formă de amuzament pentru publicul larg. Eforturile de a imita viața în toate aspectele ei au dus ulterior la dezvoltarea unor principii ale mecanicii care aveau să conducă la crearea unor mecanisme din ce în ce mai complexe.

3.4.2. Evoluția roboților

Suntem la începutul erei roboților, unei ere pline de mister, unei ere imprevizibile sub aspectul limitelor atinse de roboți în direcția apropierii de



Fig. 3.94. Evoluția roboților.

intelectul uman. Făcând o analogie cu evoluția speciei umane să încercăm să urmărim evoluția roboților [240] (fig. 3.94). Era roboților programabili a început cu a. 1898

când Nikola Tesla (marele inventator aromân) a construit și testat o bărcuță cu telecomandă teleghidata prin unde radio [241]. Apoi în a. 1912 John Hammond Jr. și Benjamin Miessner au inventat primul câine electric. Peste încă un deceniu Karel Capek, prozator și dramaturg ceh, a folosit pentru prima dată cuvântul „robot” într-o piesă de teatru despre mașini-oameni crescuți în rezervoare care semnifică „muncă obligatorie”.

Robotica a continuat cu primul robot japonez Gakutensoku, inventat și construit de către Makoto Nishimura în a.1929. Acest robot era capabil să plângă și să își schimbe expresiile feței.

În a. 1936, matematicianul Alan Turing a creat un sistem de executare mecanică a unui set limitat de operații atomice, sistemul servind ca fundament teoretic pentru computerul modern cu program memorat.

Între a.1937–1939 Compania americană „Westinghouse Electric Corporation” a construit robotul Elektro și micul său patruped (fig. 3.95, a) [242], care avea 2 metri înălțime și greutatea de 120 kilograme. Având o structură internă de oțel și înveliș de aluminiu, cu ochi pe senzori fotoelectrici, capabili să distingă culorile roșu și verde, robotul putea să meargă la comandă vocală, să vorbească, având un vocabular de 700 de cuvinte, să fumeze țigări, să spargă baloane și să-și miște brațele și capul. În a. 1939 a fost prezentat în premieră la Târgul Mondial din New York, iar în a. 1940 a reapărut alături de câinele robotic „Sparko”.

Din acel moment, roboții autonomi au început să acapareze piața industrială. Anul 1946 este considerat drept începutul roboticii industriale când inventatorul american George Devol a brevetat un sistem de înregistrare magnetică pentru controlul mașinilor și a un dispozitiv de desfășurare a benzii în sens invers pentru mașini. În a. 1954 a brevetat primul robot industrial programabil „Unimate” (fig.

3.95, b) care ulterior a fost dezvoltat cu implicarea părintelui roboticii Joseph Engelberger [243]. Robotul a fost vândut în a. 1961 companiei „General Motors”, astfel industria auto devenind tot mai dependentă de robotică. Forța umană a fost înlocuită pas cu pas de roboți industriali uriași capabili să lucreze într-un ritm mai rapid, fără greșeli umane, fără întreruperi, cu productivitate ridicată și costuri scăzute.

Primii roboți mobili au fost „Elmer” și „Elsie” (Electro-mechanical robot, Light Sensitive with Internal and External stability) au fost construiți în a. 1948 de către inventatorul american Wiliam Grey Walter. Roboții erau capabili să caute sursa de lumină și să evite obstacole [244]. În a. 1951 W. G. Walter prezintă la un festival din Marea Britanie robotul „Broască țestoasă”, triciclu (fig. 3.95, c). Tot în a. 1951 Edmund Berkeley inventează un robot mic, „veverița”, capabil să adune nuci sau mingi de golf. Era primul robot automat, care putea efectua o sarcină, alta decât a se îndrepta spre sursa de lumină.

Mâinile robotului „*Mobot Mark II*” au fost proiectate pentru a executa lucrări în domenii periculoase omului. Pe 13 decembrie 1960 a fost demonstrat publicului: șase mâini cu câte trei articulații (la umăr, cot și încheietură) și „ochii” camerei transmiteau imaginile performanței robotului unui operator (fig. 3.95, d) [245].

La 10 martie 1961 designerul de jucării Marvin Glass, din Chicago, emitea o comandă pentru „*Robot Commando Soldier*” într-o previzualizare a modelelor de jucării de Crăciun din New York. Robotul „*Commando Soldier*” era o jucărie, care împușca rachete și putea fi controlată prin voce printr-un microfon atașat (fig. 3.95, e) [245].

Magnatul oțelului Robert Calloway (stă în mijlocul a 16 roboți mecanici din Peoria, Ill) a construit 16 roboți pentru o firmă de promovare din Florida la 11 noiembrie 1961 (fig. 3.95, f) [245]. Roboții aveau un magnetofon încorporat și își mișcau capul și brațele atunci când transmiteau un mesaj.

Robotul Goro dezvoltat de firma japoneză de cercetare în domeniul jucăriilor Jiro Aizawa, a fost demonstrat la 29 februarie 1964 (fig. 3.95, g) [245]. Goro se deplasa în toate direcțiile, se întorcea spre oamenii, pe care îi întâlnea, se uita la fețele lor și le vorbea printr-un radio aflat în mâna producătorului său. O trupă muzicală de roboți miniaturali din nouă piese au distrat copiii la o expoziție organizată într-un magazin din Tokyo, în Japonia la 23 august 1966 (fig. 3.95, h) [245]. Trupa roboților includea un muzicant la trompetă, unul la clarinet, doi toboșari, care au cântat la instrumente cu telecomandă.

Referendul Ronald John MacKenzie de la Biserica Penticostală Elim, Nottingham, Anglia, a proiectat și construit robotul său „*Robbie*” pentru o clasă de

copii din localitate (fig. 3.95, *i*) [245]. MacKenzie îl folosea pe „Robbie” ca pe un ajutor pentru a-i învăța pe copii la cursurile sale de la Școala Duminicală din Croydon, în sudul Londrei.

Robotul „Benji”, elaborat de compania „iAroki”, Illinois, care scoate gunoiul din casă și primblă câinele de familie, putea fi programat de către proprietarul său, Ben Skora din Palos Hills, Illinois să facă sarcini repetate (fig.3.95, *j*) (1977) [245].

Un robot fabricat în Japonia, cu o cameră de luat vederi încorporată era văzut în timpul unei demonstrații într-un magazin din Tokyo, august 1981. Dezvoltarea cameramanului mecanic l-a costat pe proprietar 20600 de dolari (fig.3.95, *k*) [245].

Robotul „Gigi” „comunica” cu un leu de mare în vârstă de 3 ani. Era pus în mișcare de către antrenorul robotului la acvariul din New York, pe Insula Coney, în a. 1984 (fig.3.95, *l*) [245].

Robotul umanoid „Hadaly 2” urma mișcarea de lumină realizată de o maimuță de zece ani Choromatsu în timpul unui experiment de la Universitatea Waseda din Tokyo (1997) (fig. 3.95, *m*) [245]. Robotul umanoid de recunoaștere vizuală putea recunoaște lumina la fel de bine ca și omul prin conducerea calculatorului. Echipa de proiect universitar, care a lucrat la robotul umanoid de mai bine de 30 de ani, a realizat primul experiment de interfață între un robot și o maimuță.

Un grup de roboți „SDR-4C”, cei mai recentți roboți umanoizi de la compania „Sony Corp”, efectuează un dans sincronizat în timpul unei demonstrații mass-media la un hotel din Tokyo, 19 martie 2002 (fig.3.95, *n*) [245]. De culoare argintie, cu înălțimea de 58 de cm, cu ochi rotunzi, roboții, care urmau să intre în vânzare în cursul aceluși an, amintesc de chipurile oamenilor, fac pași în ritm disco și chiar cântă în armonie. Erau însă o jucărie scumpă, care costa la fel de mult ca o mașină de lux.

Robotul de divertisment „Sony QRIO” face spectacol la „QRIO Technology Park din Tokyo” (2004), performând în timpul unei previzualizări media la sărbătoarea legată de deschiderea „QRIO Technology Park” la Tokyo (17 decembrie 2004) (fig.3.95, *o*) [245].

Robotul informativ „Actroid”, dezvoltat de „Japonia Kokoro Corp.” și „Advanced Media Inc.”, salută vizitatorii de la Expoziția Aichi de 6 luni din Japonia (2005), la care au participat oficial 120 de națiuni și patru organizații internaționale. O fată japoneză zâmbește, vorbește vizitatorilor, lucrând ca recepționar multilingv oficial Aichi Expo 2005 (fig.3.95, *p*) [245].

„Albert Hubo”, un robot realizat în chipul lui Albert Einstein, salută delegații la forumul de cooperare economică „Asia Pacific APEC” din Busan, Coreea de Sud

(2005). Coreea de Sud, care conduce lumea în Conexiunile de internet de mare viteză per capita și este un producător major de cipuri de memorie și afișaje cu ecran plat, și-a prezentat tehnologiile în cadrul acestui for (fig.3. 95, r) [245].

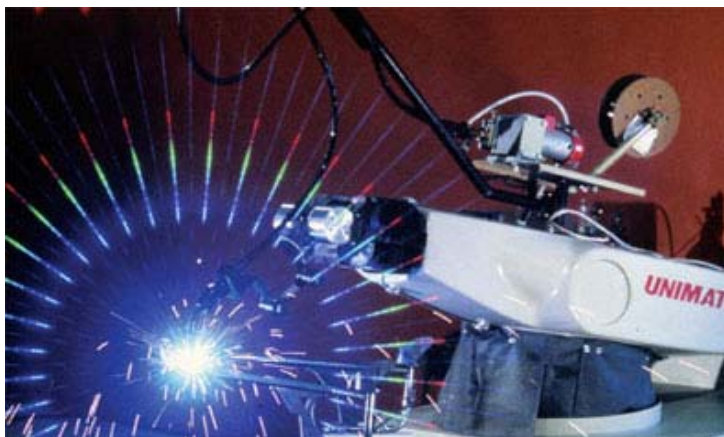
Robotul „*uman cibernetic*” „*HRP-4C*”, conceput pentru a arăta ca o femeie japoneză obișnuită, se plimbă în fața jurnaliștilor în timpul unei manifestații la Tsukuba, lângă Tokyo (martie 2009) (fig. 3.95, s) [245]. Având fața feminină și părul negru tuns robotul umanoid poate debuta la o prezentare de modă.

Roboții umanoizi programabili Nao efectuează un dans la Shanghai Expo (fig. 3.95, t) [245] (2010). Un grup de roboți umanoizi programabili Nao, dezvoltati de compania franceză „*Aldebaran Robotics*”, interpretează dansul pavilionului francez la Expoziția din Shanghai, China (2010). Cu o înaltime de aproape un metru, cu o greutate de 43 kilograme și o autonomie de funcționare de 90 de minute în mers constant, Nao, reprezintă una dintre cele mai scumpe și spectaculoase „*jucării*” pentru oameni.

Un alt robot dintre cei mai performanți este „*ASIMO*” (Advanced Step in Innovative Mobility), un humanoid produs de Honda. Robotul înalt de 1,21 de metri și cu o greutate de 47 kg – în versiunea cea mai ușoară, cea mai rapidă și cea mai inteligentă, din câte a scos până acum firma Honda – a fost prezentat, turnând băuturi și lovind mingi de fotbal, sărind într-unul sau în ambele picioare și demonstrând abilitatea de a se opri din îndeplinirea unei sarcini pentru a face altceva înainte de a se rezuma la terminarea sarcinii de dinainte. În plus, are și potențiale abilități de babysitter. Cu un număr mai mare de articulații – 57 acum față de cele 34 prezente la versiunile mai vechi ale aceluiași model – Asimo se poate mișca cu o viteză de 5,5 mile pe oră (comparativ cu cele 3,7 mile pe oră ale modelelor precedente). Din punct de vedere spațial, el poate evita potențiale coliziuni, „*prezicând*” direcția, în care se mișcă cineva. La ora actuală, ASIMO este cel mai inteligent robot din lume, având o inteligență artificială minimă, putând reține fețe și apoi recunoște și chiar poate purta o conversație [246].



a. Robotul „Elektro”, Westinghouse, New York. 1939.



b. Primul robot industrial „Unimate”, SUA, 1954.



c. Primul robot mobil „ELSIE”, 1951.



d. Măinile robotului „Robot Mark II”, 1960.



e. Robot „Comando Soldier”. New York, 1961.



f. 16 roboți mecanici „Peoria 11”, Florida, 1961.



g. Robotul japonez „Goro”. 1964.



h. Roboți muzicali. Tokio, 1966.



i. Robotul Robbie. Nottingham, 1973.



j. Robotul iAroki, Illinois, 1977.



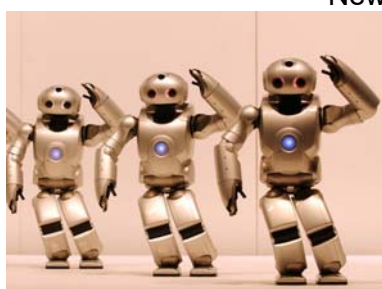
k. Robot japonez. 1981



l. Robotul „Gigi” cu un leu de mare de 3 ani. New York. 1984.



m. Robotul „Hadaly 2” și o maimuță. Tokio, 1997.



n. Roboți „SD R-4C” dansând. Tokio. 2002.



o. Robotul „Sony QRIO”, Tokio. 2004.



p. Robotul „Astroid”. Japonia. 2005.



r. Robotul „Albert Hubo”, 2005.



s. „Femeia cibernetică” HRP-4C. Tokio, 2009.



t. Grup de roboți programabili Nao dansând. Shanghai, China. 2010.

Fig. 3.95.

3.4.3. Robotica

Secolul al XXI-lea va fi secolul marilor transformări industriale, societale și de comportament uman generate de dezvoltarea inteligenței artificiale (IA) și, în particular, de roboți. Termenul de „robotică” a fost pentru prima oară introdus în literatură în a. 1940 de către scriitorul fantast rus evreu american Isaac Asimov. Într-o formulare concisă robotica este o „știință nouă, care se ocupă cu tehnologia, proiectarea și fabricarea roboților”. Această ramură a tehnicii este foarte complexă, necesitând cunoștințe de electronică, mecanică și programare, constituind o nouă disciplină „Mecatronica”, aflată în continuă dezvoltare.

Pe măsură ce omul modern a dezvoltat electrotehnica și electronica, robotica a cunoscut un avânt deosebit. Tot scriitorul fantast I. Asimov este cel, care a definit în a. 1941 cele trei legi fundamentale ale roboților și mașinilor „inteligente”, legi, care sunt aplicate și în zilele noastre [247]:

- un robot nu trebuie să rănească o ființă umană, sau prin lipsa acțiunii nu trebuie să permită unei finite omenesci să vină pentru a face rău;

- un robot trebuie să asculte ordinele date de ființele umane, cu excepția acelor ordine, care intră în conflict cu prima lege;

- un robot trebuie să-și protejeze existența atâta timp cât această protecție nu intră în conflict cu prima și cu a doua lege.

Spre sfârșitul vieții Asimov a introdus „legea zeroth”, enunțată astfel: un robot nu are voie să facă rău umanității, sau, prin lipsa acțiunii să permită umanității să-și facă rău.

Astăzi Umanitatea se află în pragul unei ere, în care roboții, coboții, boții, androizii și alte manifestări ale IA, par să declanșeze o nouă revoluție industrială, care va afecta probabil toate straturile societății. În legătură cu aceasta Parlamentul European, bazându-se pe următoarele considerații [248]:

- deoarece este necesară o definiție general acceptată a roboților și a IA, care să fie flexibilă și care să lase loc inovării;

- deoarece în perioada 2010 -2014, creșterea medie a vânzărilor de roboți s-a cifrat la 17 % pe an, iar în a. 2014 vânzările au crescut cu 29 %, saltul anual cel mai mare înregistrat vreodată, principalii factori de creștere fiind furnizorii de piese pentru autovehicule și industria electrică/electronică;

- deoarece depunerile anuale de brevete de invenție pentru tehnologia robotică s-au triplat în ultimul deceniu;

- deoarece în ultimii 200 de ani, numărul locurilor de muncă a crescut continuu datorită dezvoltării tehnologice;

- deoarece dezvoltarea roboticii și a IA poate transforma viața și practicile de muncă, poate crește eficiența, economiile și nivelul de siguranță și poate oferi un nivel mai bun de servicii;

- deoarece robotica și IA promit, pe termen scurt și mediu, să aducă beneficii în materie de eficiență și economii, nu numai în sectorul productiv și în cel comercial, ci și în domenii precum transporturile, serviciile medicale, educația și agricultura, oferind totodată posibilitatea de a evita expunerea oamenilor la unele situații periculoase, cum ar fi în cazul decontaminării siturilor poluate cu substanțe toxice;

- deoarece îmbătrânirea populației este rezultatul unei speranțe de viață mai mari, datorate progresului condițiilor de viață și al medicinei moderne, și este una dintre cele mai mari provocări de ordin politic, social și economic ale secolului al XXI-lea pentru societățile europene, până în 2025, peste 20 % dintre europeni vor avea 65 de ani sau mai mult, cu o creștere deosebit de rapidă a numărului celor în vârstă de peste 80 de ani;

- deoarece, pe termen lung, tendința actuală îndreptată spre dezvoltarea unor mașini inteligente și autonome, cu capacitatea de a fi antrenate și de a lua decizii în mod independent, prezintă o serie de avantaje economice, dar ridică diverse probleme legate de efectele directe și indirecte asupra societății în ansamblu;

- deoarece învățarea automatizată oferă societății beneficii enorme în domeniul economic și al inovației, prin îmbunătățirea considerabilă a capacității de analiză a datelor, însă dă naștere și unor provocări în ceea ce privește asigurarea nediscriminării, respectarea garanțiilor procedurale, transparența și inteligibilitatea proceselor decizionale, schimbările economice și impactul asupra pieței muncii datorate roboticii și a învățării automatizate, care poate determina modificarea pieței muncii, impunându-se, prin urmare, o reflecție asupra viitorului educației, al ocupării forței de muncă și al politicilor sociale;

- deoarece utilizarea la scară largă a roboticii ar putea să nu ducă în mod automat la înlocuirea locurilor de muncă, însă locurile de muncă cu calificare mai redusă din sectoarele ocupaționale intensive ar putea fi mai vulnerabile la extinderea automatizării, iar ocuparea forței de muncă crește mult mai rapid în sectoarele profesionale, în care se folosesc mai mult computerele, eliberând oamenii de munci manuale monotone, permițându-le să se îndrepte spre sarcini mai creative și cu mai multă însemnătate, fapt ce impune investirea în educație și în alte reforme pentru a îmbunătăți realocările în privința tipurilor de competențe, de care lucrătorii viitorului vor avea nevoie;

- deoarece, în fața unor divizări crescânde a societății, cu o clasă de mijloc în scădere, este important să se țină cont de faptul că dezvoltarea roboticii poate conduce la o concentrare acută a bogăției și a influenței în mâinile unei minorități;
- deoarece dezvoltarea roboticii și a IA va influența fără îndoială peisajul pieței muncii, creând noi probleme legate de responsabilitate, și eliminând altele, responsabilitatea juridică fiind clar definită atât la nivelul modelului de afaceri, cât și la nivelul modelelor de muncă, în eventualitatea apariției unor urgențe sau a unor probleme, vor impune includerea securității și a eticii încă din etapele inițiale, recunoscând astfel că trebuie să fie pregătiți să accepte răspunderea juridică pentru calitatea tehnologiei pe care o produc;
- deoarece Regulamentul Parlamentului European și al Consiliului stabilește un cadru juridic pentru protecția datelor personale, alte aspecte legate de accesul la date și de protecția datelor cu caracter personal și a vieții private rămân încă de soluționat, dat fiind faptul că ar putea să mai apară probleme legate de viața privată datorate comunicării fără intervenție umană a aplicațiilor și componentelor între ele, precum și cu bazele de date;
- deoarece evoluțiile din robotică și IA pot și ar trebui concepute în așa fel încât să protejeze demnitatea, autonomia și autodeterminarea persoanelor, în special, în domenii precum îngrijirea umană și acompanierea și, în contextul aparaturii medicale, al „reparării” sau al „ameliorării capacităților” ființelor umane;
- deoarece, în final, există posibilitatea ca pe termen lung IA să depășească capacitatea intelectuală umană;
- deoarece dezvoltarea continuă și extinderea utilizării proceselor decizionale automatizate și algoritmice va avea, fără îndoială, un impact asupra alegerilor, pe care persoanele private și autoritățile publice administrative, judiciare sau de altă natură, le vor face în luarea unei decizii finale legate de consum, de afaceri sau de exercitarea autorității, în care este necesară integrarea unor garanții și a unor posibilități de control și verificare umane în procesele decizionale automatizate și algoritmice;
- deoarece mai multe jurisdicții străine, printre care SUA, Japonia, China și Coreea de Sud, au în vedere și, într-o oarecare măsură, au și luat măsuri normative legate de robotică și IA, iar unele state membre au început, de asemenea, să analizeze idea elaborării unor norme juridice și a unor modificări ale legislației, pentru a ține seama de aplicațiile emergente ale acestor tehnologii;
- deoarece industria europeană ar putea beneficia de pe urma unei abordări eficiente, coerente și transparente a reglementărilor la nivelul Uniunii, oferind

condiții corespunzătoare, predictibile și suficient de clare, în cadrul cărora întreprinderile să poată dezvolta aplicații și planifica modelele de afaceri la scară europeană, garantându-le, în același timp, Uniunii și statelor membre că își vor păstra controlul asupra standardelor normative, astfel încât să nu fie forțate să adopte și să funcționeze în baza unor standarde stabilite de țările terțe, care se află în avangarda dezvoltării roboticii și a IA;

- deoarece trebuie considerat că legile lui Asimov (v. mai sus) îi vizează pe proiectanții, producătorii și operatorii roboților, inclusiv, a celor cu autonomie integrată și capacitate individuală de învățare, deoarece aceste legi nu pot fi convertite în cod-mașină;

- deoarece sunt necesare o serie de norme, care să reglementeze în special răspunderea, transparența și responsabilitatea, reflectând valorile specifice europene și valorile umaniste universale, care caracterizează contribuția europeană adusă societății; întrucât normele nu trebuie să afecteze procesul de cercetare, inovare și dezvoltarea în domeniul roboticii;

- deoarece UE ar putea juca un rol esențial în ceea ce privește stabilirea principiilor etice fundamentale, care trebuie respectate la dezvoltarea, programarea și utilizarea roboților și a IA, precum și la integrarea unor astfel de principii în reglementările și codurile de conduită ale UE, pentru a configura revoluția tehnologică astfel încât să servească umanității, iar robotica și IA avansate să fie disponibile pe scară largă, evitându-se, pe cât se poate, potențialele capcane;

- deoarece în prezenta rezoluție se propune un cod de conduită etică pentru inginerii din domeniul roboticii, un cod de conduită pentru comitetele pentru etică în cercetare și o „licență” pentru proiectanți, respectiv o „licență” pentru utilizatori;

- deoarece UE are nevoie de o abordare treptată, pragmatică și precaută cu privire la inițiativele viitoare privind robotica și IA, pentru a nu descuraja inovarea, având în vedere stadiul atins în dezvoltarea roboticii și a IA, este recomandabil să se înceapă cu aspectele legate de răspunderea civilă;

- deoarece datorită impresionantelor progrese tehnologice din ultimul deceniu, nu numai că roboții sunt în prezent capabili de activități, care, de obicei, erau desfășurate exclusiv de oameni, dar dezvoltarea unor anumite caracteristici autonome și cognitive - de exemplu, capacitatea de a învăța din experiență și de a lua decizii în mod aproape independent, i-a apropiat din ce în ce mai mult de agenții, care interacționează cu mediul și care sunt în măsură să-l modifice în mod

semnificativ, luându-se în considerare că răspunderea juridică ce decurge dintr-o acțiune dăunătoare a unui robot devine o chestiune esențială;

- deoarece autonomia unui robot poate fi definită drept capacitatea de a lua decizii și de a le transpune în practică în lumea exterioară, independent de influența sau controlul exterior, această autonomie fiind de natură pur tehnologică, iar nivelul ei depinde de cât de sofisticat a fost concepută interacțiunea robotului cu mediul său ambiant;

- deoarece cu cât roboții sunt mai autonomi, cu atât mai puțin pot fi considerați doar simple instrumente la dispoziția altor actori (cum ar fi producătorul, operatorul, proprietarul, utilizatorul etc.), apărând întrebări privind măsura, în care normele obișnuite privind răspunderea sunt suficiente sau dacă sunt necesare principii și norme noi, care să ofere claritate privind răspunderea juridică a diferiților actori pentru actele și omisiunile roboților atunci când cauzele nu pot fi imputate unui actor uman anume sau privind măsura în care actele sau omisiunile roboților, care au provocat prejudicii, ar fi putut fi evitate;

- deoarece în condițiile actualului cadru juridic, roboții nu pot fi ținuți răspunzători pentru acte sau omisiuni, care provoacă daune unor terți, iar normele existente privind răspunderea acoperă cazurile, în care cauza unui act sau a unei omisiuni a unui robot poate fi identificată ca fiind un anumit agent uman, cum ar fi producătorul, operatorul, proprietarul sau utilizatorul și, în care respectivul agent ar fi putut să prevadă și să evite comportamentul dăunător al robotului;

- deoarece, potrivit cadrului juridic actual, răspunderea pentru produsul, în care producătorul unui produs este responsabil pentru funcționarea defectuoasă, și normele, care guvernează răspunderea pentru acțiuni dăunătoare, în care utilizatorul unui produs este responsabil pentru un comportament, care generează prejudicii, se aplică prejudiciilor cauzate de roboți sau IA;

- deoarece în situația, în care un robot poate lua decizii autonome, normele tradiționale nu vor fi suficiente pentru a atrage răspunderea juridică pentru daunele cauzate de acesta, deoarece nu permit identificarea părții în sarcina căreia ar cădea răspunderea despăgubirii și impunerea reparării prejudiciului provocat;

- deoarece neajunsurile actualului cadru juridic sunt vizibile și în domeniul răspunderii contractuale, în măsura în care mașinile concepute să-și aleagă partenerii, să negocieze clauzele contractuale, să încheie contracte și să decidă dacă și cum să le implementeze fac imposibilă aplicarea normelor tradiționale, acest lucru evidențiind necesitatea unor norme noi, eficiente și ancorate în actualitate, care să corespundă dezvoltării tehnologice și inovațiilor recent

apărute și utilizate pe piață, prin Rezoluția Parlamentului European din 16 februarie 2017 a elaborat următoarele recomandări, privind dezvoltarea roboticii și a IA pentru uz civil adresate Comisiei referitoare la normele de drept civil privind robotica, să ia în considerare implicațiile și efectele juridice și etice ale acestui fenomen, fără a frâna însă inovarea [248]:

Principii generale:

- invită Comisia să propună definiții comune la nivelul UE ale sistemelor ciberfizice, sistemelor autonome, roboților inteligenți autonomi și ale subcategoriilor acestora, ținând seama de următoarele caracteristici ale unui robot inteligent: dobândește autonomie cu ajutorul senzorilor și/sau prin schimburi de date cu mediul său ambiant (interconectivitate) și negociază și analizează aceste date; dispune de sisteme de învățare individuală din experiență și prin interacțiune (criteriu opțional); dispune cel puțin de un suport fizic minor; are capacitatea de a-și adapta comportamentul și acțiunile la mediul ambiant; nu este viu în sens biologic;

- consideră că ar trebui introdus un sistem cuprinzător, la nivelul UE, de înregistrare a roboților avansați în cadrul pieței sale interne, atunci când este important și necesar pentru anumite categorii de roboți și invită Comisia să stabilească criteriile de clasificare a roboților în vederea identificării celor, care ar trebui înregistrați; solicită, în acest context, Comisiei să analizeze dacă ar fi de dorit ca sistemul de înregistrare și registrul să fie gestionate de o Agenție a UE pentru Robotică și IA;

- subliniază că dezvoltarea roboticii ar trebui să se orienteze spre completarea capacităților umane și nu spre înlocuirea lor; consideră că este esențial să se garanteze că, în dezvoltarea roboticii și a IA, oamenii au control asupra aparatelor inteligente în orice moment; consideră că ar trebui acordată o atenție specială eventualei creării unei legături emoționale între om și robot - în special în cazul grupurilor vulnerabile (copiii, persoanele în vârstă sau persoanele cu dizabilități) și evidențiază problemele ridicate de impactul emoțional sau fizic grav, pe care acest atașament emoțional l-ar putea avea asupra utilizatorului uman;

- subliniază că o abordare la nivelul UE poate facilita dezvoltarea prin faptul că permite evitarea fragmentării pe piața internă și evidențiază, de asemenea, importanța principiului recunoașterii reciproce în utilizarea transfrontalieră a roboților și a sistemelor robotizate; reamintește că testarea, certificarea și aprobarea pentru piață ar trebui să fie necesare numai într-un singur stat membru; subliniază că această abordare ar trebui să fie însoțită de o supraveghere efectivă a pieței;

- subliniază importanța luării unor măsuri pentru a sprijini întreprinderile mici și mijlocii și startup-urile din domeniul roboticii, care creează noi segmente de piață în acest sector sau care utilizează roboții în activitatea lor;

Cercetarea și inovarea:

- subliniază că multe aplicații de robotică sunt încă în fază experimentală; salută faptul că din ce în ce mai multe proiecte de cercetare sunt finanțate din fondurile statelor membre și din cele ale UE; consideră că este esențial ca UE, alături de statele membre prin finanțări publice, să rămână lideri în cercetarea din domeniul roboticii și inteligenței artificiale; invită Comisia și statele membre să consolideze instrumentele financiare pentru proiectele de cercetare în domeniul roboticii și al IA, inclusiv parteneriatele public-privat, și să aplice în politicile lor de cercetare principiile științei deschise și inovării etic responsabile; subliniază necesitatea alocării unor resurse suficiente pentru identificarea soluțiilor adecvate la provocările de ordin social, etic, juridic și economic, pe care le ridică dezvoltarea tehnologică și aplicațiile sale;

- solicită Comisiei și statelor membre să impulsioneze programele de cercetare, să favorizeze o analiză a riscurilor și oportunităților pe termen lung ale roboticii și tehnologiilor IA și să încurajeze cât mai curând inițierea unui dialog public structurat privind consecințele dezvoltării respectivelor tehnologii; invită Comisia să își crească sprijinul, în cadrul evaluării cadrului financiar multianual la jumătatea perioadei, pentru programul SPARC finanțat prin Orizont 2020; solicită Comisiei și statelor membre să-și unească eforturile pentru a monitoriza atent și a garanta o tranziție fără dificultăți a acestor tehnologii de la cercetare la comercializarea și utilizarea pe piață, după o evaluare corespunzătoare a siguranței și respectând principiul precauției;

- subliniază că inovarea în robotică și în IA și integrarea acestor tehnologii în economie și societate necesită o infrastructură digitală, care să asigure o conectivitate bună; invită Comisia să definească un cadru, care să răspundă cerințelor de conectivitate pentru viitorul digital al UE și să se asigure că accesul la rețelele de bandă largă și 5G respectă pe deplin principiul neutralității rețelei;

- este ferm convins că interoperabilitatea între sisteme, dispozitive și servicii cloud, bazată pe securitate și respectarea vieții private încă din momentul conceperii, este esențială pentru ca fluxurile de date în timp real să permită roboților și IA să devină mai flexibili și mai autonomi; solicită Comisiei să promoveze un mediu deschis, de la standarde deschise și modele inovatoare de acordare a licenței, la platforme deschise și transparență, pentru a evita blocajul în sistemele cu drepturi rezervate, care restrâng interoperabilitatea;

Principiile etice:

- remarcă faptul că potențialul capacitant al utilizării roboticii este nuanțat de o serie de tensiuni și riscuri, care ar trebui atent analizate din perspectiva siguranței umane, a sănătății și securității, a libertății, vieții private și demnității, a autodeterminării, nediscriminării și protecției datelor personale;

- consideră esențial ca actualul cadru juridic al UE să fie actualizat și completat, dacă este cazul, printr-o serie de principii etice orientative adaptate complexității roboticii și a numeroaselor sale implicații sociale, medicale și bioetice; că este necesar un cadru etic orientativ clar, strict și eficient pentru dezvoltarea, proiectarea, fabricarea, utilizarea și modificarea roboților, pentru a completa recomandările juridice din raport, din legislația națională și din acquis-ul UE;

- propune, în anexa la rezoluție, un cadru sub forma unei carte, constând dintr-un cod de conduită pentru inginerii din domeniul roboticii, precum și un cod de conduită pentru comitetele pentru etica cercetării, cu ocazia revizuirii protocoalelor robotice și a licențelor tipizate pentru proiectanți și utilizatori;

- atrage atenția asupra principiului transparenței, conform căruia ar trebui să fie întotdeauna posibil să se prezinte motivele subiacente oricărei decizii luate cu ajutorul IA, care poate avea un impact important asupra vieții unei sau mai multor persoane;

- consideră că trebuie să fie întotdeauna posibil să se reducă calculele sistemelor de IA la o formă inteligibilă pentru oameni, iar roboții avansați ar trebui echipați cu o „cutie neagră”, care să înregistreze date privind toate tranzacțiile efectuate de mașina respectivă, inclusiv logica, care a contribuit la deciziile respective;

- relevă faptul că acest cadru etic orientativ și ar trebui să fie bazat pe principiile beneficienței, non-maleficienței, autonomiei și justiției, pe principiile și valorile consacrate în Articolul 2 din Tratatul privind UE și în Carta drepturilor fundamentale, precum demnitatea umană, egalitatea, justiția și echitatea, nediscriminarea, consimțământul în cunoștință de cauză, respectarea vieții private și protecția datelor, pe principiile și valorile fundamentale ale dreptului UE, cum ar fi nestigmatizarea, transparența, autonomia, responsabilitatea individuală și răspunderea socială, precum și pe practicile și codurile etice existente;

- consideră că ar trebui acordată o atenție specială roboților, care reprezintă un pericol semnificativ pentru confidențialitate prin faptul că sunt plasați în sfere în mod tradițional protejate și private sau pentru că sunt capabili să extragă și să transmită date cu caracter personal sau sensibil.

Carta privind robotica [248]. Codul de conduită etică propus în domeniul roboticii va sta la baza identificării, monitorizării și respectării principiilor etice fundamentale din faza de proiectare și dezvoltare. Cadrul, conceput după evaluarea rezultatelor unui proiect de cercetare și dezvoltare la scară europeană dedicat roboților și neuroștiințelor, trebuie să fie conceput într-un mod judicios, care să permită ajustări individuale de la caz la caz pentru a se evalua dacă un anumit comportament este corect sau greșit într-o anumită situație și a se lua decizii în conformitate cu o ierarhie de valori prestabilită. Codul nu ar trebui să se substituie imperativului de a aborda toate provocările juridice majore în acest domeniu, ci ar trebui să aibă o funcție complementară. Acesta va facilita, mai degrabă, instituirea unor categorii etice pentru robotică, va susține eforturile de inovare responsabilă în acest domeniu și va aborda preocupările publicului. Ar trebui să se pună un accent special pe etapele de cercetare și dezvoltare tehnologică ale traiectoriei tehnologice pertinente (procesul de proiectare, evaluarea etică, controalele de audit etc.). Codul ar trebui să se ocupe de necesitatea respectării de către cercetători, practicieni, utilizatori și proiectanți a standardelor etice, dar și să introducă o procedură de soluționare a dilemelor etice din domeniu și să permită acestor sisteme să funcționeze într-un mod responsabil din punct de vedere etic.

Codul de conduită etică pentru inginerii în robotică [248]. Codul de conduită îi invită pe toți cercetătorii și proiectanții să acționeze în mod responsabil și, ținând pe deplin seama de necesitatea de a respecta demnitatea, viața privată și siguranța oamenilor. Codul solicită o cooperare strânsă între toate disciplinele, pentru a se asigura că activitățile de cercetare în domeniul roboticii în Uniunea Europeană se desfășoară în condiții de siguranță, de o manieră etică și într-un mod eficient. Codul de conduită cuprinde toate activitățile de cercetare și dezvoltare în domeniul roboticii. Codul de conduită este facultativ și oferă o serie de principii și orientări generale pentru acțiunile ce trebuie întreprinse de toți actorii.

Organismele de finanțare a cercetării în robotică, organizațiile de cercetare, cercetătorii și comisiile de etică sunt încurajați să ia în considerare, încă din etapele inițiale, implicațiile viitoare ale tehnologiilor sau ale obiectelor cercetării și să dezvolte o cultură a responsabilității în raport cu provocările și oportunitățile viitorului. Organismele publice și private de finanțare a cercetării în robotică trebuie să solicite realizarea unei evaluări a riscurilor, care să fie prezentată împreună cu fiecare propunere de finanțare pentru cercetare în domeniul roboticii. Un astfel de cod ar trebui să stipuleze că responsabilitatea revine oamenilor și nu roboților.

Cercetătorii în domeniul roboticii ar trebui să se angajeze să urmeze un nivel maxim de conduită etică și profesională și să respecte următoarele principii: *beneficiență* - roboții ar trebui să acționeze în interesul oamenilor; *ne-maleficiență* - principiul „în primul rând, nu fă rău”: roboții nu trebuie să cauzeze daune omului; *autonomie* - capacitatea de lua decizii în deplină libertate și în cunoștință de cauză cu privire la termenii interacțiunii cu roboții; *justiție* - repartizarea echitabilă a beneficiilor asociate cu robotica și accesibilitatea roboților de asistență la domiciliu și, în special, a roboților, care asigură asistență medicală.

Drepturile fundamentale. Activitățile de cercetare în domeniul roboticii ar trebui să respecte drepturile fundamentale și să se desfășoare în interesul binelui și autodeterminării persoanelor și societății în ceea ce privește proiectarea, realizarea, diseminarea și utilizarea. Demnitatea și autonomia umană, atât fizică, cât și psihologică, trebuie să fie întotdeauna respectate.

Precauția. Activitățile de cercetare în domeniul roboticii ar trebui efectuate în conformitate cu principiul precauției, anticipând impactul potențial al rezultatelor în materie de siguranță și luând măsurile de precauție necesare, proporțional cu nivelul de protecție, încurajând în același timp progresele în beneficiul societății și al mediului.

Caracterul incluziv. Inginerii specializați în robotică garantează transparența și respectarea dreptului legitim de acces la informație al tuturor actorilor. Incluziunea permite participarea la procesele decizionale ale tuturor actorilor implicați sau vizați de activitățile de cercetare în domeniul roboticii.

Responsabilitatea. Inginerii în robotică ar trebui să fie răspunzători pentru impactul social și ecologic și pentru consecințele asupra sănătății umane, pe care robotica le poate cauza pentru generațiile prezente și viitoare.

Siguranța. Proiectanții de roboți ar trebui să ia în considerare confortul fizic, siguranța, sănătatea și drepturile persoanelor. Inginerii în robotică trebuie să nu prejudicieze starea de bine a oamenilor, respectând totodată drepturile omului, și să comunice cu promptitudine factorii, care ar putea pune în pericol publicul sau mediul.

Reversibilitatea. Reversibilitatea, condiție necesară a controlabilității, este un concept fundamental atunci când roboții sunt programați să se comporte într-un mod sigur și fiabil. Un model de reversibilitate a acțiunilor comunică robotului, care acțiuni sunt reversibile și cum să revină asupra lor în cazul, în care sunt reversibile. Capacitatea de a anula ultima acțiune sau o secvență de acțiuni permite utilizatorilor să anuleze acțiunile nedorite și să revină la etapa „bună” a activității lor.

Viața privată. Dreptul la viață privată trebuie respectat întotdeauna. Un inginer în robotică trebuie să se asigure că informațiile private sunt păstrate în siguranță și utilizate numai în mod corespunzător. De asemenea, un inginer în robotică trebuie să garanteze că persoanele nu sunt identificabile în mod personal, cu excepția unor împrejurări excepționale și atunci numai cu consimțământul în cunoștință de cauză, clar și lipsit de ambiguitate, al persoanei înainte de orice interacțiune om-mașină. Ca atare, proiectanții specializați în robotică poartă răspunderea de a dezvolta și a urma procedurile de aprobare valabilă, de confidențialitate, anonimă, tratament echitabil și de respectare a garanțiilor procedurale. Proiectanții se vor conforma tuturor solicitărilor ca orice date conexe să fie distruse și eliminate din toate seturile de date.

Maximizarea beneficiilor și reducerea la minimum a prejudiciilor. Cercetătorii trebuie să caute să maximizeze beneficiile activității lor în toate etapele, de la început până la difuzare. Lezarea participanților la cercetare/subiecților umani/participanților la un experiment, test sau studiu trebuie evitată. În cazul, în care riscurile apar ca un element inevitabil, ce face parte integrantă din cercetare, ar trebui realizată o evaluare a riscurilor și protocoale de gestiune solide, care să fie respectate. În mod normal, riscul de a provoca un prejudiciu nu ar trebui să fie mai mare decât cel întâlnit în viața obișnuită, cu alte cuvinte oamenii nu ar trebui să fie expuși la riscuri mai mari sau în plus față de cele la care sunt expuși în viața normală a acestora. Funcționarea unui sistem robotizat ar trebui să se bazeze întotdeauna pe o evaluare aprofundată a riscurilor, care ar trebui să se bazeze pe principiile precauției și proporționalității.

Licențele pentru proiectanți [248]:

- *ar trebui să țineti seama de valorile europene ale demnității, autonomiei și autodeterminării, libertății și justiției înainte, în timpul și după procesul de proiectare, dezvoltare și furnizare a unor astfel de tehnologii, inclusiv, de necesitatea de a nu aduce prejudicii, de a nu răni, de a nu înșela și de a nu exploata utilizatorii (vulnerabili);*

- *ar trebui să introduceți principii fiabile de proiectare a sistemului la nivelul tuturor aspectelor funcționării unui robot, atât pentru proiectarea hardware, cât și software, precum și pentru orice tip de prelucrare de date în interiorul sau în exteriorul platformei în scopuri de securitate;*

- *ar trebui să introduceți confidențialitatea prin concepție, astfel încât să se asigure că informațiile confidențiale sunt păstrate în siguranță și utilizate numai în mod corespunzător;*

- ar trebui să integrați mecanisme „opt-out” evidente („kill switch”), care ar trebui să fie în concordanță cu obiectivele rezonabile ale proiectului;
- ar trebui să vă asigurați că un robot funcționează în conformitate cu principiile etice și juridice locale, naționale și internaționale;
- ar trebui să vă asigurați că procesul decizional al roboților permite reconstituirea și trasabilitatea pe faze;
- ar trebui să vă asigurați că este necesar să se asigure o transparență maximă în procesul de programare a sistemelor robotizate, precum și previzibilitatea comportamentului robotizat;
- ar trebui să analizați previzibilitatea unui sistem om-robot prin luarea în considerare a incertitudinii în interpretare și acțiune și a posibilelor erori robotice sau umane;
- ar trebui să dezvoltați instrumente de trasabilitate la stadiul proiectării robotului. Aceste instrumente vor facilita contabilizarea și explicarea comportamentului robotic, chiar dacă într-o măsură limitată, la diferitele niveluri destinate experților, operatorilor și utilizatorilor;
- ar trebui să elaborați protocoale de proiectare și de evaluare și să vă alăturați potențialilor utilizatori și părți interesate în momentul evaluării beneficiilor și riscurilor roboticii, inclusiv, cele cognitive, psihologice și ambientale;
- ar trebui să vă asigurați că roboții sunt identificabili ca roboți atunci când interacționează cu oamenii;
- ar trebui să protejați securitatea și sănătatea celor, care interacționează și vin în contact cu robotica, având în vedere faptul că roboții ca produse ar trebui să fie concepuți, utilizându-se procese, care să asigure siguranța și securitatea. Un inginer specializat în robotică trebuie să nu prejudicieze starea de bine a oamenilor, respectând, în același timp, drepturile omului și nu poate pune în acțiune un robot fără a garanta siguranța, eficacitatea și reversibilitatea funcționării sistemului;
- ar trebui să obțineți un aviz favorabil din partea unui CetC înainte de testarea unui robot într-un mediu real sau care implică subiecți umani în procedurile de proiectare și dezvoltare.

Astfel UE devine un actor important sub toate aspectele pe piața roboților. S-a anunțat că vor fi propuse o serie de măsuri, care să prevină utilizarea în scopuri ilegale a roboților, care să împiedice apariția dependenței față de posibila inteligență [250].

Apare însă o dilemă: pentru a respecta o lege, oricine, deci și un robot, trebuie să o înțeleagă. Dar chiar și roboții de astăzi sunt încă departe de a înțelege sensul unei fraze formulate într-un limbaj natural. Chiar în ipoteza unei înțelegeri și interpretări corecte cele 4 legi ale lui Asimov și prevederile regulamentare elaborate atât de Parlamentul European cât și de alți actori de pe piața roboților (Japonia, Coreea de Sud, China) ar fi, probabil, insuficiente pentru ca un robot să ia o decizie „*bună*” într-o lume concretă atât de complexă, astfel încât să nu scape niciodată de sub controlul omului. Deja sunt cazuri când roboți militari teleghidaiți au omorât sute de oameni fără să existe o legislație de război pentru luptele robotizate. În aceste condiții reale legile de mai sus ale roboticii nu pot decât să rămână un deziderat teoretic științifico-fantastic [250]. Totuși dezvoltarea cu o viteză fără precedent a proiectării roboților, precum și utilizarea acestora din ce în ce mai frecventă în domeniul militar, sunt principalele argumente ale celor, care cer ca mașinăriile inteligente să fie condiționate de niște reguli stricte, clare și aplicate pe întreaga planetă. Devin tot mai frecvente dezbaterile aprinse ale specialiștilor din întreaga lume. Numeroși cercetători din domeniul roboticii, dar și oficiali ai guvernelor mai multor state, au cerut deja elaborarea unui cod de etică pentru roboți.

Ce a declanșat însă această discuție? Recent, firma Samsung a creat o santinelă robot, care trebuie să supravegheze granița dintre Coreea de Sud și cea de Nord. Robotul autonom este dotat cu două camere video, dar și cu o mitralieră. În momentul, în care cercetătorii din domeniul roboticii au aflat știrea, s-au întrebat cine va fi vinovat în cazul, în care robotul ar împușca un om. În momentul de față răspunsul este simplu - firma constructoare. Mult mai complicat va fi însă un asemenea răspuns într-un viitor apropiat, când roboții autonomi vor fi mult mai perfecționați față de cei de astăzi. Legile roboticii nu mai sunt un subiect de science fiction [251]. Iar în lipsa unui cod viitorul poate aduce numeroase alte arme robotizate. Guvernul sud-coreean a anunțat că lucrează la realizarea unui cod etic pentru roboți, care să stabilească o serie de reguli clare să prevină comportamentul abuziv al oamenilor față de roboți, dar și invers.

3.4.4. Clasificarea roboților

De la mijlocul secolului trecut până în prezent, roboții au ajuns atât de performanți, încât pot imita gesturile omului și pot purta ușor o conversație. Fie că vorbim despre medicină, armată, construcții sau chiar servicii de curățenie, roboții sunt implicați în prezent în multe activități sociale, militare, de siguranță și întreținere și se transformă, ironic, dintr-o soluție pentru rezolvarea necesităților fiecăruia, într-o nouă necesitate. Astăzi, Japonia este o țară robotizată într-o proporție uriașă. 30% dintre roboții lumii se află pe teritoriul niponilor, pentru ca întregul continent asiatic să dețină 50%. Europa este pe locul 2 la acest capitol, cu 32%, urmată de America de Nord cu 16%, celelalte zone ale Globului rămânând cu 2%. Uniunea Europeană susține major financiar lucrările de cercetare în domeniul roboticii.

Într-adevăr robotica a devenit o adevărată știință. Însă deocamdată ne simțim bine, uitându-ne la evoluția roboților și ne minunăm de cât de „plini de viață” și de magici sunt, deși sunt încă stângaci în îndeletnicirile lor programate. Transpuse în lumea roboticii, noile descoperiri vor da lumii roboți cu performante tot mai ridicate, capabili să înlocuiască Omul în diverse funcții.

Există diferite definiții date roboților. În standardul ISO8373, robotul este definit ca fiind „un manipulator universal, reprogramabil, având control automat și trei sau mai multe axe”. Institutul de robotică din SUA definește robotul astfel: „un manipulator universal, reprogramabil, conceput să deplaseze materiale, componente, scule sau sisteme specializate, prin diferite mișcări programate, pentru a îndeplini diferite sarcini”. O definiție, care folosește o abordare total diferită, este cea dată de Merriam-Webster, care vede robotica „o mașină, care arată ca și un om, și care realizează sarcini complexe (cum ar fi mersul sau vorbirea) caracteristice omului”.

Clasificarea roboților este deosebit de variată după diferite criterii: după structura cinematică, tipul de control, gradul de mobilitate, sfera de aplicare, specificul operațiunilor efectuate ș.a. În cartea sa de sinteză J. Angeles [252] propune următoarea clasificare structurală, care grupează roboții în 5 mari categorii:

- *manipulatoare seriale;*
- *manipulatoare paralele;*
- *mâini robotice;*
- *roboți pășitori;*
- *roboți mobili cu roți.*

Funcție de destinație roboții se clasifică în:

- roboți industriali;
- roboți umanoizi (sau androizi);
- roboți casnici;
- roboți jucării.

3.4.4.1. Roboți industriali

Inițial, roboții erau concepuți și utilizați pentru efectuarea unor acțiuni repetitive, sub îndrumarea nemijlocită a omului. În prezent, roboții devin tot mai mult implicați în sarcini și activități mult mai complexe din diverse industrii. Această complexitate a determinat focalizarea atenției cercetătorilor, producătorilor și, nu în ultimul rând, a utilizatorilor, spre studiul interacțiunii om – robot (Human-Robot Interaction, HRI). Scopul fundamental al HRI devine acela de a dezvolta noi principii și algoritmi pentru sistemele robotizate astfel încât acestea să poată interacționa cu oamenii într-un mod direct, sigur și eficient, să poată reproduce diverse funcții ale oamenilor mult mai bine, precis, rapid și ieftin.

Cele mai importante dintre *avantajele* utilizării roboților industriali sunt:

- *productivitate și profit – prin aceea că roboții pot lucra 24 /7 (ore /zile), cu viteză de execuție mult mai mare decât cea a operatorului uman;*
- *costuri reduse – deoarece în timpul exploatarei sunt implicate numai costuri de mentenanță, astfel încât recuperarea investiției de achiziționare a robotului se face într-o perioadă cuprinsă între șase luni și un an;*
- *calitate ridicată a prelucrării – prin aceea că precizia, cu care se execută operațiile este mult mai ridicată decât a operatorului uman. De remarcat faptul că, atunci când trebuie să se lucreze în „clean room / camera curată”, în care accesul operatorului uman este strict interzis, robotul reprezintă mijlocul corect de operare.*

Primul robot industrial, fabricat în a. 1938, avea aspectul unei macarale și un singur motor pentru acționare. Remarcabil este faptul că avea 5 (cinci) grade de libertate. Acest robot nu putea fi utilizat la o diversitate mare de acțiuni, dar era capabil să așeze plăci / bucăți de lemn în „*blocuri*” de forme bine definite. Primul robot programabil și operabil în sistem digital a fost robotul „*Unimate*” inventat de americanul George Devol în a. 1954 (fig. 3.95, b). „*Unimate*” a fost primul robot industrial, care a lucrat pe linia de asamblare a companiei „*General Motors*” de la fabrica „*Inland Fisher Guide Plant*”, în Ewing Township, New Jersey (1961). Robotul a fost utilizat pentru a ridica piesele turnate din fontă, din matrițe și, apoi, a le depozita. Ulterior a primit denumirea de „*Unimate10*”.

În dezvoltarea tehnologiei și a științei roboților, un rol important a avut colaborarea dintre Joseph F. Engelberger, un pasionat de știință, absolvent al

Universității Columbia și activist în fizica nucleară, și George C. Devol, un om de știință cu importante invenții în automatizare. După ce s-au întâlnit la un cocktail, în a. 1956 s-au hotărât să colaboreze în crearea unui robot industrial. În a. 1962 Engelberger a fondat compania „UnimateInc”, care a devenit lider mondial în robotică. Datorită muncii sale, Engelberger este considerat „tatăl roboticii industriale”, iar în omagiul său, anual, se decernează premiul, care îi poartă numele pentru cea mai de succes companie din domeniul roboticii. „Prezenta invenție se referă la funcționarea automată a utilajelor, în special, a aparatului de manipulare și a aparatelor de control automate adecvate pentru astfel de utilaje”, extras din brevetul robotului „Unimate” obținut de Devol, care reprezintă fundamentul industriei moderne de robotică [253].

Ulterior au apărut o serie de cărți, în care erau descrise bazele roboticii, principiile de elaborare a roboților industriali cu diferite structuri cinematice și tipuri de acționări [254].

Din acel moment, tehnologiile de fabricare a roboților industriali s-au perfecționat continuu atât sub aspect hard cât și soft, ocupând noi și noi domenii de aplicații: de la industria High Tech (nano-fabricare, aerospațială) până la medicină computerizată; de la fabricarea pe centre de prelucrare CNC până la fabricarea prin printare 3D (Rapid Manufacturing). Utilizarea roboților industriali asigură obținerea unor beneficii importante sub aspectul productivității, siguranței în exploatare, cost și productivitate. Conform unui raport elaborat de HIS3 (o companie internațională de informații), în a. 2017 s-au vândut un număr de aproximativ 52000 de roboți industriali cu o valoare pe piață de 1,3 mlrd \$.

În a. 1969, un student de la Standford, pe nume Victor Scheinmann a creat un braț robotic, care era conectat și controlat de la computer (fig. 3.96, a). Acest braț a servit cercetărilor în cadrul Universității mai bine de 20 de ani. Un alt proiect al celor de la Stanford a fost „The Stanford Cart”, un proiect susținut de NASA, FSN, DARPA, care consta într-un robot mobil, echipat video, care putea scana împrejurimile acestuia (fig. 3.96, b). Singura problemă era că se mișca încet, parcurgând cam un metru în 10-15 minute.

Dezvoltat în anii '60 și '70 la Universitatea din Edinburgh din Scoția, „Freddy II” a fost un braț robot dotat cu clești adaptivi, o cameră foto și o tehnologie inteligentă de recunoaștere a imaginii. Trecând peste o masă ca o macara cu arcadă, Freddy a reușit să construiască o barcă și o mașină model din blocuri de lemn. Procesul a durat 16 ore pentru a fi finalizat, dar servește ca un prim exemplu de mișcare agilă a unui robot [255].

În anii 1970, compania germană „KUKAII” a construit primul robot industrial

din lume, cu mișcări pe 6 (șase) axe comandate electromecanic, cunoscut sub denumirea „*FAMULUS*” (fig. 3.96, c). După mai mult de 40 de ani după robotul „*FAMULUS*” compania „*KUKA*” rămâne unul din lideri în domeniul roboților industriali [256]. Brațul robotic „*SCARA12*” (Selective Compliance Assembly Robot Arm) a fost creat în a.1978, ca braț robotic cu 4 axe. S-a dovedit a fi deosebit de eficient pentru apucarea reperelor și mutarea lor în altă locație, fiind introdus pe linia de asamblare în a. 1981 [253]. Conștientizând că cercetarea și educația trebuie să reprezinte două domenii strategice, de mare importanță, pentru orice societate modernă responsabilă compania „*KUKA Group 22*” pornește de la conceptul „*Viitorul învățării începe astăzi*”. Obiectivul „*KUKA*” este de a-și păstra rolul conducător în inovație și tehnologie. Precizia și flexibilitatea ridicate ale produselor „*KUKA*” au permis ca aceste produse să fie alocate unei game foarte largi de activități specifice cercetării, și, în special, în domeniul roboticii. „*KUKA Roboter*” intenționează să ofere cercetătorilor, profesorilor și cursanților produsele de care au nevoie în munca lor, pentru ca astfel, aceștia să-și dezvolte propriile aplicații [257].

„*Baxter13*” este un robot industrial nou construit la compania „*Rethink Robotics*”, utilizat din septembrie 2012 (fig. 3.96, d). Este diferit de ceilalți roboți industriali prin aceea că poate învăța. Nu este nevoie de programare pentru ca robotul să execute operațiile. Un operator / muncitor îl poate învăța cum să desfășoare o activitate, mutându-i mâna cu mișcarea respectivă. Este interesant, provocator și cu beneficii din ce în ce mai mari – în special pentru aplicațiile industriale [258].

O gamă largă de roboți industriali produce compania japoneză „*FANUC*” [259], care deține cele mai automatizate linii de producție din domeniu (fig. 3.96, e). Include, de asemenea, 12 centre de cercetare și dezvoltare. Fiind cea mai rezistentă mașină de ridicat din gamă, acest model este ideal pentru sarcini utile mai grele. Protecția îmbunătățită pentru operațiile, care implică spații înguste sau risc de încurcare a cablurilor, este oferită de designul său inteligent cu articulație tubulară.

O altă clasă de roboți industriali, care au o autonomie spațială mult mai largă decât cei staționari, sunt roboții mobili cu roți. Lider în domeniu este firma germană „*KUKA*”, care a creat o gamă largă de roboți mobili cu roți pentru diverse destinații industriale. Robotul „*KMR QUANTEC*” este o nouă dimensiune în robotică [260] (fig. 3.96, f). Funcționează cu cea mai mare precizie, folosind ultimele realizări în domeniu. Se deplasează la poziția exactă necesară printr-o platformă „*KUKA omniMove*”. Poate fi echipat cu orice robot „*KR QUANTEC*”.

Robotul „*Curiosity*”, care are o greutate de o tonă și i-a costat pe cercetătorii de la NASA 2,5 miliarde de dolari, a aterizat pe suprafața planetei Marte (fig. 3.96, g). El este cel mai mare și mai bine echipat robot, care a fost trimis până acum pe o altă planetă [261]. Cu ajutorul datelor, pe care le-a strâns „*Curiosity*”, cercetătorii speră să înțeleagă mai bine Planeta Roșie și să determine dacă aceasta a fost capabilă să susțină viața. Robotul a fost lansat pe data de 26 noiembrie 2011, de la baza spațială „*Cape Canaveral*” aflată în Florida, și a avut ca punct de aterizare craterul Gale.

Un alt robot spațial „*Oportunity*” trimis pe Marte, calculat să reziste doar 90 de zile, robotul a întrecut toate așteptările: a atins performanța de a petrece peste 5000 de zile pe planeta Marte.

O altă clasă de roboți mobili, care se pot deplasa pe terenuri accidentate, sunt roboții pășitori. Robotul patruped „*BigDog*”, realizat de compania „*Boston Dynamics*”, este cel mai avansat robot patruped realizat până acum [262] (fig. 3.96, h). Poate merge cu ușurință pe teren accidentat și își păstrează echilibrul chiar și atunci când alunecă pe gheață sau este împins. Robotul este controlat de un computer prin intermediul mai multor servomotoare, a unui motor pe gazolină, senzori și cu ajutorul unui sistem hidraulic, ce pun în mișcare cele 4 picioare. Este dotat cu un giroscop laser și un sistem video stereo. „*BigDog*” măsoară 1 metru lungime, 70 cm înălțime și cântărește 75 kg. Robotul poate atinge o viteză de 1,7 m / sec, poate urca pante de 35 de grade și poate căra 150 de kg în spate.

În anii 1980, companiile din industria constructoare de automobile au făcut investiții masive la companiile din domeniul roboticii, cu toate că, nu întotdeauna, acestea și-au atins scopul. „*General Motors Corporation*” a cheltuit mai mult de 40 mlrd \$ pe tehnologii, dar, din păcate, o mare parte a investiției s-a dovedit a fi un eșec. În a. 1988, roboții de la fabrica „*Hamtramck Michigan*” au „cedat”, adică au spart geamurile și s-au vopsit unul pe altul. Din păcate, introducerea prematură a roboților în industrie a creat instabilitate financiară. Anul 2010 a indus o accelerare a cererii pentru roboții industriali, datorită dezvoltării continue inovative și îmbunătățirii performanțelor roboților. Până în a. 2014 s-a înregistrat o creștere cu 29% a vânzărilor la nivel mondial. Deoarece în ultimii ani roboții au devenit tot mai performanți, s-a dezvoltat un sistem de operare pe computer pentru aceștia. „*Robot Operating System*”, ROS, reprezintă un set de programe „*open-source*” dezvoltat la Universitatea din Stanford, Institutul de Tehnologie din Massachusetts și Universitatea Tehnică din Munhen. Sistemul permite variante avansate de software pentru programarea mișcărilor robotului, nivel ridicat de comandă și control, procesare cu acuratețe a imaginilor, evitarea obstacolelor, se obțin date

despre lungimea și mișcările brațului robotic date, care sunt apoi procesate prin algoritmi complexi, de înalt nivel (neurosofic, logic, fuzzy etc.).

Perspectivile implementării pe scară largă a roboților industriali în diferite domenii sunt mari. Prezența cea mai mare a roboților industriali este, desigur, în industria auto. Spre exemplu, în industria auto din Japonia, Italia sau Germania, există un robot la fiecare zece lucrători. Statisticile arată că cei mai mulți roboți industriali în uz sunt în Japonia. La nivelul anului 2004, în Japonia, pentru fiecare grup de 10000 de angajați, existau 320 de roboți, în timp ce în Germania erau 148, în Italia 114, în Suedia 99, și între 80 și 50 în țări ca Spania, Statele Unite ale Americii, Franța, Finlanda sau Danemarca.

Europa se pregătește pentru momentul 2050 când lumea va trebui să producă o cantitate cel puțin dublă de mâncare pentru a-și hrăni oamenii. Are un proiect de 3,5 miliarde de euro pentru cercetarea în agricultură, din care în jur de 4 milioane de euro se vor aloca dezvoltării unor roboți [263] (fig. 3.96, i).

În industria pelucrătoare, roboții au devenit parte integrantă a sistemelor flexibile de fabricare (FMS). Acestea reprezintă un sistem flexibil, în care există un grad ridicat de flexibilitate ce permite sistemului să reacționeze la schimbări previzibile sau imprevizibile. Ei asigură prinderea / desprinderea rapidă a pieselor, poziționarea la postul de lucru, deplasarea de la un echipament CNC la altul, etc. În ultimul timp se vorbește mult despre așa numita „*Industrie 4.0*” [264] (fig. 3.96, j).

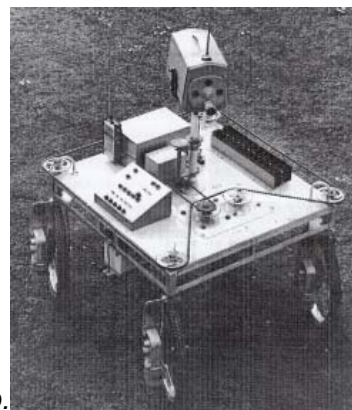
Conceptul „*Industrie 4.0*”, promovat la început de Ministerul Cercetării și de Ministerul pentru Afaceri Economice din Germania, a devenit în scurt timp sinonim cu viitorul industriei. În esență, „*Industrie 4.0*” se referă la fabrici, care și-au digitizat tehnologiile, astfel încât instalațiile și echipamentele pot comunica între ele prin intermediul internetului. Aceste tehnologii includ rețele, sisteme de control, roboți, imprimante 3D și vehicule autonome. În centrul acestei revoluții este comunicarea „*mașină – mașină*”, care permite un grad fără precedent de automatizare și independență operațională.

Coboții schimbă lumea. Cu vânzări globale estimate a atinge 12 miliarde de dolari, roboții colaborativi (coboții) vor reprezenta în curând principalul motor de creștere al pieței soluțiilor de automatizare, pe măsură ce din ce în ce mai multe companii de toate dimensiunile, dintr-un spectru larg de sectoare industriale, adoptă această tehnologie. Din a. 2008, când compania „*Universal Robots*” din Danemarca a vândut primul său model comercial de robot, compania s-a dezvoltat exponențial de la un an la altul, comercializând peste 17000 de brațe robotice în întreaga lume. Piața coboților se dezvoltă nu numai grație faptului că aceștia au costuri reduse și sunt ușor de instalat și de operat, ci și deoarece ei oferă o serie de beneficii cheie.



a.

Braț robotic, 1969.



b.

Robotul mobil „Stanford Cart”.



c.

Robotul industrial „FAMULUS,”
1973.

d.

Robotul „Baxter”,
2013.

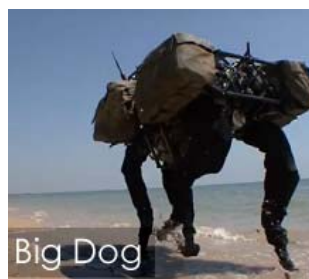
e.

Robotul „FANUC”,
2014.

f.

Robotul „KUKA KMR
QUANTEC”, 2015.

g.

Robotul „Curiosity”
(NASA), 2011

h.

Robot pășitor „BigDog”,
2004.

i.

Robot agricol.



j.

Celulă de „Industrie 4.0”.

Fig. 3.96. Roboți industriali.

Instalarea unui cobot în punctele critice ale procesului de producție poate astfel diminua acest risc de natură umană, poate duce la optimizarea gradului de utilizare a materialelor și la evitarea unor costisitoare rechemări de produse. Motivele principale, care stau la baza dorinței de a implementa o soluție de automatizare, sunt nevoia de a reduce costurile (54%) și creșterea producției (44%).

Productivitate. Conform studiilor, colaborarea dintre operator și robot crește productivitatea cu 85% peste nivelul, care s-ar înregistra dacă aceștia ar lucra independent. Iar această creștere a productivității poate fi atinsă aproape din prima zi. Având 15 funcții de securitate încorporate, un cobot UR poate fi instalat și pus să lucreze în siguranță alături de oameni pentru a crește producția (în funcție de evaluarea de risc), într-un interval mediu de timp de doar o jumătate de zi.

Beneficii pentru angajați. Fiind concepuți pentru a îndeplini sarcini monotone, repetitive și oboșitoare, roboții îmbunătățesc mediul de lucru pentru angajați, reducând expunerea acestora la afecțiuni musculoscheletale și la potențialele pericole legate de locul de muncă. La rândul său, aceasta echivalează cu mai puține zile de muncă pierdute pentru companie și o reducere a timpilor morți de până la 85%.

Profitabilitate. Roboții pot fi reprogramați simplu și rapid să treacă de la o operațiune la alta în cadrul unui proces de producție, reducând astfel semnificativ timpul de întrerupere a producției și îmbunătățind în ansamblu rata profitabilității. De exemplu, „Atria”, companie suedeză din sectorul alimentară, a reușit să reducă de la 6 ore la 20 de minute întreruperile din producție determinate de trecerea de la ambalarea unui produs la altul. Roboții asigură, de asemenea, precizia și acuratețea, necesare pentru manipularea materialelor fragile sau complexe, pentru a menține constantă calitatea produselor în condițiile creșterii volumului producției. Un alt exemplu este „Aurolab”, producător indian de lentile intraoculare și de alte consumabile de uz oftalmologic, care a reușit să crească producția cu 15% după ce a instalat roboți UR în unitățile sale de producție.

Reducerea ratei erorilor și a pierderilor. Precizia și acuratețea roboților determină o reducere notabilă a erorilor umane și a pierderilor de materiale în procesul de producție. Erorile umane sunt posibile chiar și în cazul acelor sarcini simple și repetitive. Instalarea unui cobot în punctele critice ale procesului de producție poate astfel diminua acest risc de natură umană, poate duce la optimizarea gradului de utilizare a materialelor și la evitarea unor costisitoare rechemări de produse.

De remarcat faptul că, atunci când trebuie să se lucreze în „clean room / camera curată”, în care accesul operatorului uman este strict, robotul reprezintă mijlocul corect de operare.

3.4.4.2. Roboți umanoizi (androizi)



Roboții umanoizi (automationii) sunt cunoscuți încă din antichitate. Prima utilizare practică a oamenilor mecanici cu control automat datează din sec. III î.Hr. De exemplu, pe farul din insula Faros un om mecanic arăta întotdeauna cu mâna spre soare. Oamenii mecanici a creat savantul și inventatorul arab Al-Jazari (1136-1206).

Un desen de robot umanoid a fost realizat de Leonardo da Vinci (apr. 1495). Mai mulți roboți umanoizi (automationii) sunt prezentați în fig. 3.92, 3.93, 3.95, a, f-t). Dar acești roboți umanoizi (automationii) sunt din era primitivă comparativ cu cei care deja sunt creați recent sau vor fi creați în viitorul apropiat.

Începutul de mileniu trei poate fi considerat era nouă a roboticii. Să prezentăm doar unele dintre multiplele realizări ale actorilor principali în domeniu. În a. 2000 Compania niponă Honda Motor Co., Ltd vine cu primul robot umanoid din familia ASIMO care a „călătorit în jurul lumii” [265] (fig. 3.97, a). Un robot umanoid biped ASIMO, dezvoltat recent, le zicea pe data de 22 martie 2016 „*Bun venit*” călătorilor, care soseau pe aeroportul internațional Narita TOKYO, Japonia. Aceasta a fost o primă demonstrație în lume. În conformitate cu spiritul de „*a folosi tehnologia pentru a ajuta oamenii*”, pe care Honda l-a urmărit încă de la fondarea sa, compania a cercetat și dezvoltă roboți care pot coexista și ajuta oamenii.

Uniunea Europeană vine cu un prim robot umanoid autonom programabil „*Nao*”, dezvoltat de compania „*Aldebaran Robotics*”, o companie franceză de robotică cu sediul central la Paris, redenumită „*SoftBank Robotics*” [266] (fig. 3.97, b). Dezvoltarea robotului a început odată cu lansarea proiectului „*Nao*” în a. 2004. La 15 august 2007, „*Nao*” a înlocuit câinele robot „*Aibo Sony*” ca robot folosit în „*RoboCup Standard Platform League*” (SPL), o competiție internațională de fotbal robot. „*Nao*” a fost utilizat în „*RoboCup*” 2008 și 2009, iar „*NaoV3R*” a fost ales ca platformă pentru „*SPL la RoboCup*” 2010. Mai multe versiuni ale robotului au fost lansate din 2008. Roboții „*Nao*” au fost folosiți în scopuri de cercetare și educație în numeroase instituții academice din întreaga lume. Din a. 2015, peste 5000 de roboți „*Nao*”, sunt utilizați în mai mult de 50 de țări.

NASA a anunțat dezvoltarea unui nou robot umanoid „*Valkyrie*”, care ar putea lucra în zone, unde prezența umană este practic imposibilă [267] (fig. 3.97, c). *Valkyrie* este dotat cu zeci de senzori și camere video, care îi permit controlul și explorarea oricărui mediu, în care este trimis în misiune. Robotul va fi destinat

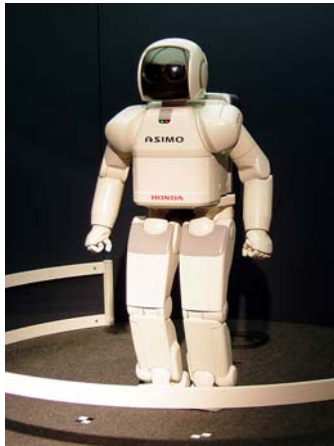
misiunilor în zone cu potențial de explozie, în cele puternic poluate și, probabil, în cele de explorare a planetei Marte.

Institutul Coreean de Tehnologie Industrială (KITECH) de la Universitatea de Științe și Tehnologie din Coreea de Sud a cercetat și dezvoltat robotul „*EveR-1*”, un model de comunicare interpersonală android capabil să emuleze expresia emoțională umană prin „*musculatura*” facială și capabil de conversații rudimentare, având un vocabular de aproximativ 400 de cuvinte [268] (fig. 3.97, *d*). A fost demonstrat public pe 4 mai 2003 în hotelul „*Kyoyuk MunHwa HoeKwan*” din Seul. Are 160 cm înălțime și cântărește 50 kg, potrivit cifrei medii a unei coreene din anii treizeci. Numele „*EveR-1*” derivă din Eva biblică, plus litera *R* pentru robot. Puterea avansată de procesare calculatorului robotului „*EveR-1*” permite recunoașterea vorbirii și sinteza vocală, procesând în același timp sincronizarea buzelor și recunoașterea vizuală prin camere de micro-CCD de 90 de grade cu tehnologie de recunoaștere a feței. Un microcip independent în interiorul creierului ei artificial gestionează expresia gesturilor, coordonarea corpului și expresia emoțiilor. Întregul corp este alcătuit din silicon de jelu sintetic extrem de avansat și cu 60 de articulații artificiale la nivelul feței, gâtului și corpului inferior; ea este capabilă să demonstreze expresii faciale realiste și să cânte în timp ce dansează simultan.

Compania „*Boston Dynamics*” a prezentat recent „*cel mai dinamic umanoid*”, un robot în stare să alerge cu viteza medie a omului, o provocare greu de învins până acum.

Androidul cu chip simpatic, care se strâmbă când i se vorbește, realizat către sfârșitul anilor ‘90, este însă „*un copil mic*” pe lângă androizii „*Albert Hubo*”, „*Joey Chaos*” sau mai recentul „*Jules*” al lui David Hanson, elaborat în a. 2006 mult mai realist grație mai ales pielii sintetice, care îi conferă expresivitate și naturalețe [269] (fig. 3.97, *e*). Profesorul Breazeal C. de la *Universitatea MIT* a ținut atunci să-l pună în gardă pe Hanson: prin cercetările lui, el se aventurează într-un teritoriu necunoscut, în Valea Absurdului, concept prezentat într-un articol din a. 1970 de către specialistul japonez în robotică Masahiro Mori: implicarea emoțională a omului sporește odată cu creșterea asemănării dintre robot și om. Însă atunci când asemănarea devine și mai izbitoare, omul încetează să mai simtă simpatie față de android, care începe să-l sperie. Este momentul, în care Omul intră în Valea Absurdului, dincolo de care se află necunoscutul. Omul ar putea să urască androizii, care îi vor semăna până la identitate.

Un alt robot umanoid dezvoltat de compania „*Hanson Robotics*” după modelul actriței Audrey Hepburn este robotul Sophia [270] (fig. 3.97, *f*). Conform



a. Robotul „ASIMO”,
2000.



b. Robotul „Nao”, Franța,
2004.



c. Robotul „Valkyrie”,
NASA, SUA.



d. Robotul „EveR”,
Coreia de Sud, 2003.



e. Androidul „Jules”,
Hanson, 2006.



f. Robotul „Sophia”, 2017.

Fig. 3.97. Roboți umanoizi.

producătorului David Hanson, Sophia are inteligență artificială, prelucrare vizuală a datelor și recunoaștere facială. Sophia imită, de asemenea, gesturile și expresiile faciale umane și este capabilă să răspundă la anumite întrebări și să poarte simple conversații pe subiecte predefinite (de exemplu, despre vreme). Robotul se folosește de tehnologia de recunoaștere a vocii dezvoltată din Alphabet Inc. (compania-mamă a Google) și este proiectată pentru a deveni mai inteligentă de-a lungul timpului. Programul de inteligență artificială analizează conversațiile și extrage date, care permite o îmbunătățire a răspunsurilor în viitor. În premieră mondială Sophia a primit cetățenia saudită în a. 2017 la un târg de investiții în tehnologie din capitala Arabiei Saudite [271]. „Vreau să trăiesc și să muncesc alături de oameni, așa că am nevoie să-mi exprim emoțiile ca să-i înțeleg pe oameni și să le câștig încrederea”, a spus atunci robotul. Întrebată dacă roboții pot

avea conștiință și să știe că sunt roboți, Sophia a răspuns: „De unde știi că tu ești om?”. O bancă i-a dat un card. Un magazin o folosește într-o emisiune de gătit.

Deja s-a ajuns la o situație cu diverse provocări de ordin tehnologic, dar și etic. Orice tehnologie poate fi folosită atât în scopuri benefice, cât și malefice. Din păcate omenii se vor folosi de roboți atât pentru a se salva reciproc de la boli cu potențial letal, din situații primejdioase sau din orice altfel de dificultate, cât și pentru a se nimici între ei. Avem experiența amară din ultimii 100 de ani. Să ne axăm însă pe prima latură, cea benefică. În acest sens viitorul ne rezervă ample spații pentru modele productive ce vor dăruia omului mai mult timp liber – timp ce ar trebui investit cu înțelepciune în a studia și a învăța cât mai mult cu ajutorul instrumentelor tehnologice și a roboților ce-i vor sta la dispoziție. Tehnologiile, fie ele mai simple sau super-sofisticate, ne vor ușura viața, plasând pe umerii roboților greutatea unor sarcini obositoare, dar nu vor garanta o relație net îmbunătățită a omului cu semenii lor sau cu activitățile. pe care aceștia le desfășoară în mod regulat.

Noul val de invenții, pornind de la automobilul autonom și continuând cu diferite alte proiecte de roboți dotați cu inteligență artificială, ar putea avea însă și un impact negativ asupra numărului locurilor de muncă disponibile pentru om. Roboții vor înlocui cât de curând, nu numai lucrătorii ce desfășoară activități standard, ci și funcționarii de la ghișee, putând atrage astfel un val de concedieri masive și, ca urmare a acestora, o serie de tulburări sociale fără precedent ca în era mașinismului de la începutul secolului al XIX-lea.

Dar și aspectul malefic probabil nu trebuie neglijat. Nu sunt de neglijat nici situațiile descrise în romanele fantastice. Mai în glumă mai în serios, expertul în robotică Daniel H. Wilson de la Institutul de Robotică din cadrul Universității Carnegie Mellon, a luat în calcul chestiunea unei posibile ofensive din partea roboților. Ca urmare D. H. Wilson a elaborat, un soi de ghid de supraviețuire, publicat sub denumirea „Cum să supraviețuiești unei răscoale a roboților (sfaturi despre autoapărarea împotriva rebeliunii ce se apropie)” [272].

3.4.4.3. Roboți casnici



Astăzi, într-o formă ceva mai prietenoasă, oamenii de știință muncesc din greu pentru a aduce aceste creații artificiale la viață. În Japonia, spre exemplu, mici roboți catifelați le aplică o mult apreciată terapie afectiva celor bătrâni, în timp ce copiii se bucură de jucării robotizate, care le zâmbesc sau de îngrijitoare-robot la grădiniță, iar adulții apreciază la teatru performanțele roboților actori. Acestea nu sunt ficțiuni. Cu cativa ani în urmă, și-au făcut intrarea în lume primii androizi-femei, replici perfect capabile să pălăvrăgească și să-și exprime emoțiile prin mișcările corpului și ale feței. La ora actuală tehnologia propune sute de roboți capabili să facă orice activitate umană. Au tot fost creați roboți foarte specializați: roboți-chelner; robot-majordom; robot-bucătar specializat în clătite sau un hamal, care să transporte în aeroport bagajele grele... Dar tot mai interesează un „robot de casă”, un roboțel umanoid ca să locuiască împreună cu noi și să ne ajute la treburile de zi cu zi, să devină tovarășul nostru de viață.

Un robot nu poate fi numit umanoid doar pentru faptul că arată ca un om (femeie provocatoare, cercetător științific, muzicant ș.a.). Trebuie să fie capabil să reproducă orice activitate tipic umană, chiar și pe cele mai banale, cum ar fi spălarea vaselor, servitul ș.a. Robotul „HRP-2 Monty”, majordomul deocamdată imperfect, poate servi cafeaua [273] (fig. 3.98, a). Roboți, care îți aduc mâncarea la pat, îți spun povești, îți păzesc casa și execută orice comandă cu maximă atenție și fără să crâcnească. Ei, roboții viitorului, îți cer doar o priză de curent liberă. Trebuie să ne împrietenim cu ei, pentru că vor fi noii conlocuitori ai planetei. Să facem cunoștință cu câțiva dine ei.

„Actroid” este roboțică-umanoid construită în a. 2003 de compania japoneză NEDO. Înțelege și vorbește fluent patru limbi: chineză, coreeană, engleză și japoneză. Are înălțimea de 1,65 m și e programată să lucreze ca funcționar la birourile de informații, activitate demonstrată în a. 2005 la standul NEDO al Expoziției Mondiale din Aichi, Japonia [274] (fig. 3.98, b).

„Armar” a fost creat de un colectiv de cercetători de la Universitatea din Karlsruhe, Germania. Având brațele de 65 cm fiecare cu multe grade de libertate te ajută la toate treburile din bucatarie. Gătește, spală vase și face orice altceva i-ai cere. Deocamdată e doar un prototip, dar în câțiva ani ar putea deveni un „casnic” indispensabil [275] (fig. 3.98, c).

Robotul „Nao” [266] (fig. 3.97, b) este primul robot umanoid construit de francezi. Are 50 cm înălțime, citește e-mail-urile și îți păzește casa când ești plecat. Are și talente atletice, participând la Cupa Roboților (RoboCup) din Atlanta.

„*Alsok*” a fost creat de compania japoneză cu același nume și e un adevărat sistem de securitate pe roți. Are 90 kg, supraveghează imobile sau centre comerciale cu camera lui video. Când detectează un intrus, îl „pictează”, împușcându-l cu o bilă cu vopsea, în același timp alertându-și stăpânii. Poate fi închiriat cu 2200 euro pe lună [276] (fig. 3.98, *d*).

„*HRP-2*” (Humanoid Robotics Project 2) a fost creat de compania japoneză „*Kawada Industries*”, are 1,54 m, 58 kg. și viteză de 2 km/h. Poate fi programat să-i ajute pe oameni în construcții, lucrând cot la cot cu aceștia [277] (fig. 3.98, *e*).

Dotat cu un sistem de recunoaștere a vocii, cu capacitatea de a vorbi și de a se exprima prin gesturi, robotul umanoid american „*PKD ANDROID*”, dezvoltat în a. 2011 de compania „*Hanson Robotics* și „*VPRO*” (Danemarca), este replica lui Philip K. Dick, mare autor de *SF* decedat în a.1982. Dick a „*prorocit*” într-una dintre nuvelele sale ca androizii vor prinde viață [278] (fig. 3.98, *f*).

Robotul militar „*Packbot EOD*” s-a înrolat în Irak și se ocupă cu dezactivarea minelor. Este comandat de la distanță și a fost creat din materiale extrem de rezistente, astfel că nu se dezintegrează în urma exploziilor. Alți roboți s-au adaptat la viața militară, fiind simple mașini, care îi ajută pe soldați în situații extreme. De pildă, o platformă rotativă montată într-o mașină de teren permite instalarea unei arme automate controlabile de la distanță [279] (fig. 3.98, *g*).

Și, în încheierea compartimentului de roboți casnici, se prezintă cea mai recentă robo-creație japoneză de acest gen, destinată să acționeze ca însoțitor permanent al omului, în propria lui casă. Se numește *Kompa* și este o agreabilă „*ajutoare casnică*”, foarte simpatică prin înfățișarea ei de „*robotică*”, cu ochi mari și un fel de „*coc*” în creștet (cocul e de fapt un webcam). Dotată cu capacități de recunoaștere a chipului, capabilă să răspundă la comenzi vocale și să interacționeze cu omul, vorbind ea însăși cu o voce feminină plăcută, *Kompa* e utilă nu numai prin faptul că ține evidența întâlnirilor programate și reînnoiește lista de cumpărături, ci și prin simpla ei prezență [280] (fig. 3.98, *h*).

Un domeniu deosebit de interesant pentru roboți sunt intervențiile chirurgicale realizate de brațe robotice capabile de mișcări neînchipuit de fine. În sala de operație nu trebuie să existe nervi, ezitări sau tremurat de mâini. De aceea, americanii au adus într-o clinică un robot-chirurg. Are trei brațe, care se mișcă cu o precizie uluitoare. Desigur, robotul este asistat de o echipă umană, care îi monitorizează fiecare mutare. Datorită terminațiilor mult mai reduse ale brațelor mărimea inciziilor este mică, la fel ca și sângerarea pacientului [281] (fig. 3.98, *i*).

Într-o lume dominată de tehnologii, Japonia vine cu o noutate. O companie din statul nipon a anunțat că va începe vânzarea roboților umanoizi pentru uz personal. Aceștia vor putea fi utilizați ca bone, infirmieri, personal medical pentru situații de urgență și chiar însoțitori pentru petreceri [282].



a. Robotul „HRP-2”,
2002.



b. „Actroid NEDO”,
2003.



c. „Armar”, Germania, 2005.



d. Robotul „ALSOK”,
Japonia, 2011.



e. Robotul
„HRP-2”,
Japonia, 1998.



f. Robotul umanoid american „PKD
ANDROID”, 2011.



g. Robotul militar
„Packbot EOD”, SUA,
2016.



h. Robotul
„Kompa”, Japonia.



i. Robot chirurg, SUA.

Fig. 3.98. Roboți casnici.

3.4.4.4. Robotica: cercetare multi-disciplinară

Robotica este domeniul cel mai dinamic, dezvoltându-se vertiginos în paralel cu tehnologiile informaționale. Din lista de 10 tehnologii, care ar putea influența profund societatea, alcătuită de Bill Gates, două sunt din domeniul roboticii:

- *Dexteritatea mâinilor robotice – mâinile robotice pot învăța să manipuleze obiecte, cu care nu sunt familiare cu ajutorul inteligenței artificiale (dodecaedru cu acțiune rotativă);*
- *Asistenți digitali, care vor putea vorbi într-un mod natural.*

Robotica este un domeniu pluridisciplinar. Pe lângă mecatronică (mecanică +electronica+informatică) apar tot mai multe discipline precum Bionica, Biotronica, Nanorobotica, Neurocibernetica ș.a. Toate aceste discipline vor revoluționa domeniul roboticii în acest secol.

Construcția unui robot cere cunoștințe din domenii foarte diferite. Pentru a îndeplini chiar o misiune foarte simplă, este nevoie de cunoștințe pluridisciplinare. În linii mari, robotica poate fi divizată în trei domenii: *percepție, cogniție și acțiune*. Această divizare e naturală: un robot trebuie în general să „*simtă*”, pentru a primi informații despre mediul înconjurător. Informațiile în sine însă nu folosesc la nimic: robotul trebuie să „*înțeleagă*” ce se petrece, să construiască planuri, să evalueze situații, etc. Aceasta este partea de cogniție. Un robot ar fi inutil dacă nu ar putea să *facă* ceva: să se deplaseze, să transforme în mod intenționat mediul înconjurător, să exploreze, într-un cuvânt, să acționeze. În anumite cazuri putem elimina cogniția, obținând fie ceea ce se numește *teleoperare* (operare de la distanță), în care caz nu există decizie la nivelul robotului, fie celebri roboți lucrători la linii de asamblare.

Să analizăm deci fiecare domeniu în parte.

Percepție. Percepția include practic tot ceea ce ține de senzorii, prin care „*creierul*” robotului primește informații despre mediul, în care operează. Este similar creierului uman, care primește informații din exterior prin intermediul senzorilor (simțurilor vizual, auditiv, olfactiv, gustativ și tactil). Diversitatea senzorilor este practic nelimitată: un robot poate înregistra imagini, măsura distanțe, accelerații, câmpuri magnetice, orientări, poziții geografice, viteze, etc., folosind camere de filmat, laseri, sonare, radare ș.a. senzori.

Cogniție. Similar creierului uman „*creierul*” roboților are nevoie de o putere extraordinară de calcul pentru a procesa informațiile venite de la senzori și elabora decizia. Aici intră în joc „*creierul*” robotului. Prin analogie cu funcțiunea principală a creierului uman această activitate a robotului poate fi numită

„cogniție”, bazată pe trei tipuri de activitate „cognitivă”: *învățare, planificare și control.*

Învățare. Învățarea poate avea aspecte extrem de variate, de la memorare pur mecanică până la acțiuni „*inteligente*”.

Planificare. Funcția principală a unui robot este *planificarea*. Robotului i se specifică doar scopul, care trebuie atins, iar el trebuie să analizeze multiple mișcări, care conduc la realizarea optimă a acestui scop. Planificarea se poate face la diferite nivele și poate fi extrem de sofisticată dacă avem de-a face cu un mediu în schimbare și în care avem constrângeri dinamice importante.

Control. Una dintre problemele binecunoscute este cea a algoritmilor de control. Teoria controlului dezvoltă algoritmi, care să permită roboților să se deplaseze în mod stabil. Algoritmii de control cunosc doar unii din parametrii sistemului, pe ceilalți îi pot observa din chiar comportarea robotului. Algoritmii observă permanent deviația de la traiectoria ideală stabilită de planificator și generează comenzi de corecție. Algoritmii de control iau în calcul aspectele dinamice când coordonează mișcarea.

Acțiune. Pentru executarea comenzilor robotul are nevoie de acțiuni. Roboții pot folosi cele mai diverse mijloace de acționare (electromecanice, hidraulice, pneumatice, piezoelectrice, ultrasonice ș.a.), care asigură atât diverse acțiuni de execuție cât și de locomoție (pentru roboții mobili); de la roboți umanoizi bipezi, animoizi multipezi, până la șerpi și alte târâtoare.

Cercetarea roboților. Cercetarea în robotică, în general, nu se canalizează spre anumite sarcini industriale ci pe investigarea noilor tipuri de roboți, moduri alternative de a crea roboți și noi metode de a-i construi. O inovație nouă particulară în realizarea roboților este alcătuită din proiectele de roboți cu sursă deschisă. Pentru a descrie nivelul avansării unui robot poate fi folosit termenul „*Generația de roboți*”. Acest termen a fost folosit pentru prima oară de către profesorul Hans Moravec, pionier în cercetarea roboților mobili și cercetător principal la Institutul de Robotica de la Universitatea Carnegie Mellon pentru a descrie evoluția viitoare a tehnologiei roboților.

Prima generație de roboți, așa cum a prezis Moravec în a. 1997, sunt „*roboți universali*” capabili, în general, să ruleze programe, aplicații pentru multe treburi casnice simple. Ar trebui să aibă capacitatea intelectuală comparabilă probabil cu al unei șopârle (sau altei reptile mici similare) și să devină disponibile în a. 2010. Conform predicțiilor lui Moravec, în a. 2015 roboții utilitari vor găzdui programe pentru câteva sarcini.

Pentru că *prima generație* de roboți ar fi, totuși, incapabilă să învețe, profesorul Moravec prezice că *a doua generație* de roboți ar fi o îmbunătățire a primei și ar deveni disponibilă în a. 2020 cu o inteligență probabil comparabilă cu a unui șoarece. Competențele roboților vor deveni comparabile cu ale mamiferelor mai mari. În deceniile ce vor urma primilor roboți universali va apărea o a doua generație cu capacitate cerebrală și abilități cognitive asemănătoare cu ale mamiferelor. Ei vor avea un mecanism de învățare condiționată și vor naviga printre căi alternative în programele lor aplicate pe baza experienței trecute.

A treia generație de roboți (aproximativ anii 2030) ar trebui să aibă inteligența comparabilă cu a primatelor mici și să mențină modele fizice, culturale și psihologice ale lumii lor pentru a repeta și a optimiza mental sarcinile înainte de a le executa fizic.

A patra generație, roboți asemănători cu oamenii cu inteligență umană vor abstractiza și raționa de la modelul lumii. Moravec nu prezice așa ceva înainte de aa. 2040 sau 2050.

A doua inovație nouă particulară este *Robotica evoluționară*. Într-un mod similar evoluției naturale, unei mari populații de roboți îi este îngăduit să intre într-o formă de competiție, sau abilitatea lor de a îndeplini o sarcină este măsurată, folosind o funcție potrivită. Aceia, care se comportă cel mai rău, sunt îndepărtați din cadrul populației și înlocuiți de un nou grup cu comportamente noi bazate pe acelea ale învingătorilor. De-a lungul timpului populația roboților se îmbunătățește și, într-un târziu, un robot satisfăcător ar putea să apară. Conform lui Hans Moravec, creațiile noastre robotice evoluează similar evoluției vieții pe Terra, doar că la viteză foarte mare. Conform calculelor lui, la mijlocul secolului orice sarcină umană, fizică sau intelectuală, va fi pe posibilitățile roboților. Dacă Moravec are dreptate în predicțiile lui, nu va trece mult până ce roboții vor avea gândire. Cu avansul zilnic din comunitatea roboticii, s-ar putea întâmpla chiar mai repede. Vor putea să „gândească” autonom și inteligența și capacitățile roboților vor egala (și foarte probabil vor întrece rapid) orice capacitate umană. Aici apare întrebarea: ce se va întâmpla atunci când roboții vor deveni superiori creatorilor lor? Filmele științifico-fantastice au „studiat” problema de ceva timp prin intermediul unor povești diferite și foarte variate: populara „*preluare a roboților*” sau evoluția oamenilor în roboți avansați, combinând organicul cu anorganicul sau chiar scăpând de țesuturile biologice și devenind în întregime roboți anorganici dar păstrându-și entitățile. Această idee pare foarte îndepărtată, dar oricare ar fi varianta de viitor, ne așteaptă schimbări. Până acum calculatoarele organice au avut supremația absolută pe această planetă, dar asta e pe cale să se schimbe.

Să facem o scurtă analiză statistică comparativă a țărilor lideri în domeniul roboților, indicatorul fiind numărul de roboți la 10000 de muncitori (fig. 3.99). Obținem un tablou deloc surprinzător: Coreea de Sud, Germania și Japonia - adică țări bogate - se află în vârful ierarhiei.

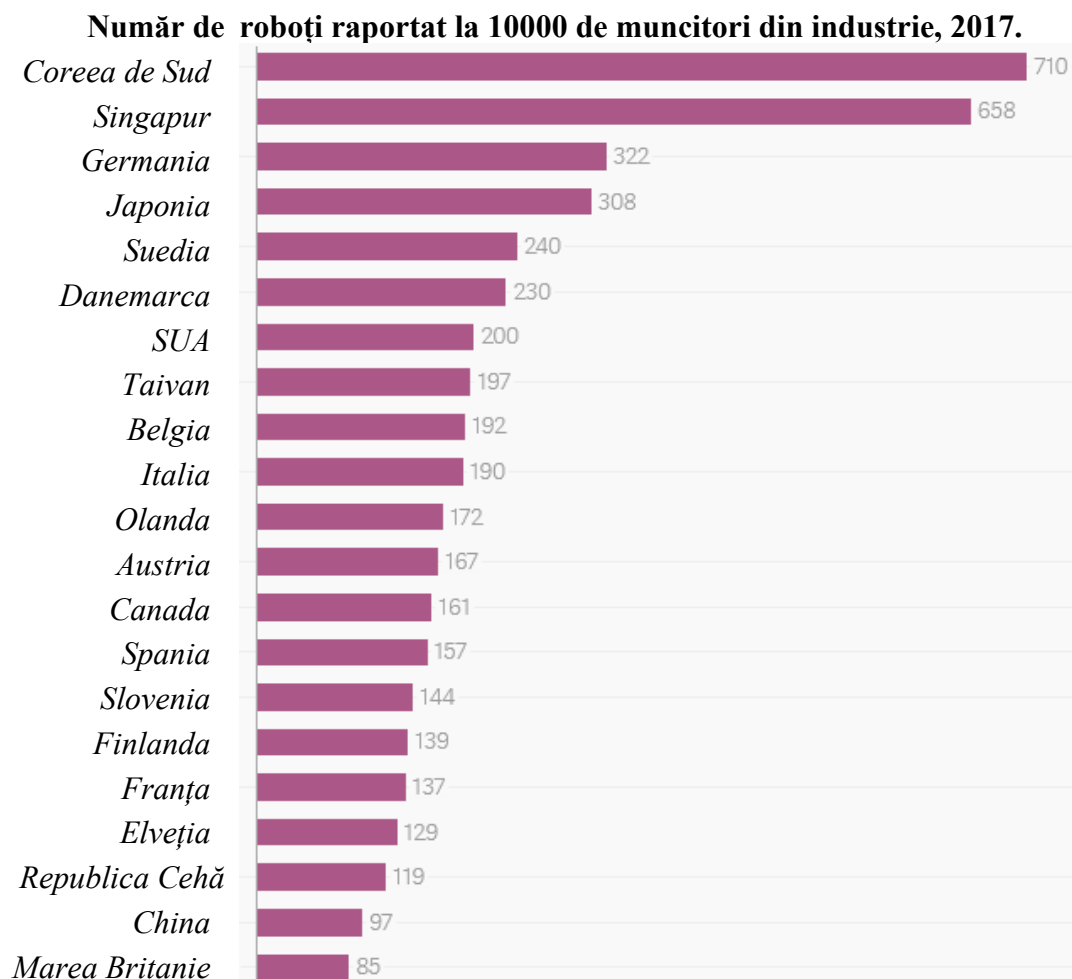


Fig. 3.99.

Scurtă istorie cronologică a roboților

250 î.Hr. – 50 d.Hr. Descrierile a mai mult de 100 de mașinării și automate, inclusiv a unui motor de foc, motor de vânt, motor pe bază de abur, apar în cartea „*Pneumatica și Automata*” de Heron din Alexandria. Inventatori: Ctesibius, Philo din Bizanț, Heron din Alexandria și alții.

1206. Inventatorul arab Al-Jazari a descris o trupă formată din automate umanoide care, conform lui Charles B. Fowler, au efectuat „*peste cincizeci de acțiuni faciale și corporale în timpul fiecărei selecții muzicale*”. Al-Jazari a creat,

de asemenea, automate de spălare a mâinilor cu servitori umanoizi automați, „*Ceasul castelului*” programabil, alte automate.

1495. Leonardo da Vinci proiectează un automat umanoid, care arăta ca un cavaler în armură, cunoscut sub numele de robotul lui Leonardo.

1738. Jacques de Vaucanson construiește robotul „*Cântărețul cu flaut*”, o figură la dimensiunea naturală a unui cioban, care putea cânta douăsprezece cântece la flaut și „*Cântărețul la toabă*”, care cânta la flaut și la o toba sau o tamburină.

1774. Pierre Jaquet-Droz și fiul său, Henri-Louis, au creat „*Proiectatorul*”, „*Musicienne*” și „*Scriitorul*”, o figură a unui băiat, care putea scrie mesaje de până la 40 de caractere.

Anii 1800. Inventatorul Tanaka Hisashige inventează jucăriile mecanice japoneze care serveau ceai, trăgeau cu arcul și pictau „*Jucării Karakuri*”.

1898. Nikola Tesla își demonstrează public tehnologia „*automat*”, controlând fără fir un model de barcă la Expoziția electrică desfășurată la Grădina „*Madison Square*” din New York.

1921. Scriitorul ceh Karel Čapek a introdus cuvântul „*robot*” în piesa sa R.U.R. (Roboții universali ai lui Rossum). Cuvântul „*robot*” provine de la cuvântul „*robotă*”, care înseamnă, în cehă și poloneză, „*forță de muncă*”.

1927. „*Mașină-umană*”, un robot umanoid feminin, numit și „*Parodie*”, „*Futura*”, „*Robotrix*” sau „*Impersonatorul Maria*” (interpretat de actrița germană Brigitte Helm). Este poate cel mai memorabil robot umanoid, care a apărut vreodată într-un film (în filmul *Metropolis* al lui Fritz Lang).

1928. Robotul electric „*Eric*” deschide o expoziție a Societății Inginerilor de la Royal Horticultural Hall din Londra și face înconjurul lumii.

1939. Robotul umanoid „*Elektro*” etalat la Târgul Mondial din a. 1939, elaborat de compania Westinghouse Electric Corporation.

1941-42. Isaac Asimov formulează cele trei legi ale roboticii, folosite în romanele sale fantastice cu roboți, propune pentru prima oară termenul de „*robotică*”.

1948. Norbert Wiener formulează principiile ciberneticii, baza roboticii practice.

1948. Roboți „*Elsie și Elmer*”, inventați de William Grey Walter, care au un comportament biologic.

1956. Primul robot comercial al companiei „*Unimation*” fondată de George Devol și Joseph Engelberg bazat pe brevetele lui Devol „*Unimate*”.

1961. Primul robot industrial non-umanoid, programat digital și programabil, „*Unimate*”, instalat pe o linie de asamblare „*General Motors*” pentru a ridica bucăți

fierbinți de metal dintr-o mașină de turnat și a le stiva. A fost creat de George Devol și construit de „Unimation”, prima companie de producție de roboți.

1967-72. Universitatea Waseda a inițiat proiectul „WABOT” în a. 1967, iar în a. 1972 a finalizat „WABOT-1”, primul robot inteligent umanoid în mărime naturală din lume. A fost primul android, capabil să meargă, să comunice cu o persoană în limba japoneză, să măsoare distanțele și direcțiile către obiecte, folosind receptori externi, și să prindă și să transporte obiecte cu mâinile.

1969. D. E. Whitney publică articolul său „Controlul vitezei de mișcare a manipulatorilor și protezelor umane”.

1970. Miomir Vukobratović a propus „Zero Moment Point”, un model teoretic pentru a explica locomoția bipedă.

1972. Miomir Vukobratović și asociații săi de la Institutul „Mihajlo Pupin” construiesc primul exoschelet antropomorf activ.

1972. Primul robot android umanoid, care putea vorbi și comunica cu oameni în limba japoneză.

1973. Primul robot industrial cu șase axe conduse electromagnetic „Famulus”, elaborat de compania „Kuka Robot Group”.

1975. Braț cu manipulare universală programabil, un produs „Unimation” „Puma”, inventat de Victor Scheinman, SUA.

1980. Marc Raibert a înființat MIT Leg Lab, care este dedicat studierii locomoției cu picioare și creării de roboți dinamici cu picioare.

1983. Robotul „Greenman” a fost dezvoltat de Centrul de Sisteme Spațiale și Navale din San Diego. Avea un controler exoschelet cu echivalență cinematică și corespondență spațială a torsului, brațelor și capului. Sistemul său de viziune consta din două camere video de 525 de raste, fiecare având un câmp de vedere de 35 de grade și monitoare pentru ochelari video montate în casca unui aviator.

1984. La Universitatea Waseda, este creat „Wabot-2”, un robot muzician umanoid capabil să comunice cu o persoană, să citească cu ochii săi o partitură muzicală normală și să cânte melodii de dificultate medie pe un organ electronic.

1985. Dezvoltat de compania „Hitachi Ltd”, „WHL-11” este un robot biped capabil să meargă static pe o suprafață plană cu viteza de 1 pas în 13 secunde, fiind capabil să se întoarcă.

1985. „WASUBOT” este un alt robot muzician de la Universitatea Waseda. A susținut un concert cu Orchestra Simfonică „NHK” la ceremonia de deschidere a expoziției internaționale de știință și tehnologie.

1986. Honda a elaborat șapte roboți bipezi, care au fost dezvoltați până la stadiul de model experimental. „E0” a fost executat în a. 1986, „E1”-„E3” - între aa. 1987

și 1991, iar „E4” – „E6”, între aa. 1991 și 1993.

1989. „Manny” a fost un robot antropomorfic la scară naturală, cu 42 de grade de libertate, dezvoltat la Laboratoarele Pacificului de Nord-Vest din Richland, Washington, pentru Armata SUA din Utah. Nu putea merge pe cont propriu, dar se putea târa și avea un sistem respirator artificial, care să simuleze respirația și transpirația.

1990. Tad McGeer a demonstrat că o structură mecanică bipedă cu genunchi ar putea merge pe o suprafață înclinată.

1993. Honda a dezvoltat până în a. 1997 o serie de roboți industriali de la „P1” (modelul prototip 1) până la „P3”, inclusiv androidul „ASIMO”, reprezentând o evoluție din seria E.

1995. Robotul „Hadaly” a fost dezvoltat la Universitatea Waseda pentru a studia comunicarea „om-robot” și are trei subsisteme: un subsistem „cap-ochi”, un sistem de control vocal pentru ascultare și vorbire în japoneză și un subsistem de control al mișcării de folosire a brațelor pentru a se îndrepta spre destinație.

1995. „Wabian” este un robot de mers biped de dimensiuni umane elaborat la Universitatea Waseda.

1996. „Saika”, un robot umanoid cu greutate ușoară, de dimensiuni umane și costuri reduse, a fost dezvoltat la Universitatea din Tokyo. „Saika” are un gât cu două articulații, brațe duble cu cinci articulații, un tors și un cap. Mai multe tipuri de mâini și antebrațe sunt în curs de dezvoltare.

1997. „Hadaly-2”, dezvoltat la Universitatea Waseda, este un robot umanoid, care realizează comunicare interactivă cu oamenii. Comunică nu numai informațional, ci și fizic.

2000. „Honda” creează cel de-al 11-lea robot umanoid bipedal, capabil să ruleze, „ASIMO”.

2001. „Sony” dezvoltă mici roboți umanoizi de divertisment, numiți „Sony Dream Robot” (SDR), redenumiți „Qrio” în a. 2003.

2001. „Fujitsu” a raportat primul său robot umanoid comercial numit „HOAP-1”. Succesorii săi „HOAP-2” și „HOAP-3” au fost anunțați în a. 2003 și, respectiv, în a. 2005. „HOAP” este proiectat pentru o gamă largă de aplicații pentru cercetare și dezvoltare a tehnologiilor robotizate.

2002. Este lansat robotul biped „HRP-2”, construit de Centrul de Știință și Tehnologie a Fabricării (MSTC) din Tokyo.

2003. „JOHNNIE” este un robot autonom de mers biped construit la Universitatea Tehnică din Munchen. Obiectivul principal a fost realizarea unei mașini de mers antropomorfe cu un mers dinamic, asemănător oamenilor.

2003. „*Actroid*”, un robot cu „*piele*” realistă din silicon, dezvoltat de Universitatea Osaka în colaborare cu „*Kokoro Company Ltd*”.

2004. „*Persia*”, primul robot umanoid iranian, a fost dezvoltat, folosind simularea realistă, de către cercetătorii *Universității de Tehnologie* din Isfahan.

2004. „*KHR-1*”, un robot umanoid biped programabil introdus în iunie 2004 de o companie japoneză „*Kondo Kagaku*”.

2005. „*PKD Android*”, un robot umanoid de conversație realizat în asemănare cu romancierul de ficțiune științifică Philip K Dick, dezvoltat ca o colaborare între „*Hanson Robotics, Institutul de Tehnologie „FedEx*” și Universitatea din Memphis.

2005. „*Wakamaru*”, un robot domestic japonez realizat de „*Mitsubishi Heavy Industries*”, destinat în primul rând să ofere companie persoanelor în vârstă și persoanelor cu dizabilități.

2005. Seria „*Geminoid*” este o serie de roboți umanoizi ultrarealisti sau „*Actroid*” dezvoltați de „*Hiroshi Ishiguro*” din ATR și Kokoro din Tokyo. Actroidul „*Geminoid HI-1*” a fost realizat cu imaginea sa. A urmat „*Geminoid-F*” în a. 2010 și „*Geminoid-DK*” în a. 2011.

2006. „*Nao*” este un mic robot umanoid programabil dezvoltat de compania „*Aldebaran Robotics*” din Franța. Este folosit pe scară largă de universitățile din întreaga lume ca platformă de cercetare și instrument educațional.

2006. „*RoboTurk*” este proiectat și implementat de Dr. Davut Akdas și Dr. Sabri Bicakci la Universitatea Balikesir din Turcia. Acest proiect de cercetare a fost sponsorizat de *Consiliul de Cercetare Științifică și Tehnologică din Turcia* (TUBITAK) în a. 2006. „*RoboTurk*” este succesorul roboților bipezi numiți „*Salford Lady*” și „*Gonzalez*” de la Universitatea din Salford din Marea Britanie. Este primul robot umanoid susținut de guvernul turc.

2006. „*REEM-A*” a fost primul robot umanoid biped european complet autonom, conceput pentru a juca șah cu mașina de șah „*Hydra Chess*”. Primul robot dezvoltat de „*PAL Robotics*” a fost folosit și ca platformă de mers, manipulare, vorbire și dezvoltare a viziunii.

2006. „*iCub*”, un robot umanoid biped de tip deschis pentru cercetarea cogniției.

2006. „*Mahru*”, un robot umanoid biped dezvoltat de *Institutul de Știință și Tehnologie* și „*Samsung Electronics*” din Coreea de Sud.

2007. „*TOPIO*”, un robot de ping pong dezvoltat de „*TOSY Robotics JSC*”.

2007. „*Twendy-One*”, un robot dezvoltat de Laboratorul „*Sugano*” al Universității WASEDA pentru servicii de asistență la domiciliu. Nu este biped, folosește un mecanism mobil omnidirecțional.

2008. „Justin”, un robot umanoid dezvoltat de „German Aerospace Center” (DLR).

2008. „KT-X”, primul robot umanoid internațional dezvoltat ca o colaborare între campionii „RoboCup” de cinci ori consecutivi, „Team Osaka” și „KumoTek Robotics”.

2008. „Nexi”, primul robot mobil, dexter și social, își face debutul public ca una dintre cele mai bune invenții ale revistei „TIME” din an. Robotul a fost construit printr-o colaborare între Grupul de roboți personali „MIT Media Lab”, „UMass Amherst” și „Robotica Meka”.

2008. A fost creat primul robot umanoid „Salvius” construit în Statele Unite. „REEM-B” - al doilea robot umanoid biped dezvoltat de „PAL Robotics”. Are capacitatea de a învăța în mod autonom mediul său, folosind diverși senzori, și poate duce 20% din greutatea proprie.

2008. Robotul „Surena” a fost prezentat la 13 decembrie 2008. Are o înălțime de 165 de centimetri și o greutate de 60 de kilograme și este capabil să vorbească conform textului predefinit. De asemenea, are capacitate de control și urmărire de la distanță.

2009. „HRP-4C”, un robot autohton japonez realizat de *Institutul Național de Științe și Tehnologie Industriale Avansate*, arată caracteristici umane pe lângă mersul bipedal.

2009. Primul robot umanoid de mers dinamic din Turcia, „SURALP”, este dezvoltat de *Universitatea Sabanci* în colaborare cu Tubitak.

2009. „Kobian”, un robot dezvoltat de Universitatea WASEDA, poate merge, vorbi și imita emoțiile.

2009. „DARwIn-OP”, un robot dezvoltat de „ROBOTIS” în colaborare cu „Virginia Tech”, Universitatea Purdue și Universitatea din Pennsylvania. Acest proiect a fost susținut și sponsorizat de NSF.

2010. NASA și „General Motors” au dezvoltat robotul spațial „Robonaut 2”, un robot umanoid foarte avansat. Acesta a făcut parte din echipa lui „Shuttle Discovery” la lansarea cu succes la 24 februarie 2011 și este primul robot spațial.

2010. Cercetătorii de la *Institutul Național de Știință și Tehnologii Industriale Avansate* din Japonia își demonstrează robotul umanoid „HRP-4C”, cântând și dansând alături de dansatori umani.

2010. În septembrie, *Institutul Național de Științe și Tehnologii Industriale Avansate* demonstrează, de asemenea, robotul umanoid „HRP-4”. „HRP-4” seamănă cu „HRP-4C” în unele privințe, dar este denumit „atletic” și nu este un ginoid.

2010. „REEM”, un robot de servicii umanoid cu o bază mobilă cu roți. Dezvoltat de „PAL Robotics”, poate efectua navigare autonomă în diverse împrejurimi și are capacități de recunoaștere a vocii și feței.

2011. Robotul „Auriga” a fost dezvoltat de Ali Özgün HIRLAK și Burak Özdemir în a. 2011 la Universitatea din Cukurova. „Auriga” este primul robot controlat pe creier, proiectat în Turcia. „Auriga” poate servi mâncare și medicamente persoanelor paralizate prin gândurile pacientului. Tehnologia „EEG” este adaptată pentru manipularea robotului.

2011. În noiembrie, „Honda” a prezentat a doua generație „Honda Asimo Robot”. Tot noul „Asimo” este prima versiune a robotului cu capacități semi-autonome.

2012. În aprilie, *Departamentul de Robotică Avansată* de la *Institutul de Tehnologie* din Italia a lansat prima versiune a robotului „COMAN”, proiectat pentru mersul și echilibrarea dinamică robustă pe teren accidentat.

2012. Grupul de sisteme inteligente autonome de la Universitatea din Bonn, Germania, introduce platforma deschisă „NimbRo-OP Humanoid TeenSize”.

2013. Primul robot umanoid japonez „Kirobo”, elaborat de compania „Toyota”, care a zburat în cosmos împreună cu primul cosmonaut japonez Koichi Wataka.

2013. Centrul Aerospațial German (DLR) prezintă robotul umanoid „TORO” (robot umanoid controlat prin moment de torsiune).

2013. În perioada 20–21 decembrie 2013, „DARPA Robotics Challenge” a clasat primii 16 roboți umanoizi, care au concurat pentru premiul în numerar de 2 milioane USD. Echipa de conducere, „SCHAFT”, cu 27 de puncte dintr-un scor posibil de 30 a fost cumpărată de Google. „PAL Robotics” lansează „REEM-C” primul robot biped umanoid dezvoltat ca platformă de cercetare în robotică 100% bazată pe ROS.

2013. „Poppy” este primul robot umanoid imprimat 3D. Inspirat bio, cu picioarele concepute pentru locomoția bipedă, măsoară 84 cm, cântărește 3,5 kg și găzduiește 25 de actuatori inteligente. Dezvoltat de *Institutul Național pentru Cercetări în Știința Calculatoarelor și Automatică*, Marsilia, Franța.

2014. „Manav” este primul robot umanoid imprimat 3D din India dezvoltat în laboratorul „A-SET Trening” și Institutul de Cercetări „Diwakar Vaish”.

2014. După achiziția companiei „Aldebaran”, „SoftBank Robotics” lansează robotul „Pepper” disponibil pentru toată lumea.

2014. „Nadine” este un robot social uman, proiectat la *Universitatea Tehnologică Nanyang*, Singapore și modelat după înfățișarea directorului său, profesoara Nadia Magnenat Thalmann. „Nadine” este un robot inteligent din punct

de vedere social, care întoarce felicitări, face contact ocular și își amintește toate conversațiile, pe care le-a avut.

2015. „*Sophia*” este un robot umanoid dezvoltat de „*Hanson Robotics*”, Hong Kong, și modelat după Audrey Hepburn. *Sophia*” are inteligență artificială, procesare vizuală a datelor și recunoaștere facială. Este primul robot din lume, care a primit cetățenia unui stat (Arabia Saudită).

2016. „*OceanOne*”, dezvoltat de o echipă de la Universitatea Stanford, condusă de profesorul de informatică Oussama Khatib, își finalizează prima misiune, scufundându-se pentru comori într-un naufragiu de pe coasta Franței, la o adâncime de 100 de metri. Robotul este controlat de la distanță, are senzori haptici în mâinile sale și capacități de inteligență artificială.

2017. „*PAL Robotics*” lansează robotul „*TALOS*”, un robot umanoid complet electric, cu senzori de cuplu în comun și tehnologie de comunicare „*EtherCAT*”, care poate manipula până la 6 kg sarcină utilă în fiecare dispozitiv de prindere.

2019. Primul robot umanoid rusesc „*Skybot F850 Fiodor*” este trimis în spațiul cosmic.

3.4.5. Inteligență artificială

„Odată creată, inteligența artificială se va dezvolta singură și reconcepte într-un ritm accelerat”
(Stephen Hawking).

3.4.5.1. Scurt istoric



Despre inteligență artificială se știa încă din antichitate, când oamenii îi înzestrau pe zei cu calități superioare celor umane. În mitologia greacă, de exemplu, se vorbește despre creațiile mecanice ale zeului Hefaistos. În folclorul evreu, golemii sunt ființe antropomorfe animate, create din lut. În mitologia dacică Zamolxe este înzestrat cu calități de zeu, iar statuetele feminine din lut – cu puterea divină de reproducere, recreație. Câtă divinitate au transpus strămoșii noștri în cunoscuta „*Pereche gânditoare*”. Chiar și monstrul doctorului Frankenstein, personajul principal al povestirii lui Mary Shelley, face referire la ideea de inteligență artificială, creată de om.

Totuși primele realizări au apărut mult mai târziu, doar la începutul secolului al XIX-lea când Joseph Jacquard a construit primul model de război de țesut automat. Sistemul repeta singur un model, urmărind perforațiile executate pe cartele de hârtie. Începând cu a. 1822, inspirat de Joseph Jacquard, matematicianul englez Charles Babbage a schițat primele idei pentru construirea unui „*motor analitic*”, în care a încorporat un bloc de memorare, care consta din perforații în cartelă și care putea stoca datele. Acesta a fost un început în elaborarea creierului artificial al roboților.

Istoria inteligenței artificiale așa cum este ea percepută în ziua de astăzi – tehnologie, care gândește ca un om – începe, însă, în a doua parte a secolului al XX-lea. Odată cu inventarea computerului digital programabil „*ENIAC*” în a. 1946, ideea construcției unei minți artificiale, electronice, a prins tot mai mult contur.

În a. 1950, matematicianul și criptograful britanic Alan Turing a abordat, în lucrarea științifică de referință „*Computing Machinery and Intelligence*”, ideea conform căreia mașinile ar putea gândi. Șase ani mai târziu, în a. 1956, trei ingineri americani (Ray Solomonoff, Marvin Minsky, și John McCarthy), ajutați de Fundația „*Rockefeller*”, au dezbătut, într-un seminar organizat la Colegiul Dartmouth, implicațiile sintagmei „*intelență artificială*”. În a. 1959 John McCarthy și Marvin Minsky au pus bazele unui laborator de cercetare în domeniul la *Institutul de Tehnologie din Massachusetts* (MIT).

În a. 1962, la un an după ce Henrich Ernst a construit un braț mecanic operat prin computer, denumit „*MH-1*”, constructorii de automobile de la General Motors au introdus în fabrici brațul automat „*Unimate*”. În a. 1963, John McCarthy, specialist în computere, pune bazele *Laboratorului de inteligență artificială* în cadrul Universității Stanford. Trei ani mai târziu s-a anunțat construirea primului robot mobil cunoscut până atunci, denumit sugestiv Shakey (Tremurici). Dotat cu o cameră de televiziune, cu un vizor triangular și senzori de atingere, Shakey era programat să-și planifice singur acțiunile. În același an, universitatea competitoră cu Stanford, MIT, a conceput și construit programul „*ELIZA*”, un fel de computer-psihiatru, care-și chestiona pacienții și le manipula răspunsurile cu ajutorul unui set de reguli prestabilite. Creat de Joseph Weizenbaum, sistemul putea să poarte o conversație, deși „*ELIZA*” nu înțelegea decât anumite cuvinte, nu și contextele, în care acestea erau puse. În a. 1969, un student la Inginerie Mecanică a construit „*brațul automatizat Stanford*”, capabil să assembleze părți mici ale unui sistem, folosindu-se de senzori. Designul conceput de Victor Scheinman a fost ulterior folosit ca model pentru următorii roboți industriali.

La începutul anilor ‘70, cercetarea *IA* a intrat într-un con de umbră. Asta s-a întâmplat, în principal, din cauza faptului că cercetătorii au realizat limitele tehnologice ale vremurilor respective. Oamenii de știință erau convinși că se apropie momentul când creierele electronice vor fi asemenea celui uman, că vor fi necesari doar 20 de ani. Decepția a fost imensă: calculatoarele din a. 1975 se aflau încă într-un stadiu primitiv. Un al doilea val entuziast a plecat din Japonia în a. 1985, care s-a izbit din nou de complexitatea creierului uman. Aceste perioade pline de decepție au fost descrise drept „*ierni ale inteligenței artificiale*”.

Din a. 1995 au reînceput finanțările *IA* datorită unor progrese substanțiale, în special, în domeniul tehnologiilor informaționale și performanțelor calculatoarelor.

3.4.5.2. Ce este inteligența artificială?

Definiția dicționarului prevede că *IA* este „*inteligența demonstrată de mașini, spre deosebire de inteligența naturală (IN) afișată de oameni și de alte animale*”. În știința calculatoarelor, cercetarea *IA* este definită ca studiul „*agenților inteligenți*”: orice dispozitiv, care percepe mediul său și ia acțiuni care maximizează șansa de a-și atinge cu succes obiectivele. În mod profesional termenul de „*inteligență artificială*” se aplică atunci când o mașină imită funcțiile „*cognitive*”, pe care oamenii le asociază cu ale minții umane, cum ar fi „*învățarea*” și „*rezolvarea problemelor*”.

Inteligența Artificială (IA) este capacitatea mașinilor sau a computerelor de a îndeplini atribuții și sarcini asociate în mod obișnuit cu inteligența umană. Definiția cea mai des acceptată a *Inteligenței Artificiale* a fost dată în a. 1955, de omul de știință John McCarthy: „*Este vorba despre inteligență artificială atunci când o mașină se comportă într-un mod, care ar putea fi considerat inteligent, dacă ar fi vorba de un om*”.

Termenul *Inteligență Artificială* a apărut în a. 1966, în industria computerizată. Rolul acestora era de a maximiza indicatorii de performanță. Acest lucru ni se întâmplă în fiecare zi în acest început de mileniu: telefoanele mobile țin minte pentru noi zilele de naștere ale celor dragi; emailul ne anunță când avem întâlniri; mașina ne semnalizează prin senzori că trebuie s-o realimentăm cu combustibil și ține minte canalele radio, care ne plac.

Inteligența artificială este arta de a crea mașini capabile să îndeplinească funcții, care ar necesita inteligență, dacă ar fi îndeplinite de oameni. Un robot cu inteligență artificială puternică poate învăța continuu, acest proces fiind numit „*deep learning*” (tradus din engleză „*învățare continuă*”), este conștient de sine, poate reproduce emoțiile umane și poate învăța precum un copil, prin interacțiune socială și fizică [284].

Abilitățile inteligente umane de bază, pe care trebuie să le dovedească un sistem *IA* (un computer sau un robot coordonat de un computer), sunt:

- *capacitatea de a raționa;*
- *abilitatea de a descoperi sensul într-o situație dată;*
- *abilitatea de a generaliza, plecând de la un caz particular;*
- *capacitatea de a învăța din experiențe anterioare.*

Pe lângă cele enumerate alte câteva comportamente asociate cu inteligența umană sunt importante: *planificarea, rezolvarea problemelor, percepția, manipularea* și – poate una dintre direcțiile cele mai evidente, spre care se îndreaptă *Inteligența Artificială – inteligența socială și creativitatea*.

În știința Inteligenței Artificiale este cunoscut *testul Turing*, elaborat în a. 1950 de savantul britanic Alan Turing, în încercarea de a testa capacitatea unei mașini de a arăta un comportament inteligent, care să nu poată fi deosebit de cel uman. Testul, numit și Jocul Imitației chiar de către Turing, avea trei participanți: doi oameni și o mașină, aflați în încăperi diferite. „*Juriul*” ia decizia în urma răspunsurilor, pe care le primește la o serie de întrebări scrise, răspunsuri în baza cărora trebuie să decidă, care dintre interlocutori este om și care este mașină. Dacă mașina are aceleași șanse să fie declarată „om” în baza răspunsurilor sale cu o precizie, care se apropie de 50%, înseamnă că a trecut testul. Mai recent testul a fost modificat, astfel încât „*juriul*” are un singur interlocutor și trebuie să hotărască, în baza răspunsurilor sale, dacă este o persoană sau un computer.

Cum funcționează Inteligența Artificială. În sensul larg al cuvântului IA este orice tehnologie proiectată să imite, într-un fel sau altul, acțiunile Omului. Tehnologia IA disponibilă astăzi nu poate să copieze creierul uman și să-l transforme într-un cip de computer. În schimb, partea așa-zis „umană” se referă la experiența, pe care o percepe utilizatorul: aceasta trebuie să fie cât mai asemănătoare cu interacțiunea dintre doi oameni. În acest sens, sistemele de IA, în mare parte, sunt similare funcționării creierului uman: trebuie să învețe, să se adapteze la condițiile din jur. Asta se face la fel ca în cazul oamenilor: prin asimilarea de informații, procesarea lor și păstrarea lor pentru a fi folosite în alte situații similare.

Clasificarea inteligenței artificiale. În funcție de modul în care acționează sau reacționează la factori externi, *Inteligența Artificială* se împarte în două tipuri de bază: IA „puternică”, ce poate avea un comportament inteligent, poate fi conștientă de sine, poate simți și raționa, existentă deocamdată doar sub aspect teoretic; și IA „slabă sau îngustă”, care poate construi sisteme autonome, algoritmi capabili să rezolve anumite probleme tehnice, simulând inteligența. Asistenții virtuali cum ar fi „*Siri*” de la „*Apple*” sau „*Alexa*” de la „*Amazon*” intră în această categorie, la fel și sistemele automate de șofat sau programele, care fac recomandări de produse în funcție de căutările tale online sau de ultimele achiziții, pe care le-ai făcut. Toate aceste sisteme pot să învețe cum să ducă la îndeplinire doar anumite sarcini.

Pentru a înțelege mai ușor modul, în care funcționează acest tip de inteligență artificială, se prezintă câteva dintre modurile, în care este folosită:

- *interpretarea imaginilor video filmate de drone;*
- *organizarea și păstrarea la zi a agendei de lucru;*
- *să răspundă la întrebări de bază ale potențialilor clienți;*

- să facă rezervări online;
- să descopere și să marcheze conținut explicit în mediul online (fie că e vorba despre fotografii, video sau text).

Lista este mult mai lungă, însă un lucru este comun în toate cazurile: sarcinile, pe care trebuie să le execute acest sistem de IA, au o rază restrânsă de acțiune.

Specialiștii nu sunt siguri că până în a. 2050 se va reuși realizarea „IA puternice”, însă „IA slabă” poate deja realiza multe sarcini mai bine decât creierul uman. În lucrarea [284] Eric Brynjolfsson și Andrew McAfee au arătat în ce măsură IA „slabă” revoluționează economia mondială atunci când fuzionează cu roboții. IA „slabă” este spectaculoasă: automobilul autonom Google conduce mult mai bine decât orice om; până în a. 2030 chirurgii roboți vor opera mai bine decât orice chirurg om.

Scopul oamenilor de știință, programatorilor și inginerilor, care lucrează la dezvoltarea inteligenței artificiale, este de a crea IA puternică, care ar depăși performanțele oamenilor la aproape orice sarcină cognitivă. Sună puțin amenințător, nu? Cum învață un sistem IA? Pe lângă *Inteligența Artificială* programată, există alte trei metode prin care un sistem IA poate să învețe lucruri noi.

Învățarea mecanică (Machine Learning). Învățarea mecanică este o parte importantă a *Inteligenței Artificiale*. În acest caz computerele primesc o cantitate uriașă de date, pe care le procesează, le analizează, din care învață și în baza cărora „ia decizii”, fără să aibă nevoie de programare specială. Exemplu: asistenții virtuali, care pot înțelege comenzile vocale.

Învățarea profundă (Deep Learning). Este o metodă de învățare mecanică mult mai aprofundată, prin intermediul căreia computerele învață să realizeze acțiuni mai apropiate de cele umane: să învețe din experiență. Învățarea profundă este tehnologia-cheie din spatele manipulatorilor industriali, al autoturismelor autonome ce le permite să identifice un semn de STOP sau să facă diferența dintre un pieton sau un stâlp de iluminat. Învățarea profundă permite unui computer să învețe direct din sunet, text și imagine.

Rețelele neurale. Rețelele neurale sunt nucleul *Inteligenței Artificiale* și sunt esențiale pentru învățarea mecanică. Acestea sunt rețele interconectate de algoritmi, inspirate de rețelele neurale biologice, existente în creierul uman. Aceste rețele fac schimb de date și pot fi programate pentru a îndeplini anumite sarcini într-un mod complex, care încearcă să imite gândirea omenească. Aceste sisteme învață să îndeplinească obiective și procese, analizând exemplele pe care le primesc din afară, de obicei fără să fie programate să ducă la bun sfârșit o sarcină anume.

Aplicații pentru Inteligența Artificială. Inteligența Artificială este acum peste tot, a intrat în viața noastră cotidiană. Există în magazinele online și e folosită ca să facă recomandări pentru optimizarea cumpărăturilor. Este unul dintre motoarele inteligente din spatele unor platforme cum ar fi „Siri” și „Alexa”. IA analizează și recunoaște cine sau ce apare într-o fotografie, detectează spamul sau fraudele cu carduri bancare.

Pe lângă toate aceste utilizări, iată câteva dintre cele mai importante aplicații pentru IA, unele dintre ele fiind deja comune în tehnologia de astăzi:

- *în medicină;*
- *în industria militară;*
- *în finanțe;*
- *în educație;*
- *recunoaștere facială;*
- *recunoaștere vocală;*
- *manipulare foto și video;*
- *creativitate artificială (scriere, compoziție muzicală etc.);*
- *procesarea limbajului natural;*
- *recunoașterea scrisului de mână;*
- *data mining;*
- *realitatea virtuală;*
- *procesarea imaginilor.*

3.4.5.3. Inteligența artificială – un viitor promițător sau începutul sfârșitului?

„Între timp, inteligența artificială nu va sta pe loc. Pe măsură ce oamenii vor cere tot mai multe mașinării inteligente, Inteligența Artificială se va dezvolta, ajungând la un punct, în care roboții se vor trezi și vor insista pe faptul că au dreptul să existe și să trăiască liber”.

(David Hanson)

Viitorul promițător al IA. Astăzi s-a ajuns la o situație când aproape că nu mai putem să ne imaginăm lumea fără prezența acestor dispozitive menite să ne faciliteze, de la cele mai simple la cele mai sofisticate, sarcini.

Dacă în a. 1956 transumanismul și *inteligenta artificială* păreau o utopie futuristă, un stadiu al dezvoltării considerat a fi aproape imposibil de atins, astăzi se pare că realitatea este pe cale să depășească ficțiunea. Mașinile devin din ce în ce mai capabile. Robotizarea se realizează încet, dar sigur. Transumanismul a fost descris de către un opozant ca „cea mai periculoasă idee din lume”, în timp ce un susținător contreează spunând că este „mișcarea ce esențializează cele mai îndrăznețe, curajoase, imaginative și idealiste aspirații ale umanității”. La 19 aprilie 2015, robotul umanoid „Sophia” a uimit întreaga lume, fiind activat pentru prima dată. „Vreau să-mi folosesc inteligența artificială ca să-i ajut pe oameni să trăiască mai bine, cum ar fi să gândesc locuințe mai inteligente, să construiesc orașe mai bune”, a spus robotul „Sophia”.

Creatorul robotului „Sophia” David Hanson avertizează că inteligența artificială se va dezvolta, iar roboții se vor trezi! „Între timp, inteligența artificială nu va sta pe loc. Pe măsură ce oamenii vor cere tot mai multe mașinării inteligente, Inteligența Artificială se va dezvolta, ajungând la un punct, în care roboții se vor trezi și vor insista pe faptul că au dreptul să existe și să trăiască liber”. Hanson se așteaptă ca roboții să depășească „aproape tot ce au făcut oamenii” până în a. 2035.

Inteligența Artificială a intrat, sub mai multe forme, în viața noastră de zi cu zi. În ziua de astăzi, perspectiva generală asupra IA este că mașinile inteligente și conștiente sunt pe cale să devină o realitate. Sistemele IA existente înțeleg comenzi verbale, pot distinge imagini, ne conduc autoturismele și au rezultate mai bune la jocuri, așa că e o chestiune de timp până când vom putea avea o discuție aprinsă cu un robot.

Rolul pe care îl vor avea în viitor sistemele IA și aplicațiile, în care vor fi utilizate, nu poate decât să evolueze de la un an la altul. *Inteligența artificială* este cel mai important domeniu în acest moment. Mari giganți TI ai lumii - Google, Facebook, IBM, Amazon, Microsoft, Apple, Intel Baidu și Alibaba, au alocat bugete

impresionante pentru cercetare și dezvoltare în domeniul IA. Interesul în IA nu este deloc unul efemer. Investiția începe să dea roade, având în vedere spectrul larg de aplicații care transformă multe industrii, printre care transportul, sănătatea și aplicarea legii.

Silențioși, eficienți și prompti în a ne da o mână de ajutor acolo unde e nevoie, roboții câștiga tot mai mult teren în peisajul vieții noastre cotidiene, chiar dacă prezența lor nu capătă neapărat o înfățișare asemănătoare ființei umane. Impactul tehnologiilor futuriste și al inteligenței artificiale asupra locurilor de muncă ale viitorului împarte specialiștii în două tabere: cea a experților ce susțin că roboții vor constitui o resursă deosebit de prețioasă pentru om și cea a scepticilor, care manifestă îngrijorare în legătură cu posibilitatea ca aceștia să reducă pericolul de mult numărul locurilor de muncă disponibile pentru om.

Potrivit oamenilor de știință, roboții vor penetra în absolut toate domeniile de activitate ale omenirii în viitorul apropiat, mai cu seamă în sectorul medical, al transporturilor, logisticii, serviciilor pentru consumatori și întreținerii ambiențelor de orice fel. Dacă acest aspect nu constituie tocmai o surpriză, aceiași experți susțin teoria potrivit căreia pregătirea școlară și universitară contemporană nu sunt în măsură să asigure omului o soluție viabilă pentru ca acesta să se adapteze și să facă față cu succes provocărilor și schimbărilor spectaculoase, pe care i le rezervă următoarele decenii. Transformările, care se întrevăd la orizont, ar putea constitui o ocazie deosebită pentru a reevalua anumite competențe și abilități, dar și pentru a reflecta serios asupra conceptului de muncă, așa cum este el perceput de om în prezent. Există însă calități, pe care numai omul le deține și cu care niciun robot, oricât de sofisticat ar fi el, nu va putea să intre în competiție. Entuziasmul, cu care omul inventează, elaborează proiecte și produce ceva nou, este de nestăvilit, iar dinamicile evoluției tehnologice viitoare nu va face decât să-i stimuleze și mai mult elanul creator, lansându-l într-un univers cu potențial uriaș pentru explorare și cunoaștere. „*Computerele sunt imbatabile atunci când este vorba despre calcule, dar logica este numai unul din aspectele ce țin de mintea umană. Atunci când e nevoie de intuiție, creativitate, sensibilitate și comunicare, omul nu are concurență*” subliniază Cella Parce, ex CEO al California Virtual University (SUA).

S-au schimbat și concepțiile dezvoltării în continuare a domeniului: reinventarea rapidă a designului unui procesor este mai greu de realizat, atunci când unui program de tipul *AlphaGo* i se pot aduce în permanență îmbunătățiri. Marile aplicații informatice, precum *Google*, *Facebook* și *Amazon*, au apărut în urma cercetărilor din domeniul IA. Există însă limite în crearea unei IA analogică celei umane. Totuși psihologul Howard Gardner identifică câteva tipuri de

intelență, care nu ar putea fi atribuite unor obiecte, unor animale: intelență muzicală, intelență intra- sau interpersonală, intelență naturalistă, intelență existențială.

Cu toate acestea IA obține noi și noi victorii în fața creierului uman. În a.1997 calculatorul Deep Blue, creat de IBM, îl învinge pe campionul mondial la șah Garry Kasparov [285]. În a. 2011 sistemul expert Watson câștigă înfruntarea cu oamenii la concursul „Jeopardy!”, iar în a. 2015 realizează în câteva minute analize în domeniul tratamentului cancerului, care le-ar fi luat medicilor câteva zeci de ani.

Alibaba și Microsoft creează programe de *intelență artificială*, care au obținut rezultate mai bune decât oamenii la testele de citire și înțelegere a unor texte. Experimentele de la Universitatea Standford au reprezentat un nou salt în dezvoltarea IA. „Este pentru prima oară când o masina reușește să întrecă un om la un astfel de test”, a informat compania „Alibaba” [286].

O nouă premieră în lumea științifică a avut loc în a. 2019: un robot umanoid dotat cu *intelență artificială* a avut propria expoziție de artă la Universitatea din Oxford [287]. Lucrările au fost realizate independent, folosind o mână robotică și o camera încorporată. Robotul „Ai-Da” este considerat primul capabil să deseneze persoane reale doar cu ajutorul observației și folosind un creion. Expoziția „Ai-Dei”, numită „Unsecured Futures” (fig. 3.100), a conținut o selecție a lucrărilor realizate de robot cu ajutorul proceselor de *intelență artificială* și algoritmilor dezvoltați în cadrul Universității. Operele includ desene, picturi, sculpturi și artă vizuală și explorează limitele dintre *intelența artificială*, tehnologie și formele de

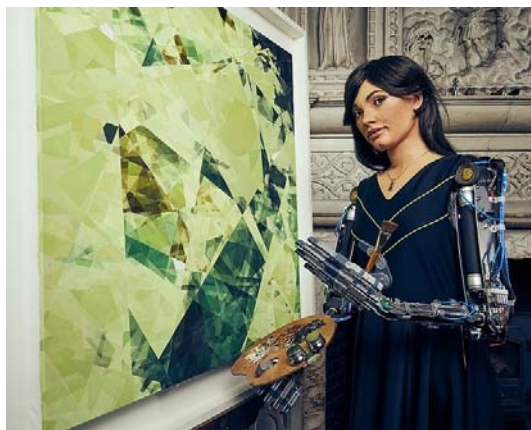


Fig. 3.100. Robotul Pictor „Ai-Da”.

viață organică. „Ca pionieri ai unei noi mișcări de artă prin intelența artificială, suntem încântați să v-o prezentăm pe „Ai-Da”, primul artist robot umanoid autorul propriei sale forme de artă”, a declarat Aidan Meller, „creierul” din spatele proiectului și proprietarul galeriei în care vor fi expuse creațiile.

„Ross”, primul robot-avocat din lume, creat de IBM, specializat în procedura de faliment al întreprinderilor, a fost angajat de o companie americană de profil.

Prestigiosul cabinet de avocatură *BakerHostetler*, înființat în a. 1916 și care are peste 50 de juristi, este cel care l-a angajat pe Ross, primul robot-avocat din

lume, informează publicația „*Atlantico.fr*”, preluată de „*News.ro*” [288]. Această formă de *intelență artificială* va lucra pentru cazurile de faliment al companiilor. Potrivit CEO-ului și cofondatorului firmei „*Ross Intelligence*”, Andrew Arruda, care a realizat proiectul, și alte companii, au semnat contracte de licență cu acest robot și urmează să anunțe aceste colaborări în viitorul apropiat. Robotul „*Ross*” a fost dezvoltat cu ajutorul lui Watson, celebrul super-computer IBM, care a fost deja utilizat în domeniul medical și a câștigat o ediție specială a celebrului joc televizat american „*Jeopardy*”.

Băncile din Franța încep să delege o parte din activitatea angajaților săi către sisteme de *intelență artificială*. Aceste sisteme pot comunica cu clienții și se pot adapta rapid la nevoile acestora. Un contract în acest sens a fost semnat între Credit Mutuel și grupul american IBM, relatează cotidianul francez „*Les Echos*” [289].

Victoria din martie 2016 a programului *AlphaGo*, o IA dezvoltată de compania „*DeepMind*”, filială Google, asupra sud-coreeanului Lee Sedol a reprezentat o etapă crucială în evoluția inteligenței nonbiologice. Specialiștii nu se așteptau la aceasta [290]. Inteligența artificială doboară record după record. Dacă recent omul a fost învins la șah, rezolvarea cubului Rubik de un robot, iată că nici la un joc străvechi, „*de cand lumea*”. Go, nu mai suntem campioni.

Este absolut evident că inteligența artificială se dezvoltă vertiginos și nu mai poate fi stopată. Misiunea factorilor de decizie, posesori ai acestor tehnologii, este ca aceste realizări să nu fie folosite împotriva Omului sau, cel puțin, să fie reduse la minimum. Iar în această goană sunt implicați granzii lumii, care au puterea de decizie.

Candidatul numărul unu la o astfel de supremație este China. Drept argument sunt succesele ei fenomenale din ultimul timp în toate domeniile. China și-a propus să dezvolte o industrie națională a IA în valoare de 150 de miliarde de dolari în următorii ani. „*Dar, credeți-mă, chinezii chiar sunt buni în acest domeniu. (...) Și vor folosi aceste tehnologii atât în scopuri comerciale, cât și pentru obiective militare, cu toate implicațiile posibile... Prin urmare, dacă aveți vreo prejudecată sau vreo preocupare că sistemul lor, că învățământul din China nu vor produce oamenii de care vă spun, vă înșelați. Ar trebui să fim nebuni să îi tratăm ca pe cetățeni de categoria a doua*”, a avertizat Eric Schmidt, președintele Consiliului Consultativ pentru Inovare al Pentagonului.

Și Rusia face eforturi și cheltuieli colosale pentru a nu rămâne prea mult în urmă (de lider nici nu poate fi vorba!) de trenul rapid pe nume „*Inteligență Artificială*” care a luat viteză. Într-un discurs adresat elevilor cu ocazia începerii anului școlar în Rusia, Putin a afirmat că dezvoltarea inteligenței artificiale ridică deopotrivă „*oportunități și amenințări colosale, care sunt greu de prezis acum. Cel*

care va deveni lider în această sferă va conduce lumea (nu în zadar poartă un prenume predestinat: Vladimir-vladei mirom (a stăpâni lumea)” a spus V. Putin [291]. Președintele Rusiei, Vladimir Putin, a aprobat recent o strategie națională pentru dezvoltarea *inteligenței artificiale*, pe care o consideră un sector-cheie pentru supremația mondială, transmite AFP. În condițiile unei stimulări substanțiale a dezvoltării IA, în Rusia vor fi obținute rezultate mari. Și anume: ponderea IA în PIB-ul Rusiei va atinge 0,8% în a. 2024 și 3,6% în a. 2030”, se menționează în același document. „*Piața rusească a soluțiilor în sfera inteligenței artificiale va crește, până în a. 2024, conform estimărilor, de 80 de ori – de la 2 miliarde de ruble în a. 2018 (28,2 milioane euro), la 160 de miliarde (2,2 miliarde euro), se arată într-un document postat pe site-ul Ministerului Comunicațiilor*”, scrie agenția RIA Novosti [292]. Comparați 2,2 mlrd Eur în Rusia cu 150 mlrd dolari ai Chinei! Potrivit diferitelor prognoze, ponderea IA în PIB-ul mondial va atinge 2,6% în a. 2030. Acest indicator include amploarea segmentului de soluții în sfera IA, creșterea productivității în diferite sectoare economice și alți factori. Aceasta este latura benefică a revoluției inteligenței artificiale.

Care însă sunt minele ascunse, pericolele pentru înseși existența civilizației umane? Albert Einstein spunea: „*Mi-e teamă de ziua, în care tehnologia va fi mai importantă ca relațiile interumane. În lume va exista o generație de idioți*”. Este un avertisment, la care trebuie să-și aplece urechea decidenții din domeniul IA. Și inginerul și antreprenorul Elon Musk aflat pe poziția 21 în lista celor mai bogați oameni ai Planetei avertizează: „*Trebuie să fim foarte atenți cu inteligența artificială, deoarece este mai periculoasă decât bombele nucleare*”.

Este de așteptat ca influența geopolitică a unei țări să nu mai fie măsurată prin prisma puterii militare, ci prin capacitățile sale tehnologice. Această axiomă va schimba cardinal comportamentul granzilor lumii. Acest lucru îl înțelege perfect și liderul actual al Rusiei V. Putin. Acei „*pușini bani*” planificați pentru dezvoltarea inteligenței artificiale Rusia îi va orienta în special în domeniul militar (cum a fost și până acum în alte domenii de vârf!). Drept dovadă a intenției proaste a Rusiei este absența unor restricții pentru Ministerul Apărării al Rusiei. „*Robotul F.E.D.O.R. a arătat abilități de tragere folosind ambele brațe (nu abilități să zicem de a face o operație chirurgicală complicată!). În prezent, lucrarea privind abilitățile motorii fine și algoritmi de decizie sunt în plină desfășurare...*”, a declarat vice premierul rus Dm. Rogozin [293]. În plus, CNN vine cu anumite argumente logice: Rusia este o țară cu o populație în scădere și o economie de moarte și, prin urmare, „*liderul autoritar Putin*”... va încerca să compenseze aceste probleme prin „*exploatarea noilor tehnologii... Inteligența putinistă are o*

tehnologie a IA capabilă să creeze un flux de propagandă și cele mai eficiente minciuni din istorie”.

Dacă omul va reuși sau nu să se adapteze noului scenariu al unei societăți în care automatizările, inteligența artificială și roboții cu multiple abilități le vor invada teritoriul, asta rămâne de văzut, dar cert este că nimic nu-l poate împiedica să se pregătească de pe acum pentru schimbări. Cu excepția celor ce țin să creeze mașinării ucigașe omul modern, care realizează că nu se poate opune evoluției tehnologice, își dorește în mod firesc, să viețuiască într-o lume, în care roboții să aibă simț etic. Dar este oare pregătită omenirea pentru a gestiona această chestiune? În realitate, atâta vreme cât vom cere roboților să ne protejeze, să ne acorde sprijin și să evite orice acțiune, care ne-ar putea aduce suferință, va trebui să deținem un pachet de legi, care să reglementeze noile situații, cu care ne vom confrunta în acest context, pentru a evita conflictele.

Deocamdată omenirea este departe de a deține legi perfecte, clare și coerente pentru propriile sale probleme – diferențele culturale, religioase și particularitățile socio-economice din fiecare țară, aflându-se la baza unor legislații diferite, în funcție de frontierele pe care le străbatem. E absurd așadar să presupunem că adoptarea unor noi legi, care să fie ancorate în realitățile unei societăți în care omul și robotul vor „conviețui” va fi floare la ureche. Specialiștii susțin că deocamdată aceste aspecte nu pot fi clarificate și că, odată cu transformările impuse de „*asediul tăcut al roboților*”, vor lua naștere și reglementări specifice, menite să asigure echilibrul și ordinea firească a lucrurilor – obiectiv care se va afla în atenția tuturor organelor competente la momentul potrivit.

Așadar, dacă omul este pregătit sau nu să întâmpine roboții viitorului cu brațele deschise ar putea fi mai puțin important, atâta vreme cât ne raportăm la afirmația specialistului în științe comportamentale Burrhus Frederic Skinner (1904-1990): „*Adevărata problemă nu constă în faptul dacă mașinăriile gândesc, ci dacă oamenii fac asta*”. Din păcate, cum ne-a demonstrat în repetate rânduri trecutul, deseori omul nu a fost în stare să canalizeze utilizarea descoperirilor, invențiilor pe făgașul benefic, deseori domeniul malefic fiind mai avantajat.

Până acum Arabia Saudită a acordat deja cetățenie unui robot-femeie numit „*Sophia*”. Creație a companiei „*Hanson Robotics*”, „*Sophia*” face parte din planul de investiții, care cuprinde un oraș al roboților bazat pe energii regenerabile. Orasul va costa circa 500 miliarde dolari. „*Prevăd că Massachusetts va fi, până în a. 2050, primul stat american, care va legaliza căsătoriile cu roboți*”, declară specialistul în *inteligență artificială* de la Universitatea din Maastricht (Olanda) David Levy.

Este clar deja că *inteligența artificială* va conduce diverse domenii (industrial, social, de servicii) în direcții considerate *Science Fiction* acum câțiva ani. Deși

guru ca Elon Musk sau Stephen Hawking ne-au atenționat asupra pericolelor, la care ne expunem prin adoptarea tot mai masivă a tehnologiei în viața noastră, omenirea a decis, practic, ca e mai comod să se focuseze pe beneficii.

Inteligența artificială a reușit în ultima perioadă să-i sperie, într-un fel, și pe Bill Gates sau Mark Zuckerberg. Chiar de curând, compania „Facebook” a dezactivat doi boți cu inteligență artificială, după ce oamenii de știință de la laboratorul de cercetare a *inteligenței artificiale* Facebook, au declarat că cei doi roboți au început să comunice între ei într-o limbă nouă, inventată de ei, reușind astfel să ignore instrucțiunile impuse de program.

Despre pericolele ascunse ale *Inteligenței Artificiale (IA)* vorbește și Meredith Whittaker, cercetător Google în domeniul *IA*, cofondatorul *Institutului de Inteligență Artificială* din cadrul Universității New York. În cadrul unei conferințe a vorbit despre un viitor, în care nici măcar gândurile noastre nu vor mai fi în siguranță. Asta pentru că, dacă nu vor fi luate măsuri acum, giganții *IT* vor avea posibilitatea de a citi ce ne trece prin minte, apoi de a stoca aceste informații, iar autoritățile vor putea avea acces la ele. Soluția ar fi ca această putere uriașă să nu ajungă pe mâinile celor privilegiați [294].

Și astro-fizicianul Stephen Hawking ne avertizează despre pericolele *IA* în viitor. „*Inteligența artificială poate fi cel mai bun sau cel mai rău lucru, care s-a întâmplat omenirii. Diferența o va face modul, în care oamenii vor folosi această tehnologie... Pot exista beneficii uriașe de pe urma inteligenței artificiale. Nu putem prezice ce rezultate uimitoare va avea mintea noastră, atunci când va fi ajutată de IA. Iar poate că vom reuși să creăm niște unelte, grație acestei tehnologii, care să ne ajute să reparăm stricăciunile făcute mediului înconjurător și, într-un final, să vindecăm bolile și să eradicăm sărăcia*” a declarat celebrul om de știință la inaugurarea unui centru dedicat exclusiv cercetării *AI*, care funcționează în cadrul Universității Cambridge [295]. Astro-fizicianul a avertizat în repetate rânduri despre cât de periculoasă este inventarea unui robot superinteligent, dotat cu voință proprie, care ar putea distruge lumea.

Concluzii:

Vor prelua mașinile lumea așa cum ne avertizează Elon Musk? Este o posibilitate!

Vor deveni roboți precum „Sophia” o parte permanentă a vieții noastre? Este, de asemenea, o posibilitate!

Este inteligența artificială bună sau rea? În teorie, *inteligența artificială* este dezvoltată pentru a ne face viața mai ușoară și pentru a economisi timpul. Va fi benefică sau malefică pentru civilizația umană depinde de factorii de decizie.

CAPITOLUL IV

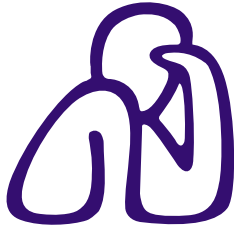
CREATIVITATEA – FUNCȚIA DE BAZĂ A INOVĂRII

*Moto-ul viitorului glăsuiește
„Ve-ți crea, ve-ți avea. Nu ve-ți crea, nu ve-ți fi”.*



4.1. Generalități

4.1.1. Creativitate – trecut, prezent, viitor



Nici o societate nu s-a putut dezvolta fără GÂNDIRE - și am sublinia fără GÂNDIRE CREATOARE. Viețuitoarele, care nu gândesc prin noțiuni, nu au evoluat. O serie de triburi izolate în diverse locuri pe glob și-au blocat evoluția sau evoluează foarte lent și au rămas la o etapă primitivă de dezvoltare. Să încercăm să stabilim cum s-a dezvoltat gândirea umană pe parcurs de milenii? Care a fost influența ei asupra dezvoltării societății? Sunt întrebări la care poți da un răspuns calificat doar bazându-te pe evoluția umană. Dacă e să credem teoriei evoluționiste a lui Ch. Darwin atunci prima separare a lui Homo sapiens de ordinul primatelor a avut loc apr. 4 - 8 mln de ani în urmă. Dar totuși cel mai vechi reprezentant al genului Homo este Homo habilis (om îndemânatic) apărut apr. 2,8 mln ani, pentru care există dovezi privind utilizarea uneltelor de piatră, cu toate că avea creierul de dimensiune ca al cimpanzeului. Homo erectus și Homo ergaster, care l-au succedat (1,3-1,8 mln de ani în urmă), au avut capacitatea craniană dublă de 850 cm³. Se crede că aceștia au fost primii din linia de hominizi care au folosit focul și unelte complexe. Homo sapiens (inteligent) a apărut în urmă cu apr. 300000 de ani în urmă. Utilizarea uneltelor de piatră a fost interpretată ca un semn al inteligenței și se presupune că utilizarea uneltelor a stimulat anumite aspecte ale evoluției umane, în special expansiunea continuă a creierului uman (fig. 4.1).

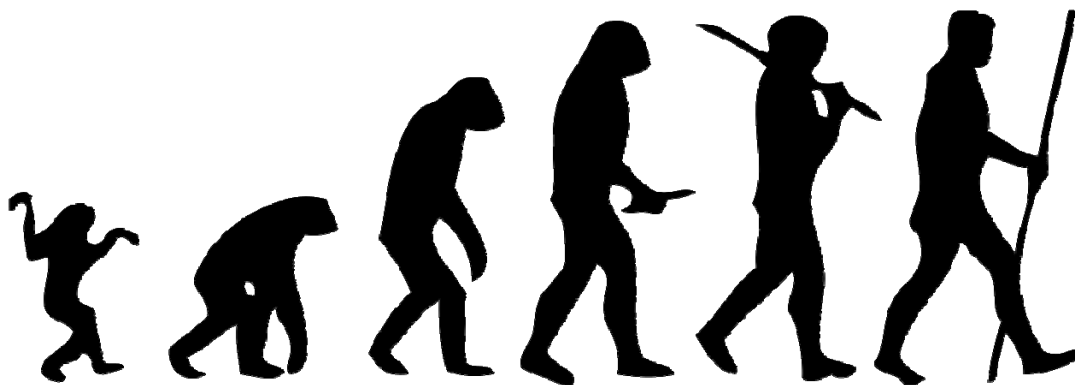


Fig. 4.1. Evoluția speciei umane.

Specia umană a dezvoltat în cele din urmă un creier mult mai mare decât cel al altor primare - o medie de 1330 cm³ la omul modern, de aproape trei ori mai mare decât dimensiunea creierului la cimpanzeu sau gorilă [296]. Modelul de

encefalizare a început cu *Homo habilis*, al cărui creier de 600 cm³ era puțin mai mare decât al cimpanzeului. Această evoluție a continuat la *Homo erectus* cu 800-1100 cm³ și a ajuns la un maxim la Omul de Neanderthal cu 1200 - 1900 cm³, mai mare chiar decât la *Homo sapiens* modern. De fapt, în ultimul timp se vorbește tot mai mult nu de *Homo sapiens* ci de *Homo faber* (Omul creator). „*Dacă am putea să ne lipsim de orgoliu, dacă pentru a ne defini specia am respecta ceea ce istoria și preistoria ne înfățișează drept caracteristică statornică a omului și inteligenței, n-am mai vorbi poate de Homo sapiens, ci de Homo faber*” constată Henri Bergson [297]. Modalitatea cea mai profundă, și mai nobilă de fructificare a energiei umane, este creativitatea, una dintre formele de energie ale planetei, care este practic inepuizabilă. Ea reprezintă o speranță, un imperativ al progresului. De aceea *homo creator* trebuie să-l înlocuiască pe *homo faber*.

Misterul creativității „*acest act al excelenței și demnității umane*” (J. S. Bruner) a fascinat spiritul uman din timpuri imemorabile. Primele invenții omul le-a făcut în domeniul agriculturii. Apariția agriculturii a însemnat un mare pas înainte în dezvoltarea umanității, întrucât ea a asigurat o anumită stabilitate și siguranță pentru asigurarea hranei zilnice. Acest lucru a fost posibil prin folosirea unor invenții arhaice care se referă la metode, cât și la uneltele corespunzătoare folosite în acest domeniu. Ceea ce pentru noi astăzi este foarte simplu pentru omul primitiv a fost extrem de complicat. Astfel omul primitiv a trebuit să găsească prin observații îndelungate și încercări semințele care pot fi mâncate și care-i țin de foame, să constate în timp că aceste semințe, în anumite condiții, pot să încolțească și să dea alte semințe, mult mai multe, să găsească terenuri propice pentru a le însămânța și să aștepte ca recolta să crească și să se coacă. A trebuit, deci, să învețe să scormonească pământul, să are mai târziu, să secere, să treiere, să depoziteze, să macine, să coacă, să fiarbă, să facă făină și ulterior pâine, a trebuit să imagineze metodele și uneltele necesare pentru toate acestea, cu alte cuvinte *a trebuit să inventeze*. Iată că agricultura a însemnat și înseamnă un sistem de metode și unelte, care presupune în timp un mare efort intelectual și fizic, reprezentând prin aceasta un salt deosebit în dezvoltarea tehnico-științifică a umanității [2].

Până la inventarea celei mai mari invenții a omenirii – Roata au mai trecut aproape 4000 de ani. Această invenție nu a apărut brusc, printr-o inspirație și iluminare extraordinară, ci a fost pregătită de observarea și conștientizarea treptată a unor fenomene, a trecut o întreagă evoluție de la bușteanul care se rostogolește la vale până la un ordinar disc. Au mai trebuit să treacă vreo 2000 de ani pentru ca inteligența umană să imagineze funcționarea unor ansamble: două discuri instalate pe o osie și care au prezentat primele care (inclusiv cele de război) sau într-un nou

ansamblu - două osii și patru roți, ansamblu pe care-l numim astăzi *căruță*. Căi similare au trecut majoritatea invențiilor care ne înconjoară.

Problemele cunoașterii și dezvoltării aptitudinilor creative nu este nouă. În Grecia antică, în special, în Sparta și în vechea Romă se considera că educația corectă a generației tinere este chezașia bunăstării în stat. Astăzi ea se pune mai pregnant din pricina faptului că societatea contemporană, puternica dezvoltare științifică și tehnică solicită mai mult ca oricând creativitatea umană - progresul economic și social, fiind în mare măsură dependent de inteligența și inventivitatea membrilor societății, de ingeniozitate și originalitate investite în activitățile desfășurate în diverse domenii. Pe bună dreptate „*Cum arată astăzi școala, va arăta mâine țara*” (Spiru Haret). În aceste condiții progresul nu este posibil însă fără prospectarea, dezvoltarea și valorificarea științifică a tuturor resurselor de care dispune fiecare popor. Aceasta însă implică introducerea - în primul rând în sistemul de învățământ - a unor metodologii de evaluare și promovare a creativității, de dezvoltare a aptitudinilor creative ale studenților, precum și de selecție a celor cu potențial creativ superior. Cu mici excepții practic fiecare individ posedă prin naștere unele elemente ale capacității creative, care trebuie evidențiate, dezvoltate și fructificate.

Astăzi trebuie să recunoaștem că fiecare dintre noi deschide ochii într-o lume plină de invenții mai mari sau mai mici, pe care le consideră ca ceva natural, de la sine înțeles, ceva dat, pentru care nu cheltuiește nici un minut pentru a intra în esențele ascunse ale acestora. De abia când i se pun unele întrebări considerate „*curioase*”, fiecare dintre noi constată că nu poate răspunde prompt și exact la majoritatea acestor esențe, printre altele pentru că „*nu și-a pus problema*”. Acesta este primul pas pentru un inventator – de a-și formula problema.

Deci, dezvoltarea societății este strâns legată de creativitate. Pe parcursul mileniilor evoluția tehnică predomină asupra evoluției biologice pe pământ. Depozitarea unei vechi și valoroase culturi dacice, care fie din neștiință, fie din neglijență, fie din rea-voință, n-a fost pusă în valoare, riscă să rămână de trenul dezvoltării, de vârful civilizației, în pofida deosebitelor valori intelectuale pe care le-au avut, le au și le vor avea. În secolul al XXI-lea predominantă, de asemenea, va fi evoluția tehnică, care va amplifica evoluția culturală, schimbând viața omului în toate sferile de activitate. Inginerul secolului al XXI-lea, fiind liber de operațiunile rutiniere, preluate de calculatoare, va avea mai mult timp rezervat viziunii de ansamblu, a muncii cu adevărat creative. Actualmente circa o pătrime din volumul total al schimburilor comerciale la nivel mondial este reprezentat de invenții, design, opere literare etc. Cu alte cuvinte, se manifestă o tendință de intensificare a schimburilor internaționale de produse sciento- și art-intensive,

caracterizate printr-un conținut crescând de consum de muncă intelectual-creativă și tehnologii de vârf. Secolul al XX-lea, considerat secolul marilor revoluții sociale, științifice, tehnice etc., a pus cu pregnanță în lumină rolul omului și al valorilor sale psihice, intelectuale și morale, al inteligenței și capacității sale de creație, iar secolul al XXI-lea deja este numit secolul „*aurului cenușiu*”.

Rezolvarea marilor Probleme Globale ale Omenirii (problema energetică, epuizarea resurselor naturale și problemele de mediu), care sunt complexe și multidimensionale, va fi posibilă doar prin utilizarea cât mai eficientă a materiei cenușii, care a devenit deja cea mai importantă bogăție a oricărei națiuni. „*Secolul al XXI-lea va fi al materiei cenușii sau nu va fi deloc!*” spune un important aforism. Avem suficiente exemple că atunci când a fost pusă în relativă valoare țările au avansat spectaculos: Japonia, Coreea de Sud, Singapore, acum și China! Creatologii vorbesc că acest motor extraordinar al progresului este utilizat cu un randament extrem de scăzut: între 1 și 5%. Doar dublarea acestui „*randament*” ar însemna dublarea numărului soluțiilor tehnice și optimizarea lor, lucru deosebit de important în special în situația de astăzi de epuizare a resurselor naturale și impactul major asupra mediului. De asemenea, și alimentarea unei populații globale aflată în continuă creștere (în ultimii 40 de ani populația Globului s-a dublat!) este o mare problema. Apare întrebarea: cum de făcut ca acest „*randament să crească*”? Poate folosind potențialul nelimitat al educației. „*Oamenii ar fi mult mai creativi dacă ar ști ce înseamnă aceasta*” spunea creatologul Haven. E de datoria fiecărui profesor ca studenții lui să afle ce înseamnă creativitatea, că le trezească germeii creativității, deseori aflați în regim de hibernare!

4.1.2. Ce este creativitatea?

Creativitatea, fiind specifică materiei vii superior organizate, este deosebit de importantă pentru societate. Este un domeniu extrem de complex, aleatoriu, greu controlabil și de cercetat. Doar statistica poate să ofere unele certitudini care pot fi luate în considerație. În orice caz problema creativității trebuie să plece de la două constatări fundamentale: *existența creatorului și modul lui de creație*.

Prin activitatea sa creatoare creatorul este mai mult sau mai puțin un intelectual și trebuie să tindă să devină prin excelență un *intelectual creator*. Se știe că prin definiție „*intelectualul reprezintă persoana care are ca obiect de muncă „noțiunile” și utilizarea lor*”. În unele dicționare se mai face precizarea că un intelectual este caracterizat printr-o pregătire culturală temeinică și lucrează în domeniul artei, științei, tehnicii etc., că este un cărturar. Cu toate că aceasta nu este o axiomă.

Din punct de vedere al creatorului tehnic, la o privire mai atentă, acest mod de a pune problema îi poate descuraja pe tineri care, prin forța lucrurilor, încă nu au o pregătire temeinică culturală, dar care tocmai prin lipsa unor informații bine sedimentate au o gândire mult mai liberă și mai dinamică, mai puțin încărcată cu structuri de gândire deja cunoscute.

Pe de altă parte – oricât de multe sau mai puține noțiuni ar avea un creator și, deci, un intelectual, există *obligativitatea fundamentală* (neprecizată explicit) ca noțiunile utilizate să fie *corect definite și corect înțelese*. În ceea ce privește capacitatea de creație, ea este o însușire care nu depinde fundamental de cantitatea de cunoștințe acumulate. Desigur, un creator cu cât va cunoaște mai multe noțiuni, cu atât va avea mai multe șanse de a le utiliza în sens creator.

Istoria științei și tehnicii, istoria invențiilor a arătat că multe invenții au fost create de oameni simpli, de țărani sau de muncitori cu un pronunțat simț al observației și analizei și o deosebită capacitate de a imagina și de a combina realitatea într-o altă formă operațională fără să aibă prea multe cunoștințe de specialitate.

Dacă ne referim la marele Edison, nu știm dacă ar fi avut o pregătire culturală temeinică, dar este cert că a avut o mare capacitate inovatoare, de analiză și combinare. Se cunosc mulți intelectuali cu profunde cunoștințe culturale, care mai sunt caracterizați ca fiind „*tobă de carte*” și care au creat prea puțin sau chiar deloc. Toate aceste aspecte demonstrează în special creatorilor tineri că definițiile și categoriile filozofice care se stabilesc pe o anumită treaptă de civilizație tind să reflecte stadiul cunoștințelor acumulate până la momentul considerat și că ele sunt în continuă schimbare, neavând limite restrictive fixe sau foarte precise. Definițiile nu trebuie să constituie o barieră psihologică și gnoseologică pentru un inventator. Funcția lor este de a-l orienta și de a-l face să înțeleagă *generalitatea*.

Creativitatea a fost obiect de studiu din cele mai vechi timpuri, meditații asupra acesteia fiind întâlnite în lucrările filozofilor antichității, Socrate, Platon, Aristotel. Printre primele portrete ale creatorilor este cel realizat de Platon care a numit poetul „*o lumină înaripată și un gânditor sfânt*”, incapabil să compună înainte de a fi inspirat. Este imaginea artistului posedat de muză, dependent de aceasta.

Pe parcursul istoriei societăților, care-și au originile spirituale în culturile antice greacă și romană imaginea creativității suferă modificări relativ mici; societățile moderne au fost, în general, chiar „*ambivalente și în mod ocazional s-au opus identificării și cultivării talentelor creative*” (D. V. Ford, J. J. Haaris), în pofida evidenței oferite de realizările creative ale renașterii, iluminismului, realismului. Cu toate că întreaga evoluție a societății este produsul creativității

umane, fenomenul a fost tratat doar aluziv ori tangențial de către marile sisteme teoretice ale filozofiei, științelor naturale și educaționale. La nivel de mentalitate, chiar și astăzi societatea respectă inteligența și priceperile academice mai mult decât creativitatea.

Două milenii de la prima descriere a lui Platon au fost necesare pentru ca fenomenul creativ să se impună în calitate de „obiect” al cunoașterii și cercetării științifice. G. Allport definește termenul de *creativitate* în 1938. Autorul consideră că „*substratul psihic al creației*” este ireductibil la aptitudini și presupune o dispoziție generală a personalității spre nou, o anumită organizare a proceselor psihice în sistem de personalitate. Mai târziu creativitatea s-a impus cercetării științifice din cele mai diferite domenii: psihologie, pedagogie, filozofie, tehnică, matematică, sociologie, astfel că în demersul lui Golann din anii '60 de a studia comparativ definițiile acesteia a fost nevoie de analiza a peste 600 de enunțuri. În continuare se prezintă doar câteva din ele.

Creativitatea reprezintă o necesitate din ce în ce mai imperioasă pentru societate și în același timp „*un domeniu extrem de complex, aleatoriu și greu controlabil*” [298]. Creativitatea este „*un proces mental și social care, implică generarea unor idei sau concepte noi, sau noi asocieri ale minții creative între idei sau concepte existente*”. Creativitatea este un concept multidimensional și se poate manifesta în multiple domenii. Identificarea și cuantificarea naturii creativității constituie obiective dificile. Conceptul de creativitate poate fi definit din perspectiva unor discipline diferite: psihologie, psihologie socială, științe cognitive, arte, inteligență artificială, filozofie, economie, management etc. și, deci, la multe niveluri distincte: cognitiv, intelectual, social, economic, artistic, literar etc. Dificultatea definirii creativității rezidă în asocierile particulare ale acestui concept cu artele, în natura complexă a creativității și în varietatea teoriilor care au fost dezvoltate pentru a o explica. Mulți oameni asociază creativitatea în special cu artele: muzica, teatrul, dansul, literatura etc., care sunt deseori denumite „*arte creative*”. Așa cum s-a precizat mai sus, creativitatea nu este proprie numai pentru arte, ci este la fel de fundamentală pentru progresele din științe, din matematică, tehnologie, politică, afaceri și în toate domeniile vieții cotidiene.

Există numeroase definiții ale creativității, fără să fie formulată o definiție general acceptată. Unele definiții sunt contradictorii sau subiective, de aceea, în continuare, sunt citate câteva definiții din dicționare de referință, precum și definiții propuse de experți în studiul creativității.

În *Dicționarul enciclopedic* [299]. creativitatea este definită ca „*trăsătură complexă a personalității umane, constând în capacitatea de a realiza ceva nou, original*”.

Dicționarul Webster (1996) [300] oferă trei semnificații ale creativității: starea sau calitatea de a fi creativ; abilitatea de a transcende ideile, regulile, modelele, relațiile tradiționale și de a crea noi și semnificative idei, forme, metode, interpretări etc.; originalitate sau imaginație; procesul prin care se utilizează abilitatea creativă.

Enciclopedia Britanica [301] prezintă o definiție concentrată pe obiectivele activității creative: creativitatea este „abilitatea de a face sau, altfel spus, de a produce ceva nou, fie o nouă soluție a unei probleme, fie o nouă metodă sau un dispozitiv nou sau un nou obiect artistic ori o nouă formă artistică”.

Dicționarul ROBERT (1996) [302] include o definiție concisă: créativité - după engl. creativity -putere de creație, de invenție.

O definiție amplă a creativității a fost enunțată de Ellis Paul Torrance (1966) [303]: creativitatea este „un proces de sensibilizare la probleme, deficiențe, goluri în cunoștințe, elemente care lipsesc, dizarmonii etc.; identificarea dificultăților; căutarea de soluții sau formularea ipotezelor asupra deficiențelor: testarea și re-testarea acestor ipoteze și, posibil, modificarea și re-testarea lor; în final, comunicarea rezultatelor”.

Teresa M. Amabile, Ph.D. în Psihologie, profesor și șeful Unității de Management Antreprenorial la Harvard Business School (SUA), împreună cu coautorii [304] definesc creativitatea ca „producerea de idei noi și utile în orice domeniu” al activității umane, de la științe la arte, în educație, în afaceri sau în viața cotidiană.

Inovația constituie implementarea ideilor creative într-o organizație. Input-ul creativ este o parte esențială a rezolvării problemelor care apar în toate fazele procesului de inovație. Creativitatea persoanelor și echipelor „este o condiție necesară însă nu și suficientă pentru inovare” (cf. Teresa M. Amabile et al). Inovația de succes depinde și de alți factori, aceasta poate proveni nu numai din ideile creative, care își au originea într-o organizație, ci și din idei create în altă parte (ca în transferul tehnologic).

Cercetările [305] sugerează că trei factori pot determina creativitatea individuală în orice situație:

➤ *Expertiza* este „baza oricărei activități creative”. Aceasta îi oferă unei persoane cunoștințele tehnice, procedurale și intelectuale pentru a identifica elementele importante ale oricărei probleme particulare;

➤ *Competențe de gândire creativă*: se referă la modul imaginativ, inventiv și flexibil, în care persoana abordează problemele; aceste competențe depind de trăsăturile personale (independență, orientare spre acceptarea riscului, toleranță pentru ambiguitate) și de tipul de gândire. Gândirea creativă se caracterizează prin

abilitate puternică de a genera noi idei prin combinarea unor elemente anterior disparate;

➤ *Motivația* este în general acceptată ca fundamentală pentru creativitate, iar cei mai importanți factori motivanți sunt pasiunea intrinsecă (auto-motivația) și interesul intrinsec de a efectua lucrarea (obiectul creației), care sunt mai eficienți decât motivația extrinsecă (recompense, recunoaștere). Într-un sens, persoanele creative sunt la discreția propriilor valori și motivații și se ocupă cel mai bine de probleme pentru care au o puternică afinitate emoțională.

O definiție a creativității dată de *National Advisory Committee on Creative and Cultural Education* din Anglia [306] este următoarea: „O activitate imaginativă adaptată astfel încât să producă rezultate care sunt atât originale cât și de valoare”. Această definiție accentuează rezultatele, mai degrabă decât procesele de creație.

Acest studiu identifică trei perspective, în care este abordată creativitatea: ca trăsătură de personalitate, ca proces și ca produs.

Teoriile, care tratează dezvoltarea personalității în funcție de evoluția structurării acesteia, se împart în două categorii: teorii factoriale și teorii procesuale ale devenirii personalității. Tratarea creativității din perspectiva personalității poate fi privită prin prisma acestei dihotomizări. Studiile în domeniu capătă rapid amploare în SUA, teoriile creativității și psihologiei umaniste apreciate de Arons M. [307] ca fiind generate de „*spiritul Americii*” sunt considerate ca majore în psihologia științifică a secolului al XX-lea.

Structurile conceptuale de bază ale noii discipline au fost elaborate prin studiul unor relații și formularea principiilor fundamentale de interdependență a fenomenului creativ cu celelalte categorii din domeniu. Se urmărește cu mare consecvență corelația creativității cu însușirile de personalitate și manifestarea ei în comportamentul persoanei, de asemenea, realizarea modelelor de interacțiune a diferitelor procese psihice, determinante ale creativității.

Teme majore ale psihologiei sunt actualizate permanent. Astfel și astăzi se întâlnesc studii, care se referă la relația dintre ereditate, potențial înnăscut și mediu, mesaj social, educație [308], interpretând nuanțat rezultatele, în termeni de implicare (dorința de a crea, căutarea informației) nu de determinare mecanică, categorică, ireversibilă. Se au în vedere elementele, cărora li s-au atribuit semnificații limitate în „*creativitatea clasică*”, dar care astăzi focalizează atenția creatologilor din domeniul inovării profesionale, ca cele de specialitate, microclimat, ambient, în general, efectul stimulilor fizici asupra comportamentului creator [309], al celor sociali, de microgrup, organizație [310] sau chiar etnie [311].

Se studiază evoluția fenomenului pe parcursul copilăriei, specificitatea pe sexe [312], particularitățile pe domenii de activitate și funcții sociale.

Ca orientare recentă în domeniu se semnalează încercarea de a defini, pe lângă cele două stiluri cognitive „clasice” - logic și imaginativ - și zona de confluență a acestora, creativitatea comprehensivă „*Understanding Creativity*” (Bodes M. A. - 1992), impusă de abordarea problemei din perspectiva particularităților creative necesare „*consumatorului social sau individual de creație*”, căreia îi putem găsi similitudini în explicațiile freudiene referitoare la creativitatea consumatorului de artă. Această poziție se alătură și nu elimină polaritatea logic-imaginativ, asociată de Wonder J. și Blake J. [313] unor zone geografice, primele fiind considerate „*dominante vestice*”, ultimele „*dominante estice*”.

Conform lui M. Stein [314], prin activarea creativității, omul contemporan are acces la 4 tipuri de libertăți: *de studiu, de cercetare, de exprimare și de a fi el însuși*. La început studiul deliberat al creativității a demarat sub o evidentă amprentă elitistă și individualistă, mai apoi a apărut necesitatea abordării deopotrivă a creativității mari și mici. Dar pentru aceasta creativitatea nu poate rămâne în turnul de fildeș al geniului, el trebuie să îmbrace și salopeta omului obișnuit. Se produce, astfel, o demitizare a creației, o democratizare a ei. Marea lecție, pe care a oferit-o cel de-al doilea război mondial, a însemnat o restructurare de valori. Așa cum arată D. Wolfle [315] „...a devenit evident că nevoia de a avea resurse de pământ și capital a fost depășită de nevoia de a avea resurse de talenți”. Astfel s-a născut ideea că numai identificarea și stimularea creativității mai poate oferi o șansă omului contemporan.

Referitor la preocupările românești de elucidare a creativității și aplicare a principiilor acesteia în practica formării personalității putem vorbi de mai multe direcții de acțiune. Prima, în ordine cronologică, autohtonă și mai mult decât atât, autentică, îi aparține lui Odobleja Ș. [316], care explică creativitatea ca o consecință a legii reversibilității considerând că „...dacă asemănarea produce apropiere, aceasta la rândul ei provoacă asemănarea (analogia, consonanța)”. Apreciind componenta tehnologică, metodică a activității creative, autorul a asemănat posibilitatea și necesitatea însușirii „*principiilor generale ale artei de a crea*” până la obișnuință, „*până a face din ele a doua noastră natură*”.

Viziunea modernă asupra creativității se înrădăcinează în România inițial în două centre universitare, în abordări diferite: una psihologică, la Cluj, concretizată în lucrările profesorului Al. Roșca și ale colaboratorilor săi, alta filozofică și logică, la București, reflectată în lucrările lui M. Bejat și I. Moraru.

În același timp prin realizarea investigațiilor și verificarea principiilor în activitatea modelatoare a personalității umane se dezvoltă preocupările privind învățământul creativ. În zilele noastre s-a ajuns la depășirea etapei recomandărilor științifice de principiu ce vizează necesitatea formării creative, ajungându-se la instituționalizarea instruirii creative prin programe specializate pe multiple criterii: vârstă, nivel de studii, profesie, funcție (rol social). Principala vârstă a diferențierii pare a fi preadolescența, în literatura americană vorbindu-se de „*programe pentru copii*” până la nivelul colegiilor; programele elaborate pentru școli superioare (colegii, universități) intră în categoria celor pentru adulți.

Aplicarea unor programe de inițiere în creatologie bazate pe modele clasice ale creativității (modelul factorial și cel procesual) au condus la constatarea că acestea generează efecte semnificativ diferite, anume exersarea aptitudinilor conduce la creșterea creativității potențiale fără a se concretiza în spor de performanță sub aspectul creativității manifeste, iar antrenamentul procesual favorizează apariția unor produse concrete de creație - cereri/proiecte de brevet elaborate de studenți - neînsoțită de o creștere semnificativă a creativității potențiale.

Se desemnează prin atributul *funcțional* modelul prezentat, pe de o parte deoarece se are în vedere prioritar rolul orientativ, pe care-l are în structurarea activităților didactice practice de dezvoltare a creativității profesionale (în domeniul tehnic), pe de altă parte datorită înțeleșului, care se dă creativității. Se precizează abordarea problemei creativității dintr-o perspectivă sistemică ce permite acceptarea următoarelor premise:

- creativitatea reprezintă diferența specifică care definește sistemul psihic uman în raport cu cele infraumane, adaptarea constructivă (creativă) constituindu-se în funcție de maximă generalitate a acestuia (scopul sistemului);

- creativitatea se realizează în interacțiunea proceselor cognitive și afective, *la nivel specific uman* cel intelectual, respectiv, al sentimentelor și pasiunilor, pe care le considerăm a fi emoții conștientizate, integrate, în timp, structurilor psihice profunde;

- creativitatea se perfecționează în activitatea de creație conștientă datorită capacității de autoreglare voluntară prin feed - back.

4.2. Creativitate tehnică: analiză, evaluare, diagnosticare

4.2.1. Modele conceptuale ale creativității

Elaborarea strategiilor de intervenție psihopedagogică în vederea dezvoltării potențialului creativ, ca premisă a creativității manifeste, presupune formularea clară a obiectivelor, prin care se poate obține o creștere a acestui potențial. Tripla accepțiune a creativității, ca trăsătură de personalitate, ca proces și ca produs, sugerează stabilirea obiectivelor și elaborarea programului de stimulare din perspectiva modelelor aferente.

Specifică materiei vii superior organizate, **creativitatea** reprezintă o necesitate din ce în ce mai imperioasă pentru societate și, în același timp, un domeniu extrem de complex, aleatoriu și greu controlabil. Doar statistica poate să ofere unele certitudini care pot fi luate în considerație. Dar oricum am analiza problema, ea trebuie să plece de la două constatări fundamentale: **existența creatorului și modul lui de creație.**

4.2.1.1. Concepte psihanalitice ale procesului de creație

În baza conceptelor psihanalitice ale procesului de creație au fost puse principiile de bază ale celor mai cunoscuți psihanalisti clasici, Freud, Adler și Jung [318].

Medicul vienez (neurolog și psihiatru) Sigmund Freud (1856-1939), întemeietorul psihanalizei (o concepție dinamică asupra psihicului), a elaborat patru principii fundamentale:

1. *Determinismul psihic*: între actele psihice sunt instalate relații de cauzalitate, interdependență, continuitate; nu există acte psihice întâmplătoare.

2. *Inconștientul*: o importanță majoră pentru activitatea mentală are inconștientul, care este guvernat de anumite legități; între conștient și inconștient există o barieră, numită cenzură, cu rol de filtru.

3. *Motivația*: comportamentul uman are întotdeauna o motivație: orice act, expresie, acțiune are o semnificație logică. La baza lor stă întotdeauna o motivație ascunsă cu sursa în inconștient.

4. *Evolutivitatea personalității*: caracterul se naște din pulsuni pregenitale, care, sub influența presiunii sociale, evoluează, putând să-și schimbe obiectul sau să fie sublimite.

Psihanaliza freudiană a generat mai multe teorii:

1. *Teoria energetică*: fiecare proces mental care ia naștere este însoțit de o

anumită cantitate de energie psihică.

2. *Teoria genetică* a vieții mentale, care are la bază două principii de bază, „*principiul plăcerii*” și „*principiul realității*”. *Principiul plăcerii* reprezintă forma primară a activității mentale și caracterizează fazele cele mai primitive ale dezvoltării umane individuale, fiind regăsit la baza vieții mentale a copilului și a sălbaticului. El constă în tendința de a evita durerea și de a obține o satisfacție imediată. Procesele intelectuale care îi corespund se bazează pe analogii și asociații superficiale. Ignoră legile logicii și tind să nu facă distincție între situațiile imaginare și cele ale vieții reale. *Principiul realității* este tot genetic, dar se dezvoltă mai târziu decât primul. El constă în adaptarea în adaptarea în primul rând, a activității mentale la exigențele vieții reale. Acest principiu se află la baza relațiilor sociale, a altruismului, a eticii.

3. *Teoria instinctelor*, dezvoltată de Freud în trei etape, care vin în contradicție cu conceptele psihanalitice elaborate de Alfred Adler (1870-1937).

4. *Teoria topografică*, care concepe viața mentală ca un proces continuu între activitățile mentale conștiente și inconștiente, diferența dintre ele fiind că primele sunt percepute, iar celelalte nu. Conștientul, preconștientul și inconștientul formează cele trei niveluri ale vieții mentale. Rolul primordial, conform lui Freud, îl are inconștientul, care are sediul instinctelor și motivațiilor. Și este supus, în primul rând, principiului plăcerii, pe când conștientul – principiului realității.

Unul din mecanismele esențiale ale vieții psihice inconștiente este proiecția, visul fiind cel mai răspândit mod de realizare a ei. Freud afirma că „...*visul este calea regală de acces în inconștient*”. De cele mai multe ori impulsurile apar în vis „*deghizate*”. Inconștientul are două funcții fundamentale. În primul rând, este depozitul amintirilor și refulărilor și mai apoi o sursă puternică de energie sau de motivații, neînțeleasă de cele mai multe ori de către subiect. Canalizarea impulsurilor în inconștient spre actul creativ profesionist are dublu efect benefic: unul asupra sănătății individului și altul, prin consecințele activității creatoare, asupra societății.

Continuatorul creativ al lui S. Freud a fost Karl Gustav Jung (1875-1961), considerat cel mai mare intelect al secolului. Cea mai valoroasă contribuție a lui Jung este explicarea structurii personalității, care include:

- psyche (sau sufletul);
- conștientul care include Eul (sau Ego-ul);
- inconștientul personal care include complexe;
- interacțiunile dintre structurile personalității;
- dinamica și dezvoltarea personalității;

- tipurile psihologice;
- locul simbolurilor și al viselor în structura personalității.

O importanță deosebită pentru procesul creativ îl au conștientul, inconștientul personal și cel colectiv.

Conștientul este acea parte a minții ce poate fi cunoscută de individ prin intermediul a patru funcții mentale de bază: gândirea, afectivitatea, senzitivitatea, intuiția. Predominarea uneia din funcții va imprima specificul caracterului individului: gânditor, sentimental, senzitiv sau intuitiv.

Inconștientul personal este acea parte a personalității care stochează încă de la naștere toate experiențele personale, conflictele, problemele morale, cele nerezolvate, inclusiv cele care par fără nici o importanță la moment, tot ce este perceput, gândit, simțit și uitat. Inconștientul personal al lui Jung înglobează preconștientul (subconștientul) și inconștientul lui Freud.

Inconștientul colectiv constituie cea mai importantă parte a psyche-ului, nefiind dependent de experiența personală. El este înăscut, ceea ce înseamnă că structura noastră psihică poartă urmele filogenetice ale edificării sale latente, de-a lungul miilor de ani. Inconștientul colectiv este un rezervor uriaș de imagini latente, numite de Jung imagini primordiale. Omul moștenește aceste imagini din trecutul care include totalitatea precursorilor umani și preumani (animale) ai omului. Inconștientul colectiv conține atât ceea ce este rațional (de exemplu inteligența, care nu este decât una din funcțiile intelectuale posibile), cât și ce este irațional, înțelegându-se ceva dincolo de rațiune). În irațional sunt incluse unele funcții psihice de prim ordin în activitatea creativă, cum sunt intuiția, „senzația”, „întâmplarea”.

Conștientul este fragmentar și discontinuu. Inconștientul este însă întotdeauna în activitate. Proiecțiile informaționale din inconștient spre exterior se realizează sub formă de fantezii (deosebit de dezvoltate la copii), viziuni, tendințe mitice, simboluri culturale, dar mai ales sub formă de vise.

Există trei stări de vigilență distincte:

- somnul paradoxal REM (Rapid Eyes Movements), somn rapid;
- starea de veghe (trezire);
- somnul lent, SL (NonREM, adevărat, clasic, profund).

Somnul lent reprezintă o perioadă importantă de odihnă pentru organism (și parțial pentru creier). El are rol reparator, restaurator, odihnitor.

Somnul REM se caracterizează prin două tipuri de fenomene: o activitate electrografică rapidă, concomitent cu o creștere a temperaturii cerebrale și cu un flux sanguin cu mult crescut față de nivelurile înregistrate în stare de veghe; dispariție totală a tonusului muscular.

S-a constatat că visele prezintă un anumit grad de simbolism. De aceea, pentru ca visul să devină un instrument de lucru pentru individul care creează ceva, trebuie, în primul rând, ca visul să fie reprodus cât mai bine. Acest lucru se face cel mai bine dacă subiecții sunt treziți în faza de somn REM sau imediat după ea. “*Banca de date*” de care dispune un subiect pentru vise este de o mărime uluitoare, în comparație cu informațiile de care poate dispune subiectul în stare de veghe, provenite din partea de memorie, pe care o poate accesa. Cea mai mare parte din memoria de durată a subiectului nu este accesibilă în mod normal. Deși ea există. Se vede deci că informațiile noi, răzbătute din inconștient în timpul stării de veghe sau sugerate de vise (faza de “*iluminare*” din actul creației), pot aduce noul în rezolvarea unei probleme. Jung atribuie visului, în primul rând, rolul de *mesager al inconștientului*.

4.2.1.2. Modele ale procesului de creație

Procesele psihice, independent de gradul lor de complexitate, sunt deductibile din manifestările comportamentale ale persoanelor, raportate la situația concretă în care acestea se manifestă. Montajele experimentale verifică validitatea modelelor astfel elaborate, dar, pe măsura creșterii gradului de complexitate al procesului, experimentarea este din ce în ce mai dificilă. Datorită acestui fapt, modelele procesului creativ au doar o valoare orientativă. În acest context se apreciază că numai asimilarea unor metode elaborate din perspective diferite furnizează repere orientative funcționale pentru elaborarea unui program de stimulare a creativității.

Teoriile procesuale ale creativității tratează fenomenul la două nivele: fie dezvoltarea capacităților de creație (Piaget), fie desfășurarea actului creativ, al activității complexe prin care se realizează un produs de creație (Wallas).

Modelul stadial constructivist al dezvoltării inteligenței. J. Piaget consideră că imaginația creativă este gradual integrată în inteligență pe măsură ce copiii înaintază în vârstă. În opinia autorului, în timpul procesului de dezvoltare, imaginația creativă nu se diminuează, ci mai degrabă crește; creativitatea și inteligența se susțin reciproc în mod sinergetic, pentru a genera o activitate mentală mai productivă. Esențial în procesul creativ este aptitudinea de a evalua o situație dintr-o multitudine de perspective, aptitudine formată în mica copilărie prin diversitatea activităților de explorare senzorio-motorie a obiectelor. La fel de semnificativ a considerat Piaget că este natura maleabilă a procesului creativ: el se modifică pe măsură ce copilul progresează în stadiile de dezvoltare.

Manifestări ale imaginației creative apar din primele stadii de dezvoltare. Astfel, în stadiul inteligenței senzorial-motorii aceasta se concretizează în alegerea

spontană a simbolului, prin care copilul își exteriorizează reprezentările; în stadiul preoperatoriu - denumit și stadiul gândirii intuitive - imaginația creativă se manifestă în interpretări animiste (atribuirea caracteristicilor ființelor vii unor obiecte sau fenomene), artificializarea semnificațiilor naturale ale unor noțiuni abstracte (nașterea este, spre exemplu, facere, construire). În stadiul superior al dezvoltării inteligenței, manifestarea specifică a operațiilor formale constă tocmai în capacitatea de a formula ipoteze, în esență produs al imaginației, deoarece aceasta constă într-o combinație nouă a elementelor de cunoaștere anterior dobândite.

Modelul euristic tripătratic al creației tehnice. La începutul deceniului opt, Moraru I. elaborează modelul euremelor, ce constă în redarea relațiilor conjugate dintre structurile euristice participante la procesul creației. Procesele psihice fundamentale sunt considerate ca fiind părți funcționale ce se structurează pentru a forma euremele, acestea din urma cu funcții proprii, bine definite în demersul creator. Prin funcțiile lor de bază sunt denumite cele șase eureme cum urmează [318]:

1. Eurema de acumulare și comprehensiune a informației, realizată, în principal, de memorie, gândire, limbaj, interese etc.
2. Eurema asociativ – combinatorie, realizată de inteligență, imaginație, memorie, conștient, inconștient etc.
3. Eurema energetică - stimulatorie, în cadrul căreia pasiunea, sentimentele, motivația, interesul, curiozitatea, forța proceselor nervoase exprimată în tipul de activitate nervoasă superioară și în temperament, efortul intens de lungă durată, voința, curajul, nevoia, ambiția, plăcerea de a face invenții și descoperiri etc.
4. Eurema critică, realizată de gândirea analitică, de inteligență, de funcția critică și valorizatoare a conștiinței etc.
5. Eurema ideativ - perceptivă, la care participă reprezentarea ca modalitate de „concretizare” a ideii, „vizualizarea” ei (A. OSborn „Visual imagery”).
6. Eurema de obiectualizare a imaginii, la care conlucrează elemente ideativ-perceptive ~ motorii.

După cum se observă și din prezentarea componentelor, eureka este o structură formată dintr-o „grupare de părți funcționale în relație, care îndeplinește o funcție calitativ distinctă în producerea noului și originalului” [316]. Modelul euremelor (fig. 4.2) redă configurația structurilor amintite într-un pătrat analog pătratului logic. Precizarea autorului arată că „pe cele patru laturi sunt așezate euremele implicate în producerea ideilor noi și originale, iar pe cele două diagonale sunt dispuse euremele prin care se realizează întruchiparea ideilor în imagini și obiecte (opere) științifice, tehnice, artistice etc.”.

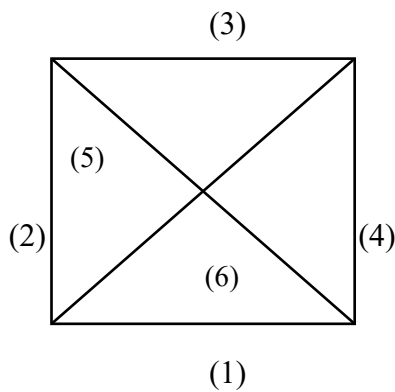


Fig. 4.2. Modelul euremelor (Moraru 1.1980).

1. *Eurema de acumulare și comprehensiune a informației.*
2. *Eurema asociativ-combinatorie.*
3. *Eurema energetică-stimulatorie.*
4. *Eurema critică.*
5. *Eurema ideativ-perceptivă.*
6. *Eurema de obiectualizare a imaginii.*

Aparent inclus în limitele coordonatelor psihologice procesuale și funcționale, forma dezvoltată a modelului (fig.4.3) arată și integrarea acestui nivel psihologic celui antropologic, bazat pe conceptele mediu - natură,

organism - om, creier - psihic, creativitate - creație și celui ontologic centrat pe conceptele de existență, devenire, creație și dedublare.

Sinteza dintre modelul euremelor și modelul seriilor de dedublare și transformări progresive (fig. 4.3, a

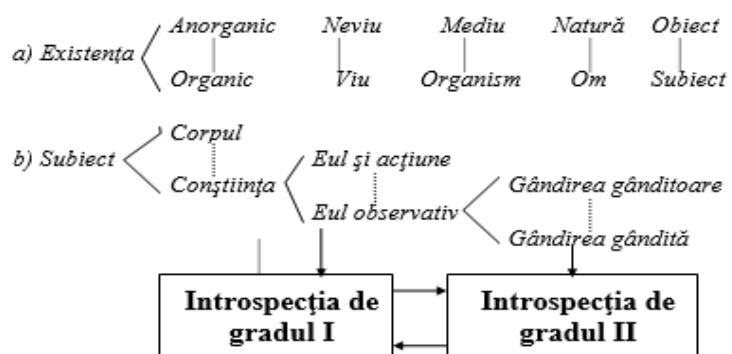


Fig. 4.3. Modelul seriilor de dedublări și de transformări progresive ale existenței (Moraru I. 1995).

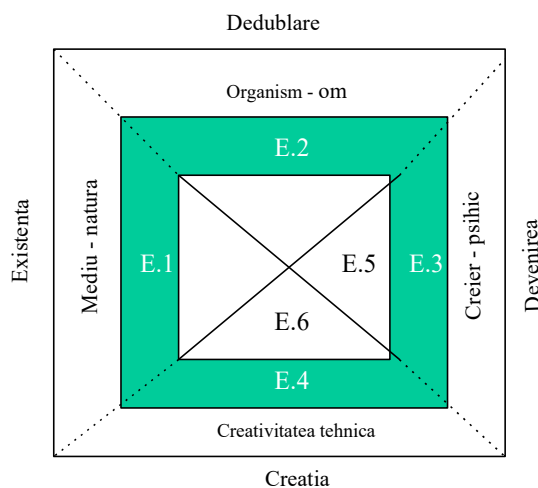


Fig. 4.4. Modelul euristic tripătratic (MORARU I. 1995).

și b), în ipoteza aplicabilității sale, inclusiv conștiinței, ca parte obiectivă a existenței, conturează un model euristic tripătratic, așa cum se vede din fig. 4.4. Acest model permite cunoașterea și reconstituirea procesului de creație, travaliului psihosocial de smulgere a ceea ce este noutate nonexistentului și integrarea ei existentului.

Pe lângă valoarea explicativă pe care o are modelul în cunoașterea structurii modulului psihocomportamental creator, autorul demonstrează valoarea aplicativă a acestuia în

eurigramele ale căror elaborare le permite.

Eurigrama constă într-o „succesiune de secvențe creative, care se integrează într-un proces creator” [318]. Ea permite așezarea grafică a secvențelor unei descoperiri sau invenții, în succesiunea lor, pe baza informațiilor biografice, autobiografice sau documentare (analiza proceselor activității, evidențe, însemnări etc.), facilitează analiza comparativă, asigurându-i rigoare și eficiență. Metoda este folosită ca metodă în analiza istoriei unei descoperiri ca activitate de antrenament.

Modelul secvențial al procesului de creație. Prima etapizare a procesului creativ îi aparține lui Wallas [319] și diferențiază patru faze ale acestuia: pregătirea, incubația, iluminarea și verificarea. Pregătirea este o etapă care are loc preponderent la nivelul structurilor conștiente și constă în definiri și redefiniri succesive ale problemei, precum și în strângerea consecventă și organizată a informațiilor care pot duce la găsirea soluției. Incubația, cea mai controversată etapă a creației, are loc preponderent la nivelul structurilor inconștiente, unde au loc prelucrări spontane, necontrolate, atât ale datelor problemei, cât și ale informațiilor conștiente acumulate în vederea rezolvării ei și ale celor asociabile, funcție de un criteriu oarecare, primelor. Iluminarea reprezintă momentul conștientizării unei relații, mai mult sau mai puțin așteptate, dintre datele problemei și o anumită structură informațională, rezultată din prelucrări conștiente și inconștiente ale informației, concomitente sau consecutive. Verificarea constă în examinarea conștientă a modalității de echilibrare a corpului informațional „*problema*” cu corpul informațional „*soluție*” într-una sau mai multe situații concrete.

Modelul intuitiv al etapelor procesului de creație este reprezentat grafic în figura 4.5. Pe orizontală este redată variabila timp de la momentul conștientizării situației problemă - t_0

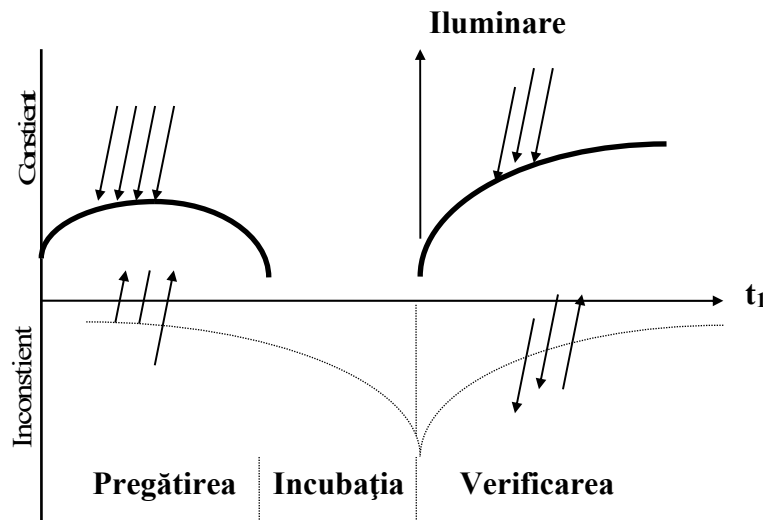


Fig. 4.5. Modelul secvențial al procesului de creație.

până la definitivarea soluției - t_1 ; durata procesului integral de creație va fi dt , cu valori variabile de la caz, de la ordinul secundelor la cel al anilor. În majoritatea situațiilor, procesul de creație nu are un sens univoc; este posibil ca momentul de iluminare să ofere doar o alternativă de soluție, care în etapa verificării să ducă la noi pregătiri și incubații. Pe verticală sunt reprezentate nivelurile psihice activate în diferitele etape. Săgețile continue sugerează în modelul propus aportul informațional, iar cele discontinue- aportul de energie psihică care susține procesul.

Încercarea de a pătrunde în intimitatea procesului creator este justificată, deoarece creativitatea învolburează cele mai autentice fântâni ale ființei, eliberând în jeturi incandescente și imprezizibile o lume nouă, lumea formelor și simbolurilor umane. Modelul cel mai vehiculat și mai adecvat este cel elaborat de G. Wallas [319], model care cuprinde următoarele etape: prepararea, incubarea, iluminarea și verificarea (evaluarea). Prezența acestor faze a fost atestată experimental de C. Patrick.

Pregătirea este în primul rând o etapă de acumulare, de colectare a „materialului brut”, care nu se consumă strict în timpul ce precede momentul creativ. Prepararea se subdepartajează după cum urmează:

- sesizarea problemei;
- analiza și definiția problemei;
- acumularea materialului necesar;
- formularea ipotezelor și schițarea primelor soluții.

De menționat că orice proces creator se poate încadra în rigiditatea schemei. În esență, o latură dominantă o constituie instruirea în sens larg al cuvântului. Alături de cunoștințe în domeniu, strategii logice și experimentale, orice creație de anvergură necesită o cultură și o experiență deosebită de viață.

Stadiul preparării include și o serie de condiții ambientale, care facilitează buna desfășurare a procesului creator. Pentru învingerea barierelor exterioare, dar și propriilor ziduri, creatorul are nevoie de un climat stimulat, tonic. Fiecare creator își creează ambianța proprie. De exemplu, pictorul J. Turner se închidea în pivniță timp de opt zile înainte de a contempla un apus de soare; E. Zola trăgea perdelele, în mijlocul zilei, pentru a lucra la lumină artificială; R. Kipling scria numai cu cerneală neagră; B. Johnson nu se simțea stimulat decât dacă inspira miros de portocale etc. Fiecare creator își creează mediul său personal.

Incubația După lucrul mai mult sau mai puțin costisitor al preparării, când soluția trebuie să „vină”, urmează un moment de saturație. Creatorul se refugiază într-o etapă de așteptare, numită incubație. Este incubația o etapă inconștientă sau preconștientă? G. P. Guilford (1967) considera că incubația este mai degrabă o condiție a creației decât o fază a ei. Majoritatea (S. Freud, O. Kank, C. G. Jung, A.

Adler) îi atribuie incubației o structură de natură. Pledoaria în favoarea naturii inconștiente a incubației se bazează pe o serie de argumente, care demonstrează calitățile acestui lucru în depășirea momentelor de cumpănă, ce apar pe traseul creativității.

Exploatând energiile inconștiente, individul are acces la capitalul informativ, depozitat în memorie mai demult. În același timp, zonele periferice au în permanență supapele deschise spre lumea din afară, așa încât orice element nou apărut este repetat și raportat urgent la situația problematică, ceea ce mărește șansa descoperirii soluției. În fine, sub aspect cantitativ, participarea inconștientului dinamizează procesul creator. Așa cum afirmă A. D. Moore implicarea acestor factori în geneza creației nu poate fi **infirmată întrucât nu putem aprecia experiența reală a oamenilor creativi.**

Iluminarea Momentul iluminării (al inspirației sau al intuiției) reprezintă sclipirea unei clipe incandescente, unice și dramatice, care se pretează mai greu explicațiilor științifice. Iluminarea este leitmotivul prezent, inevitabil, în orice proces creator. De fapt, ea se referă la apariția bruscă a soluției pentru problema care frământă creatorul. Acest proces antrenează întreaga personalitate a individului într-un singur elan care erupe la suprafață într-o superbă eflorescență. De aceea, inspirația este o pendulare perpetuă, deopotrivă între urcușul intelectual și cel afectiv. A te lăsa mistuit doar de focul afectivității este tot atât de dăunător ca și de a te refugia sub umbrela glacială a inteligenței. Dozarea proporției dintre ele în și la momentul oportun, condiționează într-un mod semnificativ reușita procesului creator.

În legătură cu momentul concret, în care se produce iluminarea, soluția problemei apare întâmplător, adică într-un moment, în care ea nu polarizează explicit atenția creatorului. Sunt cunoscute cazurile lui Helmholtz, Edison, Poincare, Williams ș.a., care au avut revelația soluției în momentul de relaxare. Nu mai puțin interesante sunt cazurile de găsire a soluției în timpul somnului: Descartes, Hilprecht, Mendeleev ș. a. Rolul hazardului în creație este amplu comentat în legătură cu celebrele cazuri ale lui Arhimede (legea care-i poartă numele), Colomb, Galilee (legile izohronismului mișcărilor pendulului), Newton (legea atracției universale), Fleming (penicilina), Roentgen (razele X), Coandă (efectul cu același nume) ș. a. Aceste rezultate sunt, de fapt, rodul unor preocupări prealabil mai mult sau mai puțin intense, în care individul a stocat spre prelucrare un volum minim de cunoștințe. Hazardul este generos doar cu exploratorii neobosiți, care știu să-l sesizeze și să-l fructifice. De aceea Pasteur avea dreptate când avertiza că întâmplarea ajută numai o minte pregătită. De cele mai multe ori, în spatele clipei

binecuvântate, a inspirației se desfășoară luni, poate chiar ani istovitori de trudă, de îndoială și căutări.

Verificarea Verificarea este etapa care desăvârșește procesul creator, după excursul parcurs în studiile anterioare. Mai întâi această etapă presupune elaborarea, adică materializarea ideii într-un fapt explicit, perceptibil. Conținutul verificării presupune deopotrivă întruparea ideii furnizate de iluminare, cât și evaluarea ei. Pentru aceasta este nevoie de un proces lung, deseori dramatic, care încununează întregul efort creator. Verificarea este prin excelență o etapă activă în toate momentele sale, „o adevărată sărbătoare a intelectului”. Concretizarea ideii nu e niciodată o copie identică a originalului, prefigurat în imaginația creatorului, iar produsul creat tinde să se apropie de ideea ca atare, fără a reuși vreodată să o epuizeze. Aici este prezentă tendința spre perfecțiune a creatorului. Primul care decide momentul când opera sa poate trece pentru confruntarea cu publicul este înseși creatorul. După C. Rogers opera creatoare, în drumul ei către public, parcurge patru stadii: cunoașterea, convingerea, decizia și confirmarea. În concluzie, la acest ultim stadiu al creației, putem spune că verificarea este, în același timp, ancora și stimulentele, care-l va determina să se hazardeze într-un nou periplu creator. Traseul, pe care îl parcurge creatorul, de la firavele germinării ale începutului și până la momentul lansării operei sale, poate dura ani și ani. Se vorbește că descoperirea legii periodicității elementelor chimice s-a extins după cum urmează: stadiul de pregătire a durat 15 ani; descoperirea soluției a avut loc la 17 februarie 1869; prelucrarea s-a extins pe o perioadă de 3 ani, iar verificarea și afirmarea ei în știință - până la moartea autorului (aproximativ 30 ani).

Studii ulterioare au confirmat sau au contestat aceste etape. Rossman constată lipsa etapei de incubație la inventatori (pe un eșantion de 700 de persoane) și identifică 7 faze, toate descriptibile în termeni comportamentali: nevoia observată, formularea problemei, informația utilizabilă examinată, soluțiile formulate, soluțiile examinate critic, ideile noi formulate și ideile noi testate. Faza de incubație ca secvență a procesului de creație este contestată și de Guilford, care o consideră ca și condiție a creației, și nu o formă de activitate inconștientă. În studiile despre creativitate, Moraru [318] acordă un rol activ inconștientului pe parcursul prelucrării creative a informației, în strânsă corelație cu activitatea conștientă. În descrierea euremei asociativ-combinatorie, consideră că *“este necesară o imensă activitate la nivelul conștiinței, bazată pe un efort psihic conștient,... ca să fie determinat și inconștientul să lucreze...”*

4.2.1.3. Modelul creativității ca produs

La un nivel ridicat de abstractizare, produsul de creație se exprimă în performanță sub aspectul caracteristicilor principale ale creației, anume noutatea și valoarea ei socială.

Printre cele mai acceptate definiții ale creativității ca produs este cea elaborată de Ghiselin, conform căreia o performanță creativă este „o primă modelare a unui univers de semnificații, expresie a felului în care individul înțelege lumea și pe sine însuși” [320]. În accepțiunea autorului, criteriul de apreciere a produsului creativ este măsura în care acesta reușește să restructureze întregul univers de semnificații.

Mai puțin exigente sub aspectul criteriului sunt pozițiile pe care se plasează Brogden și Sprecher, acceptând că produsul creativ reprezintă ceva nou pentru o cultură oarecare sau doar pentru experiența de viață a unei persoane, sau cea a lui Mackinnon, care consideră că frecvența redusă de apariție a unui produs, a unei soluții este suficientă pentru a fi considerată creativă.

În linii mari creativitatea ca produs se clasifică în următoarele tipuri de bază:

Creativitatea expresivă - este o premisă de dezvoltare a formelor superioare de creativitate. Produsele creative se caracterizează prin spontanietate, fără a viza utilitatea și valoarea socială a lor. Se manifestă la nivel de exercițiu prin diferite soluții productive. Creativitatea expresivă poate fi stimulată prin rezolvare de teste, probleme creative. Nu se admit observații critice, pentru a nu bloca spontanietatea activității participanților la exercițiul creativ.

Creativitatea productivă - se manifestă prin realizarea unor lucruri utile în baza unor tehnici îmbunătățite. Produsele nu sunt foarte originale, se deseobesc puțin de cele existente. Stimularea creativității productive se realizează prin învățarea creativă, care presupune metode de descoperire și problematizare, lărgirea orizontului de cunoștințe, acumularea experienței.

Creativitatea inovativă - este legată de cea expresivă și productivă, dar în procesul ei se caută o soluție nouă, o interpretare originală a unor lucruri cunoscute, prin combinarea ingenioasă a unor elemente. Se descoperă noi relații între obiecte și fenomene, dar cu totul neobișnuite. Inovația de acest fel sporește simțitor productivitatea, îmbunătățește procesul de predare-învățare-evaluare.

Creativitatea inventivă - reprezintă nivelul creației persoanelor talentate care produc idei, soluții tehnice, tehnologii noi.

Creativitatea emergentă - este nivelul descoperirilor excepționale în știință, creație tehnică, etc. Celor mai valoroase creații li se acordă Premiul Nobel.

Modelul ierarhic al planurilor creative. Elaborat de Irving Taylor [321], modelul poate fi considerat ca fiind suficient de operațional pentru a evalua produse creative de diferite niveluri de complexitate. Taylor descrie cinci planuri diferite, aflate într-o succesiune ierarhică:

- planul expresiv – care caracterizează creativitatea timpurie a copilului și se exprimă în produse specifice: desene, jocuri, povestiri fantastice, improvizații, spontane și libere;

- planul productiv - este cel al însușirii unor îndemânări de comunicare și exprimare care permit utilizarea capacităților și cunoștințelor în situații relevante, deosebite de cele în care au fost însușite;

- planul inventiv - este nivelul operativ de corelare a unor componente distincte în raport cu situații noi, neobișnuite, surprinzătoare. Acest plan se exprimă în invenții și descoperiri bazate pe flexibilitate și receptivitate față de mediul înconjurător;

- planul inovator - se caracterizează prin înțelegerea unor principii fundamentale ale unui domeniu în așa măsură încât să permită redefinirea domeniului respectiv;

- planul emergent de restructurare esențială a experiențelor anterioare, individuale și sociale; acest plan se exprimă în principii universale, care permit redefinirea mai multor domenii, ca de exemplu teoria relativității, teoria generală a sistemelor ș.a.

Modelul funcțional al creativității. Aplicarea unor programe de inițiere în creatologie, bazate pe modele clasice ale creativității (modelul factorial și cel procesual), au condus la constatarea că acestea generează efecte semnificativ diferite, anume, exersarea aptitudinilor duce la creșterea creativității potențiale, fără a se concretiza în spor de performanță sub aspectul creativității manifeste, iar antrenamentul procesual favorizează apariția unor produse concrete de creație - cereri/proiecte de brevet elaborate de studenți - neînsoțită de o creștere semnificativă a creativității potențiale.

Se desemnează prin atributul „*funcțional*” modelul prezentat, pe de o parte, deoarece se are în vedere prioritar rolul orientativ pe care-l are în structurarea activităților didactice practice de dezvoltare a creativității profesionale (în domeniul tehnic), pe de altă parte, datorită înțeleșului care se dă creativității. Se precizează că abordăm problema creativității dintr-o perspectivă sistemică ce permite acceptarea următoarelor premise:

- creativitatea reprezintă diferența specifică care definește sistemul psihic uman în raport cu cele infraumane, adaptarea constructivă (creativă) constituindu-se în funcție de maximă generalitate a acestuia (scopul sistemului);

- creativitatea se realizează în interacțiunea proceselor cognitive și afective, la nivel specific uman cel intelectual, respectiv al sentimentelor și pasiunilor, pe care le considerăm a fi emoții conștientizate, integrate, în timp, structurilor psihice profunde;

- creativitatea se perfecționează în activitatea de creație conștientă datorită capacității de autoreglare voluntară a S.P.U. prin feed - back.

Interacțiunea proceselor psihice în activitatea de creație. Se urmărește interacțiunea proceselor psihice în condiții de elaborare reușită a unui produs de creație specific domeniului tehnic: invenția.

În acest context, creația se privește ca activitate voluntară, care are ca scop explicit realizarea unui produs nou. Acest scop de maximă generalitate permite operarea în continuare cu un sistem formal, „invenția”, prin care se desemnează produsele de creație tehnică cunoscute ca și cele necunoscute încă. „O invenție este un ansamblu material sau o tehnologie care utilizează substanță, energie și informație ca elemente organizate și care se supun unor reguli ce pot fi înțelese și deduse logic“ [322].

Abordarea sistemică a produsului creației permite identificarea particularităților prin concretizarea caracteristicilor generale ale sistemelor: intrările, ieșirile, structura și scopul sistemului. La acest nivel de abstractizare, particularitățile structurale sunt nerelevante, scopul, prin unicitate, de asemenea. Este motivul pentru care se analizează doar particularitățile de intrare ale sistemului „invenția” și modul în care acestea se regăsesc în particularitățile ieșirilor.

Ca orice sistem și, mai ales, ca orice sistem artificial, așa cum este de fapt o invenție, el presupune o intrare - cauză notată cu „ u ” și o ieșire - efectul, notată cu „ y ” (fig. 4.6).



Fig. 4.6. Reprezentarea sistemică a invenției.

Intrarea „ u ” are două componente:

- „ u_0 ” - obiectivă, care include partea materială, informațională și energetică a invenției;

- „ u_s ” - subiectivă, expresia capacităților psihice ale creatorului, determinate de nivelul proceselor cognitive, aptitudinile speciale și trăirile afective investite în produsul creației.

Leșirea „ y ” este reprezentată, de asemenea, de două componente:

- „ y_o ” - obiectivă și explicită, determinată de structura materială și energetică a invenției și de componenta cognitivă a intrării subiective, ambele exprimând gradul de noutate al produsului de creație;

- „ y_s ” - subiectivă și implicită, determinată de trăirile afective implicate în procesul de creație, exprimând gradul de originalitate al invenției.

Se avansează ipoteza, demonstrabilă, conform căreia noutatea și originalitatea unui produs de creație sunt variabile independente; un produs cu un anumit grad de noutate poate incorpora diferite grade de originalitate.

Gradul de originalitate al unei invenții reflectă modalitatea procesuală subiectivă a realizării ei. Un grad mai redus de originalitate denotă utilizarea modalităților logic-determinate de rezolvare a problemei. Sunt implicate în acest proces structurile cognitive preponderent, rolul structurilor afective fiind cel de suport al celor cognitive, relația dintre ele reducându-se la influențe reciproce. Un grad ridicat de originalitate denotă utilizarea modalităților imaginative de rezolvare a problemelor. Structurile afective sunt implicate în măsură semnificativă, relația dintre afectiv și cognitiv fiind de interdependență reciprocă.

Identificarea unei invenții, a produsului unei creații cu un sistem face ca să apară puncte de sprijin posibile pentru imaginarea unui model al procesului de creație tehnică.

Evoluția componentei cognitive. Pe un sistem axe de coordonate (fig. 4.7, [298, 317]) acceptăm în axa abscisei timpul „ t ”. Pentru orice moment ce se va lua în discuție, $0, t_1, t_2, \dots, t_p$ se va considera un interval de timp „ dt ”, care tinde la zero, astfel încât se va vorbi întotdeauna despre: $0 + dt, t_1 + dt, \dots, t_n + dt = t_f$. Pe ordonata OE este indicat gradul de elaborare al invenției „ I ”. În final, la timpul „ t_f ” realizarea sistemului „invenția” trebuie să fie integrală și deci elaborarea (E) are valoarea I .

Se acceptă că la momentul „ t_f ” sistemul „Invenția” [323] este elaborat, fiind reprezentat de o suprafață $ABCD$. Momentul inițial al creației poate fi caracterizat cognitiv printr-o nedeterminare logică totală a sistemului și printr-o intuiție confuz-elementară a viitoarei invenții. Această intuiție confuz-elementară se bazează pe legături cauzale anterior elaborate (structuri apercceptive cognitiv-afective), ale căror sursă poate fi căutată până la motivația arhaică a activității de creație. Apar în acest moment structuri mai mult sau mai puțin similare cu cea ce se caută, mai mult sau mai puțin complexe, dar care par să răspundă la necesitățile problemei.

Este vorba de corespondențe parțiale care determină o structură elementară

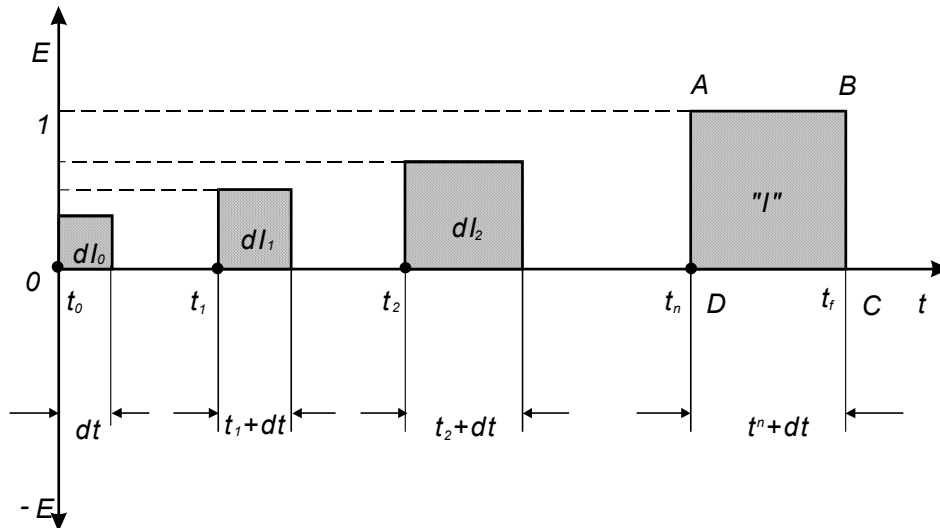


Fig. 4.7. Evoluția elaborării invenției.

incipientă „ dI ”, cu caracter parțial confuz. În jurul acestui element de intuiție cognitiv-orientativă și afectiv - energizantă, se vor căuta elementele de cunoaștere, într-o zonă cognitivă de informații structurate „ ZC ” (fig. 4.8.) prin metode euristice, empiric exersate sau conștient însușite prin studiul unor discipline creatologice. În centrul acesteia există structura incipientă dI .

Odată cu începutul procesului de analiză se poate considera că apar și primele restricții, care vor fi notate cu R și vor contribui la definirea sistemului. Inventarea unui sistem fără precedent în tehnică se caracterizează, în primul moment, fie

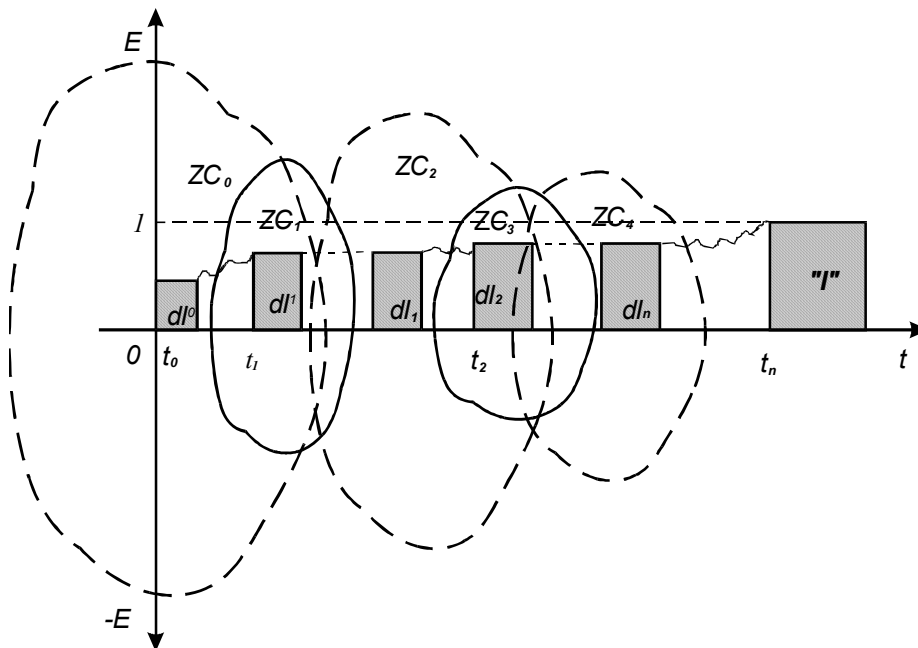


Fig. 4.8. Evoluția zonelor cognitive în procesul de creație.

prin restricții nesemnificative, fie prin restricții standard, general valabile. Aceste prime restricții fiind de natură logică operează asupra structurii elementare dI și asupra zonei ZC , eliminând o parte categorial-semnificativă din informațiile ZC_1 și pot contura mai bine genul proximal al invenției prin structurarea elementului d_1I . Asimilarea primelor restricții crește, gradul de elaborare (E) al soluției fiind trăită ca succes pe plan subiectiv. Transformarea elementului dI în elementul d_1I are loc printr-o restrângere a zonei ZC , ca urmare a „luării în stăpânire” a restricției respective. Restricția a eliminat o parte din informații, dar păstrează ceea ce pare că se poate integra și conturează mai bine structura inițială. Pe de o parte, crește domeniul cunoscut ($d_1I > dI$), iar pe de altă parte, se micșorează zona cognitivă ($ZC_1 < ZC$). Zona ZC_1 , mai mare decât elementul d_1I , păstrează o serie de informații a căror valoare nu este încă definită nici ca necesară, nici ca nenesară, ele având deci un caracter potențial și rol orientativ în căutarea noilor informații, noua relație dobândită prin definirea lui d_1I determină extinderea zonei de căutare a informațiilor pertinente, eventual în direcții noi, astfel că ZC_1 va deveni ZC_2 , $ZC_2 > ZC_1$.

Prelucrarea informațiilor respective duce la identificarea unei noi restricții (R_2), care va determina o nouă restrângere a zonei cognitive $ZC_3 < ZC_2$, ca și o nouă creștere a gradului de definire a elementului, d_2I . Procesul se continuă în mod similar, prin extinderi și restrângeri succesive ale zonelor cognitive, concomitent cu creșterea gradului de definire al sistemului „Invenția”.

Pentru reprezentarea restricțiilor s-a admis că trebuie considerată o ordonată, notată cu $(-R) - (+R)$ cu sens invers față de sensul ordonatei OE (fig. 4.9.). Modul

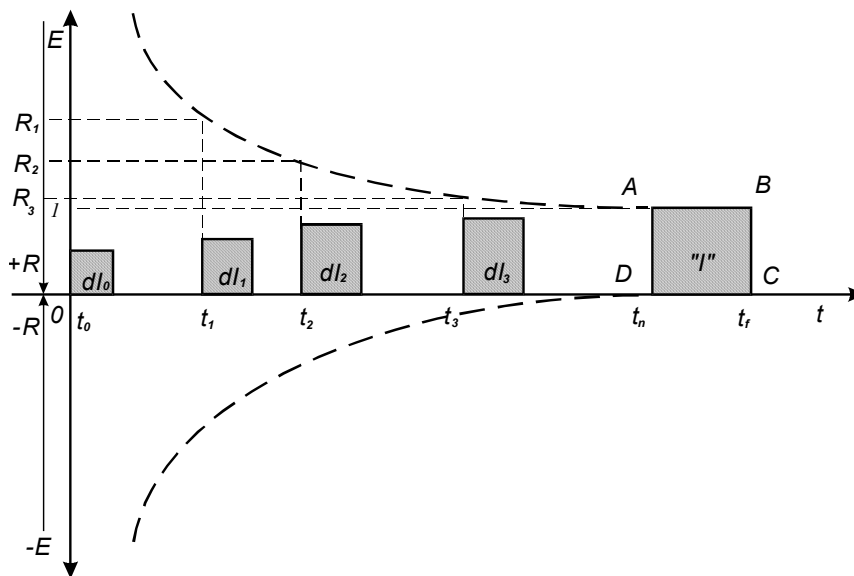


Fig. 4.9. Curba asimilării restricțiilor.

de apariție al restricțiilor poate fi reprezentat prin două curbe, notate ambele cu R , asimptote la ordonata OR și care se sprijină pe suprafața care definește sistemul căutat ($ABCD$), ceea ce înseamnă că restricțiile au fost definite atât ca număr, cât și ca valoare. Primele se impun restricțiile “mari”, “categoriale” sau de “principiu”, concretizând treptat genul proxim, ultimele apar restricțiile de “nuanță”, “particulare”, ce definesc specificul noului produs, ceea ce face ca intervalele $R_1-R_2, \dots, R_{n-1}-R_n$ să fie descrescătoare.

În procesul de definire al sistemului căutat, intervin tehnici ce apelează la asocieri, combinări, extrapolări, analogii, inversii, modificări - ajustări și alte procedee de tip intuitiv, ulterior analizate prin prisma restricțiilor. Se poate spune că procesul de inventare se face “*pas cu pas*”, unde, se pleacă de la un element definit doar parțial, cu un anumit grad de confuzie, dar care reprezintă un prim punct de plecare. Acesta permite în continuare construcția sistemului prin încercări succesive, în care acumulările (dilatările, extinderile) se fac prin intuiție și gândire divergentă, iar contracțiile și conturarea treptată a sistemului, prin gândire convergentă, restrictiv-logică.

Evoluția componentei afective. Intensitatea cu care o persoană își trăiește relația cu obiectul activității sale de creație diferă pe parcursul avansării pe calea elaborării noului produs.

Pe plan comportamental modificările se concretizează în implicarea afectivă (I_a) de diferite grade. Elemente simptomatice ale implicării afective sunt:

- creșterea duratei secvențelor ce compun activitatea euristică;
- reducerea intervalului de timp între secvențe până la cvasicontinuitatea activității de căutare în etapele de finalizare;
- accentuarea particularităților persoanei sub aspectul comunicării, tinzând la “mutism” în cazul introvertiților, sau la „*dizertație*” pe temă unică, „*Invenția*”, la cei extravertiți;
- extinderea dominației temei pe celelalte roluri ale persoanei (de cuplu, parental, de agrement), tinzând la generalizare.

În fig. 4.10 schițăm relația dintre intensitatea trăirii afective și principalele etape de elaborare a sistemului, „*Invenția*”, exprimată în curba implicării afective (I_a). Pentru a menține aceleași coordonate ca și în redarea evoluției componentei cognitive, vom raporta implicarea la timp. Intensitatea trăirii va fi reprezentată pe ordonata $+T_a, -T_a$. Valoarea inițială a lui T_a la momentul t_0 este I și reprezintă disponibilitatea persoanei de a-și asuma creativ sarcina. T_a este dependentă de nivelul inițial al motivației intrinseci pentru sarcină, percepția constrângerii mediului extern și capacitatea persoanei de a reduce cognitiv restricțiile percepute (T. Amabile) [304]. Suportul energetic afectogen al procesului cognitiv poate fi

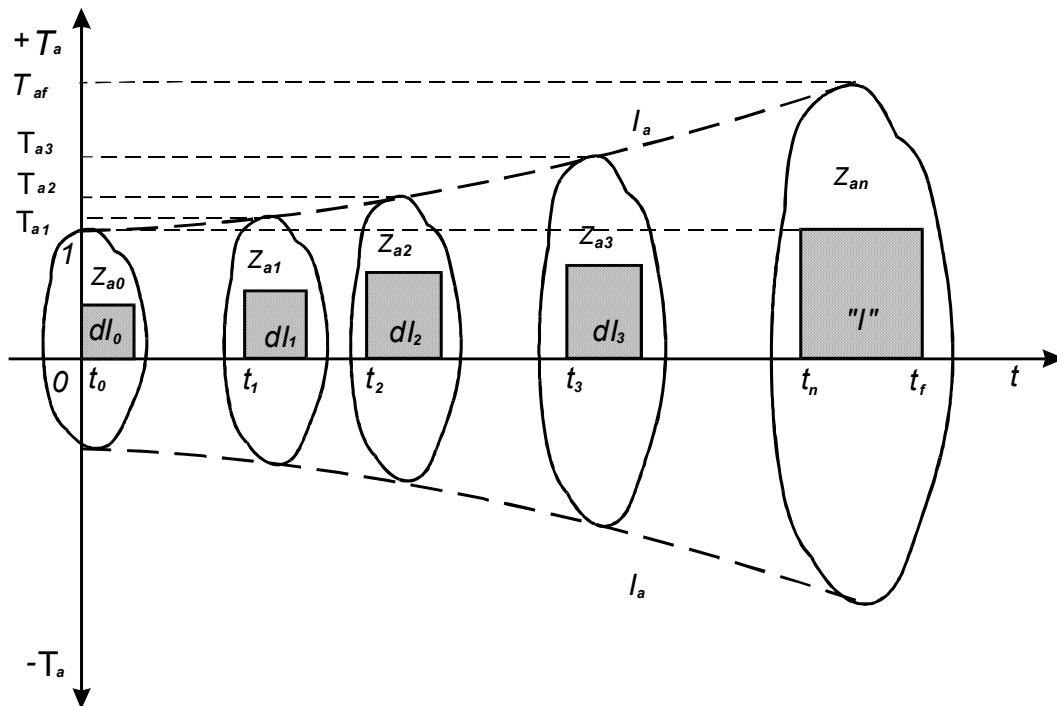


Fig. 4.10. Evoluția zonelor afective în procesul de creație.

reprezentat intuitiv în această etapă prin zona „ Z_{a0} ”. În timpul t_1 are loc o creștere a gradului de elaborare al invenției; percepută ca o apropiere de finalitatea activității, ea reprezintă o trăire pozitivă ce pulsează energie în sistem, crescând suportul afectiv al proceselor cognitive. Acceptăm faptul că trăirea afectivă se interiorizează cumulativ, ceea ce înseamnă că $T_{a2} > T_{a1}$. În spațiul psihic intern are loc asimilarea acestei trăiri la niveluri din ce în ce mai profunde, ceea ce facilitează comunicarea intrapsihică. Rezultă o implicare afectivă crescută în sarcină și mărirea suportului energetic afectogen de la Z_{a0} la Z_{a1} .

Pe măsura elaborării invenției crește ponderea cantitativă și/sau calitativă a diferențelor sale specifice. Acestea sunt percepute de creator ca o materializare a propriilor particularități, expresie a unicității sale, garanție - conștientizată sau nu - a conservării sau „eternizării” propriei individualități. Libertatea proiectării personalității în produsele activității generează o creștere a intensității trăirii afective de tip exponențial; prin urmare diferența $T_{a3} - T_{a2}$ va fi mai mare decât $T_{a2} - T_{a1}$.

Reprezentarea grafică a unor secvențe consecutive ale procesului de creație arată o evoluție crescătoare a implicării afective. Inițial cauză, implicarea afectivă devine efect modelându-se și crescând în intensitate prin interiorizarea fiecărei

secvențe ce apropie subiectul de definirea produsului și cauză a secvenței următoare, a produsului următor. Valorile implicării afective pot varia în procesul creației de la valori elementare, dar întotdeauna diferite de zero, (de exemplu emoția unei speranțe), până la „*infinit*”, pasiunea identificării integrale a persoanei cu procesul euristic.

Componenta afectivă este cea care sensibilizează seturile apercetive, le flexibilizează și dinamizează permițând diversificarea categorială a obiectului perceput, redefinirea acestuia după alte caracteristici decât cele care au fost inițial percepute, chiar bine fixate. Ea permite activarea din memorie a unor elemente de asociere care, supuse unor analize logice, par foarte îndepărtate, dar trăirile, care le-au însoțit la asimilare sau pe parcursul experienței subiectului pot fi puse în relații bine definite cu cele actuale.

Componenta afectivă definește imaginația și o diferențiază de gândire prin abordarea empirică a situației-problemă și proiectarea subiectului în alternativele de soluții; cu cât un subiect are mai multe răspunsuri comune cu ale celorlalți membri ale unui eșantion relativ omogen sub aspectul capacităților intelectuale, ale experienței cognitive, al contextului motivator (exp. un grup de studenți în situație didactică), cu atât implicarea afectivă în sarcină este mai mică, comunicarea intrapsihică este limitată, problema fiind abordată preponderent prin structurile cognitive reactive, formale, cvasiautomatizate.

Spre deosebire de gândirea divergentă, care se poate limita la asocieri și combinări logic orientate, imaginația presupune permisivitatea subiectivă față de conștientizarea informației inconștient structurate, posibilă doar în condițiile unei implicări afective crescute.

Reprezentarea modelului funcțional al creativității (M.F.C.). Prin suprapunerea figurilor anterioare se obține reprezentarea corelată a celor două componente procesuale (cognitivă și afectivă) și se conturează modelul funcțional al creativității (fig. 4.11). Se observă că, concomitent cu restrângerea zonei informaționale, are loc creșterea celei afective. Interpretarea restricției ca progres în elaborarea noii soluții (invenția), generează creșterea intensității trăirii afective. Energia psihică cumulată susține o nouă extindere a zonei informaționale, urmată de o nouă restrângere ca efect al asimilării următoarei restricții, trăită ca succes. Privită în acest fel, în procesualitatea ei, creativitatea devine un fenomen permanent, evolutiv și discursiv, orientat către finalizarea produsului de creație.

Fiecare fază desfășurată între două restructurări ale elementului ***dI*** este descriabilă prin etapele clasice ale creativității:

- căutarea informației (preparația) în acțiunile de lărgire a zonelor cognitive în intervalul de timp $t_0 - t_{n-1}$. Raportarea permanentă a noilor informații la ***dI***_{*n-1*} face

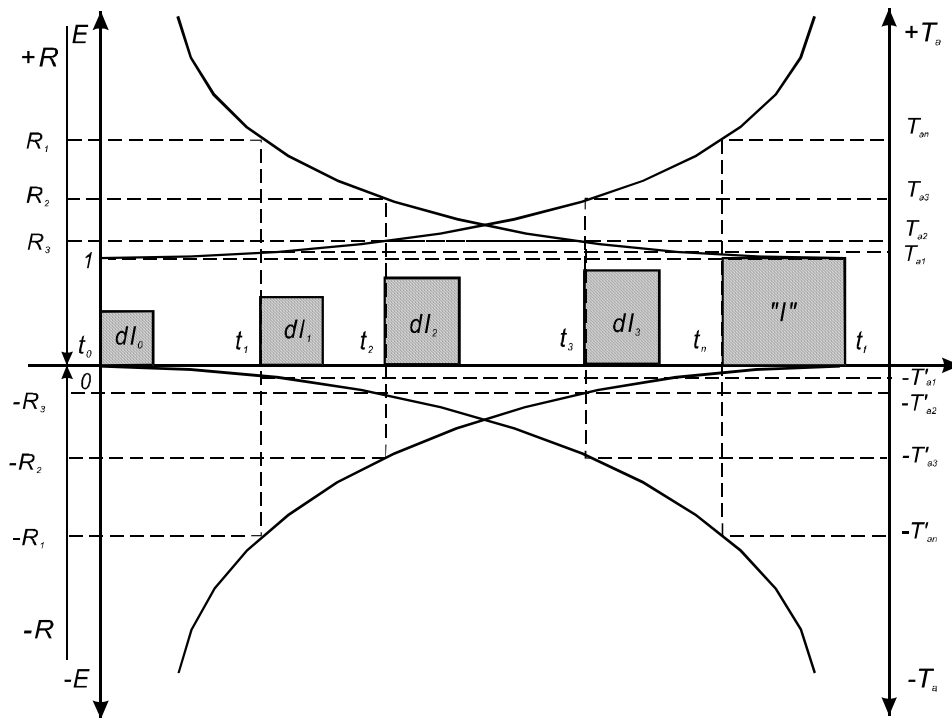


Fig. 4.11. Modelul funcțional al creativității.

ca această etapă să conducă la definirea unei restricții noi, care nu este altceva decât o ipoteză care va sugera soluții posibile;

- asimilarea restricției (incubația) în intervalul de timp dt , variabil de la o fază la alta, are loc prin prelucrarea conștientă și/sau inconștientă a informației în vederea integrării investiției noi celor anterioare. Asimilarea restricției este etapa cea mai vulnerabilă a procesului de creație, ea dovedindu-se a fi de durată infinită, atunci când procesul nu se finalizează într-un proces de creație;

- momentul integrării restricției celor anterioare - *iluminarea* - o constituie fiecare redefinire a produsului parțial dI , din ce în ce mai apropiat de produsul final de creație I;

- selectarea și reorganizarea zonei informaționale pertinente, restrângerea zonei ZC , realizate tot în intervalul de timp dt , este asimilabilă etapei de verificare a soluției, a fiecărei soluții parțiale ale procesului.

Activitatea creatoare generează efecte obiectuale - produsul de creație - „*invenția*”, formează instrumente psihice de creație - cunoștințe, priceperi, atitudini, de asemenea, alimentează bugetul energetic afectogen al persoanei. Integrarea acestor efecte într-o unitate structurală devine element intrinsec al motivației de debut al următorului demers creator. Intensitatea unității motivatoare

a acesteia $Z_A=I$ va fi mai puternică decât a activității precedente. Datorită nivelului profund de integrare a experienței cognitive în structura psihică prin legături afective puternice, aceasta (experiența creatoare) se va constitui în creativitate potențială sporită, activabilă în rolul în care a fost dobândit (expunere: didactic, profesionist) și transferabilă în alte roluri.

Modelul funcțional permite formularea următoarelor condiții ale finalizării activității creative într-un produs de creație:

- * restricțiile cognitive să fie deliberat interpretate ca spor de cunoaștere atât în situația în care confirmă ipoteza formulată, indicând oportunitatea avansării în direcția aleasă, cât și în cazul infirmării ipotezei, a închiderii direcției de căutare în care s-a investit;

- * trăirea ce însoțește experiența pozitivă de creație să fie conștientizată în vederea accelerării transformării emoțiilor discrete, situaționale în sentimente continue și pasiuni;

- * tratarea echivalentă și interdependentă a celor două componente, cognitivă și afectivă, în manifestarea lor specific umană sub formă de gândire-imaginație și sentiment - pasiune; argumentul acestei exigențe este sugerată de M.F.C. care arată că componenta afectivă asigură energia necesară culegerii de noi cunoștințe, iar cea cognitivă orientează persoana spre zone informaționale pertinente, ambele regăsindu-se în prelucrarea individualizată a datelor.

M.F.C. are un caracter global prin faptul că integrează ipostazele de produs (invenția) și de proces ale creativității și sugerează condițiile subiective ale interacțiunii persoană-situație favorabilă actului creator.

4.2.1.4. Modelele personalității creatoare

Inteligența – capacitate fundamentală a creatorului. Deceniile cinci și șase ale secolului nostru sunt dominate de preocupările de identificare a particularităților persoanelor creative. S-a stabilit că caracterul gândirii la artiști și tehnocrați este diferit, având la bază primația unei sau altei forme ale gândirii (v.fig. 4.12).

La vremea respectivă, Munsterberg și Mussen constată că artiștii creatori sunt caracterizați prin sentimente puternice de culpabilitate, sunt independenți de părinți și introvertiți.

INTELIGENȚA (lat. *Intelitentia*; grecii nu aveau un cuvânt echivalent) este trăsătura caracteristică umană amplă și complexă. Din acest motiv definirea inteligenței este dificilă, iar definițiile formulate nu au întrunit accepțiunea unanimă.

INTELIGENȚA - „deșteptăciunea”- poate fi definită drept *o funcție cognitivă generală, fundamentată pe abstracție, construcția de modele și soluționarea problemelor.*

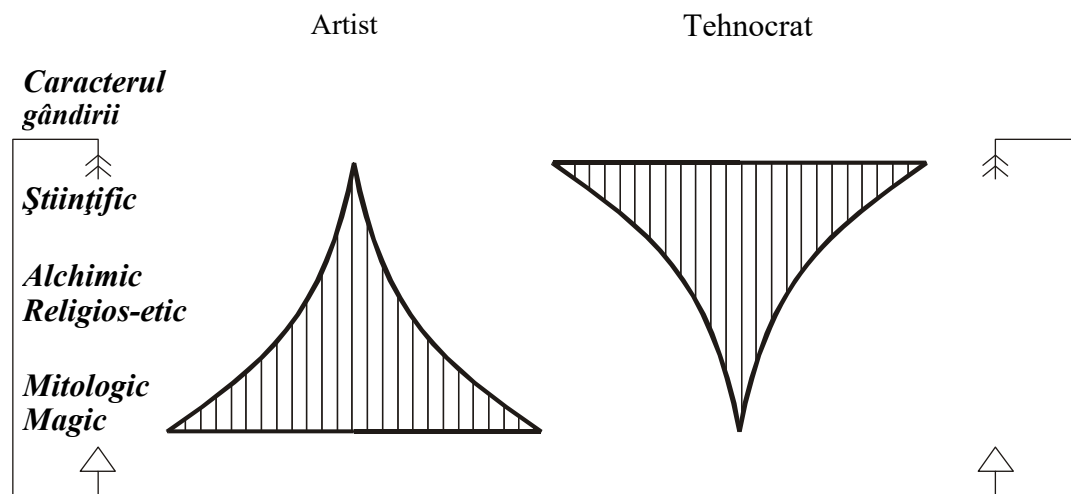


Fig. 4.12. Caracterul gândirii la artiști și tehnocrați.

Concret, *inteligenta* reprezintă capacitatea generală de a rezolva în mod optim problemele, adică aptitudinea de a face față tuturor obligațiilor care cer o oarecare facultate de adaptare, un spirit de observație, de deducție logică etc.

Funcțiile importante ale inteligenței sunt:

- gândirea abstractă;
- talentul matematic;
- expresia verbală;
- capacitatea de a diagnostica și rezolva;
- memoria;
- creativitatea.

Cercetarea inteligenței, pe baza testării capacităților mentale ale copiilor și tinerilor, s-a impus ca o necesitate la începutul secolului al **XX**^{lea} în țările apusene, fiind efectuată de psihologi și sociologi. Cercetarea avea drept obiective reperarea copiilor care eșuau în studiile primare din motive legate de dezvoltarea intelectuală și descoperirea unor elevi cu capacități deosebite, care necesitau o atenție particulară.

Nivelul de creativitate, apreciat prin așa-numitul *coeficient de inteligență QI*, este diferit la persoane diferite. Analiza rezultatelor cercetărilor efectuate pe un eșantion de persoane arată că marea majoritate a persoanelor (cu excepția celor care au un grad pronunțat de debilitate) posedă aptitudini creative (fig. 4.13).

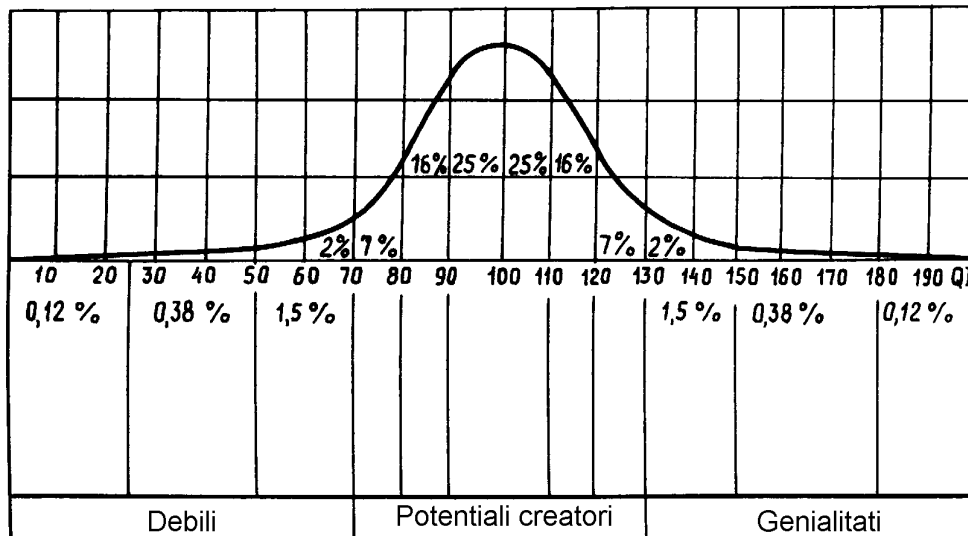


Fig. 4.13. Curba QI la diferite categorii de persoane.

La cererea Ministerului Instrucțiunii Publice din Franța între anii 1905 și 1911, psihologii Alfred Binet și Theodore Simon propun primele teste de măsurare a capacității intelectuale, care erau adresate copiilor. Ele constau din exerciții de dificultate crescândă privind figuri, cifre, litere și cuvinte și au rămas cunoscute în literatura de specialitate sub denumirea **TESTUL „BINET - SIMON”**. El se bazează pe nivelurile medii de răspunsuri bine stabilite statistic, corespunzătoare unei anumite vârste biologice, și ca atare a apărut posibilitatea de a compara dezvoltarea intelectuală, și deci o anumită „vârstă mentală” (V.M.), nivelul intelectual, cu “vârstă biologică” (V.B.).

Coeficientul de inteligență - Intelligence Quotient - I.Q. - a fost propus în 1912 de germanul Wilhem Stern și preluat în anul 1916 de americanul Lewis Terman de la Universitatea Stanford.

Ca atare:

$$IQ = VM / VB \times 100.$$

Astfel, dacă un copil de 8 ani (biologici) se comportă din punct de vedere al inteligenței ca un copil de 16 ani rezultă:

$$IQ = 16 / 8 \times 100 = 200.$$

Ceea ce este un lucru extrem de rar.

În cazul unei vârste mentale de 6 ani și a unei vârste biologice de 8 ani :

$$IQ = 6 / 8 \times 100 = 75.$$

Dacă vârsta mentală corespunde cu vârsta biologică:

$IQ = 100.$

Cercetările statistice au arătat că **IQ** - este cuprins în medie între extremele 60 și 140 cu majoritatea situată între 90 și 110 și că valoarea lui crește până la vârsta de 25 - 30 de ani. Statistic, distribuția coeficientului de inteligență pentru o populație dată, are valori care se repartizează după curba lui Gauss. Japonia deține recordul pentru cel mai mare **IQ** determinat la scară națională și făcut public. **IQ** - ul japonezilor născuți în perioada 1960 - 1961 este de 115, iar 10% dintre aceștia au **IQ** peste 130.

Este de menționat că testele stabilite de Binet și Simon au fost ameliorate de TERMAN, devenind testul Stanford – Binet și că există și alte teste la care valorile rezultate sunt mai mari decât la Stanford - Binet. Astfel, valoarea cea mai mare a **IQ** - ului a fost obținută de americanca de 10 ani Marilyn Javrik care a trecut cu succes un test specific vârstei de 23 de ani, în timp ce președintele J. F. Kennedy a fost cotate doar cu 119. O concluzie științifică a specialiștilor din domeniu, referitor la **IQ**, este că el reprezintă un anumit mod de gândire care nu obligă la o intuiție deosebită, adică la o percepție senzorială extraordinară și nici la respingerea prejudecăților.

Folosindu-se de scara BINET, s-a înființat societatea MEGA SOCIETY, din care fac parte cei ce au **IQ** mai mare decât 193. Numărul membrilor este extrem de redus - în 1991 erau doar 26. În SUA există mai multe **IQ** - Clubs - uri, iar membrii acestora, de obicei, nu sunt oameni deosebiți în activitatea curentă. Este însă de remarcat că marii șahiști ai lumii au **IQ** foarte mari.

Una din marile probleme ale inteligenței este cea referitoare la elementele care o determină în mod fundamental. **Este inteligența înnăscută, congenitală sau dobândită ?**

Dezvoltarea cercetărilor de genetică clasică și, în special, descoperirea suedezului Milson Ehile a eredității cantitative a permis să se stabilească faptul că inteligența umană reprezintă un aspect cantitativ, care are o dublă determinare - genetică și ambientală. Potrivit acestei teorii, copiii se nasc cu un anumit genotip intelectual „*potențial*”, a cărui realizare depinde de mediul ambiant, favorabil sau nefavorabil.

În 1977, H. J. Eysenck a demonstrat că inteligența este determinată genetic în proporție de 75 - 80 %, mediul având o influență de 20 - 25 %. Astfel la copiii normali dotați genetic, potrivit cercetărilor efectuate, mediul poate ridica sau reduce nivelul **IQ** cu mai mult chiar de 20 de puncte. Influențele favorabile sau nefavorabile încep chiar cu viața intrauterină și

familială (cei șapte ani de acasă), continuând cu școala și mediul social în care trăiește individul.

La fel de interesante sunt și lucrările unei echipe de la Departamentul de Statistică al Universității Carnegie - Mellon din Pittsburgh (S.U.A). Astfel, analiza statistică a rezultatelor a 212 studii care au urmărit evoluția a peste 50000 de perechi de gemeni a condus la concluzia că 20 % din IQ depinde de condițiile de viață uterină, 50 % de factorul genetic, iar 30 % sunt atribuite factorilor de ordin socio-cultural care intervin în procesul de învățare și formare a personalității umane.

Pretutindeni în lume, puțin câte puțin, rezultatele testelor prin care se măsoară capacitățile intelectuale se ameliorează. Acest „*Efect Flynn*”, cum a fost denumit, este valabil nu numai pentru țările europene, ci și pentru America, Japonia sau Australia. Datele cele mai sigure provin din Belgia și Israel, unde de câteva decenii toți bărbații sunt supuși unui test de inteligență înainte de a satisface serviciul militar.

Este de considerat faptul că *inteligenta măsurată a crescut în medie cu 15 puncte de la o generație la alta*. Ea nu poate fi explicată prin creșterea bombardamentului informațional asupra subiecților, sau nu poate fi explicată esențial din acest punct de vedere.

Astfel, creșterea cea mai sesizabilă a inteligenței se distinge la testele care se adresează „*inteligentei pure*”, independent de orice aspect cultural - științific. Astfel, „*testul RAVEN*” constă integral dintr-o serie de scheme foarte complicate, a căror completare este posibilă numai printr-un procedeu pur logic de gândire.

Mergând pe această linie, se poate pune ușor întrebarea dacă este de așteptat apariția unor generații superinteligente și dacă această creștere a *IQ* - ului este bine fundamentată. Există suficienți sceptici, printre care chiar și politologul James Flynn - profesor la Universitatea din Otago - Noua Zelandă, de la care provine denumirea de „*efect FLYNN*”. Probabil că testele de inteligență măsoară și altceva decât aptitudinile, numite de regulă „*inteligentă*”. Ele cuprind un complex de abilități ale persoanei în cauză.

Într-un anumit fel se poate face o paralelă, și nu lipsită de suport real - între creșterea permanentă a performanțelor sportive și a celor intelectuale.

La toate aspectele mai susmenționate mai trebuie adăugat unul: *influența vârstei asupra activității de cercetare și inovare*. Există părerea și încă mai există că oamenii de știință au elaborat cele mai bune lucrări ale lor la vârsta de 30 - 34 de ani. Astrofizicianul american H. Abt, studiind lucrările a 22 de iluștri astronomi ai secolului al XX-lea, a căror carieră s-a încheiat

deja, a ajuns la concluzia că cele mai importante descoperiri au fost făcute între 30 și 70 de ani, deși numărul maxim de lucrări importante a fost făcut la 45 - 50 de ani

Cercetările efectuate de Barron pe un eșantion de savanți reliefează trăsături comune ca autonomia în elaborarea judecăților, puternică conștiință de sine, neconformare la oprimare, la dominare și la îngrădiri, preferințe pentru fenomene mai complexe, cărora Mackinnon le adaugă originalitatea și receptivitatea față de lumea înconjurătoare. Pe baza studierii unui eșantion de 600 de persoane, arhitecți, ingineri, fizicieni și matematicieni, recomandați de experți în domeniul respectiv ca fiind capabili de inovații, Vervalin [324] prezintă următoarele caracteristici similare persoanelor creative:

- ◆ toți dau dovadă de inteligență globală ridicată, dar diferențiată funcție de domeniul de preocupare; inginerii obțin rezultate mai bune la inteligența spațială;
- ◆ capacitate de concentrare și distributivitate a atenției ridicate și apropiate;
- ◆ dispun de informații diversificatoare și au o mai mare capacitate de a le combina, extrapola și clasifica în rezolvarea problemelor;
- ◆ sunt sensibili la complexitatea psihologică a propriei persoane;
- ◆ simt o responsabilitate emoțională și au o capacitate empatică largă pentru oameni și idei divergente;
- ◆ aproape toți relatează o copilărie nefericită, relativ tensionată;
- ◆ sunt receptivi la propriile caracteristici psihice, ceea ce le permite să se înțeleagă pe sine;
- ◆ eșantionul în ansamblu este orientat spre introversiune, dar potențialul creativ evaluat este mai mare la cei extravertiți;
- ◆ au o relativă autonomie față de restricțiile convenționale, nu îi interesează părerile altora;
- ◆ nu se caracterizează pe dimensiunea conformist -nonconformist, ci prin idei veritabile, autentice, independente;
- ◆ au o mare flexibilitate pentru înțelesuri și scopuri, dar răspund greu unor solicitări repetitive.

Concluzia autorului menționează explicit părerea conform căreia nu există o imagine stereotipă a individului creativ, doar unele trăsături comune cu valoare de similitudini. Aspecte ca sensibilitatea și receptivitatea față de fenomenele psihice, responsabilitatea emoțională, atrag atenția asupra componentei afective a creativității.

Unele școli psihologice consideră structurile afective ca fiind hotărâtoare în determinarea creativității persoanei. Referiri la acest aspect se găsesc deja în

literatura începutului de secol; școala psihanalitică consideră aptitudinea de a sublima libido-ul (energia psihică primară), o caracteristică a personalității, atribuită de Freud artiștilor și consumatorilor de artă, cu unul îndepărtat și valoros sub aspect social. Teoria existențialistă consideră creativitatea ca fiind dependentă de *capacitatea „de adâncire, de angajare autentică”* (Rolo May, cf, 4) într-o situație cu care subiectul se „întâlnește”, în care se regăsește, cu care se poate identifica; caracteristicile individuale ce facilitează „întâlnirea” sunt considerate a fi receptivitatea și gradul de deschidere a persoanei, intensitatea comunicării cu lumea înconjurătoare (Schachtel, cf, 4). Adler, exponent al teoriei culturale a creativității, atribuie fiecărui individ o anumită „forță creativă”, expresie a relației cu mediul său complex, a interacțiunii predispozițiilor constituționale cu experiența acumulată; nevoia de a fi de folos societății, mobilul oricărei creativități în această accepțiune, nu este o trebuință cognitiv dedusă din analiza situațiilor sociale, ci o dorință ce emerge din profunzimea structurilor psihice. În limitele aceleiași teorii Fromm diferențiază creativitatea - aptitudine de creativitate - atitudine ce stă la baza activității creatoare, perceperea creativă de reacția creatoare, ca o premisă a acesteia din urmă.

Studiile experimentale întreprinse de Guilford pun în evidență și sistematizează aptitudinile intelectuale implicate în activitatea creativă. Independent de Guilford, la particularități asemănătoare a ajuns și Lowenfeld, care definește pe lângă aptitudinile de restructurare, analiză, sinteză și coerența organizării, patru factori ce par a ține de particularitățile funcționale ale proceselor psihice complexe, anume sensibilitatea față de probleme, care ar avea la bază sensibilitatea senzorială, disponibilitatea receptivă, mobilitatea ca și facilitatea adaptivă la diferite situații și originalitatea pe care o definește în contrast cu „conformismul”.

Descrierea factorilor și aptitudinilor intelectuale implicate în creativitate, accentuează componenta cognitivă a personalității creative, stabilind un echilibru între imaginea geniului bizar, slab, vulnerabil și cel puternic, pragmatic, învingător, nu sub forma unui mixaj, ci a unor modele alternative multiple și diversificatoare, și ceea ce este esențial, cu șanse egale de succes.

Modelul factorial al personalității creative

Factorii nonintelectuali compuși din cei afectogeni, cu originea la diferite niveluri de întâlnire ale conștientului cu inconștientul, cuprind:

- *motivația* care există: *intrinsecă* sau personală (persoana creativă sincer își iubește lucrul său și își formulează scopurile de bază); *extrinsecă* (există o serie de

motivații extrinsece: banii, promovarea, prețurile, reputația etc.). Pentru oamenii creativi motivația extrinsecă e mai puțin importantă decât cea intrinsecă;

- *caracterul*, factor ce energizează și orientează investirea energiei creatoare în anumite valori [325]. „*Caracterul este cel mai mare multiplicator al capacităților omenești*” (C. Fisher);

- *rezonanța intimă* - constă în „*modul în care experiența de viață a individului se răsfrânge în forul său interior*” [326] - este exprimată sintetic la nivel comportamental de încărcătura emoțională a acțiunii concrete dată de implicarea afectivă la nivel intrapsihic profund;

- *temperamentul* manifestat în modul de desfășurare a procesului creativ pe dimensiunile calm - exploziv, sistematic - haotic, solitar - sociabil;

- *aptitudini complexe*, senzorial - motorii specializate pentru diferite funcții în anumite domenii de activitate: științe, arte, sport, tehnică, conducere, meserii.

Se reține rolul hotărâtor pe care-l au factorii de personalitate în determinarea creativității, ca și pe cel al activității de creație în structurarea caracteristicilor de personalitate. Această reciprocitate generează dinamica specifică fenomenului creator, astfel că, funcție de natura activității (creatoare - noncreatoare) în care este implicată preponderent persoana, factorii psihologici au efecte stimulative sau dimpotrivă, de frânare asupra performanțelor creative.

Factorii mediului instituțional. Analiza diversificată a fenomenului creator într-un context ce privește persoana în interacțiunile sale cu mediul, bazată pe informații din literatura de specialitate și pe observații proprii permite identificarea factorilor mediali de influență a creativității. Aceștia au o concretizare specifică în ansamblul activităților formative universitare, iar relațiile dintre factori dobândesc particularități ce decurg din caracteristicile vârstei și statutul social ale studenților, ale secvenței mediale - fizice și sociale - aferente (universitar) și ale activității dominante (pregătirea pentru o carieră tehnică de concepție). Astfel, în perioada studenției, creativitatea de etapă (creativitate actuală) și implicit cea de perspectivă - în potențialul căreia se constituie - este influențată pe lângă factorii psihici, dar în strânsă interacțiune cu aceștia, de categoriile de factori mediali prezentați în continuare.

Calitatea mediului ambiant - fizic, psihologic și social (micro-) are o influență semnificativă asupra creativității. Din literatura ergonomică și de psihologia muncii sunt cunoscute efectele unor elemente fizice ca spațialitatea, relieful, cromatica, muzica funcțională sau prezența unor ființe, plante, animale, persoane agreabile subiectului/subiecților în zona perceptiv - accesibilă. Viața universitară în sisteme spațiale unitar organizate favorizează frecvența și diversitatea relațiilor interpersonale verticale (student - profesor). Apropierea

spațială generează transparență și deschidere - climat psihosocial stimulat pentru creativitate. Vecinătatea sălilor de curs și a laboratoarelor didactice cu cele de cercetare, punctele de documentare comune ale profesorilor și studenților, facilitează „întâlnirile” student - profesor, perceperea de către primii a „regimului de viață”, a modalităților de angajare și dăruire în munca profesională a celor din urmă, furnizând elemente pentru automodelare spontană prin „învățare mecanică” și/sau deliberată, prin „autoeducație” .

Viața în complexe (campusuri) universitare mari, favorizează relațiile pe orizontală (student - student), permite întâlnirile dintre studenți de diferite specialități, cu diferite mentalități, provenind din medii diferite. Intensitatea și frecvența comunicării între persoane diferite îmbogățește și nuanțează orizontul cognitiv al fiecăruia, favorizează apariția unor asociații mentale îndepărtate, stimulează producția de idei.

Posibilitățile de relaxare prin sport, odihnă și agrement sunt concepute pentru a oferi posibilitatea practicării unor activități de compensare a celor intelectuale. Practicarea sistematică a unor activități fizice concretizate în orice gen de mișcare duce la creșterea mobilității intelectuale, flexibilizează și creează un tonus afectiv pozitiv, generator de energie psihică, deci favorabil creativității.

Identitatea universității se referă la tradiția, competența educațională, autenticitatea stilului didactic, valorile promovate, „renumele” profesorilor, performanțele profesionale ale absolvenților ș. a. Tradiția puternic încetățenită este aceea de a instrui, de a înzestra viitorii ingineri cu cât mai multe cunoștințe, informații acumulate din domeniul de specialitate. De importanță necontestată în ingineria de fabricație (conducerea procesului tehnologic), care solicită creativitatea la nivelul ei productiv, informarea este insuficientă pentru pregătirea personalului tehnic de concepție (cercetare, dezvoltare, proiectare, management de nivel), funcții ce solicită creativitatea pe plan inventiv și inovator. Efectele unei asemenea tradiții reprezintă un risc social, cu un ridicat cost individual și grupal, deoarece, în prezent, numărul inginerilor ce îndeplinesc funcții de management, programare, proiectare, cercetare, ș. a. depășește de câteva ori numărul celor care conduc procese tehnologice de fabricație, ponderea fiind în continuă creștere.

Climatul cultural al zonei - factor ce are în vedere intensitatea și diversitatea vieții științifice universitare, intelectuale în general și cultural - artistice, influențează la rândul ei creativitatea. Impactul specificului cultural zonal asupra creativității studentului este diferit într-un centru universitar cu unități ce acoperă 4 - 5 domenii distincte de cunoaștere, reunind peste 30 de facultăți, fiecare popularizându-și simpozioanele, conferințele, congresele, atribuirile de titluri științifice ș. a., comparativ cu universitatea care funcționează ca singură unitate de

învățământ superior într-un oraș cu preocupări științifice restrânse sau unilaterale. De asemenea, accesibilitatea directă la „produsele” culturale (muzică, literatură, arte plastice) lărgeste orizontul intelectual, dar mai ales sensibilizează mult mai eficient decât telecultura, ceea ce are efecte spontane benefice asupra potențialului creativ general, în special prin componenta afectivă.

Particularitățile creative de personalitate ale profesorului sunt semnificative pentru stimularea creativității studenților. Cercetările pedagogice au relevat strânsa relație dintre particularitățile comportamentale ale profesorului și cele ale elevilor săi; constatarea sugerează includerea viitoare a creativității printre criteriile formale de selecție a tinerilor preparatori, de o importanță hotărâtoare, deoarece această calitate influențează pe lângă comportamentul studentului și calitatea actului didactic în cadrul orelor concrete, de asemenea, calitatea activității de management educațional ce revine fiecărui cadru didactic începând din al treilea an de activitate.

Într-un studiu amplu privind blocajele interne ale creativității, C. Stoica [328] prezintă o taxonomie a factorilor de influență a creativității și efectele lor asupra performanței. Coroborând datele prezentate cu experiența proprie, dintre factorii psihologici stimulativi reținem cei intelectuali clasici, inteligența și aptitudinile intelectuale specifice creativității, iar dintre cei nonintelectuali - deschiderea la experiență, curiozitatea, încrederea în sine, toleranța la ambiguitate, dorința de a crea, insistență în atingerea scopului, dirijarea emoțiilor ș.a. *„Cel care vrea, face mai mult decât cel care poate”* (G. Murei). Creativitatea în muncă este atinsă atunci, când se lucrează din suflet, cu inventivitate. A ști ce dorești, a merge ferm spre atingerea scopului – aceasta trebuie să devină regulă de aur pentru fiecare inventator. Renumitul psiholog american W. James încă în a.1889 a menționat *„Dacă noi dorim ca rezultatele eforturilor volitive și a capacităților asupra formării și recepționării ideilor să fie mai productive, diversificate și efective, noi trebuie să ne învățăm să le eliberăm de influența frenatoare a meditațiilor noastre îndelungate”*.

Dirijarea cu emoțiile este strict necesară în procese de creație. Este important de a ne învăța să analizăm cauzele disconfortului ca surse de probleme creative. B. Rassel descria următorul procedeu, care-i permitea să ocolească senzația de nesiguranță și să favorizeze creativitatea. *„Eu am observat că atunci când trebuia să lucrez asupra unei teme foarte dificile, cea mai bună metodă era ca în decurs de câteva ore sau zile să mă gândesc intensiv asupra problemei, iar apoi să dau comandă subconștientului. Peste câteva săptămâni sau luni, întorcându-mă din nou la această temă, eu întotdeauna găseam lucrul deja efectuat. Până la găsirea*

acestei metode eu aceleași săptămâni, luni le petreceam în așteptări chinuitoare. Neliniștea mea nu accelera cu nimic găsirea soluției”.

Blocajele interne ale creativității (factorii de frânare în terminologia lui E. Landau [329]) pot fi de natură:

- **cognitivă - perceptuală** - incapacitatea de a sesiza problema, neutralizarea tuturor simțurilor în observație, stiluri cognitive extreme cauzate de rigiditatea seturilor apercetive;

- **informațională** - suprainformare, ultraspecializare, neinițiere în creatologie (teoretică și aplicativă) - cauzate de conținuturi defectuoase de instruire

- **de stil** - fixitate funcțională, conformism intelectual, autoimpunerea ideatiei - evaluare, autoimpunerea unor restricții iluzorii - cauzate de metodologii instructive unilaterale;

- **reglatoare - motivațională** - supramotivarea sau submotivarea;

- **temperamental - caracterială** – perfecționism/ complacere în soluții mediocre, neîncredere în sine, supraevaluarea competenței altora;

- **afectivă** - anxietatea - toate cauzate de efecte educaționale negative, auxiliare instruirii.

Particularitățile de vârstă. Includem această variabilă în categoria factorilor mediali, deoarece prin dominanta de interes și mentalitatea colectivă, pe care o generează, acționează și ca factor social de influențare a individului. Vârsta specifică parcurgerii studiilor universitare cuprinsă în general între 19 și 25 de ani are o serie de particularități ce o diferențiază de marile intervale de existență ale persoanei, adolescența și vârsta adultă, realizând, totodată, și trecerea de la una la alta.

Stadiul „*vârstei adulte tinere*”, cum o numește E.H. Erikson, este - în accepțiunea lui - perioada specifică demersului de rezolvare pe plan individual a conflictului psihosocial pe dimensiunea intimitate-izolare. Pe acest fond - ce angajează preponderent structurile afective spre deosebire de stadiile latenței sau adultului propriu-zis, vârste „*pragmatice*” ale căror activități specifice se realizează preponderent pe seama structurilor cognitive- individul, trebuie să îndeplinească anumite „*sarcini*” sociale propuse, provocator, deci stimulat, de către societate.

Pentru intervalul de vârstă avut în vedere, B.M. și P.R. Newman menționează următoarele sarcini de dezvoltare, pe care persoana le are de îndeplinit. Tânărul de 18-22 ani: *autonomie față de părinți; identitatea rolului sexual; conștiință morală interiorizată; alegerea profesiei.* Adultul tânăr de 23-30 ani: *căsătoria; copiii; desăvârșirea profesională; găsirea stilului de viață.*

Dacă avem în vedere activitățile ce decurg din cele arătate: căutare intensă și/sau relații de cuplu, intensa pregătire pentru viitoarea profesie, implicarea reflectivă și concretă în viața social-politică ș.a., și le raportăm la particularitățile

statutului de student, se impun următoarele considerații în tratarea problemei dezvoltării creativității studenților:

- angajarea afectivă puternică în rolul de cuplu generează tendința abordării celorlalte sarcini - inclusiv a formării profesionale – mai mult prin structurile cognitive și voluntare; studenții sunt „orbi”, „rezistenți” la valențele pozitive ale situațiilor ce nu au legătură cu rolul amintit, uneori se apropie de ele chiar prin seturi aperceptive negative: „prea mult”, „prea greu”, „utopic”, „depășit”, „inutil”;

- crește gradul de autonomie în grupul natural (familia), complementar cu libertatea spațială și relațională în frecventarea unor grupuri, multiple și diversificate sub aspectul funcțiilor, al scopurilor proprii;

- libertatea în organizarea timpului este cvazitotală, datorită autonomiei față de familie ca și a caracterului facultativ al majorității activităților universitare;

- răspunderea pentru propria formare profesională este insuficientă, ineficientă și/sau prea târziu conștientizată (uneori mult după terminarea studiilor).

Datorită diversității activităților și a grupurilor în care se implică studentul în virtutea libertății spațio-temporale și opționale, el va fi supus unor influențe semnificative pentru propria evoluție complexă, implicit sub aspectul evoluției creativității. Având deja o structură de valori relativ bine elaborată la această vârstă, studentul își alege grupurile, activitățile, își fixează aspirațiile funcție de aceste valori, ceea ce înseamnă că, în mare măsură se autocreează. Instituției școlare specializate în activitatea formativă îi revine totuși o responsabilitate crescută față de individ, dar și față de societate, în asigurarea competenței și a nivelului performant al activității viitorilor profesioniști, deci în crearea specialiștilor. Această sarcină este realizabilă prin controlul autorizat și riguros al factorilor pedagogici de influență în raport cu particularitățile de vârstă ale studenților, specificul domeniului profesional pentru care se pregătesc și cerința socială de progres.

Resursele financiare ale studentului reprezintă principalul factor material ce condiționează menținerea unui nivel de trai decent și a statutului de student; ele provin în general de la familie și din bursele de stat, alocate de guvern.

Din perspectiva problemei în discuție suntem interesați de modalitatea în care sistemul de burse stimulează creativitatea. În acest sens enumerăm tipul de burse reglementate la nivelul guvernului și criteriile după care se acordă conform regulamentului [327]:

- bursă de merit - se acordă numai în funcție de rezultatele obținute la învățătură, pe baza mediei;

➤ bursa de studiu - se acordă numai în funcție de rezultatele obținute la învățătură, pe baza mediei;

➤ bursa socială - se poate acorda studenților care nu îndeplinesc condiția de medie pentru a primi bursă de studiu și au o situație materială deficitară.

Analiza acestor criterii conduce la constatarea, că se încurajează rezultatele medii, și nu performanțele; la acest nivel de studii, pentru obiectivul avut în vedere de noi, este semnificativ dacă media de bursă provine din note apropiate acesteia sau semnificativ diferite; nu este totuna dacă o medie de 8,5 rezultă din note între 7 și 9 la toate disciplinele, din note de 9 și 10 la disciplinele generale și 5 și 6 la cele de specialitate, ori din note de 9 și 10 la un grup restrâns dar unitar de discipline de specialitate și note mai mici la celelalte discipline tehnice și la cele de cultură generală. Având în vedere că percepția pe care o au studenții despre semnificația criteriilor folosite în acordarea bursei are un rol formativ important în elaborarea ierarhiei valorilor și a atitudinilor față de pregătirea actuală și de viitoarea profesie, ar fi de dorit ca tendințele autoformative, încercările de inovații sau invenții, interesul pentru aprofundarea unor discipline dincolo de programa analitică obligatorie, să figurează printre criteriile explicite ale unor burse speciale.

Modelul tridimensional al intelectului. Studiile experimentale întreprinse de Guilford [330] pun în evidență și sistematizează aptitudinile intelectuale implicate în activitatea creativă.

Integrat unei structuri intelectuale unitare definită pe trei dimensiuni, cea a procesualității, a conținuturilor prelucrate de procesele intelectuale și a produselor rezultate din aceste prelucrări, creativitatea este văzută ca un ansamblu de aptitudini intelectuale specifice.

Procesualitatea specifică care le caracterizează este gândirea divergentă, văzută prin diversitatea orientării secvențelor de operații, care caută diferite variante de rezolvare a problemelor. Sintagma este folosită de Guilford în analogia cu noțiunea „*imaginația*”. Variantele de procesare a cunoștințelor evoluează pe dimensiunea cunoașterii directă-indirectă, în următoarea succesiune:

- (cunoașterea perceptivă n.n.);
- memoria;
- gândirea divergentă;
- gândirea convergentă;
- evaluarea.

Atribuind semnificație ordinii în care sunt prezentate procesele în model, putem deduce că divergența prelucrează conținutul anterior perceput și fixat în memorie fiind orientat spre a asigura datele necesare unei prelucrări convergente, a alegerii răspunsului just, unic, dintre alternativele posibile. Conținuturile variază

după criteriul concret - abstract în următoarea succesiune: figural, semantic, simbolic și comportamental. Aceste conținuturi sunt „*reprezentative*” pentru domenii de activitate specializate: cel figural - domeniul tehnic - aplicativ și al artelor plastice; cel simbolic - științelor exacte, conținutul semantic este preponderent vehiculat în literatură și concepție tehnică, iar cel comportamental - în științele sociale și umanistice. Precizăm că prin *reprezentativitate* nu înțelegem nici pe departe exclusivitate. Dimensiunea produselor se divide funcție de criteriul particular - general: după primii doi factori relaționabili după criterii cantitative (uniți) clare apar diferențele cantitative, structurale ce exprimă natura raportului dintre unități și clase sau dintre mai multe clase, generând sisteme, unități funcționale transformabile în structuri noi, cu implicații asupra sistemelor „*învercinate*” (orice sistem la care se poate realiza noul sistem indiferent de criteriu).

În acest model au fost identificate șase aptitudini specifice creativității - fiecare în parte fiind capabil de "*producție divergentă*" - concretizabile în produse parțiale sau integrale. În tabelul 4.1 redăm aptitudinile și variantele lor cunoscute așa cum sunt definite de dimensiunile lor structurale. Reținem modelul Guilford ca suport teoretic al programului de dezvoltare a creativității prin exersarea aptitudinilor în activitatea de rezolvare a problemelor.

Din punct de vedere didactic menționăm riscul absolutizării modelului,

Tabelul 4.1

Structura aptitudinilor creative

	APTITUDINI	TIPOLOGIA DE SARCINI	CONȚINUTURI	PRODUSE
I	Fluiditate			
	-Cuvântului	Divergent	Simbolic	Unitate
	-Ideilor	Divergent	Semantic	Unitate
	-Asociațiilor	Divergent	Semantic	Raport
	-Expresiilor	Divergent	Semantic	Sistem
II	Flexibilitate	Divergent	Semantic	
	-Spontană	Divergent	Semantic și figural	Clase
	-Adaptivă	Divergent	Semantic, figural sau simbolic	Transformări
III	Redefinire	Divergent	Semantic	Transformări
IV	Elaborare	Divergent	Semantic	Implicări
V	Originalitate	Divergent	Semantic	Transformări
VI	Sensibilitate față de probleme	Divergent	Semantic	Implicări

anume acel de a considera orice rezolvare de problemă ca un exercițiu creativ. Perseverarea în care Guilford revine asupra ideii că orice act de creație este de fapt o rezolvare de problemă, indicând riscul veridicității reciproce, anume că, orice rezolvare de probleme este un act de creație, ceea ce este fals.

Independent de Guilford, la particularități asemănătoare a ajuns și Lowenfeld [331], care definește pe lângă aptitudinile de restructurare, analiza, sinteza și coerența organizării, patru factori ce par a ține de particularitățile funcționale ale proceselor psihice complexe, anume: sensibilitatea față de probleme, care ar avea la bază sensibilitate asenzorială, disponibilitatea receptivă, mobilitatea ca și facilitate adaptivă la diferite situații și originalitatea pe care o definește în contrast cu „*conformismul*”.

Descrierea factorilor și aptitudinilor intelectuale implicate în creativitate, accentuează componenta cognitivă a personalității creative, stabilind un echilibru între imaginea geniului bizar, slab, vulnerabil și cel puternic, pragmatic, învingător, nu sub forma unui mixaj, ci a unor modele alternative multiple și diversificate, și ceea ce este esențial, cu șanse egale de succes.

Modelul descriptiv al personalității creative. Primele încercări de conceptualizare a fenomenului creativ sunt dominate de preocupările de identificare a particularităților psihologice ale persoanelor creative. În literatură se menționează explicit părerea conform căreia, nu există o imagine stereotipă a individului creativ, doar unele trăsături comune cu valoare de similitudini. Părerea este împărtășită și de alți specialiști; Torrance consideră, de exemplu, că predicția creativității performante se poate face mai degrabă pe seama „*talentelor*” apreciate de culturile copilăriei (desen, muzică, dans, fantezie) decât căutând copilul creativ tipic.

Modelele descriptive ale creativității rezistă alternativelor mai sever structurate. Într-o interpretare mai recentă J. G. Young (1985) prezintă creativitatea ca o trăsătură „*onorifică*” datorită tocmai dificultății de a găsi o definiție universal acceptată. Autorul prezintă următoarea descriere: „*Creativitatea reprezintă acele atitudini prin care ne împlinim... Creativitatea este actualizarea potențialului nostru, este integrarea părții noastre logice în partea noastră intuitivă. Creativitatea este mai mult decât spontaneitate, este deliberare în aceeași măsură. Este gândire divergentă și convergentă: generează posibilități multiple și alege dintre ele. Este mai mult decât originalitate, care poate exprima numai bizarul. Creativitatea înseamnă avantaj, înseamnă schimbare și în aceeași măsură este expresia continuității cu trecutul*”.

În accepțiuni curente, modelul descriptiv al creativității cuprinde trăsături de personalitate determinate de potențialul înnăscut, așa cum sunt modelate de

experiența de viață asimilată de persoană, în care educația instituționalizată are o pondere semnificativă. În cadrul acestor structurări se identifică factorii intelectuali și cei nonintelectuali.

Factorii intelectuali - cuprind:

- *imaginația* în terminologia lui Osborn [332] sau *gândirea divergentă* în terminologia lui Guilford [330] concretizată în aptitudinile specifice creativității (fluiditate, flexibilitate, originalitate, elaborare);

➤ *gândirea convergentă* (logică) concretizată în aptitudinea intelectuală generală (inteligența) și (aprehensiunea) manifestată în modalitatea de receptare (pe dimensiunea sintetic - analitic), ca reacție cognitivă la problema de rezolvat [333]. *A gândi, a analiza, a inventa – aceasta-i o răsuflare a rațiunii*” (H.L.Barhes).

Logica (inteligența). Despre rolul logicii în creativitate a spus foarte bine marele matematician H. Poincare: „*Gândirea nu-i decât un fulger între două nopți lungi, dar acest fulger este totul*”. Care este rolul logicii în procesele creative? Unii specialiști subestimează rolul ei (de exemplu H. Poincare „*Cu logica se demonstrează, iar cu intuiția (imaginația) se inventează*”), alții o supraapreciază. Adevărul este că creativitatea este rezultatul integrării cu succes a elementelor aparent incompatibile ale logicii și imaginației al colaborării dintre cele două elemente contradictorii: libertatea spirituală, reprezentată prin intuiție, și disciplina intelectuală, reprezentată prin raționalitate. Când raționalitatea devine dominantă, intuiția, iar în consecință și creativitatea dispare. Atunci când însă intuiția va predomina, vom fi pe drumul haosului. Deci, trebuie să fie un echilibru între raționalitate și intuiție, pentru a realiza o integrare eficientă, necesară creatorului.

Conform teoriei despre creativitate a lui Sternberg inteligența există sub trei forme:

- *inteligența sintetică* (abilitatea de a combina informația existentă într-o nouă formă);

- *inteligența analitică* (abilitatea de a distinge între ideile noi, care au potențial, și ideile noi care nu sunt valoroase pentru lucrul în continuare. Această abilitate este esențială la alocarea efectivă a resurselor prin evaluarea calității ideilor noi);

- *inteligența practică* (abilitatea de a vinde orice idei la agențiile de finanțare, manageri, editori etc.). Fără „*inteligență practică*” persoana creativă nu va alocă resurse pentru ași dezvolta ideile.

Funcțiile importante ale inteligenței sunt:

- gândirea abstractă;
- talentul matematic;

- expresia verbală;
- capacitatea de a diagnostica și rezolva;
- memoria;
- creativitatea.

Imaginația. „*Imaginația este mult mai importantă decât cunoștințele*” spunea savantul A. Einstein. Imaginația este o aptitudine deosebit de importantă pentru creatorii din diferite domenii, inclusiv și din domeniul tehnic. Deseori imaginația îi permite inventatorului să găsească soluția cea mai optimă. După cum menționează cunoscutul inventator A. Blinov, intuiția unui constructor cu experiență, a unui inginer sau lucrător înalt calificat nu este o minune, ci reprezintă rezultatul experienței acumulate, al practicii bogate și multilaterale. Despre renumitul constructor de avioane A. N. Tupolev se povestea că el, uitându-se la un avion străin, imediat spunea unde și ce va ieși din funcție. A. N. Krylov povestea despre unul din învățătorii săi, autodidactul P. A. Titov care, intuitiv, desena ceva, fără calcule, rezultatul fiind foarte aproape de cel calculat. Ce este intuiția? Lăsând la o parte aspectele psihologice, se poate spune cu un anumit grad de aproximație, că intuiția este înțelegerea inconștientă a legităților existente obiectiv și este obținută în rezultatul experienței bogate.

Un alt factor important este senzația. „*Senzația este o abstracție, dar nu reproducerea lumii reale*” (Vernon Mountcastle). Ce este iluzie și ce este real? Creativitatea efectivă trebuie să discearnă între ambele. Cât trebuie să facă creierul pentru a determina realitatea și în ce măsură starea emoțională afectează perceperea noastră a realității.

Componenta spațială a factorului perceptiv definește specificul creativității tehnice în raport cu creativitatea altor domenii sub aspect intelectual și suportul anatomic – fiziologic al tuturor factorilor intelectuali este **creierul**.

Creierul – centrul vital al gândirii. Față de complexitatea uriașă a creierului uman, ceea ce se știe despre el reprezintă, probabil, un infinit mic față de realitate. Chiar dacă structura anatomică este mult mai binecunoscută, pentru că neuroanatomia se bazează pe autopsie, structurile și funcționarea creierului sunt în parte descifrate mai mult prin efectele lor, decât prin cauzele care le generează și locul acestora.

Pentru a elucida și mai mult aceste probleme a fost lansat ambițiosul program „*Human Brain Project*” având ca obiectiv realizarea hărții tuturor structurilor creierului și funcțiilor acestuia. În acest scop 450 de persoane bărbați și femei, sănătoase, tinere, adulte și foarte bătrâne au constituit un eșantion de cercetare luat în atenție de laboratorul Centrului Institutului Neurologic din Montreal. Deocamdată problema constă în a ști cum să ne

utilizăm în mod logic unele posibilități ale creierului nostru determinate pe baza statisticii efectelor monitorizate. Deși nici un creier nu este identic cu altul - toate seamănă în structurile și funcționalitățile esențiale.

O veche și profundă zicală românească spune că „*creierul care muncește nu rugineste*”. Ea este perfect confirmată de un amplu studiu efectuat în Franța în perimetrul unui lot de 4000 persoane de peste 65 de ani. Astfel, persoanele care nu au urmat nici un fel de studii (nici cele elementare) prezintă un risc de șapte ori mai mare de a face o îmbătrânire precoce și semnificativă a creierului, manifestată prin demența senilă sau boala ALZHEIMER, față de acei care au urmat toate treptele școlare, implicit pe cele superioare. Acest lucru a fost demonstrat statistic. Astfel procentul celor care au contactat boala ALZHEIMER este de 5,4 % printre persoanele analfabete, de 1,7% printre cele care au frecventat doar școala elementară și de 0,4 % printre cei care au urmat școlile secundare.

La nivel de studii egal aceia care nu au făcut eforturi intelectuale pentru a se plasa mai sus în ierarhia socială prezintă un risc mai crescut de a face bolile menționate decât aceia care s-au remarcat din acest punct de vedere. Există o relație certă între profesia exercitată și riscul de a contacta o deteriorare intelectuală sau amnezică ținând de memorie, chiar și în contextul unor studii egale. Din acest punct de vedere, muncitorii agricoli și muncitorii obișnuiți sunt mai expuși la îmbătrâniri mai rapide și mai accentuate ale creierului. Concluzia esențială care se impune este că „*activitățile intelectuale practicate până la o adâncă bătrânețe reprezintă cel mai bun mijloc de conservare a creierului și implicit a neruginirii sale*”. În acest context activitățile de creație au un rol esențial și prin satisfacțiile care le aduc constituie un stimulent foarte important.

Timpul și creierul. Aptitudinea de a conștientiza cel puțin, intervale de timp scurt reprezintă cheia supraviețuirii. Omul trebuie să știe, de exemplu, dacă are timp suficient la dispoziție pentru a traversa strada fără să fie călcat de vreo mașină. Dar nu numai omul, ci și animalele au nevoie de un orologiu intern și de memorie pentru a-și aduce aminte cât timp le-a luat anterior îndeplinirea aceleiași acțiuni. O echipă de cercetători condusă de Warren Merick de la Universitatea Duke din Carolina de Nord - S.U.A. a pus în evidență acest orologiu intern.

Astfel, un țesut cerebral situat în mezencefal și denumit **SUBSTANTIA NIGRA** funcționează ca un metronom, trimițând impulsuri regulate către striatum - o zonă a creierului. Acesta închide și deschide conștiința intervalelor

de timp, trimițând această informație cortexului frontal, care o păstrează în memorie.

Mai rămâne de elucidat mecanismul prin care noțiunea timpului este integrată în învățare și în memorie. Față de ceea ce se întâmplă însă în universul interuman se întâmplă similar și în natura exterioară. Alternanța zi - noapte, deci energie luminoasă mai multă sau energie luminoasă mult mai puțină, formează impulsuri regulate - este drept cu o durată de timp mult mai mare. Ele ajută la conturarea noțiunii de timp, în mod conștient.

Creierul - un superordinator - care pentru a putea fi folosit are nevoie de „programe” și „instrucțiuni de utilizare”. Se cunosc suficiente cazuri de “super - memorizare”.

Astfel, prin anii '60, A. Linkletter, o vedetă a televiziunii americane, a izbutit să învețe în somn pe parcursul a 10 nopți limba chineză cultă, după care, în cadrul unei emisiuni televizate s-a întreținut fluent cu un viceconsul al Chinei.

Bing Crosby și Gloria Swanson au memorat și ei textele și melodiile unui întreg spectacol într-un timp record.

Toți acești performeri ai superînvățării, ca și alții, dispun nu atât de o memorie și o capacitate de memorizare instantanee, ci de o „capacitate - un sistem, un psihomecanism cerebral” încă neexplicat, de a regăsi în memoria lor, cu promptitudine maximă ceea ce au acumulat anterior.

Acest fenomen nu poate fi deocamdată explicat, însă sunt și alte multe cazuri de acest fel. Mama, aflându-se la căpătâiul copilului bolnav, nu se trezește în urma trăsnetelor de ploaie, a vocilor și loviturilor puternice, însă ea momentan va tresări la un scâncet ușor al copilului. Morarul doarme liniștit în zgomotul și screjetul morii care lucrează, însă face să se schimbe puțin sunetul generat de pietrele de moară, atunci, când grâul s-a terminat, și el îndată se va trezi. Și așa se întâmplă întotdeauna, când conștiința omului este fixată timp îndelungat asupra ceva. Nu e de mirare că D. I. Mendeleev a văzut în vis ceea ce a căutat mulți ani la rând. Renumitul savant posedă o capacitate de lucru extraordinară și anume aceasta i-a asigurat descoperirea, pe care a făcut-o, iar visul a fost doar un moment în lucrul încontinuu al creierului.

Omul trebuie să ia în considerare că el cheltuie pentru somn cca 1/3 din viața sa. Un om de 70 de ani cheltuie aproximativ 23 de ani pentru somn. Ce ar putea face omul pentru a eficientiza lucrul creierului său? Să viseze. Prin vis mulți savanți și inventatori au găsit soluțiile pe care le căutau mult timp. În starea de veghe (în timpul zilei) este foarte dificilă concentrarea tuturor factorilor creativi asupra problemei. O serie de factori obiectivi (diferite imagini, receptate de simțul

văzului, diverse sunete și mirosuri receptate de simțurile auditiv și olfactiv) sustrag atenția creatorului, încărcând creierul cu informații inutile. Noaptea, însă, practic toate aceste simțiri se află într-o stare pasivă. În acest regim ar fi ideală programarea creierului la căutarea soluției în inconștient și subconștient, iar visul poate deveni mesagerul inconștientului, calea de transfer a informației din inconștient în conștient. „*Visul este un act al imaginației, atestat la toți oamenii cu putere creativă, care dacă este accesibilă la trezire, vom avea în fiecare an un Dante sau Mendeleev*” (H.F.Hedge).

Din punct de vedere al pozițiilor cibernetice somnul este întreruperea creierului de la semnalele lumii exterioare. Însă întreruperea se face nu pentru liniște și a nu face nimic, ci pentru selectarea informației, pentru lichidarea și aruncarea informației inutile. Specialiștii în domeniul fiziologiei somnului spun că „*Vorbind la general, memoria de scurtă durată se împle ziua, iar noaptea informația care se conține în ea (nu toată) trece în memoria de lungă durată*”. Deseori în timpul somnului omul face, descoperiri, „găsește” soluția necesară, continuând parcă procesul creativ, început încă în timpul zilei.

În opinia lui Ghorghi Lozanov, unul dintre cei mai reputați cercetători în domeniu, fiecare om ar dispune de facultatea de memorare fulgerătoare, ca și cum ar dispune de un superordinator cu o memorie cvasiinfinită.

Problema constă în incapacitatea noastră de a ne reaminti, de a regăsi în memorie ceea ce ne este necesar. Cu alte cuvinte, ne lipsesc „*programele*” și „*instrucțiunile*” de regăsire rapidă a informației. Cei care izbutesc să-și reamintească mii și mii de cuvinte, auzite o singură dată sau să reproducă texte „*fotografiate*” dispun, de fapt, de un „*program mental*” de acces la banca de date a subconștientului.

Informația și receptarea ei. Organismul uman trăiește într-un ocean infinit de informații care îl înconjoară. Din toate acestea, sistemul informațional uman este sensibil numai la informațiile de care depinde supraviețuirea sa. Pentru restul de informații el este insensibil, opac.

Spre exemplu să considerăm „*lumina*”. Ea este o radiație electromagnetică, caracterizată atât de natura sa ondulatorie, cât și de cea corpusculară și manifestă o viteză de propagare C egală cu 300000 km/s. Se știe că:

$$C = \lambda f,$$

unde λ este lungimea de undă, iar „ f ”- frecvența de oscilație și că lungimile cunoscute astăzi de radiații electromagnetice sunt cuprinse între 10^7 metri și 10^{-14} metri.

Din tot acest domeniu ochiul omenesc este sensibil doar la radiațiile electromagnetice cu lungimi de undă cuprinse între $0,4$ și $0,76$ μ metri, radiații pe care le transformă în senzație luminoasă care poate fi conștientizată.

Se înțelege că banda de lungimi de undă cuprinsă între $0,4 - 0,76$ μ m este un infinit mic față de totalitatea radiațiilor electromagnetice. Desigur, sunt și excepții de la această regulă, fiind cunoscute cazuri în care unii subiecți nu percep lumina zilei, ci radiații cuprinse în altă bandă de lungimi de undă, cum ar fi infraroșu, deci radiații cu lungimi de undă mai mari decât cele din spectrul vizibil.

Într-un mod similar se pot prezenta problemele receptării informației și pentru celelalte patru simțuri umane:

- ◆ auzul (S.A.),
- ◆ mirosul (S.O.),
- ◆ gustul (S.G.),
- ◆ pipăitul (S.T.),

toate având limite superioare și inferioare între care ele sunt sensibile.

Cu alte cuvinte, sistemul informațional uman primește informații de la 5 tipuri de traductoare, fiecare lucrând într-un alt domeniu al mediului care ne înconjoară și care influențează direct organismul. Toate cele 5 tipuri de traductoare convertesc informațiile într-un sistem unificat de semnale, capabile să fie analizate. Să considerăm capacitatea informațională globală a organismului uman (CIG) (fig. 4.14).

În fiecare moment ea recepționează informații, caracterizate de o anumită amplitudine (putere) P și de o anumită lungime de undă λ .

Se știe în momentul de față că majoritatea acestor informații ajung pe calea central-vizuală a sistemului nervos - ele reprezentând aproximativ 70 % din totalul informațiilor recepționate și conștientizate de organismul uman. Toate aceste informații utile organismului sunt recepționate în două moduri:

- inconștient;
- conștient.

În principiu, ele sunt comparate cu

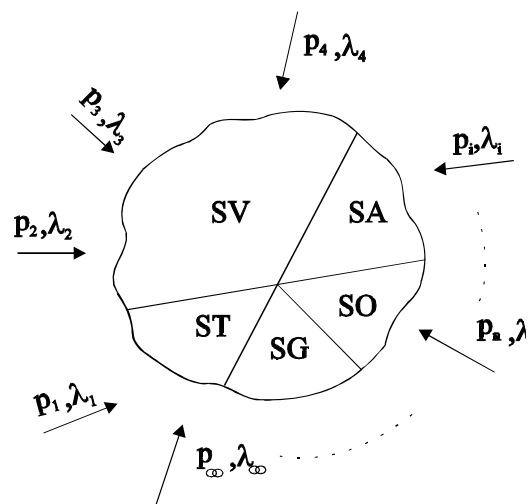


Fig. 4.14.

referințe interioare, dobândite pe două căi:

- **genetic** - ca urmare a necesităților primare de supraviețuire;
- **educațional** - printr-o formare dirijată în timp.

Acest al doilea aspect este de natură să intereseze un viitor creator, întrucât în mod sigur tehnici de creație logic determinată pot fi însușite și utilizate printr-un proces de educație sau de autoeducație.

Dar mai mult, algoritmi de creație însușiți pe cale conștientă sunt transferați atât în subconștient, cât și în inconștient, unde vor fi folosiți atât pentru creația semispontană, cât și pentru creația spontană.

Toate aceste procese au ca suport o formidabilă rețea neuronală, care este utilizată în mod conștient în medie într-un procent de 2 % la oamenii obișnuiți și 4-5 % la genii. Astfel, se știe ca sistemul nervos uman este alcătuit în medie de 16 miliarde celule (16×10^9) și că fiecare celulă nervoasă poate stabili 200000 de conexiuni. Rezultă că numărul de conexiuni posibile este de

$$16 \times 10^9 \times 200000 = 32 \times 10^{14},$$

ceea ce reprezintă un număr foarte, foarte mare.

Această capacitate de conexiuni se păstrează aproape constantă pe parcursul a peste 100 de ani. Să considerăm astfel că omul ar trăi 120 de ani. După vârsta de 20 de ani este acceptată ideea că sistemul informațional uman se depreciază prin moartea zilnică a cca 10000 de celule nervoase. În unele studii mai recente se afirmă însă că o mare parte din celule se regenerează și ca atare nu trebuie considerată cifra de 10000 de celule ci mult mai puțin. Acoperitor, vom considera totuși cifra de 10000 și vom calcula pierderea de conexiuni pe parcursul a 100 de ani.

Deci numărul de conexiuni pierdute este:

$$100 \text{ ani} \times 10000 \text{ celule} \times 200000 \text{ conexiuni} \times 365 \text{ zile} = 0,7 \times 10^{14},$$

ceea ce reprezintă un procent de 2,28 %, în bună măsură tolerabil. Rezultă că omul este programat să trăiască mult mai mult decât trăiește în momentul de față și că modul în care trăiește obiectiv și subiectiv determină reducerea duratei vieții. În același timp, sistemul informațional în condiții normale nu-și diminuează esențial capacitatea pe parcursul a 120 de ani, ceea ce permite să se afirme că teoretic un creator poate să-și manifeste calitățile specifice până la adânci bătrânețe.

În ceea ce privește modul în care omul își folosește capacitatea informațională - ea se face pe trei nivele: *conștient*, *subconștient*, *inconștient* cu precizarea că subconștientul se referă la treptele cunoștinței care cuprinde

idei, noțiuni, impresii care au fost prezente odată în minte, dar care nemaifiind în centrul atenției, au rămas confuze, până la o revenire în conștiința clară.

Se consideră că toate zonele dinamice reprezintă zone în care se primește informația, se analizează la nivelele corespunzătoare față de niște referințe și este mai mult sau mai puțin introdusă în memorie. Zonele receptoare sunt reciproc permeabile, iar partea lor inamică (**Z.D.**) se caracterizează printr-un proces de acumulare de informații și ulterior de filtrare și sintetizare, deci printr-un proces pulsatoriu de dilatare și concentrare continuă a spațiului intrapsihic.

În consecință o să considerăm următoarele zone (fig. 4.15):

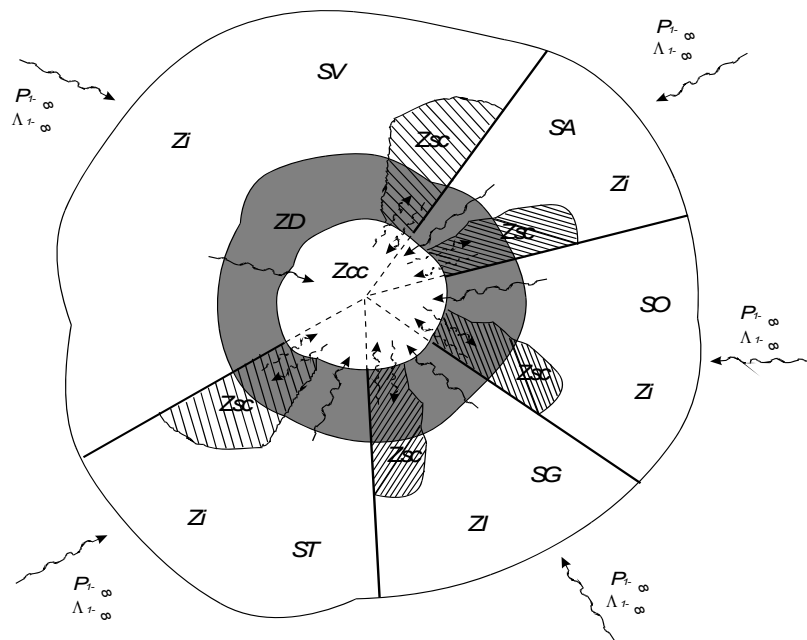


Fig. 4.15.

- zona conștientului clar Z.C.C.;
- zona subconștientului Z.S.C.;
- zona inconștientului Z.I.;
- zona dinamică Z.D.

4.2.2. Evaluarea creativității

Analiza realizată de Golann [334] asupra definițiilor date creativității în literatura teoretică și experimentală până la începutul deceniului șapte relevă faptul că noțiunea se referă când la o caracteristică de personalitate, când la un anumit proces, când la un anumit tip de produs.

Diagnosticul psihologic are în vedere creativitatea ca și caracteristica de personalitate. Pornind de la premisa care consideră creativitatea ca o caracteristică general - umană problema diagnosticării acesteia nu se pune în termeni dihotomici creativ-noncreativ, ci vizează stabilirea nivelului funcțional și a specificului creativității fiecărei persoane.

Diversitatea metodologică utilizată pentru aprecierea nivelului creativ a conturat două aspecte ale fenomenului, unul latent - creativitatea potențială în terminologia lui Lowenfeld și altul manifest - creativitatea actuală.

4.2.2.1. Diagnosticarea potențialului creativ

Creativitatea potențială este nivelul creativ care se stabilește cu ajutorul testelor psihologice, în condiții de laborator, când procesul creator este provocat artificial și situațional.

Valoarea diagnostică și prognostică a testelor de creativitate este dependentă de pertinenta modelului conceptual, pe baza căruia este elaborat, ca și de calitățile lor proprii sub aspectul validității, al fidelității și al sensibilității. Din perspectiva modelului asociaționist-psihologic, creativitatea este definită de Mednick [335] ca un proces de transformare a unor elemente asociative în combinații noi, care corespund „*unor cerințe specifice*” sau se dovedesc a fi utile, sub o formă sau alta. Diferențele individuale se exprimă prin numărul diferit de asociații îndepărtate] sau mai puțin înrudite pe care le realizează fiecare persoană într-o situație dată. Din aceasta perspectivă teoretică s-a elaborat un instrument de evaluare și prognoză a creativității, numit „*Remonte Association Test*”, folosind drept criteriu numărul asociațiilor cu frecvență scăzută (originalitatea).

Elaborarea modelului tridimensional al intelectului de către Guilford [333] a condus la identificarea aptitudinilor intelectuale specifice creativității: fluiditatea, flexibilitatea, originalitatea, elaborarea, sensibilitatea față de probleme și redefinire. Definirea acestor aptitudini sub aspectul operațiilor intelectuale implicate, al conținutului și al naturii produselor rezultate a permis construirea unor teste care urmăresc evaluarea acestor aptitudini. Fiecare aptitudine și variantele concrete se pot determina valoric pe baza rezultatelor obținute la rezolvarea unor probleme specifice.

Această perspectivă intelectualistă asupra creativității stă și la baza testului elaborat de Torrance [303]. Spre deosebire de probele Guilford, specifice fiecărei aptitudini, „*Testul de gândire creativă*” Torrance evaluează patru din aceste aptitudini (fluiditatea, flexibilitatea, originalitatea și elaborarea) pe baza unor lucrări complexe ale subiectului. Cele două forme paralele ale testului cuprind fiecare câte două secțiuni, una cu conținut verbal (V) -7 probe și alta cu conținut figural (F) - 3 probe. Pe baza fiecărei probe se evaluează următoarele aptitudini creative (tabelul 4.2). Se evaluează fiecare aptitudine, separat pentru performanțele verbale și cele figurale, prin sumarea punctelor obținute pentru aceeași variabilă la toate probele. Un test asemănător a fost elaborat, validat și etalonat pe o populație de elevi din Iași, de către Caluschi și Stoica [336]. În literatura de specialitate sunt

Tabelul 4.2*Aptitudinile evaluate de probele TORRANCE*

Denumirea probei	Elaborarea	Fluiditatea	Flexibilitatea	Originalitatea
V ₁ Puneți întrebări		X	X	X
V ₂ Imaginați-vă cauzele		X	X	X
V ₃ Imaginați-vă consecințele		X	X	X
V ₄ Îmbunătățirea unui obiect		X	X	X
V ₅ Utilizări noi		X	X	X
V ₆ Întrebări originale		X		X
F ₁ Compuneți un desen	X			X
V ₇ Ce-ar fi dacă?		X	X	X
F ₂ Figuri incomplete	X	X	X	X
F ₃ Linii paralele / Cercuri	X	X	X	X

semnalate opinii, care, spre deosebire de pozițiile intelectuale, situează în primul plan determinarea nonintelectuală a creativității. Din perspectiva unei asemenea poziții Neveanu a elaborat un chestionar de personalitate care vizează evaluarea aptitudinilor creative.

Chestionarul de aptitudini creative are un număr de 50 de propoziții ale căror valoare de adevăr se estimează de către fiecare subiect pe cinci trepte:

- a) cu totul adevărat pentru mine - (2 puncte);
- b) în general adevărat pentru mine - (1 punct);
- c) da și nu - (0 puncte);
- d) în general nu este totul adevărat - (-1 punct);
- e) cu totul neadevărat pentru mine - (-2 puncte).

Astfel, chestionarul permite evaluarea aptitudinii creative ca variabilă continuă între -100 și +100 de puncte.

Complexitatea structurală a creativității, determinată de multitudinea factorilor implicați, intelectuali, afectiv-motivaționali, dinamici atitudinali și valorici, crește dificultatea elaborării unor mijloace evaluative valide. Exigența sub aspectul asigurării validității de conținut a condus la izolarea artificială a unor factori determinanți, intelectual-aptitudinali sau atitudinali, considerându-se celelalte elemente ca factori de influență implicit exprimați în factorul determinant. Eludarea relațiilor de complementaritate și/sau de compensare dintre diferiți factori limitează validitatea predictivă a instrumentelor de evaluare.

Complexitatea procesuală a creativității și marea diversitate individuală a modalităților de percepere a sarcinii de prelucrare a informației și de prezentare a răspunsului, atât la subiectul cercetat, cât și la evaluator, își pune amprenta asupra calității testelor de creativitate sub aspectul fidelității. Astfel, cote relativ apropiate stabilite de evaluatori diferiți pot ascunde diferențe semnificative de potențial și invers. Din considerentele menționate, orice diagnostic trebuie să denumească factorul vizat, iar prognosticul activității creatoare trebuie să se bazeze pe o investigație complexă.

4.2.2.2. Evaluarea creativității manifeste

Creativitatea manifestă (actuală) se „măsoară” pe baza evaluării produsului de creație realizat în condiții „naturale” și în acest caz diagnosticul are un caracter situațional, evaluarea fiind realizată în condiții specifice: didactic, de cercetare-proiectare, apreciere-programare, de concurs. Aprecierea gradului de noutate și a valorii produsului de creație implică stabilirea și alegerea criteriilor funcție de care se face evaluarea.

Indicatori ai creativității manifeste

Productivitatea creatorului se determină pe baza numărului de lucrări elaborate, indiferent de finalitatea acestora, de aportul de informație nouă, personală ori de valoarea ipotezelor investigate. Productivitatea este un indicator cantitativ al creativității. În activitatea inginerescă criteriile productivității diferă în raport cu funcția concretă în care creativitatea se manifestă: în activitatea științifică criteriu de evaluare a productivității creativității poate fi considerat numărul de studii sau lucrări personale terminate; în cercetare – numărul de brevete de invenții obținute; în proiectare – numărul de proiecte elaborate; în activitatea de fabricație – numărul alternativelor de soluții pe care persoana le are în medie pentru o situație problemă. În situație didactică, productivitatea creativității inginerului –

profesor se poate exprima prin numărul de studenți performanți la disciplina pe care o predă, iar printr-o analiză longitudinală - prin numărul de studenți atrași spre propriul domeniu de specialitate. Productivitatea creativității studentului se manifestă în frecvență crescută a inițierii unor problematizări (întrebări deosebite), a formulării unor alternative de soluții personale, indiferent de gradul de noutate socială al acestora, diversitatea și gradul de implicare în activități extradidactice cu scop informativ.

Originalitatea produsului de creație este un indicator calitativ al creativității. Se practică trei modalități diferite de evaluare a originalității, anume:

- gradul ridicat de imprevizibilitate al produsului;
- asocierea unor elemente îndepărtate, ce aparțin unor categorii diferite;
- frecvența redusă de apariție a produsului respectiv într-o situație dată și raportat la o populație relativ omogenă: este modalitatea cea mai accesibilă de evaluare a originalității în condiții de laborator.

Originalitatea constructivă caracterizează nivelurile elevate ale creativității și nu se confundă cu nonconformismul sau modalitățile de manifestare a nevoii de identitate: acestea din urmă pot fi însă factori favorizanți ai originalității. Indicatorii calitativi ai creativității manifeste în domeniul tehnic pot fi considerate următoarele variabile:

- în activitatea științifică – numărul de cercetări ale căror rezultate au fost aplicate în practică (producție, cercetare etc.);
- în cercetare – numărul de brevete valorificate;
- în proiectare – la nivel tehnologic – numărul de licitații câștigate în raport cu numărul de participări;
- la nivel de execuție – eficiența în raport cu tehnologii de execuție anterioare (dacă există termen de comparație): viabilitatea – (dacă nu este comparabil cu alt proiect) se referă la durata aplicării tehnologiei în raport cu intervalul de timp în care reperul este în fabricație;
- în management – randamentul sistemului sociotehnic;
- în activitatea didactică – numărul de premii obținute la diferite concursuri, publicații sau referate realizate de studenți, sunt expresia creativității atât a studenților cât și a profesorilor.

Se impune totuși opinia formulată de Guastello ș.a. [337] cu privire la restricția pe care o introduce limitarea comportamentelor creative la cele care duc la obținerea unui premiu, în general, la obținerea unui rezultat favorabil atunci când confruntarea între participanți este mediată de un juriu: rezerva autorilor rezultă din faptul că premiile, pe lângă creativitate cer și o înclinație spre competiție, ca și din inevitabila subiectivitate a juriului.

Valoarea socială a produsului se referă la impactul creației asupra domeniului și asupra specialiștilor, fiind exprimabilă prin factori temporari, spațiali și de popularitate. Aceste categorii de criterii se regăsesc și în „*Scala realizării creative*”, elaborată de Ludwig A. M. [338], sistematizate pe trei niveluri ierarhice. Se prezintă în continuare această scală de evaluare complexă a creativității, pe baza activității integrale a unui creator. Scala, elaborată în a. 1992, pe cele trei niveluri valorice cuprinde 11 itemi, după cum urmează:

Criterii majore – valori: 0; 3; 6; 9

1. Există creații, produse, performanțe sau lucrări probabile a fi apreciate mult timp după era persoanei respective, chiar dacă numele persoanei nu este reținut?

2. Au depășit produsele personale, ideile sau lucrările aplicate, civilizația locală în general, sau a pus în circulație valori sau idei universale?

3. S-a ridicat persoana deasupra limitelor societății sau erei sale prin stabilirea de noi direcții, anticipând nevoile sociale sau evoluții de perspectivă îndepărtată?

4. Cât de influentă a fost persoana în contemporaneitate și profesioniștii care o urmează (protejați, discipoli, aderenți)?

5. Cât de originală a fost principala lucrare a persoanei?

6. Cât a dăinuit noutatea realizării după descoperire?

Criterii intermediare – valori: 0; 2; 4; 6;

7. Cât de versatil a fost individul (activități în mai multe domenii diferite)?

8. Cât de productivă a fost persoana (număr de produse sau lucrări personale)?

9. Lucrările persoanei au fost acceptate sau apreciate dincolo de propria țară?

Criterii minore – valori: 0; 1; 2; 3.

10. Cât de mare a fost competența practică a persoanei cu referire la lucrare (aptitudini, talent, capacități speciale)?

11. A arătat persoana implicare creativă în scopuri nonvocaționale (în afara carierei)?

Scala permite evaluarea creativității pe baza produselor creative realizate de o persoană pe o perioadă mai îndelungată de timp. Variabila are o întindere de 78 de valori, din care 1/13 reprezintă ponderea criteriilor minore, 3/13 - a celor intermediare și 9/13 reprezintă ponderea criteriilor majore.

4.2.3. Factori favorizanți și frenatori ai creativității

4.2.3.1. Despre capacități, talent, genialitate. Pe urmele lui DEDAL

Problemele cunoașterii și dezvoltării aptitudinilor creative nu este nouă. În Grecia antică, în special, în Sparta și în vechea Romă se considera că educația corectă a generației tinere este chezașia bunăstării în stat. Astăzi ea se pune mai pregnant din pricina faptului că societatea contemporană, puternica dezvoltare științifică și tehnică solicită mai mult ca oricând creativitatea umană - progresul economic și social fiind în mare măsură dependent de inteligența și inventivitatea membrilor societății, de ingeniozitate și originalitate investite în activitățile desfășurate în diverse domenii. În aceste condiții progresul nu este posibil însă fără prospectarea, dezvoltarea și valorificarea științifică a tuturor resurselor de care dispune fiecare popor. Aceasta însă implică introducerea - în primul rând în sistemul de învățământ - a unor metodologii de evaluare și promovare a creativității, de dezvoltare a aptitudinilor creative ale elevilor și studenților, precum și de selecție a celor cu potențial creativ superior. Cu mici excepții practic fiecare individ posedă prin naștere unele elemente ale capacității creative, care trebuie evidențiate, dezvoltate și fructificate.

În sensul actual al noțiunii, cine a fost unul din primii mari inventatori? Posibil legendarul DEDAL. Lui i se atribuie construirea renumitului labirint de pe insula Creta, a aripilor pentru sine și pentru ICAR (fiul său), pentru a evada de pe această insulă, transformată de rege în închisoare, precum și alte invenții minunate. În istoria tehnicii o urmă atât de luminoasă a unei personalități nu putea fi întâmplătoare. Putea fi vorba despre un talent unic, sau despre o metodă deosebită de creație, dusă fără urmă în mormânt? Întrebarea este deocamdată fără răspuns.

Mai întâi de toate, inventatorul este un „*tip neobișnuit*”. Prin analogie putem să ne aducem aminte despre eroul unei povestiri scrise de O. HENRI despre un spărgător nobil. Pentru a deschide un seif, în care întâmplător nimerise un copil, el își făcu o operație chinuitoare - își pilise unghiile degetelor pentru a mări astfel sensibilitatea lor. În mod similar este nevoit să procedeze permanent și inventatorul. Doar arma lui principală este agerimea ascuțită față de procedeele tehnice noi, uneori paradoxale.

Să încercăm a privi din interior inovația tehnică cu ochii inventatorului. Să urmărim activitatea unui copil de 2-3 ani care cu multă sârguință și insistență construiește din cuburi ceva, foarte important pentru el, cu încercări nereușite și reluări, și dacă i-a reușit întreaga-i făptură iradiază satisfacție. Acesta e momentul culminant de satisfacție morală, caracteristică omului creator.

4.2.3.2. Rolul antrenării în dezvoltarea capacităților creative

Capacitățile creative necesită însă o dezvoltare multilaterală. Ele se formează și ating înălțimi remarcabile cu condiția implicării individului în activități de antrenare, de instruire etc. Drept confirmare ne sunt exemplele personalităților din diferite epoci. Din trecutul îndepărtat a ajuns până la noi informații privind viața și activitatea renumitului orator și om politic al antichității – Demostene, care a trăit în perioada (384...322 î.Hr.) când în Grecia arta oratorică a atins un nivel foarte înalt. Fiind din naștere un copil bolnăvicios, cu defecte ale vorbirii, prin muncă asiduă și eforturi considerabile a reușit să-și învingă neajunsurile, devenind cel mai bun orator al Greciei antice.

Un exemplu semnificativ este și viața renumitului inventator Th. Edison, care era un căutător al noului foarte muncitor și insistent. Din spusele sale, până la vârsta de 50 de ani ziua de lucru constituia aproximativ 19,5 ore.

Lucrând asupra inventării acumulatorului, Edison a efectuat zeci de mii de experiențe. La întrebările sceptice ale colaboratorilor săi care sunt rezultatele Edison a răspuns *„Rezultate... Eu am obținut multe rezultate. Eu am descoperit mii de lucruri care, însă, nu mi-au permis să găsesc soluția”*. Însă insistența, de care a dat dovadă Edison în acest caz i-au permis să găsească, însfârșit, soluția, inventând acumulatorul cu electrolit.

„Dacă vă puteți imagina omul - povestește soția lui Edison - care trăiește într-o stare de excitare permanentă, care nu vede, nu face nimic, ce nu e legat nemijlocit de problema dată, atunci vi-l puteți imagina pe Edison în timpul lucrului”. Da, genialul inventator a fost în stare să „asude” și aceasta i-a adus succesul binemeritat, lăsând omenirii spre folosire o mulțime de invenții. Viața și activitatea lui Edison este un exemplu bun pentru acei tineri care caută să se afirme.

Creatorul teoriei relativității A. Einstein se dezvolta în tinerețe încet, cu greu. El a început să vorbească târziu. *„Nu-i nimic Albert - glumea unchiul său Iacob - nu fiecare devine profesor, nu-ți pierde speranța”*. În școala primară a mers de 9 ani. Simțind gust pentru învățătură, a început să se ocupe intens. Munca asiduă, perseverența extraordinară, și, desigur, talentul său i-au permis să combată prevestirea unchiului său Iacob. Einstein putea să lucreze fără repaus, sistematic, perseverent. Și nu e de mirare că această muncă l-a adus la cea mai mare descoperire a secolului.

Este interesant de remarcat că oamenii, pe care îi considerăm talentați și geniali, singuri subliniau în repetate rânduri importanța majoră în creația lor a muncii permanente, stăruitoare. A se culca și scula, a merge la lucru, în timpul lucrului, plimbărilor, la odihnă și chiar în somn a fi obsedat în întregime de

problema căutării soluției - oare nu aceasta este cea mai bună caracteristică a geniului. Și nu de dragul cuvântului frumos se vorbește despre lucrul efectuat în timpul somnului. Gândul perseverent nu-l lasă pe omul creator nici atunci când adoarme.

Acest fenomen nu poate fi deocamdată explicat, însă sunt multe cazuri de acest fel. Mama, aflându-se la căpătâiul copilului bolnav, nu se trezește în urma trăsnetelor de ploaie, a vocilor și loviturilor puternice, însă ea momentan va tresări la un scâncet ușor al copilului. Morarul doarme liniștit în zgomotul și screegetul morii care lucrează, însă face să se schimbe puțin sunetul generat de pietrele de moară, atunci, când grâul s-a terminat, și el îndată se va trezi. Și așa se întâmplă întotdeauna, când conștiința omului este fixată timp îndelungat asupra ceva. Nu e de mirare că D. I. Mendeleev a văzut în vis ceea ce a căutat mulți ani la rând. Renumitul savant posedă o capacitate de lucru extraordinară și anume aceasta i-a asigurat descoperirea, pe care a făcut-o, iar visul a fost doar un moment în lucrul încontinuu al creierului.

Talentul, genialitatea sunt, în primul rând, o mare dorință de muncă, persistență colosală și putere de voință. Sunt cunoscute și alte exemple de renumite personalități din domeniul culturii, științei și tehnicii, care în copilărie erau considerați elevi fără perspectivă. Așa, de exemplu, Newton era considerat în școală lenos și tont și chiar a fost luat acasă din cauza incapacității de a învăța. Rău învățau la școală Walter Scott și Alexander Gumboldt - renumit naturalist neamț. Louis Pasteur în școală nu reușea la chimie. Prin ce se explică acest fenomen? Unde-i explicația, că unii copii, care, aparent sunt puțin dotați de la natură, cărora la început învățătura li se dă foarte greu, mai apoi devin veritabile talente? Cauza este în cultivarea la ei pe parcursul anilor a hărniciei. „*Vunderchinzii*” sunt mai degrabă excepții, dar și ei își pierd capacitățile moștenite prin naștere, dacă prin muncă sistematică nu și le dezvoltă. Aptitudinile fenomenale nu se transformă în tot așa de fenomenale capacități, deoarece o astfel de transformare nu are loc de la sine, fără muncă, fără eforturi.

4.2.3.3. Un atribut important al creativității - spiritul de observație

Un alt atribut foarte important al creativității tehnice este spiritul de observație al omului creator. Imaginați-vă o secție de inventatori profesioniști, care rezolvă problemele prin metoda de probe și erori. Stau și gândesc. Caută varianta potrivită. Șeful secției se adresează unuia dintre colaboratori: „*Vă gândiți de 10 ani, dar nici un folos...*”. „*E o problemă grea - răspunde acela - am analizat de acum șase mii de variante...*”. „*Mai ieșiți în stradă, - propune șeful, - poate că*

vedeți ceva care să vă sugereze o idee...". Multe invenții au apărut datorită spiritului de inspirație dezvoltat al creatorilor, minții agere.

Procesul de tranșare pe etape a cărnii de porc la renumitele abatoare din Chicago putea fi observat din an în an de mii de oameni. Însă numai H. FORD, vizitând întâmplător un abator, a fost în stare să extragă din succesivitatea strictă a operațiunilor ideea conveierului pentru asamblarea automobilelor. Trebuia numai să inversezi procesul, pornind de la simplu la complex. Din acest exemplu tipic rezultă că inventatorului, care dorește să se debaraseze de prejudecăți și lanțurile psihologice, îi sunt necesare, cel puțin, două calități profesionale: ***imaginație vie și competență bună în ceea ce are loc în jur.***

În mod analogic a ajuns la descoperirea sa și renumitul inginer și inventator Samuel Brown, stând culcat sub un copac. Era obsedat de ideea creării unui pod de construcție nouă, necunoscută până atunci, bine gândit și rațional. Timpul trece, însă nici o idee clară nu-i vine în minte. Sunt analizate variante, în minte apar careva asociații vagi. Însă nu este ceea ce trebuie. Și deodată, pe bucățița azurie a cerului, care străbate printre frunze, Brown vede foarte clar schița podului. Iată anume aceasta este ceea ce a căutat atât de chinuitor. Desigur, aceasta este doar o schiță care necesită să fie precizată, perfecționată, însă ideea este corectă. El va construi un pod suspendat, neîntâlnit încă în practica construcției podurilor. Cât de rațional și-a întins păiangenul firele păiangenișului său între crengi.

Maistrul optician olandezul Z. Janson a hotărât să privească la lumină o lentilă prin alta pentru a controla dacă nu sunt defecte. Și deodată, clopotnița bisericuței, aflate în depărtare, a intrat la figurat în fereastra atelierului. Astfel, întâmplător a fost inventat telescopul.

Chimistul neamț K. Falberg în timpul mesei a observat că bucatele servite aveau un gust dulceag. Savantul și-a adus aminte că după lucrul în laborator a uitat să-și spele mâinile. „*Astfel poți să te și otrăvești*” s-a gândit cu regret Falberg și după masă a supus unei analize minuțioase conținutul vasului unde el vărsa rămășițele după efectuarea experiențelor. Astfel, întâmplător a fost descoperită zaharina - substanță de 500 ori mai dulce ca zahărul.

4.2.3.4. Rolul hazardului în creație

Desigur, recunoscând rolul talentului și intuiției în creația tehnică, nu trebuie să fie neglijat nici mânia sa **hazardul**, condrumetul principal al multor invenții minunate [317]. Astfel, multe invenții au apărut întâmplător, lăsând impresia la prima vedere că anume hazardul a dat naștere invenției, cum este cazul lui Șeel, care a descoperit clorul, despre existența căruia nici măcar nu bănuia. Zaharina a

fost descoperită absolut întâmplător în 1879 de către K. Faliberg, care s-a așezat la masă cu mâinile nespălate și în timpul mesei a simțit un gust dulce. Cercetarea urmelor a dus la descoperirea zaharinei. Faraday a descoperit fenomenul compresiunii gazelor datorită rezultatului întâmplător al unui experiment; în timp ce fără nici un dubiu un om obișnuit ar fi trecut pe lângă acest moment fără să-i dea atenție, Faraday a văzut însă în el manifestarea proprietății comune a tuturor gazelor. Întâmplător a fost inventat cauciucul vulcanizat, când pe plita fierbinte s-au scăpat cauciuc și sulf. Cazul cu penicilina lui Fleming, cu broaștele lui Galvani. Nu sunt prea multe întâmplări?

Între munca cercetătorului, a inventatorului și a căutătorului de aur se poate face o comparație multiplă.

Astfel:

- și unul și altul caută “într-un nisip” pe care-l speră aurifer;
- și unul și altul spală nisipul pentru a găsi o urmă de aur;
- și unul și altul pot spăla de multe ori fără să găsească lucrul căutat;
- și unul și altul pot găsi mai rar, cu totul altceva, dar valoros.

Indiferent de circumstanțe, de un lucru trebuie să fim siguri. Ambii cercetători muncesc asiduu, perseverent, cu speranța că vor găsi ceea ce caută, iar atenția lor este veșnic încordată și iscoditoare. În aceste condiții șansa, hazardul poate să-i ajute foarte mult. Așa cum a constatat cu amărăciune Ch. Richet, un mare fiziolog francez, nu întotdeauna valoarea descoperirii corespunde cu valoarea intrinsecă a cercetătorului și aceasta din diverse motive. Chiar Ch. Richet a lucrat ani de zile fără să obțină rezultate din cauza alegerii greșite a modelului experimental: tuberculoza. În schimb E. Behring, preocupându-se de difterie a rezolvat problema în câteva luni. La fel Pasteur a reușit să prepare vaccinul antirabic, dar nu este sigur că ar fi putut același lucru cu vaccinul antipoliomelitic.

Modul în care hazardul a contribuit la descoperiri de-osebite, care au dus ulterior la un șir de invenții remarcabile, arată întotdeauna starea de atenție activă a cercetătorului – inventatorului, indiferent de domeniul de care se preocupă. Această stare de atenție activă este de fapt un algoritm format, de observare și căutare a lucrurilor și faptelor neobișnuite, de încercare de a le înțelege și explica așa cum va reieși și din întâmplările care vor fi prezentate.

Astfel cel care a descoperit curentul electric, Luigi Galvani, nu a fost un fizician. El a disecat o broască și a lăsat-o pe masă, lângă o mașină electrică, după care a ieșit din încăpere. Cineva a rămas în cameră atingând nervii piciorului broaștei cu un scalp, fapt care a provocat contracția mușchilor piciorului. O a treia persoană a observat că această contracție a avut loc în momentul în care la mașina electrică s-a produs o scânteie. Când atenția lui Galvani a fost atrasă de

acest fenomen, el l-a cercetat cu maximum de curiozitate și astfel a descoperit electricitatea.

În anul 1822 fizicianul danez Oersted, la sfârșitul unei prelegeri a adus din întâmplare o sârmă conectată la cele două extremități la un arc voltaic, în apropierea unui ac magnetic, într-o poziție paralelă cu acesta. La început, el a așezat sârma într-o poziție perpendiculară pe ac, dar nu s-a petrecut nimic. Când însă, din întâmplare, el a ținut sârma orizontal și paralel cu acul, a fost surprins să vadă acul schimbându-și poziția. Cu o intuiție rapidă, el a schimbat sensul curentului și a descoperit că acul a deviat în direcția opusă. Astfel pe baza unei simple întâmplări, s-a descoperit relația dintre electricitate și magnetism și a fost deschisă calea spre inventarea de către Faraday a dinamului electric.

Dr. A.V. Nalbandov a relatat modul în care a descoperit o metodă simplă de menținere în viață a puilor de găină pentru experiență, după înlăturarea chirurgicală a glandei hipofize. După ce a învățat să stăpânească tehnica chirurgicală, păsările continuau să moară. După o perioadă, pe neașteptate, 98 % dintr-o grupă de păsări fără hipofiză au supraviețuit trei săptămâni și un număr mai mare au trăit până la șase luni. Doctorul și-a explicat supraviețuirea păsărilor prin faptul că se specializase în tehnica chirurgicală. Dar iată că din nou păsările au început să moară. În acest caz explicația bazată pe îndemânarea chirurgului nu mai era valabilă.

Cu toate aceste eșecuri, doctorul continua experimentele și iată hazardul. Într-o noapte târzie, mergând spre casă, doctorul trece pe lângă laborator și observă luminile aprinse în camera animalelor. Câteva nopți mai târziu observă din nou că luminile ardeau toată noaptea. În urma cercetării a constatat că portarul verifica dacă geamurile sunt închise și prefera să lase luminile aprinse în camera animalelor pentru a găsi ieșirea, întrucât avea un singur întrerupător în capătul camerei. Un control ulterior a scos la iveală că cele două perioade în care puii de găină supraviețuiseră, coincideau cu perioadele în care era de serviciu acest portar care lăsa lumina aprinsă. Experiențele au demonstrat curând că puii cu hipofiza operată, ținuți în întuneric, mureau toți, în timp ce puii iluminați pentru un timp trăiau.

Într-un articol inclus în volumul „*Pledoarie pentru viață*”, Szent Gyorgy, laureat al premiului Nobel, relatează împrejurările care au condus la izolarea vitaminei P. Un prieten medic cu o gravă predispoziție la hemoragii, i-a cerut acid ascorbic pentru a se trata de afecțiunea sa. Fiind de abia la începutul cercetărilor și neavând destulă substanță Szent Gyorgy, i-a trimis ardei conservat (vitapapric), iar efectul a fost benefic. Mai târziu a repetat experiența cu acid ascorbic pur, dar fără rezultat, ceea ce l-a determinat să presupună că un alt principiu era responsabil de efectul benefic obținut. Împreună cu colaboratorii a izolat din pericarpul lămâilor o

fracțiune flavonică, pe care a denumit-o citrină, apoi vitamina P. „Am denumit-o vitamina **P** - mărturisește Szent Gyorgy, cu sinceritate și umor, - din cauza „permeabilității” și a cuvântului „paprica” (în limba maghiară ardei iute)”. A mai avut un motiv pentru a alege litera **P**, și anume acela că ea nu era litera din alfabet ce urma în materie de denumire a vitaminelor. „Mi-am dat seama că activitatea legată de vitamine este plină de capcane și speram ca în cazul că nu aș fi reușit, până una alta, să demonstrez caracterul de vitamină al citrinei, acest lucru să se întâmple înainte ca vitaminologia să ajungă la litera **P** și astfel lucrările mele să nu producă încurcături”.

În septembrie 1928 Alexander Fleming a observat că o cultură de stafilococ a fost contaminată accidental cu un microorganism din atmosfera laboratorului întunecos și îmbâcsit din vechiul Saint Marya Hospital. În loc să neglijeze acest incident, Alexander Fleming a examinat atent placa contaminată, observând că în jurul mucegaiului coloniile de stafilococ aveau un aspect neobișnuit, de „picătură de rouă”. El a bănuțit acțiunea unei substanțe antimicrobiene secretată de contaminant, indentificată apoi ca aparținând speciei *penicilium notatum*. Întâmplarea „favorizantă” a descoperirii nu a constat în contaminarea culturii, ci în reunirea a doi factori determinanți: în primul rând dintre toți contaminanții aerieni, cultura a fost atinsă de *penicilium*, prezent în aer destul de rar; în al doilea rând, cultura era de stafilococ, germen deosebit de sensibil la acțiunea antibiotică a penicilinei. În plus, cercetătorul era pregătit să aprecieze neobișnuita valoare a fenomenului întrucât Fleming încercase de mai multe ori să prepare un antiseptic „ideal” dotat cu putere bactericidă maximă și total lipsit de toxicitate pentru om.

Iluminatul caselor și străzilor pe timp de noapte a constituit o problemă din cele mai vechi timpuri. În vechea Romă existau sclavi purtători de făclii care luminau drumul stăpânilor lor, iar în case se aprindeau opaițe cu uleiuri de rapiță, uneori aromate cu ierburi frumos mirositoare. Lumânările de mai târziu n-au reușit să satisfacă în prea mare măsură gusturile și chiar nevoile celor care le foloseau. Se știe că la una din „soarelele” jupâniței Ralu Caragea, lumânările de spermanțet au îmbâcsit aerul cu mirosul lor, iar picăturile prelinse au pătat draperiile, pereții și chiar hainele invitaților. Iluminatul caselor intrase însă în atenția oamenilor de știință. În secolul al XVI-lea matematicianul Cardanus a îmbunătățit vechile lămpi cu ulei. În 1873 francezul Leger introduce feștila împletită, iar cunoscutul fizician Aime Argand realizează după 1800 capacul de metal al lămpii prin care se urcă, sau se coboară fitilul. Tot atunci descoperă, printr-o întâmplare, cilindrul de sticlă, privindu-l pe fratele său mai mic jucându-se cu o sticlă cu fundul spart, deasupra unei candelă care dădea astfel o lumină mai puternică. O adevărată revoluție a constituit-o descoperirea gazului de iluminat. Și acesta a fost descoperit absolut

întâmplător, la sfârșitul secolului al XVIII-lea de William Murdock care trebuind să meargă la o serată a primarului, și-a improvizat un felinar dintr-o bășică de porc umplută cu gaz emanat de cărbunii dintr-un depozit, în care a băgat o țeavă aprinsă la capăt. Acest gaz, fiind deosebit de toxic, a creat multe probleme inventatorului și prietenului său, William Clegg, dar în cele din urmă au reușit să-l rafineze astfel încât să devină nepericulos. Pentru iluminarea Londrei s-au izbit însă de rezistența autorităților, a unor oameni de cultură ca Walter Scott, care bagatelizau invenția, a bisericii, care vedea în asta o răsturnare a ordinii lăsate de Dumnezeu și, bineînțeles, a lampagiilor care se simțeau eliminați de la locul de muncă. Perseverent însă, Clegg a început să aprindă singur felinarele, impunând în cele din urmă invenția. Aceasta s-a răspândit mai târziu în întreaga Europă: la Paris în 1817, la Berlin în 1826, la Viena în 1833.

Lampa cu gaz aerian a fost îmbunătățită substanțial de chimistul austriac Karl Auer. Acesta i-a adăugat o sită incandescentă, realizând în același timp becul electric cu filament de osmiu, prezentat la Expoziția de la Paris în 1900. Marea descoperire a lui Edison, de al cărui nume este legat în general becul electric, a constat în confecționarea filamentului din bumbac carbonizat. Tot acest mare savant a realizat vidul din interiorul becului, invenție care a cucerit întreaga lume.

Desigur, nu este de crezut că hazardul apare numai la anumiți oameni. Ca și norocul, mai mare sau mai mic, hazardul însoțește viața oamenilor. Problema constă în a-l „simți”, a-l înțelege și a-l folosi, iar șansa este cu atât mai mare, cu cât ești pregătit în acest sens.

Istoria păstrează, de asemenea, exemple când „goana după năluci” a dus la realizarea unor invenții importante, care, însă nu aveau nici o legătură vizibilă cu intențiile cercetătorilor. Cu alte cuvinte găseau cu totul altceva decât ceea ce căutau. Astfel, zetarul american Hiatt, obsedat de dorința de a obține fildeșul artificial pentru bilele de biliard, a inventat în 1883 prima masă plastică din lume, care sub denumirea de celuloid și-a găsit o utilizare foarte largă. Aceste cazuri nu pot fi însă generalizate.

De regulă, fiecare descoperire tehnică este precedată, de obicei, de căutări îndelungate, deseori chinuitoare. Cu mult timp înainte de obținerea soluției căutate creatorul pare că este deja orientat în direcția necesară. El este într-o stare de concentrare care intensifică mult capacitatea rațiunii de a analiza informațiile necesare și a smulge soluția căutată. E suficient atunci doar o aluzie fină sau o privire fugitivă, ca să ia naștere o anume „rezonanță”, iar soluția originală a problemei să apară pe neașteptate, din subconștient, parcă de la sine.

Practic, apariția fiecărei invenții este favorizată de o mulțime de încercări și experiențe nereușite. După cum spunea Louis Pasteur, „sunt favorizate numai

mințile pregătite”. De ce miilor de oameni merele căzute pe cap le-au făcut doar cucuie, în timp ce cucuiul de pe fruntea lui Newton a dus la descoperirea legii gravitației universale? Desigur, considerarea hazardului ca având rolul esențial în inventică este greșită. Exemplul clasic de căutare orientată, care se bazează în aceeași măsură atât pe știință, cât și pe simțul practic - se referă la inventarea în 1867 a dinamitei de către renumitul savant și inginer A. Nobel. Ideea novatoare consta în a neutraliza „*diavolul autoexploziv*” - nitroglicerina, impregnând cu ea o substanță poroasă neutră din punct de vedere chimic și în același timp ieftină. După multe căutări pline de primejdii și dezamăgiri, A. Nobel s-a oprit în sfârșit asupra diatomitului - o rocă sedimentară friabilă constituită din alge minuscule care se depune pe fundul lacurilor. „*Deci - cum a menționat inventatorul - dinamita nu a apărut întâmplător, ci pentru că de la bun început am văzut neajunsurile explozibilului lichid și am căutat metode de a le elimina*”.

La o analiză atentă se observă, cu mici excepții, că fiecare întâmplare a avut loc cu oameni pregătiți. De ce totuși ideea podului suspendat ia venit anume inginerului Brown, zaharina a fost observată de un chimist, penicilina - de un savant medic, iar ideea telescopului a găsit-o anume un maestru optician? La toate acestea există un singur răspuns: da pentru că toți acești oameni au lucrat foarte perseverent, au acumulat multe cunoștințe privind obiectul cercetărilor, având și un spirit de observație bine dezvoltat. Pe bună dreptate, „*hazardul fericește doar mințile pregătite*”.

4.2.3.5. Influența barierelor psihologice asupra creativității

Omului creator, chiar și celui începător, pe lângă talent, îi sunt necesare încă și deprinderi profesionale deosebite, care să-l descătușeze și să-i dezvolte fantezia, de asemenea, procedee speciale de creație pentru spargerea barierelor psihologice. Cu alte cuvinte, el are nevoie de un oarecare „*algoritm al invenției*” [317]. Evident, un astfel de algoritm nu e în stare să creeze minunății, soluții din nimic. Altfel vorbind el nu va înlocui niciodată intuiția și puterea gândirii analitice.

Analiza minuțioasă a unei mulțimi de invenții din cele mai diverse domenii și experiența creativă personală iau permis cunoscutului inventator și inventolog G. S. Altșuller nu numai să studieze natura acestei bariere psihologice, însă și să evidențieze cele mai caracteristice criterii. În rezultat putem să ne imaginăm modelul intenției inițiale care se formează în creierul inventatorului începător. De cele mai multe ori se consideră că sarcina trebuie soluționată în mod obligatoriu integral și numaidecât în forma, în care a fost formulată inițial. Anume așa, cum am văzut mai sus, a fost formulată pseudosarcina „*ceasornicului veșnic*”.

În algoritmul lui G. S. Altșuller au fost considerate peste 30 bariere psihologice care imobilizează imaginația inovatorului. Eliberarea de oricare din ele duce la apariția unor invenții foarte interesante.

Să pornim de la faptul că bariera psihologică este diversă și posedă o capacitate de adaptare uimitoare. Pretutindeni ea este aproape imperceptibilă pe fundalul afirmațiilor neclintite ale somităților. Încă A. Einstein, lucrând în biroul de patentare, a observat ca orice invenție se începe cu fraza „*aceasta e imposibil*”. E imposibil, de exemplu, să construiești un orologiu mecanic fără alimentare cu energie din afara. Aceasta contravine legilor fizicii. În schimb ceasul cu autoarmare poate fi executat prin câteva metode. Problema constă în primejdia permanentă de a uita de a porni orologiu. Invenția a fost realizată, deoarece formularea formală a problemei existente a fost înlocuită cu un scop real bine definit.

Tradițiile, prejudițiile tehnice, inerția experienței acumulate îl apasă nemilos la pământ pe inventator, nepermițându-i să „zboare”. Stereotipurile gândirii, educate din copilărie, utile în viața cotidiană, devin o miopie, dacă vrei să vezi în realitatea dată imperfecțiunile, posibilitățile neașteptate.

Multe invenții se bazează pe utilizarea dublă a unor elemente care fac parte din sistemul invenției. De exemplu, oxigenul lichid nu numai că răcește costumul protector al pompierului, dar servește și pentru respirația lui. Lupta permanentă pentru creșterea vitezei, reducerea masei și a gabaritelor, în diverse condiții specifice, favorizează apariția unor idei noi, interesante. De exemplu, în interiorul aparatelor cosmice de zbor și avioanelor este puțin loc. De ce unele subsansambluri ale mecanismelor nu ar putea fi amplasate unul în interiorul altuia? De ce toate elementele instalației trebuie să-și păstreze modul lor inițial de așezare și utilizare? Spargerea îndrăzneță a acestor dogme, obișnuințe încremenite, a dat naștere unor invenții foarte originale, care pot să concureze nu numai cu cameleonul, dar și cu pasărea *Phoenix*: elementele unor instalații își pot modifica în timpul funcționării nu numai culoarea proprie, forma, dar chiar și starea de agregare!

Drept culme a cutezanței inventive servește capacitatea profesională a inovatorilor de a înlătura dificultățile tehnice prin ele înșile. Astfel, de secole, reculul puternic al armelor și tunurilor genera foarte multe probleme. În sfârșit, armurierii cu spirit inventiv s-au priceput să utilizeze energia reculului pentru reîncărcarea automată, inventând astfel mitraliera și alte sisteme de arme automate.

4.2.4. Cine sunt inventatorii contemporani?

Cu toate că invențiile se obțin pe căi diferite, fiecare invenție, indiferent cum a fost realizată, trebuie să fie rentabilă. „Nici o clipă nu trebuie să uităm latura economică a problemei”, ne avertizează celebrul inventator Th. A. Edison. Rezultatul activității fructuoase a unui inventator poate fi o invenție deosebită sau mai puțin semnificativă. Ar fi însă greșit să subapreciem rolul invențiilor ne semnificative. Apariția celor 30-40 invenții foarte importante ale lui Edison a fost favorizată de cele peste 1000 invenții ne semnificative. Deseori, o invenție remarcabilă este un element lipsă într-un lanț, care cuprinde domenii întregi ale industriei. Astfel, reducerea bruscă a costului energiei electrice a permis organizarea producerii industriale a unuia dintre cele mai importante metale - aluminiul, iar invenția pneurilor a produs o revoluție întregă în transportul terestru. Rezultă foarte clar rolul deosebit al invențiilor de tip „Pionier”, „Tractor”, care stimulează procesul declanșării unei avalanșe în domeniu, avalanșă care, de regulă, nu era bănuită nici de autorii invențiilor.

Cine sunt totuși inventatorii contemporani? Mulți consideră că era inventatorilor individuali a rămas în trecut. Analiza celor mai importante invenții ale secolului al XX^{lea} demonstrează că fiecare a doua invenție este efectuată individual. Sa ne amintim de invenția primului avion cu reacție a lui H. Coandă sau de inventarea telefonului, telegrafului, alfabetului MORSE, radioului, celofanului, bachelitei, etc., invenții care au fost elaborate individual. Astăzi astfel de idei “nebune” ale inventatorilor individuali sunt cumpărate cu aviditate de cele mai solide companii, care, suportând cheltuieli mari sunt aplicate rapid în industrie cu un profit considerabil. Așa s-a întâmplat cu xerocopierea, inventată de K. Kalson și valorificată în decurs numai de câțiva ani de compania “Haloid Corporation”. În mod analog au fost valorificate fibrele sintetice, televiziunea, unele tipuri de calculatoare și multe altele.

Interesant este că spre deosebire de „stelele” din fizică - matematică și din sport inventatorii contemporani sunt trecuți de prima vârstă. Conform datelor Lemini autorii celor peste 500 invenții de vază au avut în medie vârsta de 37 ani, vârstă care, conform afirmațiilor psihologilor corespunde activității creative a omului. Ea poate fi explicată prin faptul că până la această vârstă se acumulează, pe de o parte informații esențiale numeroase, iar pe de altă parte se conturează capacitatea inovatoare.

4.3. Programe de activare a potențialului creativ

4.3.1. Tehnici de stimulare a creativității

Sunt trei tipuri principale ale creativității care generează idei în moduri diferite. Primul tip este creativitatea „combinatorică”, care reiese din reorganizarea gândurilor familiare într-o structură nouă. Al doilea și al treilea tip sunt strâns legate, acestea sunt creativitatea „explorativă” și „transformațională”. Modelele computerizate ale creativității includ toate cele trei tipuri, dar al doilea tip, cel explorativ este cel de succes, deoarece creativitatea combinatorică și transformațională sunt încă evazive. Printre tehnicile mai importante folosite pentru stimularea creativității în tehnică, pot fi citate: analogia, extrapolarea, asocierea consonantă, evocarea, inversia, fantezia ș.a. Ele pot fi folosite separat în stimularea creației tehnice, sau se pot combina în cadrul unor metodologii complexe.

4.3.1.1. Analogia și extrapolarea

Analogia reprezintă un transfer de însușiri de la un lucru la altul. Analogia joacă un rol deosebit în creația științifică și tehnică, conducând sub aspect practic, la tehnica extrapolării. Împrumutul de idei de la soluția analoagă mai mult sau mai puțin apropiată reprezintă una din tehnicile de creație cele mai eficiente. Prima dintre invențiile realizate prin utilizarea analogiei a fost conform bibliei „...dumnezeu l-a creat pe om după chipul și asemănarea sa”.

Unul dintre cei mai mari utilizatori ai analogiei și extrapolării a fost Leonardo Da Vinci, inventatorul planorului și al deltaplanului, prin analogie cu sistemele de zbor ale păsărilor. Continuatorii marelui creator al Epocii Renașterii au inventat o serie de invenții, având la bază principiul analogiei: prima mașină de dactilografiat având în calitate de analog clavesinul; primul robot conceput de Karel Ceapek ca analog al omului; primul automobil fiind asemănător cu echipajele cu cai etc.

Este evident că practicarea analogiei cu soluțiile din natură presupune cunoașterea de către inventator a legilor naturii și, în special, a biologiei și fiziologiei.

4.3.1.2. Asocierea consonantă

Asocierea denumită de Alex Osborn [332] „*Procedeeul fundamental pentru producția de idei*”, reprezintă o funcție a intelectului uman care stabilește legături între imaginație și memorie, în așa fel, încât o idee o antrenează pe alta. Asociația se dezvoltă, în special, la persoanele cu o puternică energie imaginativă, dublată de cunoștințe bogate. Cu cât memoria este mai bogată, cu atât posibilitatea apariției

asociațiilor este mai mare. Vechii greci considerau că asociațiile de idei sunt subordonate la trei principii: vecinătate, similitudine și contrast.

Ștefan Odobleja [316] consideră că factorul selectiv esențial care provoacă asociația este consonanța, definită ca un efect și cauză de asemănare – efect al asemănării obiective, exterioare, fizice și cauză a asemănării obiective, interioare, psihologice.

Este sugestiv exemplul personal redat de autorul brainstormingului, Alex Osborn [332]: „În timpul reflecțiilor mele asupra problemei asociației ideilor, a trebuit să mă duc la un dentist. În timp ce mă prelucra cu freza, mâna mea a atins un mic tub care conducea gazul la becul Bunsen. Ce cauciuc moale și fin, mă gândeam, e ca o jucărie de copil (o primă asociere)... Atingerea cauciucului mi-a reamintit cum nemții au simulat apărarea față de invazie a Normandiei prin baloane umflate având siluete de vase de război, tancuri și piese grele de artilerie. Această asociație copil... cauciuc... jucării uriașe...îmbrăcăminte...mi-au traversat spiritul. În consecință m-am întrebant: în loc de a fabrica manechinul de vitrină din masă plastică grea, atât de costisitoare, la transport și atât de fragilă, de ce nu s-ar fabrica din cauciuc, ceea ce ar permite să fie transportat dezumflat și de a fi reumflat numai în momentul când se expune în vitrină”.

4.3.1.3. Inversia

Abordarea stereotipă în proiectare condamnă de cele mai multe ori la sterilitatea în idei, dimpotrivă, schimbarea unghiului de abordare a temei de creație poate constitui un mijloc de eliminare sau diminuare a inerției psihologice.

Este foarte greu să se inventeze lucruri complet noi și este mult mai accesibil să se găsească soluții noi ca urmare a unui nou mod de abordare a temei de creație; din acest adevăr a rezultat tehnica de creație, denumită inversie, care constă – în esență – în abordarea inversă a problemei, mijloc principal de eliminare a inerției psihologice. În acest sens, dacă un detaliu este, de obicei, privit din afară, conform acestei metode, va trebui privit din interior; dacă, de obicei, piesa este dispusă orizontal, aceasta va trebui să fie analizată în varianta din poziția verticală, sau înclinată; dacă piesa *A* se mișcă în raport cu piesa *B* fixă, trebuie analizată soluția cu *B* mobil și *A* fix. Această metodică poate fi deosebit de eficientă, atât în sinteza noilor procedee de generare a suprafețelor, utilaje tehnologice, dispozitive etc. “Combinând tehnicile analogiei, extrapolării și inversiei, am obținut un prim brevet de mecanism de acționare fără motor cu mișcare alternativă urmat de alte 4 brevete derivate”[339].

Tehnica inversiei presupune folosirea întrebărilor de tipul: care sunt elementele contrare?... de ce nu s-ar înlocui pozitivul cu negativul?... de ce de jos

în sus și nu de sus în jos?... de ce orizontal și nu vertical?... de ce să nu se amplaseze la capătul opus? Răspunzând la aceasta din urmă întrebare, Hove a putut inventa mașina de cusut, care îi poartă numele și la acul căreia, orificiul nu este amplasat ca de obicei, ci invers, chiar la vârf [339].

Pe tehnica inversiei s-a bazat și inventarea procedurii tehnologice prin care Henry Kaiser a reușit în timpul celui de-al II-lea război mondial să accelereze construcția navelor. De asemenea, această tehnică l-a influențat pe Henri Ford la inventarea metodei de asamblare pe conveier ca proces invers celui de detașare a cărnii de vită observat la unul din prieteni – proprietar de abator.

4.3.1.4. Combinarea

Așa cum arată Alex Osborn [332] majoritatea ideilor noi apar prin combinare, în așa măsură, încât sinteza în general este considerată ca însăși esența creativității: „*combinarea e adeseori numita esența imaginației creatoare*”. Se presupune că în acest joc combinatoriu intervin legi probabilistice, fenomene aleatorii și necesare precum și procedee extrase din experiență sau independente de ea. Combinarea nouă și originală se realizează tocmai prin abaterea de la experiență, deoarece se ivesc situații noi, dinamice, neprevăzute, care trebuie rezolvate în modul corespunzător. La situații variabile persoana creativă răspunde cu strategii variabile. În acest caz se manifestă „*experimentările mentale*” de combinări și recombinații. Noul și originalul se realizează prin combinații variabile, elaborând soluții la una și aceeași situație. Un rol important în dezvoltarea acestei tehnici l-a avut creatologul sovietic A. Polovinkin [341].

Folosirea combinării ca tehnică intuitivă de creație presupune punerea și răspunderea la întrebări stimulative de tipul: Ce idei s-ar putea combina?... Dacă am realiza un aliaj?... Dacă am realiza un amestec?... Ce materiale s-ar combina?... Ce mișcări s-ar putea combina? Domeniile cele mai importante, în care combinatorica dă rezultate foarte bune, sunt: metalurgia (obținerea aliajelor cu proprietăți stabilite), chimia (obținerea variatelor substanțe, inclusiv a armelor chimice!), construcții (materiale de construcție), diverse sisteme mecanice constituite din elemente noi sau deja existente ș.m.a. Conform creatologului I.D. Amitrov „*Tendința actuală a progresului științific și tehnic impune tot mai mult ca tehnica să fie concepută pe baza unor combinații noi, eficiente, ale elementelor, subansamblurilor și pieselor deja folosite în practică*”.

Capacitatea combinatorie este pusă în dependență de cantitatea de cunoștințe oarecum divergente, care sunt de natură să faciliteze jocul asociativ combinatoriu, analogiile multiple: „... *combinațiile originale apar cu mai mare probabilitate, atunci când diapazonul cunoștințelor noastre cuprinde domenii apropiate sau*

chiar mai îndepărtate ale cercetării”. Deci, multidisciplinaritatea este favorabilă creativității combinatorice, care permite combinarea diferitor elemente aflate în domenii diferite. Un exemplu cras al combinatoricii multidisciplinare este mecatronica, știință „mașinilor inteligente” obținută din combinarea a trei domenii științifice tehnice: mecanica, electronica și informatica (fig. 4.16). În ultimul timp în literatura de specialitate au devenit consacrate extinderi în alte domenii precum: hidronica, pneutonica, termotronica, autotronica, agromecatronics (agricultura de precizie) ș.a. - în dezvoltarea produselor, și micromecatronics, nanomecatronics și biomecatronics - în dezvoltarea tehnologică. Tot mai pregnantă este tendința generală de „intelectualizare a masinilor și sistemelor” [341].

Noua știință „Integronica”, „știința proceselor de integrare și a sistemelor hiperintegrate” [341], reprezintă gradul superior al unui produs combinatoric, la baza căreia se află combinarea elementelor din diverse domenii ale științei și artei (mecatronică – știință – artă și literatură la nivelul I și filosofie – matematică – cibernetică, la nivelul II).

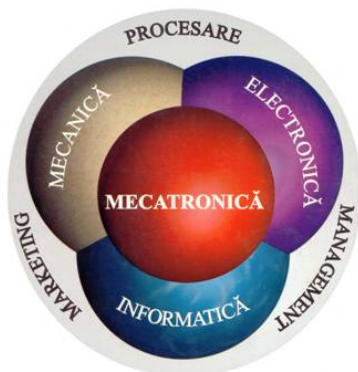


Fig. 4.16. Produs al combinatoricii – mecatronica.



Fig. 4.17. Integronica – produs combinatoric avansat.

Combinatorică este deosebit de utilizată și în domeniul inteligenței artificiale, fiind investigată pe glume și analogii: ambele necesită un fel de rețea semantică și o bază de cunoștințe interconectate. Jape este un exemplu de succes pentru umorul generat de inteligența artificială, un program care generează ghicitori. Programul produce ghicitori precum: Care este numele unei piețe cuidate? Bazarul bizar.

Un alt exemplu al combinatoricii. Pneul actual al mașinilor de transport reprezintă rezultatul unui șir întreg de invenții, pe parcursul a peste 90 de ani, început prin înseși inventarea roții pneumatice de către Dunlop și continuată cu o serie de înnoiri pe baza structurii cauciucului folosit, în care s-au introdus substanțe care întârzie îmbătrânirea acestuia, măresc rezistența la uzură abrazivă etc.

Comportamentul necreativ se caracterizează prin aplicarea unor scheme non-variabile la situații variabile prin incapacitatea de a găsi soluția optimă.

4.3.1.5. Tehnica „PINDAR”

Această tehnică reprezintă o combinație reușită a analizei morfologice cu analiza criterială. De fapt tehnica PINDAR înlătură și unele dintre dezavantajele celor 2 tipuri de analize. Ea este ușor de însușit deoarece folosește un aparat matematic extrem de simplu, chiar intuitiv și deci nu necesită neapărat utilizarea calculatorului. În consecință este comodă, accesibilă și celor cu alte specializări decât cele tehnice, în plus este rapidă și are un grad de finețe remarcabil. Finețea este datorată faptului că această tehnică utilizează evaluări cu note de la 1 la 10. Dacă este necesar, mediile se calculează prin rotunjiri la a doua zecimală. Rapiditatea este consecința unor proceduri de „rafinare” în trepte (a se înțelege eliminări succesive a variantei cel mai slab cotată), astfel încât aria soluțiilor de analizat se micșorează după fiecare „pas” parcurs (denumit în continuare „rundă” respectiv „selecție”).

Etapele aplicării tehnicii „PINDAR” [342].

Tehnica presupune parcurgerea a 5 etape:

Etapa 1: Identificarea tuturor cerințelor (parametri, funcții) și apoi, pentru fiecare cerință în parte, stabilirea în mod exhaustiv a variantelor posibile de realizare a cerinței respective.

Etapa a 2^a: Adoptarea criteriilor de evaluare.

Etapa a 3^a: Stabilirea ponderii fiecărui criteriu de evaluare, prin atribuirea unei note (de la 1 la 10); nu contează dacă aceeași notă a fost atribuită mai multor criterii de evaluare. Se calculează și suma tuturor acestor note, care, în continuare, se va denumi Σ .

Etapa a 4^a: Analiza cerințelor prin prisma criteriilor de evaluare. Fiecărei cerințe i se atribuie o notă (de la 1 la 10). Apoi, se acordă o notă medie calculată astfel: se înmulțește nota cerinței cu nota criteriului, se face suma acestor înmulțiri pentru toate criteriile, iar rezultatul se împarte la Σ . După efectuarea calculelor se elimină cerința, care a obținut nota cea mai mică (nota minimă). Dacă două sau chiar mai multe cerințe au obținut aceeași notă minimă, aceste cerințe se elimină. După ce se analizează toate cerințele, se procedează la o nouă rafinare, prin păstrarea în continuare doar a primelor 8...9 variante de realizare, utilizându-se o medie a mediilor (a câte două sau chiar mai multe analize).

Etapa a 5^a: Identificarea primelor soluții (două sau, dacă este posibil, mai multe), făcând-se o medie aritmetică a soluțiilor bune selectate. Apoi se procedează la selecția finală care poate consta, de exemplu, în eliminarea soluțiilor incompatibile (pot exista și alte criterii pentru selecția finală).

4.3.2. Metode de activare a gândirii



Creativitatea este un atribut al omului, care trebuie să știe să se abată de la „căile bătătorite”. Un individ creativ trebuie să fie capabil să identifice problemele ce așteaptă a fi rezolvate, să vină cu idei care să ajute la rezolvarea lor și apoi să le rezolve efectiv.

Pentru a transforma oamenii obișnuiți în oameni inovatori s-au elaborat o serie de *tehnici și metode de stimulare a creativității*, care favorizează generarea de idei noi sau care ușurează găsirea celor mai bune soluții cu caracter de noutate.

În cadrul acestor metode se pot distinge următoarele grupe:

- *metode intuitive;*
- *metode analitice;*
- *metode de lucru asociative;*
- *metode de lucru deductive;*
- *metode fundamentale de creație.*

4.3.2.1. Metode psihologice (intuitive) de activare a gândirii

Metodele psihologice de creație reprezintă îmbinări ale tehnicilor intuitive de creație în vederea sporirii eficienței aplicării acestora, de asemenea mijlocul cel mai eficient pentru învingerea sau atenuarea inerției și a barierelor psihologice. Cele mai cunoscute și verificate metode psihologice ale invenției sunt: brainstorming-ul (cascada ideilor, asaltul creierului, metoda Osborn), sinectica sau metoda asocierii libere, Philips 66, metoda Delphi etc.

Brainstorming-ul (metoda Osborn).

Este poate cea mai răspândită dintre metode, atât prin faptul că este folosită încă din 1938, dar mai ales că, în extrem de multe cazuri, a deschis drumul succesului. Metoda a fost elaborată încă în a. 1938 de către prof. Alex Osborn, prorector la Universitatea din Bufalo – SUA și fondatorul Institutului de Creație Tehnică, având ca inspirație o metodă folosită acum 400 de ani în India și denumită „*Prai-Barshana*” [332].

Principiile de bază ale brainstormingului sunt:

Amânarea criticii și autocriticii. Acestei cerințe i se mai spune și „*amânarea judecății*”. În procesul de căutare a ideilor critica trebuie amânată, gândirea trebuie să fie dominant divergentă. „*Dacă veți încerca să obțineți în același timp, de la*

același robinet, apă caldă sau apă rece, nu veți obține decât apă călduță. Dacă încercați să criticați și în același timp să creați nu veți reuși nici să criticați cu sânge rece, nici să generați idei cu suficientă căldură” [342]. Datorită acestui fapt varietatea și neconvenționalitatea ideilor crește.

Cantitatea poate genera calitate. Numai elaborând o foarte mare cantitate de idei în lanț avem șanse de a ajunge la o idee nouă viabilă, eficientă. „Noi trebuie să culegem toate noile perspective, toate ocaziile de a întrevădea noi combinații și să le supunem pe fiecare la examen imparțial. Este foarte probabil ca în 999 de cazuri dintr-o mie nu va rezulta nimic, fie că ideea nu valorează nimic, fie pentru că noi nu știm s-o punem în valoare; dar avem interesul să le culegem pe toate, chiar și cu scepticism, întrucât cea de a mia idee ar putea fi cea care va transforma lumea” arăta Alfred North Whitehead [342].

În afară de aceste două principii de bază, trebuie respectate și alte reguli, printre care:

✓ se încurajează și ideile aparent ieșite din comun, la prima vedere absurde, ridicole, dar care adesea, fiind analizate inginereste, pot deveni deosebit de eficiente;

✓ se stimulează combinarea și îmbunătățirea ideilor, pe principiul evocării și asocierii.

Soluția finală poate fi rezultatul a trei modalități de obținere a ideilor și soluțiilor intermediare:

- *calea progresiv-liniară* (din raționament în raționament o idee generează o alta);
- *catalitică* (prin analogie și opunerea permanentă a ideilor și analiza lor individuală, fără evaluare, se acceptă toate ideile, chiar și cele neobișnuite, absurde);
- *mixtă* – este o combinație a căii progresiv-liniare cu cea catalitică.

Marea cantitate de idei se realizează rapid în ședințele de grup, întrucât capacitatea combinatorică, asociativă și de consonanță a grupului este net superioară celei a individului; o idee emisă de un membru al grupului, poate produce prin consonanță noi idei ale celorlalți membri – scânteia produsă de un creier va face să se producă prin ricoșare altele, ca într-un foc de artificii, ca într-o reacție în lanț.

Grupul este constituit din 3 până la 10 membri. Membrii grupului pot fi persoane cu specialități apropiate, dar pot fi și persoane cu profesii diferite.

Înainte de ședința de brainstorming se stabilește un lider și unul sau doi secretari, aleși prin opțiunea membrilor grupului. Secretarii notează și numerotează ideile, astfel încât liderul să aibă mereu în față atât ordinea, cât și numărul de idei

emise, pentru stimularea participanților, formulând fraze de forma: „să încercăm să mai emitem măcar 10 idei”, „fiecare să emită, cel puțin, câte încă o idee până la sfârșitul ședinței” etc. Ideile trebuie formulate cât mai concis, de regulă printr-o singură frază.

Durata optimă a unei ședințe este de 30-45 minute, ritmul elaborării ideilor crescând net în a doua parte a ședinței.

O ședință de brainstorming se pregătește, se desfășoară și se finalizează în următoarea succesiune:

- responsabilul de proiect depistează sau alege o problemă, pregătindu-i o formulare clară, lipsită de ambiguități;
- se convoacă și se întrunesc membrii grupului, care nu pot fi informați dinainte de tema ședinței;
- odată grupul întrunit, se stabilește liderul și secretarul (secretarii) prin libera opțiune a membrilor grupului;
- responsabilul de proiect expune problema de rezolvat, arătând clar care sunt principalele cerințe ce trebuie îndeplinite de viitoarea soluție;
- liderul preia conducerea ședinței, fiind atent la cererile de luări de cuvânt;
- în timpul ședinței, este bine ca membrii grupului să-și noteze propriile idei noi, pentru a nu le uita până pot lua cuvântul;
- după o zi sau două, conducătorul de proiect contactează din nou, de data aceasta individual, pe fiecare din membrii grupului. Scopul contactării este culegerea unor noi idei, apărute la membrii grupului după această scurtă perioadă de incubație.

După ce toate ideile au fost strânse se trece la *evaluarea și selectarea ideilor*.

Evaluarea ideilor este etapa ce poate avea loc la 2-3 zile de la data desfășurării reuniunii. Se recomandă ca la această etapă să participe un alt grup de experți, mai redus ca număr, cu o gândire puternic convergentă, care vor selecționa și clasifica ideile pe categorii: idei realizabile și cu aplicabilitate imediată, idei realizabile într-un timp mai îndelungat și idei neaplicabile. Soluțiile astfel clasificate sunt apoi analizate și evaluate.

Pentru pregătirea evaluării și selectării ideilor noi trebuie parcurse următoarele operații preliminare:

- secretarul echipei pregătește o listă dactilografată la trei rânduri a tuturor ideilor sugerate, atât în timpul cât și după ședință;
- conducătorul grupului verifică lista, asigurându-se că fiecare idee a fost expusă concis și clar și clasifică pe categorii logice ideile emise (de regulă 5-10 categorii);

• lista obținută este apoi trecută prin ciurul evaluării pentru a selecta sugestiile cele mai fecunde.

Rolul ciurului îl joacă o echipă competentă posedând un spirit critic mai sigur și mai obiectiv, apelând nu numai la specialiști, ci și la cei care au responsabilități directe în rezolvarea problemelor similare.

Pentru ușurarea evaluării și selectării ideilor este utilă întocmirea și răspunsurile corespunzătoare la o listă de întrebări de tipul:

- Va îmbunătăți calitatea producției?
- Va mări productivitatea?
- Se vor înregistra progrese în deservire, întreținere sau montaj?
- Va crește fiabilitatea?
- Se vor înregistra economii la costuri?
- Se vor reduce muncile neproductive?
- Se vor îmbunătăți condițiile ergonomice? etc.

Ideile selecționate sunt apoi încredințate specialiștilor pentru concretizare, dezvoltare, proiectare și implementare industrială.

Statisticile au arătat că dintre ideile obținute prin metoda Brainstorming, 20 % sunt aplicabile, iar circa 4 % sunt de o certă valoare.

O variantă a brainstormingului o constituie „*Tehnica carnetului colectiv*”, care oferă mai mult timp pentru documentare și reflecție asupra problemei în dezbateri. Fiecare membru al grupului notează, pe un carnet, timp de o lună, ideile sale referitoare la rezolvarea unei probleme, face un rezumat al ideilor principale și apoi predă carnetul conducătorului grupului de creativitate. Acesta, la rândul lui, efectuează o sinteză a ideilor principale, pe care, împreună cu carnetele participanților, le supune dezbaterii în grup. În urma discuțiilor se prefigurează și se selectează cele mai bune idei privitoare la rezolvarea problemei.

Sinectica – metoda Gordon

Sinectica este un termen provenit din limba greacă și reprezintă îmbinarea de elemente diferite, aparent necorelate, având ca scop de bază eliberarea față de constrângeri impuse în cadrul problemei formulate, eliminarea răspunsurilor negative, maleabilitatea intelectului și evadarea din gândirea șablon, pentru realizarea de idei originale-viabile.

Metoda a fost elaborată de profesorul W. J.J. Gordon de la Universitatea Harvard din SUA [343] și se bazează pe teoria că probabilitatea succesului în rezolvarea problemelor crește prin înțelegerea componentelor emoționale inițiale ale procesului creator, considerate mai importante decât elementele intelectuale și

raționale. Este o metodă care a fost experimentată cu succes timp de 15 ani de firme americane cu renume: IBM, General Motors, General Electric, Gillet etc.

Grupul de sinectică este mai restrâns decât cel de brainstorming, fiind alcătuit din **5-7 membri**, conduși de un lider experimentat. Uneori, rolul liderului poate fi îndeplinit prin rotație de fiecare membru al grupului. El trebuie să fie un animator dinamic și mobilizator, căutând să solicite la maximum, atât pe participanți, cât și pe expert. Expertul este o persoană indispensabilă grupului, prin capacitățile sale, atât profesionale, cât și de selecție și orientare a activității în cadrul grupului. Participanții trebuie să fie selectați cu grijă, din rândul specialiștilor care au tangență cu problema pusă în discuție.

Liderul servește interesele grupului, expertul este reprezentantul problemei, iar grupul servește interesele problemei de rezolvat luând în considerare opiniile expertului. Pierre Lebel distinge patru variante de sinectică:

- *analogia directă*;
- *analogia personală*;
- *analogia simbolică*;
- *analogia magică*.

Analogia directă – constă în aplicarea elementelor unei situații la o altă situație, care poate fi distinctă de prima. Exemple:

- aplicarea în România a unor soluții adoptate în Franța;
- aplicarea asupra terenurilor sărace a metodelor de cultură aplicate în deșert;
- aplicarea în domeniul electrocasnic a rezultatelor obținute în astronautică.

Analogia personală - constă în a atribui unui produs supus proiectării sau reproiectării elementele caracteristice aflate în viziunea satisfacerii majorității persoanelor. De aceea această metodă oferă o varietate de rezultate între care este dificil de stabilit o coerență.

Analogia simbolică – caută să apropie unui produs sau unei caracteristici a acestuia, o imagine simbolică. De exemplu, o fiabilitate bună a unui produs ar putea fi reprezentată printr-o rocă de granit, printr-o piramidă din Egipt, printr-un ocean etc.

Analogia magică – pornește de la premisa faptului că problema (produsul, serviciul) este deja reglată, ceea ce permite să iasă în evidență toate schimbările intervenite în raport cu situația de plecare. Metoda solicită o experiență considerabilă, atât profesională, cât și pedagogică.

Metoda presupune parcurgerea următoarelor etape de bază:

- *enunțarea problemei în forma dată*;
- *analiza problemei*;
- *sugestii imediate*;

- enunțarea problemei așa cum a fost înțeleasă;
- creșterea distanței metaforice utilizând analogia directă, analogia personală sau conflictul condensat;
- eventuala repetare a etapei 5 în alt context;
- adaptarea forțată a fanteziei;
- generarea unor soluții posibile.

Liderul reuniunii **informează** echipele asupra problemei ce așteaptă soluții de rezolvare.

Discutarea problemei se face în cadrul fiecărei echipe, care se retrage și discută separat timp de 6 minute (pentru problemele mai complexe durata se poate prelungi la mai mult). În acest timp, fiecare participant emite idei, soluții care se rețin de către liderii reprezentanți ai echipelor.

Dezbaterea în plen este etapa în cadrul căreia fiecare lider de echipă își prezintă opiniile, soluțiile, punctele de vedere ale echipei respective. Pentru prezentarea și susținerea acestora în plen se recomandă ca liderii grupurilor de discuție să folosească materiale ajutătoare: planșe (cu grafice, tabele, calcule, scheme bloc, diagrame etc.) precum și cărți și reviste de specialitate, pregătite de membrii grupului respectiv. Soluțiile unei echipe ajung acum să se confrunte cu soluțiile celorlalte echipe, ceea ce permite o analiză critică ce conduce la ierarhizarea soluțiilor.

Evaluarea generală a soluțiilor permite reținerea acelor care vor fi supuse unei analize de detaliu efectuată de un grup restrâns de experți în domeniu.

Spre deosebire de brainstorming în sinectică procesele de generare a ideilor și evaluarea lor nu sunt separate în timp. În sinectică problema poate fi redefinită, așa cum a fost înțeleasă, și se poate proceda la „*excursia creativă*” propriu-zisă, excursie în care, prin participarea coordonatoare a conducătorului de grup, domnesc analogia, inversia, empatia, fantezia, evocarea și alte tehnici intuitive de creație.

Metoda Delphi

Botezată după numele oracolului grecesc al viitorului, tocmai datorită caracterului său previzionar de stimulare a creativității, metoda Delphi, pusă la punct în anii 1964-65 de către O. Helmer și colaboratorii săi în cadrul programului de cercetare al Trustului american „*Rand Corporation*” din Santa Monica, statul California, are drept scop de bază, obținerea de direcționări, prognoze și chiar soluții în problemele complexe prin valorificarea și stimularea competenței unui grup de experți, combinând creativitatea individuală cu cea a grupului.

Caracteristica principală a metodei o constituie utilizarea schimbului de opinie prin consultare reciprocă periodică de mare efect stimulat, dar în același timp, creativ.

Metoda necesită **parcurgerea mai multor runde**.

Într-o **primă rundă**, fiecărui membru al colectivului de specialiști (colectivul nu este întrunit) i se înmânează spre completare câte un chestionar, ce cuprinde întrebări privitoare la îmbunătățirea relației valoare de întreținere-cost pentru produsul supus analizei (în funcție de caz – prestare serviciu, organizare, comerț, transport etc.). Intervalul de timp stabilit pentru completare va fi în funcție de amploarea și complexitatea problemei. După primirea tuturor răspunsurilor, acestea se prelucreză, stabilindu-se de către experți o valoare medie.

În următoarea rundă, **a doua**, valoarea medie este adusă la cunoștința specialiștilor. Aceștia sunt rugați să facă o nouă estimare, pe marginea rezultatelor comunicate. Specialiștii, ale căror opinii din prima rundă s-au înscris în afara valorilor medii, sunt rugați să-și fundamenteze opinia exprimată. Răspunsurile obținute în runda a doua sunt prelucrate în mod asemănător, până se ajunge din nou, la o valoare medie. Procedura se repetă și în următoarele runde, până ce se ajunge la un consens al opiniilor, în special a celor mai „*deviate*” prin așa-numitul efect Condorcet. Se recomandă ca procedura să nu depășească patru runde.

Metoda Delphi devine deosebit de eficientă în organizare, în obiectivarea unor valori subiective, dar în special, în căutarea unor soluții tehnologice sau proiectare creativă și presupune parcurgerea a două etape de bază [344]:

- fixarea temei, întocmirea chestionarului, organizarea consultării;
- desfășurarea consultării, valorificarea răspunsurilor, opțiunea finală.

În cadrul primei etape se disting subetapele de alegere a temei, de desemnare a unui colectiv restrâns de 3-4 experți pentru întocmirea chestionarului, de alcătuire a listei experților care urmează a fi chestionați și de numire a colectivului de organizare format din 2-3 persoane foarte competente, care preiau tema, chestionarul, lista consultanților, termenele și lansează consultarea.

La etapa a doua participanții elaborează răspunsurile, fără să se consulte și fără nici o influență din afară după care organizatorii primesc răspunsurile și le redistribuie chestionarele, până când constată stabilizarea răspunsurilor; se prezintă apoi, necritic, materialul obținut grupului de experți.

Spre deosebire de metoda brainstorming, care implică întâlnirea experților în cadrul unei ședințe, **în metoda Delphi are loc o comunicare mediată de grupul de conducere al anchetei**. Se asigură astfel anonimatul răspunsurilor individuale și se elimină, în acest mod, consecințele pe care le-ar putea avea asupra opiniilor experților, prestigiul personal al unuia dintre ei (legat de funcție, merite științifice, înzestrare oratorică etc.).

Algoritmul Altșuler de rezolvare a problemelor creative (ARIZ)

Concepută ca o parte integrantă a unei teorii generale a gândirii intensive – teoria problemelor creative – (TRIZ), G. S. Altshuler a avut ca obiect de bază pentru crearea acesteia – elaborarea unui instrument de bază pentru inventatori, a unui algoritm de rezolvare a problemelor creative (ARIZ) [345]. Baza algoritmului o reprezintă programa etapelor succesive de analiză a problemei creative – inițiale nedeterminate, slab conturate sau chiar greșit formulate și transformarea acesteia într-un obiectiv bine conturat, cu un complex de contradicții nerezolvate anterior prin metode convenționale și, ca urmare, o programă de eliminare a contradicțiilor sistemelor tehnice.

Ca și metoda demersurilor euristice și metoda logică generalizată Polovinkin, ARIZ se bazează pe fondul generalizat de demersuri euristice și pe fondul de efecte fizice, chimice și geometrice. ARIZ cuprinde etape de organizare și dirijare a factorilor psihologici: programa este logică sub aspect strategic și psiho-intuitivă sub aspect tactic și include 9 părți [342]:

- analiza problemei;
- analiza modelului problemei;
- determinarea obiectivului ideal și a contradicțiilor fizice;
- mobilizarea și utilizarea resurselor câmp-substanță;
- modificarea sau schimbarea problemei;
- analiza modelelor de eliminare a contradicțiilor fizice;
- aplicarea rezultatului obținut;
- analiza mersului rezolvării.

Analiza problemei prevede parcurgerea următoarelor 7 etape de bază:

- consemnarea condițiilor de bază ale problemei de căutare sub forma „Sistemul tehnic ... cuprinde Prima contradicție constă în Este necesar ca prin modificări minime în sistem ... (specificarea rezultatului obținut)”;

- evidențierea perechii conflictuale: piesă și sculă (*prin piesă se înțelege elementul care trebuie prelucrat (executat, deplasat, modificat, îmbunătățit etc.). Prin sculă se înțelege elementul cu care în mod direct se află în interacțiune piesa (freza, burghiu, lama plugului etc.)*). În tabelul 4.3 sunt prezentate scheme tipice de conflicte în modelele problemelor tehnice (contradicții);

- folosirea schemelor grafice ale contradicțiilor tehnice ale sistemului folosind tabelul 4.3 (*se precizează formularea generală a problemei și dacă au apărut neconcordanțe, se procedează la eliminarea lor*);

- alegerea dintre schemele conflictuale;

- intensificarea conflictului (contradicțiilor) prin specificarea acțiunilor limitate ale elementelor;

- formularea modelului problemei, *specificând perechea conflictuală, conflictul amplificat și ce trebuie să realizeze elementul X introdus pentru rezolvare (ce trebuie să păstreze, să elimine, să îmbunătățească etc.)*.

- după etapa a șasea este necesară reîntoarcerea la prima etapă și verificarea logicii structurii modelului problemei. Uneori este posibilă precizarea schemei

Tabelul 4.3. Scheme tipice de conflicte în probleme tehnice.

1.	Reacțiuni dăunătoare	Acționează favorabil asupra lui B (săgeata continuă), dar, odată cu aceasta, continuu sau episodic, apare o reacție dăunătoare (săgeata ondulată). Trebuie eliminată reacția dăunătoare.
2.	Acțiune conjugată	Acțiunea favorabilă a lui A asupra lui B este însoțită de o acțiune secundară dăunătoare.
3.	Acțiune conjugată	Acțiunea favorabilă a lui A asupra unei părți B ₁ este însoțită de o acțiune dăunătoare asupra unei a doua părți B ₂ . Trebuie eliminată acțiunea dăunătoare.
4.	Acțiune conjugată	Acțiunea favorabilă a lui A asupra lui B este însoțită de o acțiune dăunătoare asupra lui C (A, B și C constituind un sistem). Trebuie eliminată acțiunea dăunătoare.
5.	Acțiune conjugată	Acțiunea favorabilă a lui A asupra lui B este însoțită de o acțiune nefavorabilă a lui A asupra lui A. Trebuie eliminată acțiunea nefavorabilă.
6.	Acțiune disjunctivă	Acțiunea favorabilă a lui A asupra lui B nu se poate produce simultan cu acțiunea favorabilă a lui C asupra lui B (de exemplu: suprapunerea prelucrării cu măsurarea mecanică). Trebuie asigurată acțiunea lui C asupra lui B fără modificarea acțiunii lui A asupra lui B.
7.	Acțiune incompletă sau inacțiune	A asigură o acțiune asupra lui B dar sunt necesare două acțiuni egale sau A nu acționează deloc asupra lui B. Uneori A nu este cunoscut: trebuie modificat B. Trebuie asigurată acțiunea asupra lui B cu ajutorul unui A cât mai simplu.
8.	Lipsa de informații	Lipsește informațiile (săgeata ondulată întreruptă) despre A, B sau despre interacțiunea acestora. Trebuie obținută informația necesară.
9.	Acțiune nereglabilă	A acționează asupra lui B fără posibilitate de reglare (de exemplu constant) dar trebuie o acțiune reglabilă. Trebuie transformată acțiunea lui A asupra lui B, dintr-o acțiune nereglabilă într-o acțiune reglabilă.

alese a conflictului, prin indicarea elementului X care trebuie introdus (fig. 4.18).

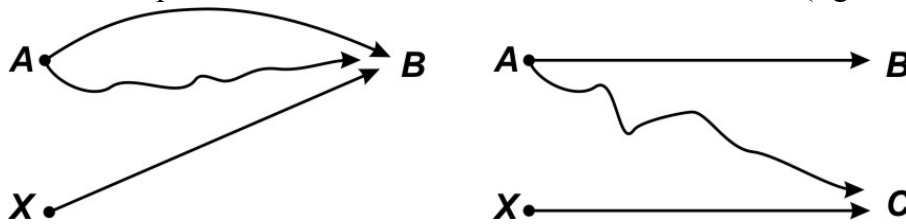


Fig. 4.18. Schema conflictului în probleme tehnice.

- verificarea posibilității aplicării sistemului de standarde pentru rezolvarea modelului problemei. Dacă răspunsul este afirmativ se trece la partea a 7-a a ARIZ; dacă răspunsul este negativ, se trece la partea a II-a.

Analiza modelului problemei prevede evidențierea resurselor spațiale, de timp, de substanță și de câmp utilizabile și cuprinde 3 etape:

- determinarea zonei operaționale (*înțelegându-se spațiul, în limitele căruia apare conflictul evidențiat în modelul problemei*);
- determinarea timpului operațional (*înțelegându-se timpul conflictual T_1 și timpul până la conflictul T_2*);
- determinarea resurselor de substanță și câmp *ale sistemului tehnic, ale mediului și ale piesei și elaborarea listei de resurse sub câmp, care pot fi de 3 tipuri: interioare ale sistemului (sculă, piesă), exterioare ale sistemului (mediu) și suprasistemice (reziduuri ale sistemului vecin etc.)*.

Determinarea imaginii ideale a soluției și a contradicției fizice care împiedică atingerea scopului. Partea a 3-a cuprinde 6 etape:

- formularea imaginii ideale a soluției, sub forma: *elementul X elimină (fără să antreneze fenomene dăunătoare) acțiunea negativă (se specifică) în timpul operațional, în zona operațională, păstrând capacitatea sculei de a efectua (se specifică acțiunea sculei)*;
- amplificarea formulării imaginii ideale a soluției, *printr-un atribut suplimentar: interdicția introducerii în sistem a unor câmpuri și substanțe – limitarea la utilizarea resurselor interne „subcâmp”*;
- formularea contradicției fizice la nivel macro, sub forma: *zonă operativă, în timpul operațional trebuie să fie (de indicat starea fizică și nu trebuie să fie starea fizică opusă) pentru a îndeplini (se indică o altă acțiune conflictuală sau scop). Prin contradicție se înțeleg atributele contrare ale stării fizice ale zonei operative*;
- formularea contradicției fizice la nivel macro, sub forma: *în zona operativă trebuie să existe particule de substanță (de precizat starea lor fizică sau acțiunea) pentru a asigura (se specifică conform etapei 3, starea macro) și nu trebuie să existe astfel de particule, care să determine (o altă stare macro)*;

– formularea rezultatului final ideal, sub forma: *zona operativă (se specifică) în timpul operațional (se specifică) trebuie să asigure independent (se specifică) stările fizice opuse la nivel macro sau micro*);

– verificarea posibilității aplicării sistemului de standarde pentru *rezolvarea problemei fizice formulate în etapa precedentă. Dacă răspunsul este negativ, se trece la partea a 4-a, iar dacă este pozitiv, se trece direct la partea a 7-a.*

Mobilizarea și utilizarea resurselor subcâmp cuprinde operațiile pentru amplificarea subcâmpurilor (substanță-câmp) prin realizarea unor resurse subcâmp foarte ieftine. Se supune următoarelor reguli de bază:

– fiecare tip de particule, aflându-se într-o anumită stare fizică, trebuie să îndeplinească o funcție determinată. Dacă particulele A nu satisfac acțiunile 1 și 2 trebuie introduse particulele B astfel încât particulele A să efectueze acțiunea 1, iar particulele B – acțiunea 2;

– particulele B introduse pot fi împărțite în două grupe B₁ și B₂: aceasta permite să se obțină, fără cheltuieli, pe seama interacțiunii grupe B₁ și B₂ o nouă acțiune 3;

– divizarea particulelor în grupe este convenabilă și în cazurile când în sistem trebuie să existe numai particulele A și presupune parcurgerea a 7 etape, după cum urmează:

✓ Aplicarea metodei „*omuleților*” cu subetapele: construirea conflictului sistematizat prin intermediul „*omuleților*”; modificarea schemei astfel încât „*omuleții*” să acționeze fără să provoace conflict; trecerea la schema tehnică. Modelarea prin „*omuleți*” trebuie aplicată numai părților variabile ale sistemului (sculă și elementul X);

✓ Folosirea „*pasului înapoi*” în raport cu obiectivul idealizat.

✓ Analiza posibilității amestecului resurselor de substanță.

✓ Analiza posibilității rezolvării problemei prin înlocuirea resurselor de substanță existentă, prin vid sau printr-un amestec vid-substanță.

✓ Analiza posibilității rezolvării problemei prin folosirea derivatelor din resursele de substanță. Se folosesc următoarele etape de bază:

- dacă pentru rezolvarea problemei sunt necesari ioni, iar abținerea acestora nu e posibilă în conformitatea cu datele problemei acesteia se vor obține prin fracționarea particulelor superioare (de exemplu a moleculelor);

- dacă pentru rezolvarea problemei sunt necesare molecule și acestea nu pot fi realizate direct sau după regula precedentă, se va proceda la structurarea acestora după particule inferioare (de exemplu ioni).

✓ Analiza rezolvării problemei prin introducerea în locul substanței câmpului electric sau prin interacțiunea a două câmpuri electrice.

✓ Analiza rezolvării problemei prin utilizarea perechii „câmp – adaos de substanță activă” (de exemplu „câmp magnetic – metal cu memorie, etc.”).

În multe cazuri partea a 4-a a ARIZ conduce la rezolvarea și în consecință se trece direct la partea a 7-a.

Utilizarea fondului informațional este aplicarea experienței concentrate în fondul informațional ARIZ. Cuprinde 4 etape:

- Analiza posibilității rezolvării problemei (pe baza soluției formulate în partea a 3-a, 5-a și luând în considerare resursele subcâmp precizate în partea a IV-a folosind standardele de rezolvare);
- Analiza posibilității rezolvării problemei prin analogie cu problemele nestandard rezolvate anterior prin ARIZ;
- Analiza posibilității eliminării contradicției fizice cu ajutorul transformărilor tip;
- Folosirea fondului de efecte fizice.

Modificarea sau schimbarea problemei. Problemele creative se rezolvă direct prin eliminarea contradicțiilor fizice. Problemele complexe nu sunt pe deplin înțelese decât odată cu rezolvarea lor. Procesul rezolvării problemei se suprapune cu procesul corectării și precizării acesteia. Partea a 6-a cuprinde 4 etape de bază:

- Dacă problema este rezolvată în etapele precedente, se trece de la soluția fizică la cea tehnică: se formulează procedeul și se dă schema de principiu a instalației de aplicare a acesteia.

- Dacă nu există un răspuns favorabil, se verifică dacă formularea 1,a nu reprezintă cumva un complex de câteva probleme creative. În acest caz se modifică 1,a, evidențiindu-se separat problemele constituente, în vederea rezolvării constructive a acestora. De exemplu problema complexă a sudării zalelor lănișoarelor fine din aur – în serie, se fragmentează în mai multe probleme: 1. Cum să introducă microdozele de sudură în jocul dintre zale; 2. Cum să se asigure încălzirea microdozelor fără a afecta lănișorul în ansamblu; 3. Cum să se elimine surplusul de material de sudură rezultat.

- Dacă nu există răspuns favorabil se schimbă problema, alegând în cadrul etapei 1,d, o altă contradicție fizică.

- Dacă nu există un răspuns, se revine la etapa 1,a în vederea reformării problemei creative raportând-o la suprasistem. În caz de necesitate se repetă revenirile prin raportare la suprasistem, etc.

Analiza metodelor de eliminare a contradicțiilor fizice. Se verifică nivelul de calitate a răspunsului obținut. Contradicția fizică trebuie eliminată cât mai bine posibil prin eforturi reduse la zero. Partea a 7-a conține 4 etape de bază:

- Verificarea răspunsului. Se reanalizează substanțele și câmpurile introduse în sistem. Se verifică posibilitatea că, folosind resursele de bază și derivatele interne de „subcâmp”, să se rezolve problema prin „capacitatea de autoreglare” a acesteia.

- Evaluarea prealabilă a soluției folosind întrebările de control:
- Soluția găsită asigură realizarea atributului principal al soluției ideale?
- Care contradicție fizică este eliminată de către soluția obținută?
- Conține oare sistemul obținut măcar un element bine dirijabil? Care este acesta? Cum să se realizeze durificarea?

- Va cuprinde soluția găsită pentru un singur ciclu – în condiții reale, cu multe cicluri?

- Verificarea brevetabilității.

- Ce supraprobleme vor apărea la transformarea soluției fizice în soluție tehnică. De elaborat lista subproblemelor inventive, consecutive, de calcul, organizatorice etc.

Aplicarea răspunsului obținut. O idee cu adevărat reușită nu numai că rezolvă o problemă concretă, dar asigură și o cheie universală pentru multe alte probleme analoage. Partea a 8-a a ARIZ are ca scop de a pune în valoare resursele noii idei și cuprinde 2 etape de bază:

- Se verifică dacă sistemul modificat sau suprasistemul pot fi utilizate într-un nou mod;

- Se folosește răspunsul obținut la realizarea altor probleme tehnice.

Analiza mersului rezolvării. Fiecare problemă rezolvată prin ARIZ trebuie să amplifice potențialul creativ uman, iar pentru aceasta trebuie realizat mersul rezolvării. Partea a 9-a a ARIZ, cuprinde 2 etape de bază:

- Comparația modului real de rezolvare a problemei date cu cel teoretic după ARIZ. Se notează diferențierile;

- Comparația răspunsului obținut cu datele (standardele, demersurile, efectele fizice) ARIZ. Dacă în fondul informațional lipsește un astfel de principiu – acesta se consemnează.

4.3.2.2. Metode logice-combinatorice-deductive de creație tehnică

Metodele logice-combinatorice-deductive de creație au rezultat din combinarea câtorva tehnici de căutare morfologică. Dintre aceste metode și-au demonstrat până în prezent viabilitatea și eficiența „metoda matricelor morfologice de idei Zwicky-Moles”, „metoda obiectului generalizat al creației tehnice”, precum și „metoda generalizată a sintezei logice a soluțiilor tehnice” [342].

Metoda matricelor morfologice de idei Zwicky-Moles

Metoda a fost elaborată de către profesorul F. Zwicky [346], specialist în astrofizică la Institutul Tehnologic California USA. Această metodă se folosește după etapa pregătirii procesului creativ, pentru etapa iluminării. Este o metodă individuală, dar în unele etape poate fi utilizată cu succes și în creația în grup.

Principiul metodei este să se descrie analitic și în mod semantic, toate soluțiile problemei, după care dintre ele să se aleagă cea mai bună. Pentru descrierea tuturor soluțiilor, trebuie clarificată morfologia oricărei soluții. La descrierea efectivă a soluțiilor se utilizează procedee combinatorice. Descrierea generează așa-numitul tabel morfologic sau diagramă Zwicky

Metoda matricelor de idei presupune parcurgerea a trei etape principale:

- ✓ enumerarea, sau „*listingul*”;
- ✓ analiza combinatorie;
- ✓ evaluarea soluțiilor,

pe parcursul căror:

- se stabilesc toate cerințele (parametrii, funcțiile, atributele) pe care trebuie să le îndeplinească soluția problemei;
- se listează variantele posibile de realizare a soluțiilor;
- se descriu combinatoric toate variantele posibile, alcătuindu-se un tabel morfologic;
- se efectuează descrierea „*în clar*” a variantelor, obținute conform combinațiilor numerice din tabel;
- se efectuează prima eliminare de soluții: se elimină soluțiile banale cum ar fi cele cunoscute;
- se efectuează a doua eliminare de soluții: se elimină soluțiile incompatibile, absurde, dezavantajoase etc.;
- dintre soluțiile rămase se alege soluția finală.

4.3.2.3. Metode analitice

Metoda listelor de control. Specialiștilor li se pune la dispoziție o listă de întrebări generale, la care trebuie să răspundă. Întrebările vor aborda orientări de tipul:

- **de utilizat pentru alte scopuri:** se pot găsi noi utilizări pentru a-l folosi ca atare? sau cu modificări?
- **de adaptat:** cu ce poate fi asemuit? ce alte idei sugerează? ce analogii ne oferă trecutul? ce se poate copia?
- **de modificat:** să se modifice forma? să se modifice destinația, culoarea, cinetica etc.? alte modificări?
- **de mărit:** ce i se poate adăuga? mai lung, mai gros, mai rezistent etc.? o valoare sau funcție suplimentară?
- **de micșorat:** ce se poate diminua sau suprima? se poate mai compact, mai mic etc.?
- **de înlocuit:** cu ce alte materiale, procedee etc. poate fi înlocuit?
- **de reclasat:** se poate aranja într-o altă ordine? interschimbarea cauzei și efectului? frecvența, viteza etc.?
- **de inversat:** se consideră opusul? se inversează rolurile? se transpune pozitivul cu negativul?
- **de combinat:** se pot combina alte unități, alte ansambluri, alte idei, alte scopuri?

Un exemplu de listă, foarte cunoscută în cercurile de specialitate, este cea elaborată de Alex Osborn și descrisă în lucrarea [347]. În esență, se prezintă un procedeu simplu, care constă din folosirea unor întrebări care și le-ar pune orice persoană cu o curiozitate normală, în diverse situații: *de ce? unde? când? cine? ce? cum?* Osborn adaugă însă, că rezolvarea în mod creativ a problemei implică o interogare mai largă și că imaginația trebuie stimulată prin întrebări de tipul: „*dar dacă...?*”, „*ce ar fi dacă...?*”, urmate întotdeauna de „*cu ce altceva...?*” (vezi tabelul 4.4) [348]. Întocmirea listelor de control reprezintă un mijloc de explorare a tuturor surselor de idei referitoare la o problemă, devenind astfel un sprijin pentru gândirea creativă.

Tabelul 4.4. Exemplu de listă de control.

Nr. crt.	Întrebare	Exemplu
1.	<p>Ce alte utilizări ar putea avea?</p> <p>a. Utilizări diferite</p> <p>b. Un nou mod de utilizare fără modificări</p> <p>c. O nouă utilizare cu modificări</p>	<p>Materiale: nylonul a înlocuit iuta din frângerii, mătasea din ciorapii de damă, corzile de catgut la rachetele de tenis.</p> <p>Aparate: motorul electric poate fi utilizat, sub o formă sau alta, la toate activitățile gospodărești.</p> <p>Telefonul – pentru a afla ora exactă, buletinul meteorologic, informații sportive;</p> <p>Elicopterul – poate fi folosit pentru patrularea coastei.</p> <p>Motoare de turbopropulsor modificate corespunzător și utilizate ca generatoare auxiliare la centralele electrice.</p>
2.	<p>Adaptări</p> <p>a. Cu ce se aseamănă?</p> <p>b. Ce altă idee sugerează aceasta?</p> <p>c. Există vreun precedent?</p> <p>d. Există ceva asemănător care ar putea fi imitat?</p> <p>e. De la cine aș putea învăța?</p>	<p>Studiul zborului păsărilor a fost folosit la începuturile aviației (analogia cu fenomene din natură).</p> <p>Rezistența nylonului la foc a dus la inventarea unei hârtii din nylon rezistentă la foc.</p> <p>Moda are o evoluție curioasă, inspirându-se permanent din trecut.</p> <p>Copierea naturii prin introducerea unei granule de nisip în stridii pentru obținerea perlelor naturale.</p> <p>Prin copierea procedurilor utilizate în întreprinderile competitive.</p>
3.	<p>Modificări</p> <p>a. O nouă întorsătură?</p> <p>b. O nouă semnificație?</p> <p>c. O altă culoare?</p> <p>d. Alternarea mișcării?</p> <p>e. Schimbarea sunetului?</p> <p>f. Schimbarea mirosului?</p>	<p>Autorii de povestiri umoristice dau forme noi unor gaguri vechi.</p> <p>Semnificația unei propoziții poate fi schimbată prin modificarea punctuației, deci prin accentuarea unui anumit element.</p> <p>Vopsirea în diferite culori a aparatelor de menaj, a automobilului.</p> <p>Beculețele pentru pomul de iarnă care se aprind succesiv.</p> <p>Sonerie sau claxon muzical.</p> <p>Săruri de baie, parfumate.</p>

	<p>g. Schimbarea formei de prezentare?</p> <p>h. Schimbarea formei obiectului?</p>	<p>Zahărul mai întâi granulat, apoi tos și mai târziu cubic.</p> <p>Rulmentul cu role tradițional îmbunătățit, pentru anumite utilizări, prin variația dimensiunii rolor.</p>
4.	<p>Mărire</p> <p>a) Ce se poate adăuga?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Timp • Mărimea frecvenței? • Mărimea rezistenței? • Mărirea capacității? • Valoare suplimentară? • Alte componente? • Dublare? • Multiplicare? • Exagerare? <p>b) Ce se poate elimina?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Micșora? • Miniaturiza? • Coborî? • Mai scurt? • Mai ușor? • Ce se poate omite? • Firul apei? • Despicairea? 	<p>Perioada de liniștire în timp a litigiilor de muncă;</p> <p>Mese mai frugale, dar mai dese, pentru persoane care suferă de ulcer;</p> <p>Armarea betonului;</p> <p>Transportul petrolului în tancuri petroliere de mare capacitate generează un cost redus; la avioanele mari scade costul pe unitatea de transport;</p> <p>Orice reducere a prețurilor înseamnă valoare suplimentară pentru cumpărători;</p> <p>Adăugarea unor substanțe în benzină pentru a-i îmbunătăți performanțele și pentru a reduce uzura motorului;</p> <p>Două ștergătoare de parbriz la automobile;</p> <p>Creșterea ritmului de producție prin prelucrarea simultană a mai multor piese;</p> <p>Creșterea producției peste limitele comenzilor pentru a reduce costurile de fabricație și, deci, pentru atragerea altor comenzi;</p> <p>Anvelope fără cameră;</p> <p>Automobile de mică capacitate, radiouri portabile, umbrele pliante;</p> <p>Sticle de băuturi alcoolice în miniatură;</p> <p>Înălțimea mică a mașinilor moderne;</p> <p>Lampă solară fabricată prin scurtarea lungimilor de undă și prin utilizarea unei sticle speciale;</p> <p>Utilizarea materialelor ușoare în industria aerodinamică a condus la posibilități mai mari de transport a sarcinilor utile;</p> <p>Mașinile moderne omit multe din locurile tradiționale de lubrifiere;</p> <p>Robinetele de apă interne moderne;</p> <p>Puii despicați pe porțiuni, a pulpelor, pieptului</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Minimalizare? 	<p>și aripilor pentru a mări desfacerea; Forma pretențiilor modeste din publicitate, de multe ori, are drept rezultat o desfacere mărită.</p>
5.	<p>Înlocuitor</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Cine în loc de? b. Ce altceva în loc de? c. Alte adaosuri? d. Alt material? e. Alt proces? f. O altă energie? g. Alte locuri? h. Un alt mod de abordare? i. O altă viteză? j. Un alt sunet? 	<p>Obținerea altor surse de aprovizionare; Cutii de viteze automate în locul tipurilor acționate manual; Aditivi în vopsele în vederea îndepărtării muștelor; Rame din aluminiu pentru geamuri, înlocuind lemnul sau oțelul; Prelucrarea electrochimică a materialelor dure în locul șlefuirii sau prelucrării prin așchiere; Mașini de tăiat iarba acționate prin electricitate sau ardere internă; Fabricarea reperelor necesare în noile fabrici, în zonele cu un standard scăzut - la un cost mai mic; Transportul aparatelor fragile peste ocean cu avionul în locul vaporului, pentru a reduce avariile; Viteze de așchiere mai mari la strungurile moderne; Muzică de fond în magazine, restaurante.</p>
6.	<p>Rearanjarea</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Rearanjarea reperelor? b. Un alt sistem? c. O altă amplasare? d. O altă succesiune? e. Transpunerea cauzei și efectului? f. Schimbarea ritmului? g. Schimbarea programului? 	<p>Minimașini cu motor în poziție transversală; Străzi cu sens unic; În magazine, pentru a atrage clienții, tipul auto-servire; Modificarea succesiunii controlului pentru a micșora efectul rebuturilor care apar în desfășurarea procesului de fabricație; La fel ca într-un diagnostic medical; Mărirea ritmului pentru a realiza sarcinile la timp, în vederea unui timp liber mai îndelungat; Modificarea perioadelor de lucru pentru a permite o destindere maximă de-a lungul unei zile.</p>

7.	Inversarea a. Transpunerea pozitivului și negativului? b. Ce se poate spune despre contrarii? c. O mișcare de recul? d. O mișcare inversă? e. Inversarea rolurilor?	Utilizarea foliilor negative color; Construirea mai rapidă a navelor realizată prin începerea pupei, în primul rând; Mașina Volkswagen cu motor în spate; Blănarul care atașează etichetele invers, în așa fel încât să poată fi citită atunci când haina este așezată pe scaun; Inversarea rolului conducătorilor, în așa fel încât, să poată fi apreciate problemele fiecăruia dintre ei.
8.	Combinarea a. Un amestec? b. Un aliaj? c. Un sortiment? d. Un ansamblu? e. Combinarea unităților? f. Combinarea scopurilor? g. Combinarea funcțională? h. Combinarea ideilor?	Fibre de sticlă armată; Ulei și metal pentru fabricarea lagărelor cu ungere automată; Gruparea pentru desfacerea unui număr de articole cu circulație lentă; Cravate și batiste asortate; Perie pentru spălarea mașinilor cu furtun de apă interior; Ochelari bifocali; Desfacerea loțiunii de ras împreună cu spuma de ras; Catapulta cu abur și puntea pe navele portavion.

4.3.2.4. Metode de lucru asociative

Prin faptul că în cadrul grupului constituit nu se admit critici, lăsând libertatea fiecărui participant de a-și exprima părerile, aceste metode stimulează, în măsură apreciabilă, creativitatea. Se disting două grupe de metode: metode de asociere forțată și metode de asociere liberă.

Metode de asociere forțată a ideilor

Au fost promovate de Charles S. Whiting, care a definit aceste metode ca fiind „un grup de tehnici pentru stimularea unor idei originale create pe baza unei relații impuse între două sau mai multe obiecte sau idei, considerate în mod normal disparate, reprezentând punctul de pornire al unui proces de creare a ideilor”. Dintre variantele acestei metode se disting:

- listarea;
- catalogul;
- concentrarea pe obiect.

Listarea. Constă în stabilirea unei liste de obiecte sau idei referitoare la subiectul interesat. Apoi fiecare element al listei se compară cu celelalte în grupe de 1-2-3, examinându-se astfel toate combinațiile posibile, cu scopul de a fi creat un element nou. De exemplu, un producător de articole de sport ar putea include în listă: minge de fotbal, minge de baschet, minge de cricket, baston de cricket, crosă de golf, rachetă de tenis, paletă de ping-pong etc.

Catalogul. Metoda este numită astfel întrucât catalogul produselor unei firme sau expoziții constituie „sursa de idei”. În acest sens, se alege la întâmplare două sau mai multe obiecte, între care se poate stabili o relație, care apoi este folosită pentru proiectarea unui nou obiect.

Concentrarea pe obiect. Elementele acestei relații sunt alese în funcție de un scop bine definit, unul dintre ele fiind fix. Atenția se concentrează asupra celuilalt element. Se obține o relație neașteptată, uneori curioasă, care poate conduce la idei noi și originale. De exemplu: o crosă de golf – elementul fix și un tub de iluminat. Prin suprapunerea celor două elemente se pot obține soluții de tipul: crosă de sticlă, crosă goală în interior, crosă electrică, crosă luminoasă etc. Metodele de asociere forțată sunt utilizate, în special, în reproiectarea produselor și în conceperea spoturilor publicitare.

4.3.2.5. Metode de asociere liberă a ideilor

Și acestea iau, de asemenea, în considerare toate ideile, chiar și pe cele nerealizabile de fapt, dar care pot sugera, la rândul lor, idei pentru problema pusă în analiză. În această categorie se includ următoarele metode:

- matriceală;
- morfologică;
- matricea descoperirii.

Metoda matriceală. Constă în înscrierea într-o matrice a tuturor variantelor unui element al produsului în corelare cu toate variantele unui alt element al aceluiași produs. În completarea unei astfel de matrice pot interveni următoarele situații (după notațiile din fig. 4.19):

- soluții imposibile (-);
- soluție deja existentă și folosită de concurenților (0);

Var. element \ Var. element	A	B	C	D	E
1	-	x	0	y	0
2	0	-	v	u	-
3	x	0	z	0	w
4	-	-	0	-	-
5	0	x	x	-	x

Fig. 4.19. Matricea unor tipuri de rezultate.

- soluții nesențioase (x);
- soluții posibil de realizat (u, v, y, z).

Soluțiile posibile pot fi puse apoi în conformitate cu variabilele altor elemente implicate în rezolvarea problemei.

Metoda morfologică. Este recunoscută ca fiind o metodă ce garantează producerea unui număr mare de idei. Ea a fost elaborată de Dr. Fritz Zwicky de la California Institute of Technology atunci când și-a propus să stabilească sursele concrete de energie în construcția motoarelor pentru zboruri cosmice [346].

Soluțiile reies cu claritate din înscrierea într-o diagramă tridimensională a variantelor posibile pentru fiecare element caracteristic al produsului sau al problemei analizate.

De exemplu: crearea unui scaun funcțional pentru tratament stomatologic ar putea fi analizată din punct de vedere al materialului, al principiului de acțiune și al elementelor de structură funcțională (fig. 4.20).

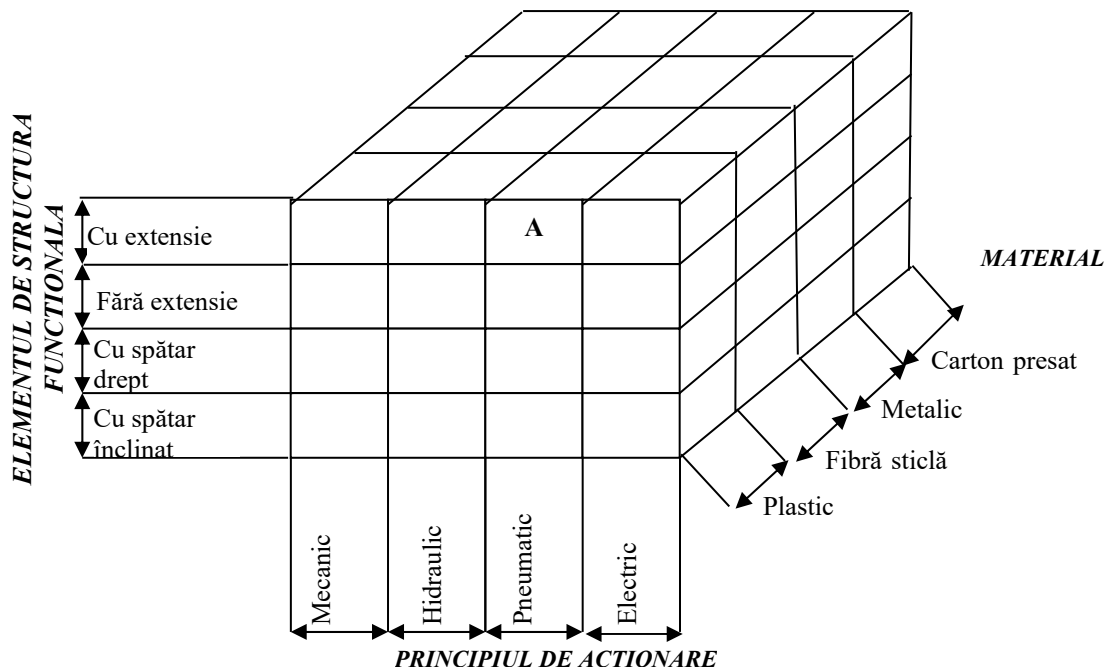


Fig. 4.20. Diagrama morfologică.

Specialiștii în domeniul creativității compară această diagramă tridimensională cu un fișier cu sertare deschise în toate cele trei direcții. Conținutul fiecărui sertar se definește printr-una din variantele celor trei elemente caracteristice ale produsului (de exemplu: sertarul A corespunde unui scaun acționat pneumatic, cu extensie și din fibră de sticlă).

În exemplul prezentat, numărul total de variante, care s-ar putea obține, este 64 ($4 \times 4 \times 4$), iar printr-o analiză mai aprofundată a fiecărui element acesta poate să crească. Unele variante pot fi deja inventate și puse în aplicare, altele pot conduce la soluții total nepRACTICE, iar altele la soluții cu totul ieșite din comun, neimaginabile.

Matricea descoperirii. Constă din înscrierea variabilelor ce urmează a fi confruntate într-un tabel, în care se au în vedere două aspecte determinante pentru obținerea unui produs sau a unui serviciu: tehnico-economic și organizatorico-economic. Pentru obținerea matricei tehnico-economice se vor inventaria principalii factori tehnici și toți factorii economici ai întreprinderii. La intersecția lor se vor afla produse existente, dar vor exista și cazuri în care, la intersecția unor factori, nu există produse corespondente, aici impunându-se necesitatea ca acestea să fie create. În plus, această matrice oferă posibilitatea analizei în timp a problemei (fig. 4.21).

	Factori tehnici	Actuali		Apropiati
		A	A'	A''
Factori economici		↓	↓	↓
Actuali	B	→	A'B	A''B
Apropiati	B'	→	AB'	

Fig. 4.21. Matricea tehnico-economică.

Astfel:

- factorii economici (B) se referă la necesitățile și piețele actuale;
- factorii economici (B') se referă la necesitățile și piețele nesatisfăcute;
- factorii tehnici (A) se referă la tehnicile folosite în cadrul firmei;
- factorii tehnici (A') se referă la tehnicile cunoscute și nefolosite, folosite în schimb de alte firme;
- factorii tehnici (A'') se referă la tehnicile aparținând viitorului apropiat.

Varianta rezultată din combinarea factorului A cu factorul B reprezintă situația actuală a firmei, adică satisfacerea necesităților și piețelor actuale cu tehnica actuală existentă în cadrul firmei. Variantele A'B și A''B ar putea determina satisfacerea necesităților actuale cu costuri mai mici, folosind tehnici mai perfecționate. Varianta AB' ar putea determina un produs nou.

Matricea descoperirii investighează atât resursele tehnice cât și cele economice și de aceea este considerată a fi un instrument foarte eficient din punct de vedere euristic.

4.4. Procedee practice de antrenare a capacităților creative

Vocația de creație este proprie fiecărui om cu o anumită putere creativă, trebuie să poți să o descoperi și s-o dezvolti. Esența procesului de creație, în general, e aceeași pentru toți. Deosebirea e doar în materialul concret de creație, în proporțiile de realizare și în importanța lor socială.

4.4.1. Capacități de creație

Capacitățile de creație se împart în trei grupe: prima este legată de motivare (interese și motivări); a doua, de temperament (emoționalitate); a treia, de capacitățile mintale. Ramurile principale ale capacităților de creație sunt prezentate în diagrama din figura 4.22, a. Pentru ca capacitățile de creație să permită obținerea succesului dorit, este nevoie de:

- *dorință*;
- *tărie de caracter*;

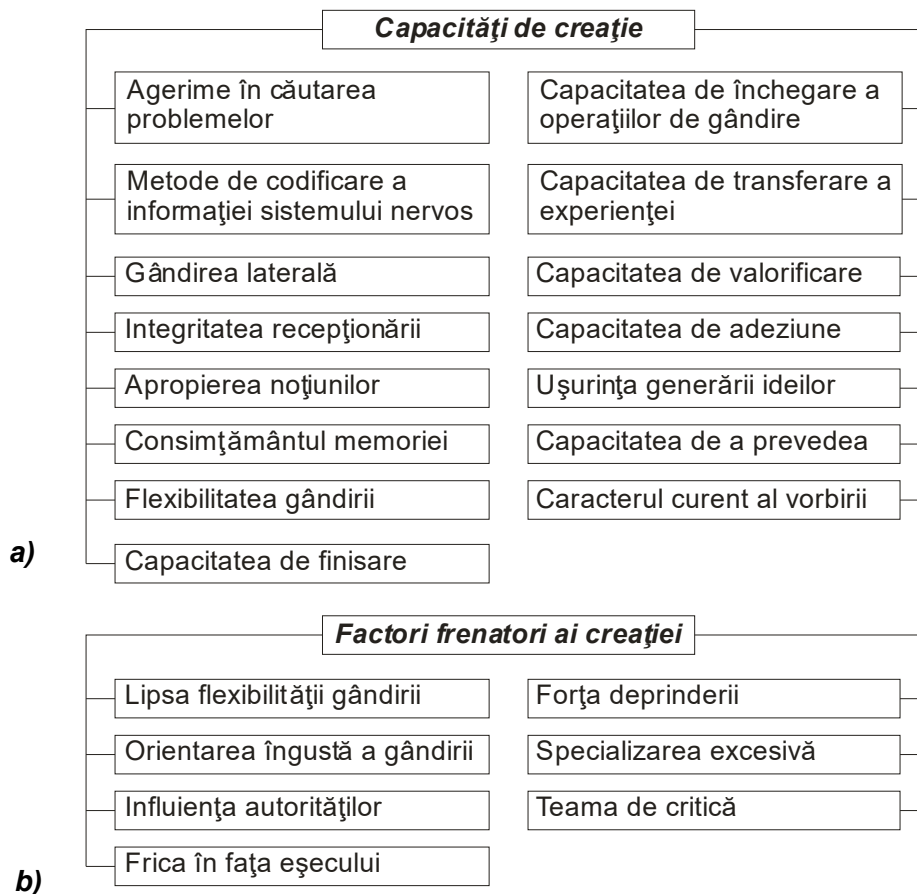


Fig. 4.22. Factorii stimulatori și creatori ai creației.

- și, *îndeosebi, muncă.*

Prin muncă, prin învățare creativă ca specie a învățării și ca fenomen complex, într-o viziune sistemică, se înțelege:

a) *sub raport informațional* - transmiterea și asimilarea de cunoștințe;

b) *sub aspect psihopedagogic* - formarea motivației, priceperilor, deprinderilor capacităților, convingerilor, caracterelor etc., ale indivizilor și colectivităților;

c) *din perspectiva instituțională* - organizarea procesului instructiv-educativ, elaborarea planurilor de învățământ, programelor, instrumentelor didactice, formarea cadrelor, stabilirea formelor și modalităților de învățare etc.;

d) *sub raport teoretic-metodologic* - modificarea concepției despre învățare, promovarea tehnicilor și metodelor euristice;

e) *inviziunea sociologică și ergonomică* - constituirea unui microclimat și macroclimat, toate (a, b, c, d, e) concepute și realizate corelat astfel încât să conducă, conștient la formarea unui anumit comportament al indivizilor și colectivităților centrat preponderent pe căutare, aflare și crearea noului, originalului și valorosului, Ca elemente definitorii ale creativității.

Învățarea inovativă aspiră să realizeze o educație creativă la nivelul componentelor de bază ale personalității:

- *la nivelul componentei intelectuale*: gândirea analitică, critică, flexibilă, divergentă, intuiție de predicție, fler, gândire decizională implicată în rezolvarea ingenioasă a problemelor, inteligență conceptuală, gândire creatoare etc.;

- *la nivelul componentei afectiv-volitive*: pasiune pentru muncă și creație (pentru muncă creativă), îndrăzneală și curaj în a aborda problemele din perspectiva noului;

- *perceptiv – imaginative*: cultivarea inteligenței perceptive, a simțului de a vedea și surprinde noul, de a-l detecta cu rapiditate și precizie, cultivarea imaginației combinate etc.;

- *motor-acționale*: cultivarea inteligenței motorii și mai ales a „*intelenței mâinilor*”, a capacității de a acționa cu perseverență pentru aplicarea ideilor noi, a găsirii modalităților celor mai adecvate și eficiente de transpunere a noului din idee un proiect-program și de aici, în realitate, în viața.

În detrimentul creației acționează următorii factori: lipsa flexibilității gândirii, forța deprinderii, orientarea îngustă a gândirii, specializarea excesivă, influența autorităților, teama de critică, frica în fața eșecului. Un rol negativ în procesul de creație îl joacă inerția psihologică a gândirii; tendința de a acționa în corespundere cu experiența din trecut; a merge pe calea tradițională (fig. 4.22, b). Antipodul inerției gândirii este imaginarea creatoare, fantezia.

În detrimentul creației acționează și utilizarea incorectă a instrumentelor de apreciere a capacităților creative ale indivizilor. Cea mai utilizată este aprecierea capacităților creative prin testări, dar alegerea testelor trebuie să fie făcută corect funcție de diverși factori: de vârstă, de activități profesionale și pregătire profesională, de gen ș.a.m.d. „Fiecare om este un geniu, însă dacă ai judeca un pește prin capacitatea sa de a urca în copac, acesta va trăi toată viața crezând că este prost” menționa savantul Albert Einstein.

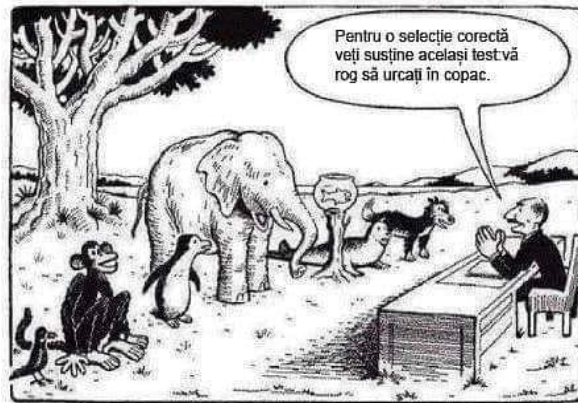


Fig. 4.23. Test de apreciere incorectă a abilităților membrilor eșantionului.

4.4.2. Stimularea creativității

Secolul al XXI-lea va fi cu siguranță secolul aurului cenușiu, în care creativitatea va avea rolul de forță motrice a progresului. De aceea „...înțelegerea cauzelor, proceselor și consecințelor inovației în activitatea umană este importantă într-un mediu care se schimbă rapid în dimensiunile sale sociale și economice. Acest proces de înțelegere este mediat de reprezentarea socială a creativității” (Perju Liceanu). Practic, nu se poate realiza nimic și nu se poate produce nici o schimbare dacă în colectiv, în întreprindere, nu este instaurat un climat care să impulsioneze creativitatea. Toate acestea implică existența unor precondiții, cum ar fi libertatea pentru creativitate, pentru inteligență cu atributele ei constructive, acționale, transformatoare, ce presupun subdiacent virtuți creatoare. În mod general creativitatea este definită ca fiind capacitatea de reorganizare și combinare inedită a datelor experienței anterioare, în vederea elaborării a ceva nou și original (idei, soluții, produse).

Ca formațiune psihică deosebit de complexă, creativitatea se caracterizează printr-o multitudine de însușiri, dintre care relevante sunt: ingeniozitatea, valoarea, diversitatea, utilitatea (pentru creația tehnică). Parcurgând literatura psihopedagogică referitoare la creativitate, se desprind mai multe direcții de abordare. Capacitățile intelectuale, așa cum se va arăta mai târziu, sunt transmise ereditar și ele pot reprezenta până la 80 % din baza performanțelor intelectuale viitoare. Restul de 20 % este influențat de condițiile de mediu.

Conform unor studii efectuate marea majoritate a oamenilor sunt potențial creativi, însă cu regret nu toți creează. Una din cauzele principale ale acestui fapt

este de natură psihologică: în primul rând potențialul creator nu este încrezător în capacitățile proprii (sub acest aspect deosebit de grăitoare este scara încrederii în sine, prezentată în fig. 4.24); deseori consideră că creativitatea este un dar de la Dumnezeu dat doar celor „aleși”; în multe cazuri nici nu știe ce este creativitatea și cum poate fi valorificată. În momentul când potențialul creator s-a debarasat de acea frică în fața eșecului, îi cresc aripile, și treptele spre succes devin mult mai ușor de urcat. „Oamenii ar fi mult mai creativi dacă li s-ar explica în ce constă de fapt creativitatea” spune creatologul A. Haven. De fapt aceasta este adevărata misiune a profesorului, de ai explica studentului „în ce constă creativitatea”.

Elaborarea strategiilor de intervenție psihopedagogică în vederea dezvoltării potențialului creativ, ca premisă a creativității manifeste, presupune formularea clară a obiectivelor prin care se poate obține o creștere a acestui potențial. Tripla accepțiune a creativității, ca trăsătură de personalitate, ca proces și ca produs, sugerează stabilirea obiectivelor și elaborarea programului de stimulare din perspectiva modelelor aferente.

Stimularea și dezvoltarea potențialului creativ este o preocupare cu tradiție în țările exportatoare de tehnologie. Se face această afirmație, deoarece se poate aprecia că, în secolul nostru, cei peste 50 de ani, care au trecut de la „Conferința „Nu îndrăznim, nu pentru că problemele sunt dificile, ci, fiindcă nu îndrăznim, ele sunt dificile” (Seneca).

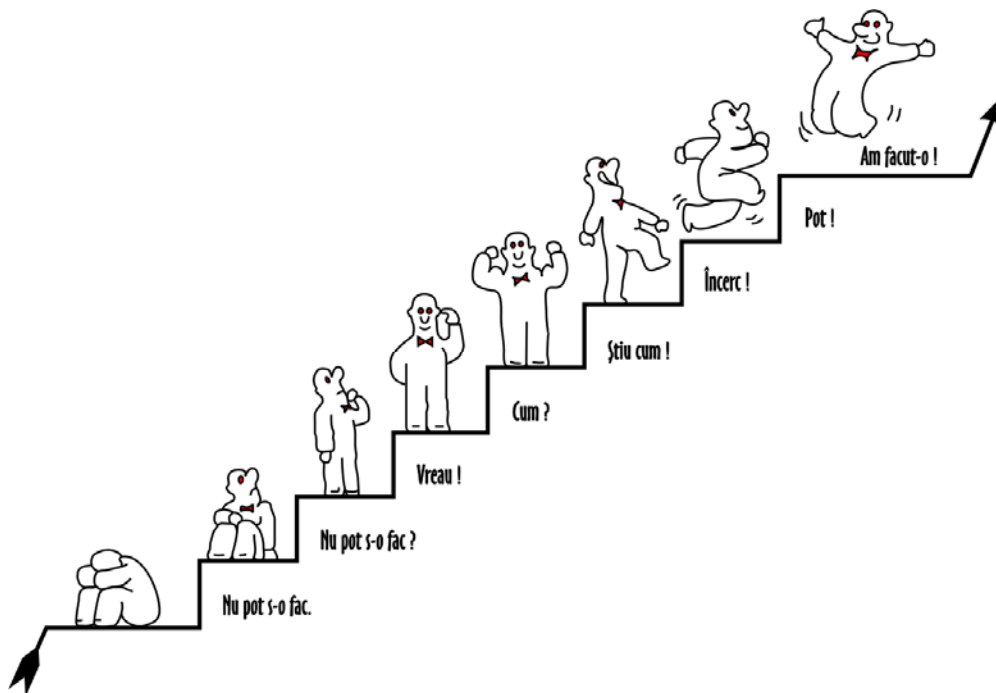


Fig. 4.24. Scara încrederii în sine.

Națională de Educație Inginerească Creativă” (SUA, 1965), pot fi considerați deja tradiție. Creativitatea inginerescă, a cărei premisă constă în potențialul creativ complex al studenților instituțiilor de învățământ superior tehnic, este în formularea lui OFFNER „*instrumentul esențial al inovației tehnologice, motiv pentru care acest fenomen trebuie să stea în centrul preocupărilor instituțiilor ce răspund de strategiile de formare ale generațiilor viitoare de specialiști în domeniul tehnic*”. În acest context, universităților tehnice le revine sarcina și răspunderea pentru „*dezvoltarea potențialului inventiv și inovator la studenți*” (idem) din două perspective:

- individuală - ca răspuns la așteptările studentului de a dobândi un instrument adaptiv pentru făurirea unei cariere profesionale cu succes, pentru satisfacerea nevoii de autorealizare;
- socială - deoarece instruirea și formarea prezentă a competențelor viitoare este o garanție și condiție a progresului social general, în care producția de tehnologie performantă joacă un rol esențial.

Modelarea interfeței social - individual arată că transferul de valori la acest nivel este spontan și direct. Mediarea se realizează prin două procese distincte, dar interdependente.

Procesul educațional - instituționalizat, organizat și dirijat, asigură transferul de valori, selectate și sistematizate, de la social la individual. Finalitatea strategică a procesului constă în asigurarea unei baze informaționale și instrumentale individuale, care să permită prelucrarea și utilizarea creativ - productivă a informației dobândite, de asemenea, elaborarea de noi informații.

În cazul unei populații selecționate, cum este cea a studenților, relativ omogenă sub aspectul capacităților cognitive și al orientării, măsura activării potențialului creativ individual și dezvoltarea acestuia este dependentă atât de puterea creatoare a instituției formatoare, cât și de particularitățile afectiv-motivaționale individuale, ce determină gradul de activism al studentului. Între cele două categorii de factori, social-instituțional și psihologic-individual, este o relație de complementaritate. Particularitățile obiectivelor și ale tehnologiei educaționale ale unor instituții se concretizează în performanțele absolvenților acestora (de exemplu numărul de invenții realizate de absolvenții altor instituții de același fel); diferențele individuale sub aspectul creativității dintre absolvenții aceleiași instituții pot fi atribuite particularităților de personalitate, modelate inclusiv în procesul educațional instituționalizat.

Procesul valorizator asigură transferul de valori de la individual la social. Acest proces este doar parțial instituționalizat, anume pentru produsele de creație tehnică care se înscriu în domeniile de brevetabilitate. Acest lucru face ca mare

parte a produselor de creație tehnică (de exemplu, în domeniul organizării, programării) să fie valorizate sau nu, în relația directă dintre creator și consumatorul de creație. Finalitatea strategică a procesului de valorizare constă în asimilarea noului, ce poate contribui la progresul social. Factorii determinanți ai procesului valorizator sunt creativitatea individuală și creativitatea instituțiilor cărora le este destinat produsul creației individuale. În procesul de valorizare acestor instituții le revine rolul selectării, ierarhizării și implementării creației, activității dependente, printre altele, de creativitatea factorilor de decizie din instituție, a căror formare de bază se realizează tot în procesul instructiv-educativ instituționalizat [342].

Succesul în căutarea soluției este dictat de 3 factori de bază:

- Soluția optimă este găsită mai repede atunci când creatorul are o pregătire temeinică fundamentală, cunoaște legitățile naturii, fapt ce îi permite să evite pierderile de timp (și nu numai) la crearea motoarelor veșnice (perpetuum mobile). Formularea problemei, de asemenea, este importantă. *„Simpla formulare a unei probleme este adeseori mult mai importantă decât rezolvarea ei, care poate fi doar o chestiune de matematică ori de tehnică experimentală”* (A. Einstein).

- Cunoașterea lumii reale în baza experienței proprii este, de asemenea, un factor deosebit de important în căutarea soluției optime. De regulă, soluțiile obținute de inventatori cu o experiență proprie bogată, conțin un grad mai înalt de creativitate, sunt realizate într-o perioadă de timp mai redusă. *„Inventatorul gândește cu mintea, inima și cu mâinile (simțurile)”* (M. W. Thring). *„E mult mai dificil a vedea problema decât a găsi soluția ei”* (G. D. Bernalt).

- Momentul emoțional (starea sufletească), tăria de caracter. Procesul de creație necesită o stare de plăcere, un mediu ambiant favorabil. Cei care nu au o putere de voință, riscă să nu ajungă la finiș. Iar în creativitatea tehnică nu există soluții pe jumătate. Abandonarea căutării soluției la jumătate de cale (atunci când calea este lungă) duce la pierderea unei eventuale soluții performante. Acești factori sunt bine ilustrați în figura 4.25.

Creativitatea și creația implică atât componenta intelectuală, cât și pe cele afectiv volitive. *„Aproape fiecare dintre noi poate să-și conducă mintea într-un mod mai eficient decât o face în mod obișnuit. Într-o măsură mai mare sau mai mică, cu toții suntem înzestrați cu puterea voinței și aceasta este cheia efortului creator”*, consemnează Al. F. Osborn.

Efortul creativ se concretizează în zecile, uneori chiar sutele de încercări neizbutite, dar care, prin acumularea învățămintelor ce se trag din fiecare încercare și chiar din fiecare eroare, te apropie, infinitesimal, de țintă, până când în cele din urmă îți apare soluția nouă și originală.

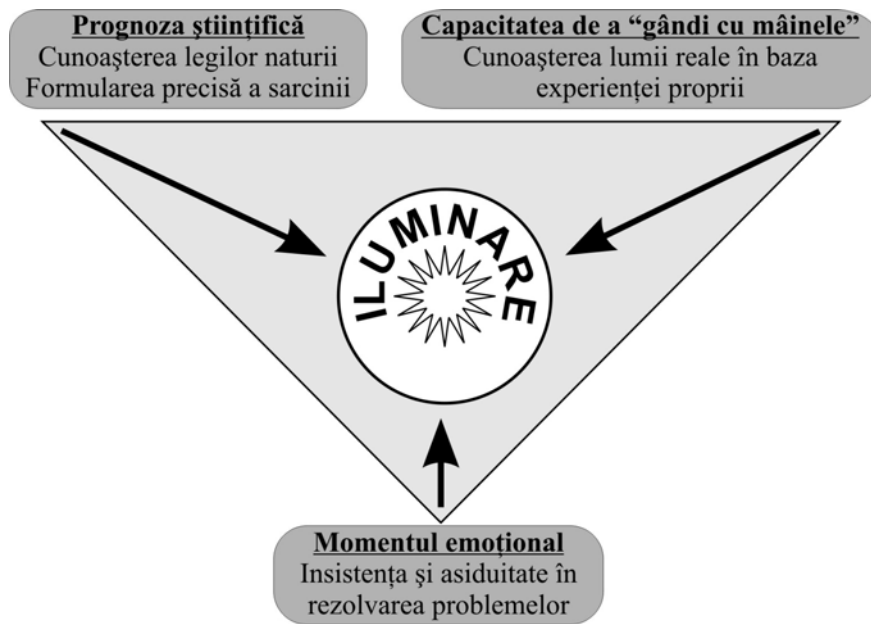


Fig. 4.25. Factorii de bază în căutarea soluției.

Voința exprimată prin capacitatea de efort creativ se conjugă adesea, în mod fericit, cu pasiunea. Aceasta din urmă se poate naște în însăși munca creativă. Pasiunea este forța emoțională care propulsează persoana și o susține energetic și moral în expediția creativă grea și îndelungată. Un mare spirit creativ, G.W.F. Hegel, consideră că „*Nimic mare nu s-a îndeplinit fără pasiune și nici nu poate fi îndeplinit fără ea*”.

Sub impulsul pasiunii munca creativă poate să pară mai ușoară, deși rămâne la fel de grea, timpul consacrat creativității și creației poate să pară mai scurt. Când există o mare pasiune, forțele psihice și fizice se înzecesc, obstacolele devin mai ușor de depășit.

Munca încununată de succes generează acea stare tonică de mulțumire și de plăcere, pe care o cunoaște numai acel, care muncește cu dăruire deplină. Printre factorii stimulativi cu funcție în creativitate și creație, Ch. Darwin consemnează: dorința de a contribui la dezvoltarea științelor naturii, conjugată cu dorința de a înțelege și explica fenomenele din aceste științe, care au fost puternice și i-au stimulat continuu forțele creatoare; ambiția pozitivă; răbdarea nemărginită de a reflecta îndelung asupra oricărui subiect, dorința deosebită de a observa și aduna fapte și o bună parte de inventivitate și de bun simț.

Marii creatori mărturisesc că înainte de a trece la creația propriu-zisă, la realizarea oricărei opere, au plămădit mai întâi această operă în minte, perioade mai mici sau mai mari de timp, s-au gândit chinuitor asupra ei.

4.4.2.1. Antrenarea memoriei

„Memoria este cabinetul imaginației, trăsura rațiunii, registrul conștiinței și camera de sfaturi a gândirii”.

(St. Basil)

Grecii antici o considerau pe zeița memoriei Mnemozia mama celor 9 muze ale științei și artelor. Memoria logico-verbală este baza erudiției noastre, a cunoștințelor, a nivelului instruirii noastre. Memoria este acel instrument de stocare a informației, de rechemare a ei din inconștient (la momentul oportun).

Conform unor cercetări recente, efectuate de marele matematician și cibernetician fon Neiman, creierul omenesc e în stare să „înmagazineze” aproximativ 10^{20} unități de informație. În traducere într-o limbă înțeleasă aceasta înseamnă – fiecare din noi poate memoriza toată informația, conținută în câteva milioane de volume. La prima vedere o astfel de declarație pare fantastică. Însă să încercăm să apelăm la câteva exemple luate din diferite epoci, în diferite situații. Istoricii afirmă că Iulius Caesar și Alexandru Macedon îi cunoșteau la față și nume pe toți ostașii lor – până la 30000 de oameni. Genialul matematician L. Euler poseda o memorie fenomenală la cifre. El ținea minte, de exemplu, primele 6 puteri ale tuturor numerelor până la o sută. „Să memorizeze este în stare acel care poate fi atent” (C. Jonson).

Unul dintre procedeele de bază de îmbunătățire a memoriei este repetarea. Deosebit de efectivă este metoda logică, asociativă de memorare. La memorare este utilă divizarea materialului în bucăți cu sens, evidențiind principalul și auxiliarul, ce este argumentat și fără dovezi, simplu și compus. Totul trebuie să fie conștientizat – nici o memorare mecanică. Este stabilit că productivitatea memoriei senzitive este de 20 de ori mai mare decât productivitatea memorizării mecanice. De asemenea, omul memorizează cel mai ușor informațiile, legate asociativ de activitatea profesională zi de zi.

O memorie dezvoltată reduce simțitor timpul pentru execuția oricărei operații mintale, inclusiv creative. Legile memoriei, ca și toate legile psihice în general, sunt legi obiective, care nu depind de dorința și puterea de voință a oamenilor. Cunoașterea legilor memoriei ușurează esențial atât procesul de memorizare, cât și procesele de păstrare și amintire.

Care proprietăți ale memoriei trebuie luate în considerare la antrenarea ei? Orice tip de memorie are următoarele proprietăți: capacitatea, claritatea sau precizia, longevitatea și gradul de pregătire.

Capacitatea memoriei este caracterizată de cantitatea de informație memorată.

Claritatea sau precizia memoriei caracterizează capacitatea memoriei de a păstra informația o perioadă de timp fără deformări esențiale. Caracteristică omului, calitatea creației, imaginației, proiectării mintale îi asigură posibilitatea reconstruirii cât mai complete a acelor imagini ale realității, cu care se întâlnește în viața reală. Cu timpul imaginile conștiinței noastre pot fi, în primul rând, procesele de gândire, care inevitabil însoțesc procesele de memorare. Un matur dezvoltat își aduce aminte sau memorează nu numai cu memoria, dar (poate într-o măsură mai mare) cu gândirea.

Longevitatea păstrării în memorie a informației primite poate fi foarte diferită, și în acest plan oamenii diferă foarte mult unul de altul. Longevitatea păstrării impresiilor, de regulă, se află în raport invers cu capacitatea și precizia memoriei, cu toate că se întâlnesc și excepții.

O caracteristică foarte importantă a memoriei este **gradul de pregătire**, care se exprimă în mobilitatea ei la timpul necesar, capacitatea de a da informația, în acel moment, când este necesară. Educarea unei memorii bune este educarea capacității reproducerii complete și precise, atunci când este necesar.

Unele procedee de antrenare a memoriei:

- Memoria conștientă dă rezultate de zece ori mai mari decât prin învățarea mecanică.
- Programarea memoriei la memorizare include următorii pași:
 - citirea mult mai atentă a informației;
 - acordarea atenției deosebite la structura informației, stabilirea părților principale ale informației și legăturii între ele;
 - înțelegerea explicării consecutivității amplasării informației, înțelegerea principiilor amplasării ei;
 - repetarea în gând a momentelor principale evidențiate;
 - citirea suplimentară a informației;
 - atenția sporită la formulări, noțiuni speciale.

Procesele psihice, luate în integritatea lor concretă, exprimă nu numai cunoștințele despre fenomene, dar și atitudinea față de ele; în ele se reflectă nu numai fenomenele, dar și importanța lor pentru subiectul, care le reflectă, pentru viața și activitatea lui. Conștiința omului include nu numai cunoștințe, dar și retrăirea a ceea ce în lume este important pentru Om, funcții de necesitățile, interesele lui etc. De aici, realitate și selectivitate. Exemple de selectivitate pot fi întâlnite la orice pas. Este cunoscută memoria profesională în orice sferă a activității omenești. Interesante sunt sursele acestei selectivități, motivele ei. Un rol important joacă convingerile omului. Omul convins în posibilitatea și necesitatea propriei perfecționări, dezvoltarea capacităților sale, poate utiliza această

convingere în calitate de sursă a selectivității, motiv pentru funcționarea orientată a memoriei. Uneori, luate la un loc: concentrarea memoriei și gândirii, a puterii de voință și sentimentelor, conduce la faptul că un element uitat străpunge memoria cu o forță nemaipomenită.

Un instrument important în memorizare este asocierea. Fiecare element al asocierii este un cârlig, pe care atârână un fapt și cu ajutorul căruia se poate pescui. Toate elementele asocierii formează o pânză, cu ajutorul căreia acest fapt este fixat în creier. Taina unei memorii bune este, astfel, arta formării unor diverse și numeroase asocieri cu orice fapte, pe care dorim să le memorizăm. Numai un sistem, desigur, logic, născut din esența lucrurilor ne dă putere deplină asupra cunoștințelor noastre. Creierul, plin cu cunoștințe segmentate, fără legătură, este asemănător unui depozit, în care totul este într-o dezordine totală și unde singur stăpânul nimic nu va găsi.

O altă componentă a memoriei, deosebit de importantă, pentru inventatori, este memoria vizuală. Un element important în antrenarea memoriei vizuale este verbalizarea imaginilor, adică imaginile memorizate trebuie descrise prin cuvinte.

4.4.2.2. Antrenarea spiritului de observație [342]

„Atenția este unica ușă în sufletul nostru, prin care, tot ce este în conștiință, neapărat trece”

(C.Ușinski).

Natura este de neîntrecut în invențiile sale. Se spune „*la figurat*” că în afară de roată, toate invențiile făcute de către om, au fost deja cu mult timp în urmă inventate de natură.

Pasărea este un avion de calitate superioară, iar peștele – un submarin remarcabil, mișcându-se în apă cu o ușurință necunoscută de submarinele greoaie și rigide.

Inima este o pompă ideală, mușchii – un motor încă neegalat, iar creierul – un ordinator electronic de mii de ori mai perfect și mai subtil, decât computerele cibernetice construite de om.

Frunza este cea mai minusculă fabrică, un întreg complex industrial de execuție și finețe neîntrecută, dar al cărei produs – bobul de amidon, omul n-a putut decât să-l constate. Fabricarea lui din elemente chimice simple și atât de răspândite ca: *C, H, O*, folosind ca energie razele solare, n-a fost încă imitată de către om. Natura rămâne o carte de învățătură veșnică pentru om. Din studiile făcute asupra naturii, datorită spiritului său de observație, omul a tras mult folos.

Betonul armat. Încă la finele secolului 19, grădinarul francez Joseph Monier, observând plantele atât de solid ancorate în sol prin rădăcinile lor, s-a gândit să producă după acest model vase de flori rezistente la șocuri. Pentru aceasta s-a gândit să toarne un strat subțire de ciment peste o rețea de sârmă de fier (imitând astfel rețeaua rădăcinilor plantelor). Împrumutând de la natură una din invențiile ei, Monier a inventat *betonul armat*.

Aparatul radar. În anul 1912 Hiram Maxim, inspirându-se după sistemul de ghidaj prin ultrasunete, observat la lilieci, și-a imaginat construirea unui *aparat radar*, destinat să avertizeze navele de apropierea aisbergurilor. Englezii l-au folosit numai în al doilea război mondial și s-au servit de el doar pentru a detecta sosirea avioanelor naziste, dar cașalotul, delfinul, foca, posedă un astfel de *radar*.

Telefonul. Fiind preocupat de construcția și îmbunătățirea aparatelor pentru corijarea surzeniei, profesorul Reis Johann Philip, fizician german, a studiat structura urechii și a experimentat transmiterea electrică a sunetelor. În rezultat, în anul 1861 Reis a reușit să inventeze un aparat capabil să recepționeze și să transmită printr-un sistem de fire similare nervilor, sunete muzicale. Această încercare de convertire a energiei acustice în energie electrică și invers, a fost perfecționată de Alexander Graham Bell, corelând ca model urechea omenească, în anul 1876 a construit un aparat, având încorporat un timpan, un ciocan și o nicovală, aparat pe care l-a numit *telefon*.

Aparatul de fotografiat este o copie a ochiului uman. Probabil că Nicephare Niepce, inventatorul fotografiei, creând primul aparat de luat imagini, a avut drept model ochiul uman. Cristalinul ar putea fi reprezentat de lentila obiectiv, iar irisul – de diafragma aparatului, camera posterioară a ochiului ar corespunde camerei obscure, iar placa sensibilă ar corespunde retinei, asupra căreia acționează lumina, declanșând anumite reacții chimice. Chiar și fotografia în culori a fost realizată după modelul de funcționare al conurilor din retină față de lumina de diferite lungimi de undă.

Studiind celulele fagurilor de miere, aceste locuințe colective ale albinelor, cu depozite de alimente și creșe, matematicienii și arhitecții au constatat cu uimire că albinele au reușit să rezolve o valoroasă problemă de geometrie aplicată, întrucât cea mai practică și economică formă de casuță o reprezintă prisma cu secțiune hexagonală. După acest model constructorii și arhitecții au trecut la executarea unui mare număr de construcții făcute din elemente hexagonale.

În construcția zgârâie norilor și a antenelor de radio și televiziune, arhitecții iau ca model paiul de secară și de grâu, care poate atinge o înălțime de doi metri, păstrând grosimea de 2-3 mm. Dacă am păstra aceleași proporții la construirea unei

antene de emisie cu înălțimea de 300 m, diametrul ei n-ar depăși 1,5 m, în timp ce lucrările construite fără acest model, par niște mastodonți disproporționali.

Frunza cu rețeaua de nervuri fine ce servesc drept armatură, mărindu-i astfel rezistența la acțiunea distructivă a factorilor naturii: vânt, ploaie, grindina constituie un model de structură economică și solidă. După acest model Pier Luigi a constituit imensul palat al expozițiilor din Torino. Nu este exclus că și celebrul constructor Gustave Eiffel a proiectat faimosul Turn Eiffel de Paris, inspirându-se din natură, deoarece elementele construcției pariziene sunt o replică exactă a oaselor tubulare ale scheletului uman.

Pânza de păianjen la inspirat pe inventatorul Samuel Brown să inventeze podul suspendat. Stând culcat sub un copac, era obsedat de ideea creării unui pod de construcție nouă, bine gândit și rațional. Deodată, pe bucățica aurie a cerului, care străbătea printre frunze, Brown observă foarte clar schița podului căutat: o pânză de păianjen, legată prin fire rezistente de crengi. Pânza suporta simultan greutatea păianjenului și a jertfei, nimerite în mreje.

Pot fi prezentate mii de astfel de exemple. Cert este că din cele mai vechi timpuri, omul a observat și a cercetat cu atenție natura și a imitat-o. Astăzi o pleiadă de cercetători, biologi, botaniști, zoologi, matematicieni, medici, arhitecți, mecanici, electroniști etc. studiază cu deosebită atenție structura și funcționalitatea vieții planetelor, păsărilor și animalelor. Ei vor să învețe de la iarbă, de la țânțar, de la târâtoare, de la patrupede și păsări, și nu le este rușine să învețe de la aceste modeste viețuitoare.

Cu acest scop s-a constituit o nouă disciplină numită *bionica*, în care sunt antrenate disciplinele ca biologia, fizica, matematica, care se preocupă de arta de a utiliza cunoașterea sistemelor vii, pentru a găsi soluția problemelor tehnice.

În cadrul acestei discipline:

Inginerii mecanici se întreabă: cum se face că extremitățile osoase ale ghepardului, care aleargă cu viteza unui tren rapid, nu suferă nici de încălzirea articulațiilor, nici de uzură, nici de ruptura „pieselor” ce le compun, de vreme ce la mecanismele industriale create de om, punctele slabe sunt tocmai cuplele de frecare, care datorită supraîncălzirii, au nevoie de reparații și schimbări de piese.

Medicii și biologii se întreabă, în ce constă mecanismul de apărare a scorpionului împotriva radioactivității exploziilor nucleare. În timp ce o radieră la o doză de 80 000 rhoentgheni, în experimentele din pustiul Arizonei, scorpionul a suportat cu ușurință, omul este ucis dacă este iradiat la o doză de numai 600 rhoentgheni: poate că aflând aceasta, omenirea va fi ferită de una din cele mai complicate boli – boala actinică (boala de iradiere).

Chimiștii admiră albatrosul, pe care Dumnezeu l-a înzestrat cu un uimitor mecanism de purificare a apei sărate de mare, așa încât datorită unei glande ingenios așezate direct în cioc, celulele ei fixează instantaneu toate sărurile la fiecare înghițitură a apei de mare, astfel că pasărea consumă o apă cu desăvârșire potabilă. Atunci când acest uimitor mecanism de purificare a apei va fi bine cunoscut de către om, se vor găsi soluții mult mai simple și eficiente, care ne vor ajuta să înlocuim actualele instalații de desalinizare a apei de mare, atât de complicate și de costisitoare.

Geofizicienii studiază lăcusta, a cărei sistem nervos este un admirabil înregistrator al vibrațiilor mecanice, care reacționează la infime variații de amplitudine și pe bună dreptate se întreabă: cunoscând secretul acestei insecte nu vom putea oare ajunge la realizarea unui aparat de o mie de ori mai sensibil decât un seismograf? Realizare care ar fi de o importanță vitală în lupta pentru pronosticarea cutremurelor.

Siderurgistii se întreabă și ei, cum se face că firul de păianjen este mai rezistent de câteva ori, comparativ cu firul de oțel de aceleași dimensiuni.

Imaginați-vă o secție de inventatori profesioniști, care rezolvă problemele prin metoda probelor și erorilor. Caută varianta potrivită. Șeful secției se adresează unuia dintre colaboratori: „Vă gândiți de 10 ani, dar nici un folos ...” „E o problemă grea–răspunde acela–am analizat de acum șase mii de variante...”. „Mai ieșiți afară, - propune șeful, - poate că veți vedea ceva care să vă sugereze o idee”.

Este evident că inventatorul trebuie să învețe cât mai mult de la natură. Dar cum să facă acest lucru, cum să observe soluțiile gata în natură, atunci când ele nu sunt evidente, când trebuie să ai un spirit de observație specific ca să le observi. Dar acest spirit de observație poate fi antrenat? Desigur. Mai jos se prezintă doar unele din multiplele exerciții de antrenare a spiritului de observație.

Exerciții pentru antrenarea spiritului de observație

Exercițiul 1. Puneți înaintea D-voastră un lucru oarecare (mai bine de o culoare, care se evidențiază, mai ușor se memorizează). Să presupunem că e o carte, măr sau altceva. Uitați-vă liniștit la ea câtva timp, însă atent și rațional, străduindu-vă să o memorizați bine. Apoi închideți ochii și încercați să vă aduceți aminte acest lucru cu o precizie cât mai înaltă. Străduiți-vă să vă aduceți aminte dimensiunea, alte amănunte și memorizați toate acestea. Apoi deschideți ochii, uitați-vă încă o dată la obiect și observați ce lipsește încă imaginii mintale. Atent evidențiați aceste amănunte neobservate inițial, apoi iarăși închideți ochii și stăruiți-vă să modernizați imaginea; iarăși uitați-vă la obiect și continuați în acest mod până nu veți reuși să alcătuiți o imagine mintală suficient de clară a obiectului.

Exercițiul 2. Însușind exercițiul 1, luați unul din obiectele studiate și, primind imaginea mintală precisă, stăruți-vă să desenați forma obiectului. Pentru început luați un obiect mai simplu. Succesul desenelor va depinde nu de capacitățile artistice, dar de amănuntele, pe care le-ați memorizat și le-ați pus pe hârtie. Peste puțin timp veți fi în stare să vă uitați la obiect o singură dată, iar apoi să-i faceți schița cu toate elementele de bază.

Exercițiul 3. Începeți cu examinarea detaliilor, dar nu memorizarea vederii generale a obiectului. Nu vă străduiți să „*prindeți*” tot obiectul din prima vedere. Aceasta e pentru experiențele următoare, după ce ați atins un oarecare grad de dezvoltare. Evidențiați unele amănunte ale obiectului, memorizați-le, apoi treceți la amănuntele următoare ș. a. m. d.

Prin exerciții similare efectuați examinarea clădirilor. La început încercați să descrieți o oarecare clădire, pe lângă care treceți zilnic. Puteți să vă alcătuiți o imagine aproximativă despre vederea generală, formă, culori etc. Cât privește numărul ferestrelor la fiecare etaj, locul și dimensiunile ușilor, forma acoperișului, țevilor de scurgere etc. veți vedea că sunteți în stare să le reproduceți clar. Vi se pare, că nici odată în realitate nu ați văzut această casă. D-voastră doar pur și simplu v-ați uitat la ea. Uitându-vă mai atent la clădire, începeți să reproduceți mai târziu în memorie amănuntele ei, și uitați-vă cât ați memorizat. În ziua următoare ocupați-vă de aceiași clădire și examinați alte amănunte; continuați până nu veți obține o imagine mintală completă despre clădire. Este o metodă foarte importantă pentru dezvoltarea spiritului de observație.

Exercițiul 4. Următoarea experiență vă va interesa. Puneți pe masă cel puțin 7 obiecte, și acoperiți-le cu o pânză. Luați pânza, numărați până la 10, apoi, acoperind obiectele, rugați pe participanții la joc, să descrie cât mai complet pe hârtie obiectele văzute. Cu timpul numărul obiectelor poate fi mărit până la 15. Capacitățile dezvoltate prin această metodă vă vor dezvolta spiritul de observație astfel, că fără greutate veți vedea multe din ceea ce alții nu le observă.

Exercițiul 5. Esența exercițiului constă în următoarele: cineva se va plasa după o perdea și pentru o secundă va arăta un oarecare obiect unei persoane care va sta de cealaltă parte a perdelei. Persoanele cu capacitățile dezvoltate de a „*prinde*” repede imaginile vor putea să descrie obiectul destul de clar și în detalii. Pot fi simultan demonstrate câteva obiecte, după ce participanții au obținut o experiență suficientă.

Exercițiul 6. Participantului la exercițiu i se arată o fișă de domino și este rugat să numească numărul punctelor imediat, fără a le calcula. Apoi sunt demonstrate două fișe ș.a.m.d. După o oarecare experiență oricine poate să numească numărul total al punctelor.

Exercițiul 7. Intrați în odaie și efectuați o examinare rapidă a interiorului, străduindu-vă să obțineți o fotografie bună în memorie a unui număr maxim de obiecte, dimensiunea odăii, înălțimea tavanului, culoarea tapetelor, numărul ferestrelor și ușilor, scaunelor, meselor, covoarelor, tablourilor etc. Apoi ieșiți din odaie și, notând cele văzute, comparați cele scrise cu realitatea. Repetați până nu veți obține un rezultat performant.

Exercițiul 8. Seara urmează să faceți listarea lecțiilor de zi și străduiți-vă să vă amintiți și să scrieți obiectele și persoanele, cu care v-ați întâlnit și pe care le-ați văzut. Vă veți mira de faptul cât de puțin puteți să vă amintiți și, de ceea, ce veți memoriza după o oarecare experiență. Zona subconștientă a gândirii va înțelege necesitatea observării clare a obiectelor și amplasării lor la locul dat.

4.4.3. Principii de rezolvare a problemelor creative

În funcție de gradul de complexitate a problemelor creative pot fi evidențiate 5 niveluri de invenții [342]:

Nivelul 1 – invenții foarte mici, care nu sunt legate de eliminarea contradicțiilor. Problema și mijloacele rezolvării ei se află în limitele unei profesioniști, de aceea, ele pot fi rezolvate de oricare specialist.

Exemplu: Căușul excavatorului este executat cu o lamă semicirculară întreagă. Pentru asigurarea rapidă și comodă ultima este executată din secții demontabile, prinse de peretele din față al căușului. O piesă mare se schimbă mai dificil, de aceea se propune un complet de piese mai mici, care pot fi ușor schimbate.

Nivelul 2 – invenții mici obținute în rezultatul eliminării contradicțiilor prin metode cunoscute în domeniul dat (de exemplu problema construcțiilor de mașini se rezolvă prin metode deja cunoscute, însă utilizabilă și în alte sisteme tehnice). În acest caz se schimbă doar un element al sistemului. Pentru obținerea invențiilor de nivelul 2, de obicei, urmează de examinat câteva zeci de variante de soluții.

Exemplu: Metoda de curățire a mediului gazos al secției corabiei de elemente nocive prin introducerea agentului de eliminare. În scopul ridicării eficacității curățirii, reducerii duratei de curățire și a consumului de aer comprimat în calitate de element de eliminare se folosește spuma.

Nivelul 3 – invenții medii. Contradicția este eliminată prin metode, cunoscute în limitele unei științe (problema „*mecanica*” este rezolvată mecanic, „*problema chimică*” – „*chimic*” ș.a.m.d.). Unul din elementele sistemului este înlocuit complet. Numărul variantelor posibile este de ordinul sutelor.

Exemplu: Controlul cavității interioare a articolului de formă parabolică cu

ajutorul șabloanelor. Cu cât mai multe secțiuni trebuie controlate, cu atât controlul este mai dificil. A fost propusă utilizarea șablonului „lichid”: în articol se toarnă puțină apă, se fotografiază secțiunea, se adaugă apă, iarăși se fotografiază ș.a.m.d. O astfel de utilizare a lichidului este atipică pentru efectuarea măsurărilor în construcția de mașini.

Nivelul 4 – invenții mari. Se sintetizează un sistem tehnic nou. Deoarece el nu conține contradicții, uneori se creează impresia că invenția a fost creată fără eliminarea lor. În realitate contradicțiile au fost, însă ele s-au referit la prototip – sistemul tehnic vechi. În probleme de nivelul 4 contradicțiile se elimină cu mijloace, care deseori iese cu mult în afara științei, la care se referă problema (de exemplu, problema „mecanica” se rezolvă pe cale „chimică”). Numărul variantelor este de ordinul miilor sau chiar zecilor de mii.

Exemplu: În procesul fabricării foilor de sticlă banda incandescentă este redusă pe transportul cu role. Cu cât diametrul rolor este mai mic, cu atât suprafața sticlei este mai uniformă. Însă odată cu micșorarea diametrului rolor se complică brusc execuția și exploatarea conveierului. Rămâne ca suprafața ondulată a sticlei să fie ulterior poleită. S-a propus că în locul conveierului să fie utilizată o cadă cu staniu topit. Execuția unui astfel de „conveier” este simplă, transportarea pe el este însoțită de poleirea suprafeței sticlei.

Nivelul 5 – invenții foarte mari. Se sintetizează un sistem tehnic principal nou. Contradicții nu sunt, deoarece încă nu există nici sistemul ca atare; contradicțiile pot apărea doar în procesul sintezei sistemului. Numărul variantelor examinate este practic nelimitat: pentru crearea invenției de nivelul cinci este necesar prealabil de făcut o descoperire nouă. De obicei, invențiile de nivelul 5, în pofida importanței lor, rămân nerealizate. Pentru utilizarea pe scară largă este necesară rezolvarea unei serii de probleme de niveluri inferioare. În rezultat se creează un nou domeniu al tehnicii. Drept exemple pot servi inventarea radioului și crearea radiotehnicii, inventarea fotografiei și crearea fototehnicii ș.a.

Pentru dezvoltarea cu succes a tehnicii sunt necesare diferite invenții, însă cele mai importante sunt invențiile de nivelul 3 și mai superior. Coraportul numărului invențiilor de nivel diferit poate caracteriza starea unei ramuri concrete și a întregii industrii. Astfel, analiza coraportului procentual al numărului invențiilor de nivel diferit în URSS în perioada 1965-1969 pe 14 clase de invenții, a arătat că invențiile de nivelul I reprezentau 32 %, II - 45; III - 19; IV - 4; V - mai puțin de 0,3 %, adică mai mult de $\frac{3}{4}$ din toate invențiile înregistrate rezolvau probleme minore și foarte mici. În anul 1982 o analiză analogică pe 3 clase de invenții a arătat respectiv 39,55 și 6 % (invenții mari și foarte mari lipseau în genere). Mărunțirea invențiilor este simptom caracteristic stărnării în industrie.

4.4.4. Fondul de procedee euristice de transformare a obiectelor [342]

Transformarea formei

- A utiliza formele circulară, spiroidală, arborescentă, sferică sau altă formă compactă.
- A executa în obiect (element) găuri sau cavități. Inversia procedului.
- A verifica corespunderea formei obiectului legilor simetriei. A trece de la forme și structuri simetrice la asimetrice. Inversia procedului.
- A trece de la părți rectilinii, suprafețe plane, forme cubice și poliedrice la forme curbilinii, sferice și aerodinamice. Inversia procedului.
- A i se da formă concavă (mai concavă) obiectului (elementului), care funcționează sub sarcină.
- A compensa forma nedorită prin adăugarea formei inverse.
- A executa obiectul în forma:
 - unui alt obiect tehnic, care are denumire și destinație analogică;
 - unui animal, plantă, sau a organului lor;
 - unui om sau a organelor lui.
- A acomoda obiectul (elementul) la om sau organelor lui.
- A utiliza în condiții similare de lucru principiul natural de generare a formelor, observat în natura vie sau moartă.
- A alege construcția pieselor, în mare măsură, apropiată ca formă și dimensiuni la laminatul produs sau alte semifabricate profilate.
- A găsi cea mai perfectă formă a obiectului (separarea vizuală a elementului funcțional principal, eliminarea sau ascunderea multor elemente inutile ș.a.m.d.).
- A utiliza diferite tipuri de simetrie și asimetrie, proprietăți dinamice și statice, ale formei, ritmului (repetarea elementelor egale sau asemănătoare), nuanțelor și contrastelor.
- A alege cea mai frumoasă formă a obiectului și elementelor lui.

Transformarea structurii

- A elimina cel mai solicitat element.
- A elimina elementele prin respectarea funcțiilor anterioare ale obiectului.
- A elimina „*piesele surplus*” chiar dacă se va pierde un procent din efectul scontat (un element îndeplinește câteva funcții, datorită cărui fapt dispare necesitatea în alte elemente).

- A adăuga la obiect un element nou în formă de placa montată rigid sau articulată (bază, înveliș sau țevă), care se află în mediul de lucru sau în contact cu el.
- A înlocui legăturile (metoda sau mijlocul legăturii) între elemente; legătura rigidă să fie efectuată flexibilă sau invers.
- A înlocui schema mecanică cu una electrică, termică, optică sau electronică.
- A modifica esențial amplasamentul elementelor; a reduce cheltuielile de amplasare.
- A concentra organele de dirijare și de control în același loc.
- A uni elementele cu o singură carcasă, masă sau a executa obiectul de-a întregul.
- A introduce un mecanism de acționare unic, un sistem unic de dirijare și alimentare cu energie.
- A uni obiecte omogene sau destinate unor operații meșteșugărești.
- A utiliza principiul agregării. A crea construcția de bază (ramă unică, bază), pe care se assemblează diferite organe de lucru, agregate, scule.
- A conjuga sau a uni obiecte greu îmbinabile sau tradițional neîmbinabile.
- A alege materialul, care asigură cheltuieli minime la execuția pieselor.
- A utiliza construcții deplasabile, pliabile, asamblabile, gonflabile etc., care asigură o reducere esențială a dimensiunilor de gabarit la trecerea obiectului tehnic din starea de lucru în starea pasivă.
- A alege (a inventa) cea mai frumoasă structură.

Transformarea în spațiu

- A schimba orientarea tradițională a obiectului în spațiu (a pune pe o parte, a întoarce partea de sus, a întoarce prin rotire).
- A utiliza „spațiul gol” între elementele obiectului (un element poate să treacă prin cavitatea altui element).
- A îmbina elementele cunoscute separat prin amplasarea unuia în interiorul altuia (principiul „*matrioshkăi*”).
- A înlocui amplasarea pe o linie prin amplasarea pe câteva linii sau plane. Inversarea procedurii.
- A trece de la amplasamentul unietajat (un strat) la amplasamentul multietajat (multistrat). Inversia procedurii.
- A schimba direcția acțiunii forței de lucru sau a mediului.
- A trece de la contactul în punct la contactul pe linie, de la contactul pe suprafață la contactul spațial.
- A asigura contactul pe câteva suprafețe.

- A apropia organele de lucru ale obiectului de locul de execuție a funcțiilor sale fără deplasarea obiectului.
- A trece de la îmbinarea consecutivă la îmbinarea paralelă sau combinată.
- A diviza obiectul pe părți astfel ca fiecare din ele să fie apropiată de locul, unde ea lucrează.
- A scoate elementele, supuse acțiunii factorilor nocivi, în afara acțiunii lor.
- A ieși în afara limitelor spațiale tradiționale sau a dimensiunilor de gabarit.

Transformarea în timp

- A transfera efectuarea acțiunii pentru alt timp. A efectua acțiunea solicitată până la începutul lucrului sau după finalizarea lui.
- A trece de la alimentarea incontinuuă cu energie (substanță) sau de la acțiunea incontinuuă a procesului la alimentarea periodică sau prin impuls. Inversiunea procedeeului.
- A trece de la regimul staționar în timp la un regim variabil.
- A elimina intervalele inutile (nocive) de timp. A utiliza pauza între impulsuri pentru efectuarea altei acțiuni.
- A schimba consecutivitatea efectuării operațiilor.
- A combina procesele tehnologice sau operațiile. A îmbina operațiile omogene sau colaterale. Inversarea procedeeului.

Transportarea mișcării și forței

- A schimba direcția rotirii.
- A înlocui mișcarea translativă (rectilinie) sau alternativă de translație cu mișcarea de rotație. Inversarea mișcării.
- A elimina sau reduce cursele și mișcările în gol, inverse și intermediare.
- A schimba esențial direcția mișcării, inclusiv în direcția opusă.
- A schimba traiectoria mișcării tradițional complexă cu o dreaptă sau circumferință. Inversarea procedeeului.
- A înlocui încovoierea cu întindere sau comprimare.
- A împărți obiectul în două părți: „grea” și „ușoară”, a mișca doar partea ușoară.
- A înlocui frecarea prin alunecare cu frecare de rostogolire. Inversarea procedeeului.
- A trece de la un câmp fizic imobil la unul mobil. Inversarea mișcării.
- A împărți obiectul în două părți, capabile să se miște una față de alta.
- A transforma elementele mobile în imobile, iar cele imobile în mobile.
- A compensa acțiunea masei obiectului prin unirea lui cu un obiect, care posedă forță de ridicare.

Transformarea materialului și substanței

- A executa elementul sau suprafața lui din material poros. A umplea porii cu o oarecare substanță.
- A împărți obiectul în părți astfel ca fiecare din ele să poată fi executată din cel mai oportun material.
- A elimina surplusul de material, care nu suportă sarcină funcțională.
- A modifica proprietățile superficiale ale obiectului; a durifica suprafața obiectului; a neutraliza proprietățile materialului la suprafața obiectului.
- A înlocui partea rigidă cu elemente din material, care permite schimbarea formei la exploatare; în locul construcțiilor spațiale rigide a utiliza învelișuri flexibile și pelicule. Inversarea procedului.
- A schimba proprietățile fizice ale materialului; de exemplu, a schimba starea de agregare.
- A înlocui unele obiecte ale mediului cu obiecte cu alte proprietăți chimice și fizico-mecanice.
- A utiliza un alt material (mai ieftin, mai nou etc.).
- A utiliza piese din material cu solidificare ulterioară.
- A separa impuritățile nocive și nedorite de substanță.
- A înlocui obiectele cu copiile lor optice (imagini); a utiliza schimbarea scării imaginii.
- A înlocui elementele executate din materiale diferite și cu forme diferite cu elemente unificate sau standardizate.
- A executa elementele din materiale cu diferite caracteristici, care asigură efectul necesar (de exemplu, cu diferiți coeficienți de dilatare termică).
- A utiliza părți lichide sau gazoase (gonflabile, împlute cu lichid, perne de aer, părți hidroreactive) în locuri parțial solide. Inversarea procedului.
- A alege materiale, care asigură reducerea deșeurilor la fabricarea pieselor; de exemplu, a trece de la utilizarea pieselor obținute prin strunjire la piese obținute prin formare din mase plastice sau pulberi metalici.
- A trece la tehnologii fără deșeuri.
- A efectua durificarea materialelor prin prelucrare mecanică, termică, termochimică, electrofizică, electrochimică, cu laser sau alte tipuri.
- A utiliza materiale cu caracteristici specifice de rezistență, electrice, termofizice și alte caracteristici.
- A utiliza materiale armate, compozite, poroase și alte materiale de perspectivă.
- A utiliza materiale cu caracteristici variabile în timp (rigiditate).

Procedee de diferențiere

- A împărți torentul în mișcare (substanță, energie, informație) în două sau mai multe torente.
- A împărți obiectul pulverulent, lichid sau gazos în părți.
- A executa elementul demontabil, ușor separabil.
- A diferenția mecanismul de acționare și alte surse de energie: a le apropia de organele de lucru și zonele de lucru.
- A efectua împărțirea obiectului tradițional integru în elemente omogene mici, care execută aceleași funcții. Inversarea procedurii.
- A împărți obiectul în părți, după ce fiecare parte este executată, prelucrată, încărcată etc., iar apoi se efectuează asamblarea.
- A împărți obiectul în părți: „fierbinte” și „rece”: a le izola una de alta.
- A evidenția în obiect cel mai necesar element (proprietate necesară) și a-l întări, a îmbunătăți condițiile de lucru.

Modificarea cantitativă

- A schimba esențial (de câteva ori, de zeci și sute de ori) parametrii sau indicii obiectului (elementelor lui, mediului ambiant).
- A reduce (sau mări) în obiect numărul elementelor egale sau asemănătoare.
- A schimba dimensiunile de gabarit, volumul sau lungimea obiectului la transferarea lui în stare de lucru sau de repaos.
- A admite reducerea neînsemnată a efectului necesar.
- A schimba factorii nocivi astfel, ca ei să nu mai fie nocivi.
- A reduce numărul funcțiilor obiectului astfel, ca el să devină mai specializat, corespunzător funcțiilor și cerințelor rămase.
- A hiperboliza, a mări esențial dimensiunile obiectului și ai găsi utilizare. Inversarea procedurii.
- A crea calitate locală; a realiza concentrarea locală a forțelor, tensiunii etc.

Utilizarea măsurilor profilactice

- A introduce instalații de protecție și blocare.
- A împărți obiectul friabil și frecvent deteriorabil în părți.
- A executa obiectul (elementul) demontabil, astfel ca să poată fi schimbate părțile deteriorate.
- A crea o rezervă ușor utilizabilă a organelor de lucru și elementelor pentru reducerea timpului de întreruperi și majorarea fiabilității. A prevedea în părțile responsabile ale obiectului elemente dubloare.
- A proteja elementul de mediul agresiv.

- Ai comunica din timp obiectului tensiuni, contrare ca sens tensiunilor de lucru inadmisibile și nedorite.
- A executa din timp modificarea necesară a obiectului (complet sau parțial).
- A asigura alimentarea cu lubrifianți a suprafețelor de frecare.
- A izola obiectul de mediul exterior cu ajutorul învelișurilor flexibile și peliculelor subțiri (a amplasa obiectul în înveliș, capsulă, cartuș). Inversarea procedurii.
- Ai comunica obiectului proprietate nouă, de exemplu, a asigura flotabilitatea lui, ermetizarea, autorefacerea lui, a-l executa transparent, electroconductor.
- A prevedea compensarea impreciziei fabricării obiectului.
- A împărți obiectul în părți astfel, ca în cazul ieșirii din funcție a unui element obiectul, în general, să păstreze funcționalitatea.
- A pregăti din timp mijloace de protecție pentru majorarea fiabilității.
- A exclude zgomotele și mirosurile, care generează emoții negative, a le transforma în arome și zgomote mai plăcute.
- A crea tehnologii fără deșeuri cu ciclul închis prin utilizarea și întoarcerea în ciclul de producere a substanțelor nocive în formă de materie primă și materiale.

Utilizarea resurselor

- A utiliza masa obiectului sau forțele care apar periodic pentru obținerea efectului suplimentar.
- A compensa consumul excesiv de energie prin obținerea unui oarecare efect pozitiv suplimentar.
- A elimina factorul nociv (de exemplu, prin compensarea lui cu alt factor negativ).
- A utiliza sau acumula energia de frânare sau altă energie obținută pe parcurs.
- A realiza o acțiune opusă ca direcție (de exemplu, a încălzi obiectul în loc de al răci) în locul acțiunii, dictate de condițiile problemei.
- A utiliza factorii nocivi pentru obținerea efectului pozitiv.
- A trece la alte principii fizice de acțiune cu surse de energie mai ieftine și accesibile sau cu randament mai ridicat.

Transformarea prin analogie

- A utiliza obiectul, destinat pentru efectuarea unei funcții similare în alt domeniu al tehnicii, utilizând clasificatorul de brevete.

- A utiliza principiul natural de repetabilitate a elementelor de același tip (faguri de albini, celule, frunze, cristale etc.)
- A utiliza în calitate de prototip al soluției tehnice căutate un obiect al naturii moarte sau vii.
- A utiliza analogiile proprietăților altor obiecte; a utiliza proprietățile obiectului fără obiectul în sine.
- A utiliza principiul invitării, care constă în crearea unor astfel de obiecte, care după formă, culoare, aspect exterior și alte proprietăți necesare sunt similare altui obiect.
- A utiliza copiile, modelele și machetele simplificate și ieftine în locul obiectului complex, scump și friabil.

Majorarea tehnologicității

- A simplifica forma și construcția pieselor prin reducerea numărului suprafețelor prelucrate, suprafețelor neplane, a curselor de lucru la prelucrare.
- A alege forma și construcția elementelor, care asigură utilizarea celui mai productiv utilaj tehnologic, dispozitive și scule.
- A realiza unificarea tehnologică a construcțiilor, formelor și dimensiunilor pieselor.
- A înlocui prelucrarea mecanică cu o metodă de prelucrare fără deșeuri.
- A utiliza elemente și scule autoreglabile, cu autoascutire, autorestabilire, care reduc volumul de lucru de reparație și control profilactic.
- A utiliza la maxim elemente standardizate, care au un domeniu de utilizare destul de larg.
- A utiliza principiul modular de proiectare.
- A utiliza la maxim în obiectul proiectat nodurile și piesele asimilate de producere.
- A utiliza materialul, care asigură volum minim de lucru la fabricarea pieselor.

4.5. Produs al procesului de creație – invenția. Brevetarea și protecția proprietății intelectuale

4.5.1. Generalități

Progresul tehnico-științific este strâns legat cu mișcarea raționalizatorilor și inventatorilor, care a luat amploare puternică în ultimul timp. Utilizarea minunatelor descoperiri științifice și invenții a permis apariția unor ramuri importante noi ca energia atomică, construcția de avioane, cercetările în domeniul cosmosului.

Inventica reprezintă totalitatea metodelor aplicate în activitatea inventivă [335, 349]. Fără un continuu proces de inventare tehnologiile și produsele tehnice își pierd dinamica, devenind depășite de timp. Chiar și în cazul cercetărilor fundamentale rezultatele devin aplicabile prin crearea unei noi realități tehnice.

Inventica oferă industriei un grup de metode noi privind planificarea și elaborarea invențiilor. Un rol important în acest proces îl are învățământul superior, care își asumă responsabilitatea cu privire la însușirea acestor metode, pregătirea studenților pentru munca de creație tehnico-științifică (raționalizare, inovare sau inventare) și testarea tuturor posibilităților confirmate de știință la nivel de laborator sau de producție. Astfel, învățământul superior trebuie să-și pună amprenta mai puternic pe dezvoltarea tehnologiilor și a metodelor.

Invențiile necesită minți creative cu o mare capacitate de intuiție și raționalitate [350, 351]. Integrarea raționalității, reprezentată prin realitatea științifică și a intuiției, este o sarcină educațională prioritară pentru instituțiile tehnice de învățământ superior în formarea tinerilor inventatori.

Istoria dezvoltării tuturor ramurilor economico-sociale evidențiază faptul că elaborarea simultană a unui set de invenții de bază este periodică, la anumite intervale de timp. Acestea sunt impulsurile sau salturile inovaționale care conduc la revoluții tehnico-științifice. Productivitatea impulsului inovațional a fost motivul preconizării unui nou impuls inovațional, creat pe fondul crizei energetice și de materii prime și datorat activității de creație interdisciplinară.

Inventica în sensul larg al cuvântului, ca aspect al activității de creație, include, de asemenea, și inovarea. Importanța inovării – mișcarea de inovație cea mai de masă – este foarte mare pentru economia națională. Inovatorii se străduie să amelioreze calitatea produselor realizate. Merită atenție exemplul așa-numitelor brigăzi de creație care lucrează la întreprinderile japoneze. Fiecare lucrător în parte nu primește nimic pentru propunerea de inovare, însă aproape fiecare lucrător inventează sau măcar dă o propunere de inovare, contribuind la prosperarea firmei

sale. De aceasta depinde și bunăstarea lui materială (în particular el este asigurat cu lucru până la sfârșitul vieții sale, cu îndemnizație de concediere ș. a.).

Problemele de inventator se deosebesc de problemele de inginer-constructor, pentru soluționarea cărora este informație suficientă și se știe dinainte ce și cum trebuie de procedat. Problema devine de inventator atunci, când pentru soluționarea ei e necesar a înlătura o contradicție: trebuie ceva de făcut, însă cum de procedat – nu se știe.

Cele mai contemporane, științific întemeiate și bine afirmate în practica creației de inventator sunt metodele de programare a problemelor de inventator. Printre ele se află algoritmul de soluționare a problemelor de inventator (A.S.P.I., sau în original ARIZ) și algoritmul generalizat de selectare a soluțiilor tehnice tipice [345].

În corespundere cu cerințele conceperii sistemice, obiectul optimizat este prevăzut ca un sistem integru, alcătuit din subsisteme (elemente legate între ele) și, în același timp, fiind o parte componentă a suprasistemului. Soluționarea problemei (problemei directe), legate cu obiectul tehnic, e precedată de selectarea problemelor din suprasistem (probleme indirecte) și de alegerea celei mai acceptabile.

În formularea problemelor în A.S.P.I. se ține cont că terminologia tehnică și noțiunea de obiect în spațiu – timp sunt surse ale inerției psihologice. De aceea, se recomandă a formula efectul nedorit sau dificultatea principală a unei situații, însă nu ceea ce trebuie realizat.

Acțiunea inerției psihologice se reduce la folosirea operatorilor D.T.V. (dimensiune – timp – valoare), esența cărora constă în realizarea unei serii de experimente mintale privind schimbarea dimensiunilor obiectului de la mărimea inițială până la zero, iar apoi până la infinit (analogic se procedează cu timpul acțiunii și cu valoarea).

Procesul creației tehnice – invenția – caracterizată prin cele trei atribute de bază: *noutatea, aplicativitatea și superioritatea față de soluțiile cunoscute*, poate reprezenta, sub aspect structural, o combinație de elemente cunoscute într-un ansamblu calitativ superior, o extrapolare prin analogie a unor soluții și principii de la domeniile învecinate, o nouă soluție de aplicare a legilor și descoperirilor din domeniul științelor fundamentale; matematică, fizică, chimie sau cibernetică etc.

Invențiile care au la bază o structură care reprezintă o combinație de elemente cunoscute într-un nou ansamblu calitativ superior pot fi realizate pe cale logică-analitică-deductivă.

Spre deosebire de celelalte tipuri structurale de invenții, în căror elaborare joacă un rol determinat fantezia, imaginația, procesele combinatorii de la nivelul

subconștientului, în cea mai mare parte nelămurite, însă având un caracter dominant spontan și pentru care psihologia creației nu poate oferi decât mijloace de stimulare și favorizare, luminarea rămânând guvernată însă în mare măsură de hazard, invențiile combinative pot și trebuie să devină un rezultat al unei activități logice, orientate spre creație.

Pentru astfel de invenții se pot elabora tehnologii logice, care, plecând de la informare, sinteza informațiilor, formularea și precizarea pe această bază a temei de creație, sunt menite să conducă în mod forțat la noua soluție calitativ superioară. Inventica trece în felul acesta din sfera dominant divergentă a gândirii, în cea a gândirii dominant convergente, specifică specialiștilor formați.

Dacă se analizează cele 9 principii ale creației formulate de A. Kaufmann, M. Fustier, A. Drevet și anume [352]:

- posibilitatea reproducerii procesului de creație;
- procesul de creație este același în toate domeniile;
- creația se realizează în inconștient;
- pentru a accede la inconștient este necesară eliberarea spiritului de inhibiție;
- creația presupune un climat de plăcere, de pasiune;
- creația nu este realizată de experți;
- apelul la extraordinar favorizează invenția;
- descoperirea se naște din bisociație;
- unitatea operațională de creație este grupa pluridisciplinară. Se constată o concepție globală în conformitate cu care actul de creație are un caracter subiectiv-întâmplător, născut în inconștientul necontrolat, inaccesibil specialistului inhibat de propriul său ansamblu de cunoștințe.

O astfel de concepție romantică asupra creației este astăzi în deplin dezacord cu ansamblul dezvoltării creative a tehnicii contemporane și structura profesională a inventatorilor care o realizează.

Punctul 6, în conformitate cu care creația nu este realizată de către experți, cel puțin în domeniul creației tehnice contemporane, nu se confirmă, majoritatea covârșitoare a inventatorilor din domeniul construcțiilor de mașini fiind specialiști. Cu toate că nu sunt supuși inerției și barierelor psihologice, nespecialiștii nu pot crea în domeniul construcțiilor de mașini din următoarele motive:

- creșterea complexității construcțiilor de mașini, elaborarea principiilor de bază pentru diferite categorii, îmbinarea cunoștințelor fundamentale de fizică, matematică, mecanică, chimie etc. în teorii specifice unitare, face ca nespecialistului să-i fie pusă imposibilitatea de a înțelege o necesitate tehnică concretă, de a formula tema corespunzătoare de creație și, cu atât mai puțin, de a o rezolva creator;

- majoritatea absolută a noilor construcții de mașini, creația tehnică globală revoluționară reprezintă o sumă de perfecționări de amănunt inaccesibile diletanților;
- faza critică de analiză inginerescă a soluțiilor existente în vederea formulării criteriilor și a temei de creație, precum și cea de analiză a noilor soluții posibile, sunt inaccesibile pentru un nespecialist;
- dacă rezultatul creației – invenția, reprezintă o combinație a unor elemente cunoscute într-un nou ansamblu cu funcții superioare, o astfel de operație nu poate fi realizată de către un nespecialist, întrucât acesta nu are ce combina.

4.5.2. Definirea invenției

În conformitate cu legislația majorității țărilor industrial dezvoltate, creația științifică ori tehnică care reprezintă ceva nou și un progres față de stadiul existent al tehnicii mondiale, care nu a mai fost brevetată sau executată public în țară sau peste hotare, care reprezintă o soluție tehnică și poate fi aplicată pentru rezolvarea unor probleme din economie, știință, ocrotirea sănătății, apărarea națională, sau în orice alt domeniu al vieții economice și sociale, constituie o invenție. O noțiune concisă a invenției este prezentată în [353]: „*O invenție este soluția, care rezolvă o problemă dintr-un domeniu al cunoașterii, care prezintă noutate și progres față de stadiul cunoscut până atunci*”.

Prin urmare, invenția este caracterizată prin trei atribute fundamentale:

- caracter tehnic aplicativ;
- noutate față de stadiul cunoscut al tehnicii mondiale;
- progres față de stadiul actual al tehnicii.

Invenția trebuie să fie tehnică, întrucât aceasta urmează să reprezinte o soluție practică pentru satisfacerea unei anumite cerințe a economiei, științei, ocrotirii sănătății sau în orice alt domeniu social. I se spune tehnică, deoarece reprezintă rezultatul gândirii sintetizat prin raționamente bazate pe legile universitare ale științei, realizabile în stare fizică, după ce a trecut sau nu prin formă de text și schițe cu ajutorul îndemânării și priceperii umane, în colaborare cu mijloacele de producție specifice obiectului soluției. „*O invenție este susceptibilă de aplicabilitate dacă îndeplinește, cumulative, trei condiții: poate fi realizată; poate fi folosită cel puțin într-un domeniu de activitate; poate fi reprodusă, ori de câte ori este necesar, cu aceleași caracteristici*” [354]. Obiectul soluției tehnice poate fi un procedeu, o metodă, un mijloc, un produs cu soluții simple și combinații ale acestora în cazul soluțiilor complexe, care nu contravin legilor, regulilor de conviețuire socială sau care, prin aplicarea lor, nu ar afecta dezvoltarea socială. Nu

sunt soluții tehnice acele rezolvări, în care elementul creației este de altă natură decât tehnica, cum ar fi pur științifică, pur financiară, pur organizatorică sau pur didactică.

Soluția problemei propuse spre rezolvare trebuie să fie completă și concretă, fezabilă, să asigure punerea în operă a problemei, cu rezultatele corespunzătoare, de către tehnicieni cu preocupări în domeniul aferent. Simpla enunțare a temei, a scopurilor, a avantajelor, fără legătura constructivă și funcțională între acestea, precum și o rezolvare incompletă a problemei nu sunt considerate soluții tehnice în sensul legii.

Prin urmare, atributul de tehnic are drept consecință firească atributul de aplicativ, care nu se asociază. Există, evident, și invenții cu aplicativitate într-o perspectivă apropiată, pentru care se pot elibera brevete, cu toate că un specialist nu le poate reproduce imediat.

Pentru asigurarea atributului de noutate este necesar ca fazele și operațiile procedurii sau metodei, componentele constructiv-funcționale ale mijlocului – mașină, dispozitiv, aparat, agregat, instalație etc. – sau elementele constitutive – formă, proporție a componentelor produsului din soluția propusă – să se deosebească de analogele sale din soluțiile cunoscute anterior, care formează stadiul mondial al tehnicii în domeniul respectiv, și să nu fi fost în prealabil dezvoltate. Deosebirile trebuie să fie esențiale, originale, să genereze efecte tehnice noi.

În cazul unui proces de inventare organizat, căruia îi este destinată această lucrare, în faza de redactare a descrierii, inventatorul posedă deja soluții comparative formulate pe baza tehnicii deciziei impuse, pentru a fundamenta calitativ și cantitativ progresul tehnic promovat de soluția proprie.

4.5.3. Clasificarea criterială a invențiilor

În afară de clasificările metodice-formale ale invențiilor după sistemul zecimal, internațional, german etc., folosite, în special, pentru organizarea depozitelor de brevet, a brevetotecilor și a căutărilor corespunzătoare, invențiile se pot grupa după structură, după natura problemei rezolvate, în funcție de dependența acestora față de stadiul actual general al cunoașterii, în raport cu aspectul concret al implicării noutății etc. [355].

În acest sens, după structură invențiile pot fi:

– simple, având la bază un obiect unitar, un procedeu, o metodă, un mijloc sau un produs;

– complexe, având la bază un obiect combinat din procedeu și produs sau din procedeu, mijloc și produs, cu condiția că ansamblul să fie unitar.

La invențiile complexe, elementele componente pot constitui obiectul unei invenții unitare atunci când la realizarea scopului produs contribuie inventiv și independent toate componentele și sunt proprii numai acestui scop.

În funcție de dependența lor de stadiul actual al cunoașterii, invențiile se subîmpart în:

– invenții pionier, care rezolva pentru prima dată o problemă economico-socială, marcând un salt calitativ major în cunoașterea problemei de rezolvat și constituind baza de plecare pentru noi invenții în legătură cu problema deja rezolvată (primul motor cu explozie, primul avion, prima instalație laser etc.);

– invenții obișnuite, care reprezintă mici salturi calitative în mijloacele de soluționare a unei probleme economico-sociale rezolvată anterior prin alte invenții (diferite perfecționări ale elementelor constitutive ale motoarelor cu explozie, ale avionului, ale instalațiilor laser);

– invenții principiale, independente, care se pot aplica fără încălcarea vreunei invenții anterioare sau fără a se combina cu aceasta;

– invenții complementare, dependente, care nu se pot aplica decât în combinație cu, cel puțin, o invenție anterioară, considerată principală. Deși dependența rămâne permanentă, caracterul de complementaritate se păstrează numai până la expirarea privind valabilitatea brevetelor invențiilor de bază.

În funcție de aspectul concret al implicării noutății, se pot distinge următoarele tipuri de invenții [355]:

– invenții rezultate în urma sintezei a, cel puțin, două soluții cunoscute;

– invenții rezultate prin modificările dimensionale care conduc la mutații calitative;

– invenții rezultate în urma creării de noi funcționalități;

– invenții rezultate în urma înlocuirii materialelor;

– invenții rezultate în urma înlocuirii unui element din ansamblu;

– invenții rezultate în urma modificării compoziției chimice sau a proprietăților de combinare;

– invenții rezultate în urma modificării ordinii de succesiune a fazelor într-un procedeu tehnologic;

– invenții rezultate prin modificarea schemei de principiu caracteristice (cinematice, electronice, hidraulice, de automatizare, fluidice).

În funcție de obligațiile contractuale ale inventatorilor se pot distinge:

– invenții de serviciu, care se realizează în cadrul unei munci salariate;

– invenții libere, care se materializează în afara obligațiilor contractuale, din proprie inițiativă.

În funcție de dreptul de proprietate asupra obiectului invenției se pot distinge:

– invenții libere proprii, când titularul de brevet este inventatorul sau solicitantul (individual sau colectiv);

– invenții cesionate statului, voluntar sau în virtutea legii, când invenția a rezultat ca urmare a unei activități contractuale.

4.5.4. Elaborarea descrierii de invenție

Elaborarea descrierii de invenție reprezintă o etapă de bază a inventicii, etapă în care, în conformitate cu normele interne și internaționale, inventatorul redactează actul tehnico-juridic de protejare a creației proprii și de asigurare a priorității mondiale a acesteia. Descrierea trebuie bine gândită în toate detaliile și redactată în concordanță cu reglementările în vigoare. Tratarea neatentă a acestei etape îl poate costa atât moral, cât și material pe inventator.

Întrucât descrierea de invenție capătă o ținută specifică în funcție de tipul acestora, este necesară o definiție prealabilă și o clasificare a invențiilor.

4.5.4.1. Normele de redactare a descrierilor de invenție

Normele internaționale de redactare a descrierilor de invenții conțin următoarele capitole [354]:

- noțiuni generale;
- redactarea generală a descrierilor de invenții;
- redactarea descrierilor de invenții dintr-un domeniu cu caracter special;
- redactarea revendicărilor;
- condițiile de întocmire și înregistrare a descrierii de invenție.

Prezentarea integrală a acestor norme în lucrarea de față o considerăm strict necesară pentru a-l putea înarma pe inventator cu tehnica descrierilor, cunoscut fiind faptul că unul din factorii gnoseologici inhibitorii în creație rezidă tocmai în necunoașterea tehnicii redactării descrierilor de invenție. Inventatorul, pentru a fi un adevărat inventator, trebuie să devină, în același timp, propriul său agent de brevete. E posibil ca pentru prima descriere să-i fie necesare câteva săptămâni de muncă, dar după 5 – 10 descrieri timpul redactării cu siguranță se va reduce la numai câteva ore, nemaiprezentând un obstacol demn de luat în considerație pe traseul inventicii.

Descrierea invenției constituie documentația tehnică principală, pe baza căreia organizațiile, inventatorii și solicitanții din străinătate obțin protecția prin

brevet de invenție pentru o creație științifică sau tehnică, care prezintă noutate și progres tehnic față de stadiul cunoscut al tehnicii mondiale, nu a mai fost brevetată sau executată public în țară sau peste hotare, reprezintă o soluție tehnică și poate fi aplicată la rezolvarea unor probleme din economie, știință, ocrotirea sănătății, apărarea națională sau în alte domenii ale vieții economice.

Prin înregistrarea cererii de brevet de invenție, însoțită de documentația tehnică necesară, care conține ca document principal descrierea invenției, se constituie depozitul reglementar ce asigură solicitantului dreptul de prioritate cu începere de la data elaborării depozitului, față de orice alt depozit privind aceleași invenții.

După constituirea depozitului reglementar, descrierea invenției poate fi modificată de solicitant sau de oficiu, fără a se modifica esența invenției și fără a depăși cadrul soluției tehnice pentru care s-a solicitat protecția.

Descrierea trebuie să conțină o singură invenție. Într-o descriere se admite prezentarea mai multor variante de rezolvare a aceleiași probleme tehnice, dacă ultima se bazează pe aceeași idee inventivă și este respectat principiul unității invenției. Într-o descriere se admit, de asemenea, invențiile complexe ce se referă la procedeu și instalație, metodă și aparat, procedeu – instalație – produs etc., dacă ansamblul acestora se condiționează reciproc și conlucrează la soluționarea problemei tehnice propuse, cu condiția respectării, de asemenea, a principiului unității invenției.

Brevetarea și valorificarea invențiilor în alte state (patentarea) cu beneficiul priorității convenționale se face în limita soluției tehnice descrise în depozitul reglementar și confirmate prin certificate de prioritate.

Respectarea normelor de redactare a descrierilor de invenție este impusă și de faptul că, în toate țările, legislațiile de invenții sau instrucțiunile aferente prevăd exigențe atât în ceea ce privește fondul unei descrieri de invenții, cât și în ceea ce privește forma de redactare și de întocmire a figurilor explicative.

Exigențele de fond precizează că descrierea trebuie astfel întocmită, încât din cuprinsul ei să rezulte că obiectul invenției este realizabil și că prezintă elemente de noutate, conturându-se soluția nouă din cele existente. Conform acestei restricții, solicitantul brevetului, în cuprinsul descrierii, trebuie să expună în afara ideii directe a invenției și soluția problemei tehnice.

Redactarea generală a descrierilor de invenție

Descrierea invenției trebuie să redea în mod clar și precis contribuția originală adusă de autor la soluționarea problemei tehnice propuse, delimitând această contribuție în raport cu stadiul cunoscut al tehnicii din domeniul de aplicare a invenției.

Textul descrierii invenției cuprinde următoarele capitole care se expun succesiv, în ordinea indicată mai jos, fără folosirea de subtitluri intermediare [355]:

- titlul invenției;
- prezentarea problemei pe care o rezolvă invenția cu indicarea domeniului tehnic la care se referă aceasta;
- prezentarea stadiului existent al tehnicii în problema ce constituie obiectul invenției, cu menționarea dezavantajelor soluțiilor cunoscute;
- formularea scopului invenției cu indicarea mijloacelor care elimină dezavantajele soluțiilor cunoscute;
- prezentarea generală a soluției tehnice a invenției cu indicarea mijloacelor care elimină dezavantajele soluțiilor cunoscute;
- descrierea căilor de atingere a scopului formulat;
- prezentarea avantajelor rezultate din aplicarea invenției.
- prezentarea succintă a figurilor explicative (dacă este cazul);
- prezentarea unică sau a mai multor exemple de realizare a invenției (prezentarea în statică);
- prezentarea funcționării invenției (prezentarea în dinamică).

La finele descrierii, într-un capitol, se relevă aportul creator al invenției.

Titlul invenției trebuie să conțină o formulare clară și concisă a problemei pe care o rezolvă invenția, fără divulgarea soluției tehnice care constituie însuși obiectul invenției. Titlul se reprezintă prin noțiuni generale și cunoscute, în formă nearticulată. La enunțarea titlului se folosesc numai noțiuni cunoscute, exprimate corect din punct de vedere științific sau tehnic. Titlul unei invenții complementare este, de regulă, identic cu cel al invenției principale.

Prezentarea problemei pe care o rezolvă invenția constituie partea introductivă a descrierii invenției și reprezintă o dezvoltare a titlului. Ea trebuie să includă problema tehnică pe care o rezolvă invenția, domeniul de specializare și scopul general urmărit. Acest capitol nu va divulga soluția tehnică a problemei pe care o soluționează invenția.

Prezentarea stadiului existent al tehnicii, în problema care face obiectul invenției, se prezintă în mod succint, fără a face apel la figurile explicative, soluțiile cele mai noi apropiate de invenție și cunoscute de inventator sau de solicitant, ce au același scop sau unul analog, cu indicarea, pentru fiecare din soluțiile menționate, a lipsurilor sau a dezavantajelor pe care le au și pe care le înlătură invenția. În prezentarea soluțiilor tehnice cunoscute, nu se fac referiri la firme, întreprinderi etc., ci la soluțiile tehnice corespunzătoare. Dezavantajele soluțiilor tehnice cunoscute pot fi reprezentate fie pentru fiecare soluție în parte, fie la sfârșit.

Această parte din descriere mai poartă denumirea de stabilirea și analiza prototipului. Prototipul servește drept etalon pentru compararea noii soluții cu stadiul atins al tehnicii din domeniu, pentru a stabili gradul de originalitate și progres.

Prin prototip se înțelege cel mai apropiat analog. Prototipul se alege pe baza a două metodologii principale:

- după numărul maxim de indici convergenți cu cei ai obiectului invenției;
- după unul sau doi indici principali, substanțiali, care în raport cu ceilalți contribuie, în cea mai mare măsură, la realizarea obiectivului propus.

Întrucât prototipul reprezintă «*genul proxim*», denumirea nearticulată a acestuia devine automat și titlul invenției propuse.

Prezentarea generală a soluției tehnice a invenției, cu indicarea mijloacelor ce elimină dezavantajele soluțiilor tehnice cunoscute, se efectuează în mod succint într-o frază sau, în caz de necesitate, în câteva, urmărindu-se punerea în evidență a modului general în care invenția înlătură lipsurile soluțiilor cunoscute.

În cazul în care descrierea se referă la o invenție complexă, de exemplu un procedeu și o instalație, o metodă și un aparat etc., se va prezenta mai întâi procedeu și metoda și apoi instalația, aparatul etc., prin elementele noi caracteristice, fără a intra în detalii de realizare; în aceste cazuri relevarea soluției tehnice a invenției se face în două sau mai multe fraze, separat pentru procedeu, metodă etc. și, respectiv, pentru instalație, aparat etc. Prezentarea creației tehnice noi începe cu menționarea pe scurt a scopului urmărit de invenție, după care se va expune succint soluția tehnică nouă prin elementele sale esențiale care realizează scopul urmărit.

Avantajele rezultate prin aplicarea invenției nu se vor indica la acest capitol, ci vor fi redată într-un capitol ulterior.

Prezentarea pe scurt a figurilor explicative se efectuează prin anexarea acestora la descriere în măsura în care înțelegerea invenției și a elementelor sale o necesită. Figurile trebuie să conțină un minimum de reprezentare sau detalii tehnologice necesare pentru înțelegerea principiului și a exemplelor de aplicare. Figurile pot fi vederi sau proiecții în diverse planuri, secțiuni, proiecții axonometrice etc., precum și reprezentări grafice, scheme cinematice etc. Fiecare figură va fi numerotată, iar în cuprinsul descrierii ea capătă o explicație asupra reprezentării sale.

La prezentarea exemplelor de realizare a invenției a se ține seama de faptul că aceasta nu trebuie să conțină alte elemente tehnologice și de proiectare decât cele care caracterizează invenția, expunerea fiind astfel redată încât să rezulte că obiectul invenției este realizabil, că prezintă elemente de noutate și că elementele

respective sunt suficient conturate pentru a asigura protecția prin brevet. Descrierea exemplului de realizare începe, după caz, cu reprezentarea dispozitivului, aparatului, instalației etc. în stare statică, după care se indică modul de aplicare sau de funcționare. Descrierea procedurii trebuie să conțină enumerarea fazelor (operațiunilor), indicarea succesiunii lor și a regimului de lucru pentru realizarea fiecărei faze.

În cazul când exemplele de realizare sunt expuse cu referire la figurile explicative, pentru a înțelege obiectul invenției, în text se vor introduce repere corespunzătoare fiecărui element, organ de mașină etc.

Prezentarea unui dispozitiv, instalații etc., care conține mai multe elemente componente, va fi astfel întocmită încât o dată cu menționarea unui element să se arate și rolul sau funcția ce o îndeplinește. Nu se admit formulări în care elementele componente sunt prezentate ca o însușire simplă, fără a arăta scopul și legătura funcțională dintre ele.

Prezentarea unui ansamblu începe cu expunerea elementelor de bază, la care se adaugă, treptat, celelalte elemente de detaliu ce intră în componența ansamblului. În cazul procedurilor și instalațiilor prezentarea va urmări fluxul tehnologic respectiv.

Numărul exemplurilor de realizare, respectiv al variantelor, va fi suficient pentru a ilustra toate elementele caracteristice noi ale invenției, iar în cazul în care elementele noi constau din parametri care pot varia în anumite limite, se vor ilustra, cel puțin, limitele superioare și inferioare ale acestor valori.

Prezentarea avantajelor rezultate din aplicarea invenției se efectuează în formă enunțiativă, fiecare avantaj începând cu o liniuță la început de rând. Când avantajul constă dintr-un efect economic, se va arăta acest lucru fără indicarea valorii economice.

Avantajele trebuie să fie reale, în comparație cu soluțiile prezentate în descriere la capitolul referitor la stadiul cunoscut al tehnicii.

4.5.4.2. Revendicări. Tipuri de bază

Descrierea se termină cu revendicările. Revendicările sunt enunțarea succintă lexicală a criteriilor invenției care stabilește esența și volumul acesteia. Ele sunt unicul criteriu de stabilire a volumului invenției. Brevetul de invenție cu revendicările alcătuite corect este un scut de nădejde pentru posesorii brevetului de invenție.

Invenția este caracterizată de ansamblul de criterii indicate în revendicări. Sub criterii ale invenției se înțeleg îndrumările privind folosirea în obiect, inclusiv în revendicări, a elementelor ei.

După structura lor revendicările se împart în [355]:

- revendicări logice (europene), de obicei cu multe poziții;
- revendicări funcționale (americane).

Deosebirea dintre aceste două sisteme de elaborare a revendicărilor constă atât în exprimarea legăturii dintre diferite puncte ale revendicărilor cu multe poziții, cât și în enunțarea diferitelor puncte ale ei.

Conform sistemului american, al doua și următoarele revendicări se formulează de sine stătător. În corespundere cu sistemul internațional, revendicările, de obicei, includ două părți componente: partea descriptivă sau restrictivă și partea distinctivă, separate prin fraza „...*caracterizată prin aceea că...*”. În partea descriptivă se indică indicii comuni ai prototipului și invenției presupuse. Partea distinctivă include criteriile distinctive, realizarea cărora asigură atingerea scopului formulat.

4.5.4.3. Expertiza brevetabilității și a purității de brevet

În condițiile în care procesul proiectării creative a urmat până în această etapă o cale dominant logico-științifică, bazată pe o informare și sinteză a informațiilor riguroase, pe analiza brevetelor din domeniu, pe elaborarea diagramelor și matricelor morfologice de idei sau a obiectului generalizat al creației, în care conținutul principal al ideilor brevetate deja este bine determinat, brevetabilitatea este prestabilită. În cazul invențiilor combinatorii, noua combinație adoptată reprezintă, de fapt, revendicarea de bază din viitoarea invenție. Însă tehnicile analitice de căutare morfologică și metodele logice de creație devin mult mai eficiente în condițiile îmbinării acestora cu tehnicile și metodele psihologice intuitive.

Tehnicile intuitive de tipul asocierii, analogiei, inversiei, empatia, extrapolării sunt necesare atât pentru concretizarea tehnică de amănunt a soluțiilor obținute prin metodele și tehnicile logice, cât și pentru îmbogățirea și creșterea valorii acestora.

Aceste concretizări tehnice și de îmbogățire ale soluției de bază pot să fie sau nu brevetate, după cum este, de asemenea, posibilă încălcarea unor brevete în vigoare pe teritoriul național sau în țările în care se intenționează să se exporte tehnologia sau noul produs.

Probabilitatea încălcării unor brevete vigoare este cu atât mai mare, cu cât complexitatea obiectului invenției proprii este mai avansată. O anumită construcție

poate să conțină câteva brevete în vigoare, iar uneori până la 700 – 1000 brevete, așa, de exemplu, cum este în cazul unui autoturism. De aceea, este foarte important să se aleagă corect elementele supuse verificării purității de brevet și a brevetabilității, în vederea reducerii eforturilor de informare.

Se poate recomanda următoarea ordine a fazelor expertizei purității de brevet [349]:

- stabilirea condițiilor expertizei;
- analiza particularităților privind legislația invențiilor în țările care interesează;
- alegerea și selectarea documentației tehnice de bază pentru expertiză;
- căutarea și selectarea descrierilor de invenții;
- analiza detaliată a materialelor selectate;
- fundamentarea rezultatelor expertizei;
- elaborarea procesului verbal al expertizei.

Etape hotărâtoare în sistemul apărării de drept a invențiilor este expertiza lor. Creșterea permanentă a numărului invențiilor și a numărului de cereri pentru drept de invenție înaintea sarcina perfecționării metodelor aprecierii de stat a cererilor pentru dreptul de invenție.

Cererile pentru drept de invenție după înregistrarea lor se supun unei expertize, care se realizează în două etape [355]:

Prima – controlul respectării cerințelor cu privire la prezentarea cererilor pentru drept de invenție (expertiza preliminară). Ea se realizează în decurs de 15 zile din momentul înregistrării cererii pentru dreptul de invenție. Conform rezultatelor expertizei preliminare, se adoptă următoarele decizii:

1. A accepta cererea de invenție pentru a fi examinată. În corespundere cu aceasta, solicitantului i se eliberează adeverința corespunzătoare (certificatul de prioritate).

2. A refuza primirea cererii cu indicarea motivelor refuzului.

3. A propune solicitantului să introducă în cererea pentru drept de invenție completările necesare.

Dacă aceste cerințe nu sunt respectate, însă nerespectările date nu prezintă motiv de a refuza cererea, solicitantului i se propune să corecteze cererea sau s-o completeze cu materialele care lipsesc. Solicitantul este obligat să prezinte răspunsul argumentat într-un anumit termen.

A doua etapă – controlul respectării cerințelor prezentate invențiilor. Expertiza efectuează controlul în termen nu mai mare de șase luni din momentul primirii cererii.

Sarcina principală a acestui stadiu de expertiză constă în faptul că, în urma unei studieri minuțioase a materialelor cererii pentru dreptul de invenție, să se determine dacă invenția posedă inovație, precum și posibilitatea utilizării ei în economia națională.

Expertiza la noutate include 4 etape principale:

1. La prima etapă se studiază materialele cererii cu scopul stabilirii prealabile a criteriilor principale ale invenției presupuse.

2. La etapa a doua se efectuează selectarea prototipului invenției presupuse pentru compararea ulterioară cu el a obiectului tehnic propus în cererea pentru drept de invenție. Selectarea prototipului se efectuează din sursele de informație existente.

3. La etapa a treia se realizează compararea invenției presupuse și a prototipului, cu scopul evidențierii, în primul rând, a criteriilor distinctive principale.

4. La etapa a patra se alcătuiește, conform rezultatelor analizei, o decizie motivată de eliberare a brevetului de invenție sau de refuz.

În procesul de lucru, la toate etapele studierii materialelor declarate, expertiza are dreptul să ceară de la solicitant materiale suplimentare, care ar preciza esența invenției. Invenția presupusă este verificată la noutate folosind toate sursele disponibile (publicate și nepublicate).

În baza deciziei adoptate se redactează descrierea invenției și se eliberează brevetul de invenție.

4.6. Drepturi de proprietate intelectuală

„Orice descoperire sau invenție nouă, în orice domeniu industrial, este proprietatea autorului ei; în consecință, legea îi garantează autorului întreaga și totala posesiune asupra invenției sale, în condițiile și pentru durata prevăzute de lege”.

(Legea privind brevetele de invenții, SUA, 1790)

4.6.1. Ce este proprietatea intelectuală?

Țările cu industrii novatoare au, aproape fără excepție, legi care încurajează inovația prin reglementarea copierii invențiilor, prin autentificarea simbolurilor și a expresiilor creatoare. Aceste legi privesc patru tipuri separate și distincte de proprietate intangibilă, adică brevetele, mărcile, copyright-urile și secretele comerciale, denumite generic „*proprietate intelectuală*”.

Proprietatea intelectuală are multe caracteristici comune cu proprietatea mobilă și imobilă. De exemplu, proprietatea intelectuală constituie un bun și ca atare poate fi cumpărată, vândută, concesionată, schimbată sau dată gratuit ca orice altă formă de proprietate. În plus, deținătorul proprietății intelectuale are dreptul să împiedice folosirea sau vânzarea ei neautorizată. Însă cea mai importantă deosebire dintre proprietatea intelectuală și alte forme de proprietate este aceea că proprietatea intelectuală este nepalpabilă, adică nu poate fi definită sau identificată în funcție de parametrii ei fizici. Pentru a putea fi protejată, ea trebuie exprimată într-un mod recognoscibil.

Conform Convenției Organizației Mondiale a Proprietății Intelectuale (OMPI) de la Stockholm, aprobată în a. 1967, drept obiecte de proprietate intelectuală sunt [317]:

- *operele literare și de artă și lucrările științifice;*
- *invențiile în toate domeniile activității umane;*
- *descoperirile științifice;*
- *modelele de utilitate;*
- *mărcile de fabrică, de comerț;*
- *desene și modele industriale;*
- *denumiri de origine a produsului.*

Drepturile asupra obiectelor de proprietate intelectuală sunt reglementate de o serie întreagă de Convenții și Tratatate Internaționale. Astfel, drepturile asupra proprietății industriale sunt reglementate de: Convenția de la Paris privind Protecția Proprietății industriale (1883); Acordul de la Madrid, cuprinzând Înregistrarea Internațională a Mărcilor (1891); Convenția de la Haga, cuprinzând Depozitul

Internațional de Desene Industriale (1925); Convenția de la Lisabona privind Protecția Denumirilor de origine și Înregistrarea Internațională (1958); Convenția de la Locarno care stabilește Clasificarea Internațională pentru Desenele Industriale (1968); Convenția de la Strasbourg, care cuprinde Clasificarea Internațională a Brevetelor (1971); Tratatul de Cooperare în domeniul Brevetelor (PCT), stabilit la Conferința de la Washington (1970), completat în 1979 și modificat în 1984; Convenția Eurasiană de Brevete (EPC), Moscova (1994). Drepturile de autor (Copyright) sunt reglementate de: Convenția de la Berna privind Protecția Operelor Literare și de Artă (1886) completată cu Actul de la Stockholm (1967) și Paris (1971); Tratatul Organizației Mondiale a Proprietății Intelectuale în domeniul Copyright, Geneva (1996).

În Republica Moldova protecția obiectelor de proprietate intelectuală este asigurată prin eliberarea brevetelor de invenție [356], înregistrarea și eliberarea certificatelor de înregistrare a desenelor sau modelelor industriale [357], mărcilor [358], de protecția indicațiilor geografice, denumirilor de origine și specialităților tradiționale garantate [359], de drept de autor și drepturile conexe [360], de protecția topografiilor circuitelor integrate [361].

Informațiile includ următoarele elemente [317]:

- secret comercial;
- informațiile tehnice, tehnologice și comerciale;
- Know-how;
- proprietate intelectuală:
 - *proprietate industrială*;
 - *dreptul de autor*.
- transmiterea dreptului de folosință a informațiilor;
- contractul.

SECRETUL COMERCIAL („*secret d'affaire, trade secret*”) este informația de natură tehnică, comercială, financiară sau administrativă, nedevăluită, deținută de către o firmă sub forma de înscrisuri sau cunoștințe, informație care este legată de obiect sau de activitate și care prezintă sau ar putea prezenta, cel puțin, valoare economică pentru firmă, motiv pentru care proprietarul firmei a luat măsuri rezonabile de protecție.

Informația tehnică sau tehnologică poate fi întregul sau orice parte sau frază a formulelor, metodelor, proceselor, tehnologiilor, desenelor sau proiectelor, programelor de calculator etc. Informațiile tehnice sau tehnologice ale unei firme se pot clasifica în trei mari categorii:

- Informații care sunt general cunoscute de specialiștii în domeniu sau care au fost făcute accesibile prin publicare; acest tip de informație nu poate constitui secret comercial;

- Informații achiziționate de firmă de la terți prin contracte de licență sau cesiune și acestea sunt denumite cunoștințe preexistente; acest tip de informații sunt secrete comerciale numai dacă la achiziționarea lor li s-a atribuit caracterul de confidențial sau secret;

- Informațiile tehnologice sau tehnice altele decât cele de la pct.1 și 2, dobândite sau create de salariații firmei în timpul contractului lor de muncă; acest tip de informații sunt secrete comerciale numai dacă sunt proprietatea firmei și aceasta a luat măsuri de protecție a lor.

KNOW-HOW include toate informațiile, cunoștințele sau experiența tehnică sau tehnologică nedezvăluite sau nepublice pe care specialiștii le-au dobândit în cursul activității lor profesionale în cadrul firmei; dintre acestea informațiile care sunt cuprinse în înscrisuri elaborate în timpul activității precum și cele stabilite prin contractul de muncă sunt proprietatea firmei respective și pot constitui subiectul unei protecții în condițiile stabilite de proprietarul firmei.

Noțiunea Know-How nu cuprinde cunoștințe teoretice ci cunoștințe practice astfel asamblate încât să poată fi utilizate în cadrul producției industriale:

- informațiile tehnologice ce fac obiectul unei cereri de brevet de invenție până la publicarea lor în descrierea brevetului acordat;

- informațiile tehnice sau tehnologice cărora proprietarul le-a atribuit caracterul secret și pentru care managerul a luat măsurile necesare de păstrare în regim secret în interiorul firmei;

- realizările tehnice noi la nivelul unității, nepublicate, utile și aplicabile în interiorul unității, a căror autori sunt salariații acesteia.

Valoarea Know-How-ului constă în timpul câștigat de persoana căreia i se poate da licență de folosire a acestuia, înțelegând prin aceasta că licențiatul nu va mai investi timp și muncă pentru a ajunge la realizarea ansamblului de informații ce constituie Know-How-ul cumpărat.

Ansamblul informațiilor ce formează Know-How-ul este nou, dar această condiție nu restrânge posibilitatea cunoașterii componentelor individuale ale acestui ansamblu. Necunoașterea acestui ansamblu de către terți conferă de fapt caracterul secret al Know-How-ului.

Pentru a putea fi identificat, Know-How-ul trebuie cuprins fie într-un contract de licență sau contract de asistență, fie într-un document separat sau înregistrat în orice formă, astfel încât aceste înscrisuri să poată fi puse la dispoziție

atunci când este nevoie pentru a se demonstra că există. Așadar, Know-How-ul devine identificabil dacă poate fi transmis într-o formă tangibilă (documente, fotografii, scheme de execuție, proiecte de execuție, descriere, diagramele operațiilor etc.).

Proprietate intelectuală face parte din sfera proprietății și anume este proprietatea imaterială izvorâtă din creația omului, obiectul acestei proprietăți fiind:

- **Proprietatea industrială:** invenția, desenul sau modelul industrial (design-ul), marca de produs sau de serviciu, indicațiile geografice, topografiile circuitelor integrate, modelul de utilitate, Know-How tehnologic;

- **Dreptul de autor** sau **Copyright** și drepturile vecine cuprind; operele artistice (literatura, sculptura, pictura, arhitectura, muzica, arta interpretativă etc.), programe de calculator, baze de date, proiecte de execuție, lucrări de cercetare fundamentală sau aplicativă, operele audiovizuale (fonograme, cinematografie etc.).

4.6.2. Transmiterea dreptului de autor terților

În practica internațională sunt prevăzute diferite modalități de transmitere a drepturilor de autor asupra invențiilor altor persoane fizice și juridice. Cele mai răspândite sunt **licența, cesiunea și succesiunea** [354].

Licența este un mijloc prin care titularul unor drepturi de proprietate industrială (inclusiv invenții) oferă terților dreptul de a beneficia de aceste drepturi, ca, de exemplu, dreptul de a utiliza o invenție brevetată, o marcă înregistrată etc., sancționând formal acordul comercial dintre titularul drepturilor și terți.

O licență este un drept de folosire a proprietății părții care o pune la dispoziție, păstrându-și dreptul de proprietar. Prin licență proprietarul cedează spre folosire numai drepturile pe care dorește și din acest motiv el este îndreptățit să pună condiții restrictive. Întinderea drepturilor transferate prin licență acordată depinde de prevederile prevăzute în contractul de licență încheiat, precum și de prevederile legislației în vigoare.

Care sunt tipurile de licențe? Sunt cunoscute în literatura de specialitate mai multe tipuri de licențe, dintre care menționăm: licența exclusivă; licența neexclusivă; licența obligatorie.

În cazul licenței exclusive transferul drepturilor de proprietate industrială se face fără nici o limitare.

În cazul licenței neexclusive transferul drepturilor se face cu limitare: personală, teritorială, temporală, de fabricare, de vânzare etc.

Licența obligatorie este sancțiunea aplicată titularului de brevet având ca efect restrângerea drepturilor sale exclusive. Licențele obligatorii acordate nu dau dreptul de folosire exclusivă a invențiilor la care se referă și nu pot fi transmise sub formă de sublicense decât împreună cu patrimoniul ori cu o fracțiune a acestui patrimoniu.

Toate tipurile de licențe pot fi limitate din următoarele puncte de vedere:

- ca sferă teritorială de aplicare a invenției, licența putând fi limitată, spre exemplu, la una sau mai multe zone ale Republicii Moldova;
- ca durată a exploatării, licența putând fi acordată pe o perioadă mai mică decât durata de valabilitate a brevetului;
- cantitatea de obiecte produse (volumul producției);
- natura activității pentru care se încheie contractul de licență (fabricare, vânzare, export, import etc.).

Cesiunea constă în transmiterea totală sau parțială, printr-un contract, altei persoane, numită cesionar, a unui brevet de invenție sau a dreptului exclusiv de folosire a invenției, transmiterea făcându-se de cele mai multe ori cu titlu oneros, dar fiind întâlnită și forma gratuită, asemănătoare cu donația.

Se cunosc două categorii de cesiuni: speciale și de drept comun.

Prin prima categorie de cesiuni cesionarul dobândește toate drepturile asupra invenției, inclusiv dreptul de a invoca prioritatea convențională a unui prim depozit constituit, când se solicită protecția invenției în alte state, cesiunea specială fiind în consecință o cesiune totală.

Cesiunea de drept comun are în vedere transmiterea totală sau parțială a dreptului exclusiv de folosire a unei invenții.

În cazul cesiunii de drept comun totale, cesionarul dobândește următoarele drepturi: dreptul exclusiv de folosire a invenției, dreptul de a acorda licențe, dreptul de a urmări contrafacerea invenției.

În cazul cesiunii de drept comun parțiale, drepturile cesionarului sunt limitate fie din punct de vedere teritorial, fie din punct de vedere temporal, fie la un anumit mod de folosire a invenției, această ultimă limitare fiind impusă atunci când o invenție presupune mai multe utilizări.

Cesiunea prezintă o formă de vânzare și, în lipsa unor reglementări speciale, acesteia îi sunt aplicabile dispozițiile de drept comun în materie de vânzare.

La fel ca și vânzarea, cesiunea se materializează prin încheierea unui act denumit contract de cesiune, acesta fiind bilateral și concesual.

Sucesiunea legală sau testamentară este o modalitate de transmitere a unui titlu de proprietate și are efectele transmiterii totale a proprietății.

4.7. Un secol de realizări majore în știință și creativitate tehnică

- 1800 Alessandro Volta comunică inventarea primei baterii electrice.
- 1800 William Herschel detectează lumina infraroșie.
- 1801 Johann Ritter descoperă lumina ultravioletă.
- 1801 Giuseppe Piazzi descoperă asteroidul Ceres.
- 1801 Georges Cuvier identifică 23 de specii de animale dispărute, alimentând controversa cu privire la permanența speciilor.
- 1802 Thomas Young dezvoltă teoria ondulatorie a luminii.
- 1803 După studierea meteoriților găsiți în Franța, Jean Baptiste Biot argumentează că „pietrele” ciudate nu au o origine terestră.
- 1804 Richard Trevithick construiește o locomotivă care trage cinci vagoane încărcate pe o linie lungă de cincisprezece kilometri.
- 1805 Joseph Marie Jacquard inventează războiul de țesut Jacquard. Pentru a controla funcționarea războiului, Jacquard folosește un sistem de cartele perforate, o idee care ulterior va fi încorporată în construcția primelor calculatoare.
- 1807 Robert Fulton construiește vasul cu abur *Clermont*.
- 1807 In Anglia, Societatea Geologică din Londra devine prima instituție oficială din lume dedicată exclusiv studiului geologiei.
- 1807 Felinarele cu gaz de huilă iluminează străzile Londrei.
- 1808 Humphry Davy pune la punct prima lanternă cu alimentare electrică.
- 1808 Lucrarea lui Dalton *Noul sistem al filozofiei chimice* revoluționează chimia.
- 1809 Jean-Baptiste de Monet de Lamarck publică *Filozofia zoologică*.
- 1810 Davy demonstrează că clorul este un element.
- 1811 Amedeo Avogadro propune teoria numită astăzi ipoteza lui Avogadro.
- 1811 Herschel elaborează teoria dezvoltării stelelor și nebuloaselor.
- 1812 Cuvier descoperă fosila unui pterodactil.
- 1812 Pierre Simon de Laplace sugerează că universul poate fi văzut ca o mașinărie uriașă și că dacă masa, poziția și viteza fiecărei particule ar putea fi cunoscute, întregul trecut și viitor al universului ar putea fi calculat.
- 1814 Joseph von Fraunhofer redescoperă și cartografiază liniile spectrului solar.
- 1814 George Stephenson prezintă prima sa locomotivă cu abur.
- 1815 Davy inventează lampasul de siguranță pentru minierii din minele de cărbuni.
- 1815 William Prout sugerează că hidrogenul este atomul fundamental și că ceilalți atomi sunt alcătuiți din diferite numere de atomi de hidrogen. Face

- primele speculații pe această temă anonim, considerând el însuși că ideea ar putea fi cam extravagantă.
- 1815 John Loudan McAdam construiește primul drum cu adevărat pavat.
- 1816 Augustin Fresnel demonstrează natura ondulatorie a luminii.
- 1817 Fresnel și Thomas Young demonstrează că undele luminoase trebuie să fie vibrații transversale.
- 1818 Fresnel publică „*Memoriu despre difracția luminii*”.
- 1818 Johann Franz Encke descoperă cometa care astăzi îi poartă numele.
- 1818 Jons Jacob Berzelius publică tabelul său de mase atomice.
- 1819 Hans Christian Oersted descoperă că magnetismul și electricitatea sunt două forme de manifestare diferite ale aceleiași forțe însă nu-și publică teoria până în 1820.
- 1819 Pierre Louis Dulong și Alexis Therese Petit arată că, pentru un element, căldura specifică este invers proporțională cu masa sa atomică.
- 1820 La Londra se înființează Societatea Astronomică Regală.
- 1821 Michael Faraday demonstrează că forțele electrice pot produce mișcarea (primul motor electric).
- 1822 Jean-Baptiste Joseph Fourier demonstrează teorema, care-i poartă numele și o publică în „*Theorie analytique de la chaleur (Teoria analitică a căldurii)*”.
- 1822 Charles Babbage propune primul computer modern, dar nu dispune de materialele moderne necesare, cu care să-l construiască.
- 1823 John Herschel sugerează că așa-numitele linii Fraunhofer ar putea indica prezența metalelor în Soare.
- 1824 Nicolas Leonard Sadi Carnot publică „*Despre puterea motrice a focului*”.
- 1824 Prima școală de știință și inginerie este inaugurată în Statele Unite. Ea va deveni în cele din urmă Institutul Politehnic Rensselaer.
- 1825 George Stephenson construiește o locomotivă cu abur îmbunătățită.
- 1827 Georg Simon Ohm enunță ceea ce astăzi se numește legea lui Ohm.
- 1827 Robert Brown relatează observațiile sale cu privire la un fenomen numit acum „*mișcarea browniană*”, care după câțiva ani îi va ajuta pe savanți să ofere dovezi suplimentare asupra existenței atomilor.
- 1828 Friedrich Wohler sintetizează ureea, oferind o dovadă împotriva curentului vitalist care susținea că numai un țesut viu poate crea molecule organice.
- 1830 Charles Lyell publică primul volum din *Principiile geologiei*, oferind dovezi pentru teoria uniformitaristă cu privire la istoria geologică a Pământului.

- 1831 Charles Darwin își începe călătoria de cinci ani la bordul corabiei *Beagle*. Are cu el primul volum al lucrării lui Lyell.
- 1831 Michael Faraday descoperă inducția electromagnetică și inventează primul generator electric. Descoperirea este făcută aproape simultan cu savantul american Joseph Henry.
- 1832 Faraday enunță ceea ce astăzi numim legile electrolizei.
- 1833 La o ședință a Asociației Britanice pentru Progresul Științei, William Whewell propune termenul *savant*.
- 1834 Cyrus Hali McCormick patentează secerătoarea McCormick.
- 1835 Gaspard Gustave Coriolis anunță „*efectul Coriolis*”.
- 1837 Darwin începe să-și contureze teoria evoluționistă, dar nu o publică.
- 1838 Friedrich Bessel anunță prima măsurătoare precisă (cu ajutorul paralaxei) a distanței până la o stea.
- 1838 Matthias Jakob Schleiden își prezintă teoria conform căreia toate țesuturile vegetale sunt alcătuite din celule.
- 1839 Theodor Schwann extinde teoria celulară a lui Schleiden și la animale.
- 1839 Louis Jacques Mande Daguerre inventează dagherotipul, precursorul aparatului de fotografiat.
- 1840 John William Draper face prima fotografie a Lunii.
- 1840 Germain Henri Hess întemeiază știința termochimiei.
- 1842 Julius Robert Mayer devine primul savant, care a formulat echivalentul mecanic al căldurii și legea conservării energiei, deși nu la fel de bine ca Joule și Helmholtz.
- 1842 Christian Johann Doppler arată că sunetele și alte emisii ale unor surse aflate în mișcare suferă un fenomen cunoscut ca „*deplasarea (sau efectul) Doppler*”.
- 1843 Samuel Heinrich Schwabe anunță descoperirea acțiunii ciclice a petelor solare. Descoperirea inaugurează primele cercetări în fizica solară și astrofizică.
- 1844 Samuel F.B. Morse brevetează proiectul său de telegraf.
- 1846 Planeta Neptun este descoperită de Urbain Jean Joseph Le Verrier.
- 1846 Institutul Smithsonian este înființat în Statele Unite.
- 1847 Hermann von Helmholtz propune legea conservării energiei (prima lege a termodinamicii).
- 1848 Lordul Rosse descoperă Nebuloasa Crabului.
- 1848 Jean Leon Foucault detectează liniile de emisie spectrală.
- 1850 James Prescott Joule publică valoarea finală pentru echivalentul mecanic al căldurii.

-
- 1850 Rudolf Clausius devine primul savant care a formulat clar a doua lege a termodinamicii.
- 1850 W.C. Bond de la Universitatea Harvard realizează prima fotografie astronomică.
- 1851 William Thomson (ulterior cunoscut ca lordul Kelvin) propune conceptul de zero absolut.
- 1851 La Londra se inaugurează Marea Expoziție Internațională care are drept scop promovarea aplicării științei în tehnologie.
- 1851 Foucault demonstrează rotația Pământului.
- 1852 Edward Frankland publică teoria a ceea ce se va numi „valență” în chimie.
- 1852 Elisha Graves Otis construiește primul ascensor sigur.
- 1853 Helmholtz propune noi valori privind vârstele Soarelui și Pământului bazându-se pe studiile sale în legătură cu conservarea energiei.
- 1855 Robert Bunsen și Gustav Kirchhoff încep să lucreze la bazele analizei spectrale.
- 1856 Primul schelet a ceea ce numim azi neanderthalian este descoperit într-o peșteră din Valea Neander, din apropierea orașului german Dusseldorf.
- 1856 Henry Bessemer elaborează „procesul Bessemer” și începe să construiască „furnalele cu aer”, care vor inaugura era oțelului ieftin.
- 1856 Louis Pasteur pune la punct procedeul de „pasteurizare”.
- 1858 Darwin și Alfred Wallace prezintă la Societatea Linneană teoria evoluției prin selecție naturală.
- 1858 Rudolf Virchow publică „*Cellular Pathology (Patologia celulară)*”.
- 1858 Este întins primul cablu telegrafic trans-atlantic.
- 1859 Este publicată „*Originea speciilor*” a lui Darwin.
- 1859 Edwin Drake forează primul puț de petrol în apropiere de Titusville, Pennsylvania.
- 1859 Gaston Plante construiește prima baterie de acumulatori.
- 1859 Kirchhoff și Bunsen își fac cunoscute ideile despre liniile spectrale.
- 1860 James Clerk Maxwell elaborează teoria cinetică a gazelor. Ludwig Boltzmann elaborează și el aceeași teorie independent, dar își publică articolele abia în deceniul următor.
- 1860 Pasteur formulează argumentul final împotriva teoriei generării spontane, care avea o vechime mare, dar devenise tot mai șubredă.
- 1860 Rezultatele obținute de Pierre Berthelot în sintetizarea unor molecule organice precum alcoolul metilic, alcoolul etilic și metanul demonstrează o dată în plus capacitatea chimiștilor de a sintetiza moleculele organice din elemente, aducând o nouă lovitură teoriilor vitaliste.

- 1860 Stanislao Cannizzaro atrage chimiștii de partea ipotezei lui Avogadro cu discursul și broșura sa de la *Prima Conferință Internațională de Chimie*, care a avut loc la Karlsruhe.
- 1860 Kirchhoff sugerează că un corp, care absoarbe toată lumina și nu reflectă nimic (denumit corp negru), va emite prin încălzire toate lungimile de undă. Această idee simplă va genera întrebări, care vor ajuta la începerea următoarei mari revoluții din fizică de la începutul secolului al XX-lea.
- 1861 San Francisco și New York sunt conectate printr-o linie telegrafică.
- 1862 Foucault oferă o nouă estimare pentru viteza luminii.
- 1862 Pasteur își publică dovezile pentru teoria microbiană a bolilor.
- 1863 În Statele Unite este înființată Academia Națională de Științe.
- 1863 William Huggins, după ce a studiat spectrele unor stele strălucitoare, anunță că liniile lor spectrale sunt cele ale unor elemente familiare.
- 1864 După ce face prima analiză spectrală a unei nebuloase, Huggins afirmă că aceasta este compusă din gaze.
- 1865 Teoria lui Gregor Mendel cu privire la genele dominante și recesive este publicată într-o revistă mai puțin cunoscută și trece neobservată până pe la începutul secolului al XX-lea.
- 1865 Clausius inventează termenul *entropie*, care descrie degradarea energiei într-un sistem închis.
- 1867 Prima mașină de scris cu adevărat funcțională este realizată de Christopher Sholes.
- 1868 Pierre Jules Cesar Janssen descoperă heliul în timp ce studia liniile spectrale ale Soarelui.
- 1868 Primele schelete de Cro-Magnon sunt descoperite într-o peșteră din Franța.
- 1869 Se deschide Canalul de Suez.
- 1869 Dmitri Mendeleev publică al său „*tabel periodic al elementelor*”.
- 1869 Se montează ultimele piese la prima linie de cale ferată transcontinentală din America.
- 1870 Omul de afaceri și arheologul amator Heinrich Schliemann descoperă cetatea antică a Troiei, dezgropând cantități imense de aur și obiecte valoroase și făcând arheologia o parte a conștiinței populare.
- 1871 Darwin publică „*Originea omului*”.
- 1871 Henry Draper obține prima fotografie a spectrului unei stele.
- 1873 Maxwell își publică teoria asupra electro-magnetismului.
- 1875 Sir William Crookes construiește radiometrul.
- 1876 Alexander Graham Bell brevetează telefonul.

-
- 1876 Nikolaus August Otto construiește motorul în patru timpi, baza motoarelor cu combustie internă de astăzi.
- 1876 Josiah Willard Gibbs aplică teoria termodinamicii la transformările chimice.
- 1876 Repetând experiențele realizate de Julius Pliicker cu aproape două decenii în urmă, Eugen Goldstein descrie fenomenul razelor catodice și este primul, care folosește termenul.
- 1877 Thomas Alva Edison inventează fonograful.
- 1879 Albert Michelson determină viteza luminii.
- 1879 Edison inventează becul electric cu incandescență.
- 1880 Herman Hollerith realizează primul calculator electromecanic. Este pasul următor spre computerele moderne din zilele noastre.
- 1882 În SUA, Centrala Electrică Pearl Street aduce iluminatul electric la New York.
- 1884 Ottmar Mergenthaler brevetează linotipul.
- 1885 Carl Friedrich Benz construiește primul automobil funcțional cu un motor cu combustie internă alimentat cu benzină.
- 1887 Albert Michelson și Edward Morley încearcă să măsoare schimbările în viteza luminii produse de mișcarea Pământului prin spațiul cosmic. Eșecul lor de a găsi vreo modificare duce la abandonarea credinței în existența eterului și deschide calea spre fizica secolului al XX-lea.
- 1887 Heinrich Rudolph Hertz face prima observație a efectului fotoelectric, care se vor dovedi de mare importanță pentru fizica secolului următor.
- 1888 Hertz produce și detectează unde radio și obține dovada experimentală pentru teoria electromagnetică a lui Maxwell.
- 1889 La Paris se termină construcția Turnului Eiffel. La momentul respectiv era cea mai înaltă construcție din lume.
- 1889 Edward Charles Pickering face primele observații spectroscopice asupra stelelor binare.
- 1890 Edison, după ideile altora, realizează primul film cinematografic de succes.
- 1894 Descoperirea „*Homo erectus*” este anunțată de Marie Eugene Dubois.
- 1895 Sir William Ramsay descoperă elementul heliu pe Pământ și găsește că locul acestuia în tabelul periodic este între hidrogen și litiu.
- 1895 Edward Emerson Barnard fotografiază Calea Lactee.
- 1895 Wilhelm Konrad Röntgen descoperă razele X.
- 1896 Antoine Henri Becquerel descoperă radioactivitatea naturală.
- 1897 J. J. Thomson descoperă electronul.
- 1898 Marie și Pierre Curie izolează elementele radioactive radiu și plutoniu.

Bibliografie

1. Toffler A. Al treilea val. Bantam Books (US). 1980. ISBN: 0-517-32719-8
2. Cantemir L., Dulgheru V., Carcea I. Maria, Inventică practică. Chișinău: Editura Agepi, 2000.
3. Beniger J. R. The Control Revolution: Technological and Economic Origins of the Information Society. Harvard University Press. 1986, 508p. ISBN: 9780674169869.
4. Bell D. The Coming of Post-Industrial Society. New York, Basic Books. Mishawaka, IN, USA. 1973. 456 pp. ISBN 10: 0465012817.
5. Castellas M. The Rise of the Network Society. The Information Age: Economy, Society, and Culture Volume I. Wiley-Blackwell. 2009.
6. Goulet R. Creativitate și inovare: stimularea competitivității în Regiuni. Rev. Panorama inforegio. Comisia Europeană, Direcția generală pentru Politică Regională. Biroul publicațiilor oficiale ale comunităților europene L-2985 Luxemburg. ISSN 1830-933X. http://ec.europa.eu/regional_policy/index_ro.htm. Accesat: 16.05.2020.
7. Dumitrache I. Educația inginerilor pentru economia digitală. Comunicare conferință CREDING (coaliția română pentru educație în inginerie), Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași, 11 mai 2017.
8. Cremante S. Leonardo da Vinci: Artist, Scientist, Inventor. Giunti. 2005. ISBN 88-09-03891-6.
9. Carney J. E. Renaissance and Reformation, 1500–1620: a. Greenwood Publishing. 2000. ISBN 0-313-30574-9.
10. Boas M. Robert Boyle and Seventeenth-century Chemistry, CUP Archive, 1958, p. 43.
11. Pomper Ph. Lomonosov and the Discovery of the Law of the Conservation of Matter in Chemical Transformations. *Ambix*. 10 (3): 119–127. 1962.
12. Riedmatten E. XXI^o siècle et „*Les 50 Innovations qui vont bouleverser notre vie avant 2050*”. Editions de l'Archipel. 2006.
13. Riedmatten E., Meillaud L. Un voyage dans le XXI^o siècle, innovations et nouvelles technologies. Editions Archipel. 2006.
14. Bostan I., Dulgheru V. Din istoria tehnicii. Chișinău: Editura UTM. 2006, 196p. ISBN 978-9975-45-019-5.
15. Balan Ș., Ivanov I. Din istoria mecanicii. București: Editura Științifică. 1966.
16. Freeth T., Jones A. The Cosmos in the Antikythera Mechanism. Institute for the Study of the Ancient World. 2012. Accesat: 16.05.2020.

17. Bostan I., Dulgheru V., Sochirean A., Babaian I. Antologia invențiilor. Vol. 1. Transmisii planetare precesionale: sinteze structurale, teoria angrenării, cinematica, dinamica, calculul de rezistență, descrieri de invenție. Chișinău: Bons Offices. 2011. 594 p. ISBN 978-9975-4100-9-0-7.
18. Brashear R. Le diverse et artificieuses machine (Paris, 1588). <http://www.sil.si.edu/ondisplay/ramelli/intro.htm>. Accesat: 16.05.2020.
19. Yoder J G. Book on the pendulum clock / In Ivor Grattan-Guinness, ed., Landmark Writings in Western Mathematics. Elsevier: 33-45. 2005.
20. Watt J. Patent nr. 1306GB. New methods of applying the vibrating or reciprocating motion of steam or fire engines, to produce a continued rotative or circular motion round an axis or centre, and thereby to give motion to the wheels of mills or other. 1781. <http://himedo.net/TheHopkinThomasProject/TimeLine/Wales/Steam/JamesWatt/RobinsonMusson/JamesWattPatents.htm>. Accesat: 16.05.2020.
21. Kudreavtzev V. N. Planetarnye peredachi. Leningrad: Mashinostroenie, 1977.
22. Braren L. Patent nr. DE7824517. Cyclo-getriebebau. 1931.
23. Shannikov V. M. Planetarnye reduktory s vnepoliusnym zatshepleniem. Moskva: Mashgiz, 1948. 320s.
24. Musser C. W. Strain wave gearing. Patent nr. 2906143US, 29.09. 1959.
25. Ivanov M. N. Volnovye zubchatye peredachi. Mashinostroenie. M.: Vysshaya shkola, 1981. 183 s.
26. Bostan I. Precessionnye peredaci s mnogoparnym zacepleniem. [Monogr.] /S. Suvalov (red.).-Chișinău: Editura „Știința”, 1991. 355 p.ISBN 5-376-01005-8.
27. Glușco C., Bostan I., Oprea A., Bostan N. Planetarnaya pretzessionnaya peredacha. CA 1020887 SU. Publ. B.I. 1983, nr. 20.
28. Bostan I., Dulgheru V., Glușco C., Mazuru S., Vaculenco M. Antologia invențiilor. Vol. 2. Transmisii planetare precesionale: teoria generării angrenajelor precesionale, control dimensional, proiectare computerizată, aplicații industriale, descrieri de invenții. Chișinău: Bons Offices, 2011. 542 p. ISBN 978-9975-80-283-3.
29. Bostan I., Dulgheru V., Țopa M., Bodnariuc I., Dicusară I., Trifan N., Ciobanu R., Ciobanu O., Malcoci Iu., Odainâi V. Antologia invențiilor. Vol. 4. Transmisii planetare precesionale cinematice: concepte tehnologice de generare a angrenajelor, cercetări experimentale, aplicații industriale, descrieri de invenții. Chișinău: Bons Offices, 2011. 636 p. ISBN 978-9975-80-283-3.
30. Bostan I., Dulgheru V., Grigoraș S. Transmisii planetare precesionale și armonice. Editura Tehnica București–Editura „Tehnică” Chișinău. 1997. 197p. ISBN 973-31-1069-8.

31. Hazael V. 200 years since the father of the bicycle Baron Karl von Drais invented the 'running machine'. 2017. <https://www.cyclinguk.org/cycle/draisienne-1817-2017-200-years-cycling-innovation-design>. Accesat: 16.05.2020.
32. Hadland T., Lessing H.-E. Bicycle Design. Lawson's 1879 Bicyclette. An Illustrated History. MIT Press. 2014. P. 158. ISBN 978-0-262-02675-8.
33. Herlihy D. V. The Bicycle Story. Invention & Technology Magazine. 1992.
34. Motogna A. Germania construiește o cale neconvențională de transport. Este prima de acest gen - FOTO, 30 decembrie 2015. <https://www.descopera.ro/dnews/14940891-germania-construieste-o-cale-neconventionala-de-transport-este-prima-de-acest-gen-foto>. Accesat: 16.05.2020.
35. Rosca C. Topul celor mai mari producători locali de biciclete. Ziarul financiar, 22 septembrie 2014.
36. Conlon Th. Thinking About Nothing: Otto von Guericke and the Magdeburg Experiments on the Vacuum. The Saint Austin Press. 27 September 2011. ISBN 978-14478-3916-3.
37. Papin D. Nouvelle manière pour lever l'eau par la force du feu. A Cassel: pour Jacob Estienne libraire de la cour: par Jean Gaspard Voguel imprimeur. 1707.
38. Hardenberg H. O. The Oldest Precursor of the Automobile - Ferdinand Verbiest's Steam Turbine-Powered Vehicle Model. Society of Automotive Engineers (Feb 1995, 32 pages). ISBN 1-56091-652-4
39. Eckermann E. World History of the Automobile. Society of Automotive Engineers, 2001 – 371.
40. „*Le fardier de Cugnot*”. Société des Ingénieurs de l'Automobile. https://ro.wikipedia.org/wiki/Istoria_automobilului#cite_note-4. Accesat: 16.05.2020.
41. Griffiths J. The Third Man, the Life and Times of William Murdoch 1754–1839. Illustrated with Black-and-white photographic plates and diagrams with Bibliography and Index; Andre Deutsch; 1992; ISBN 0-233-98778-9. Accesat: 16.05.2020.
42. Russian webpage with drawings of Kulibin vehicle designs. <http://www.carseller.ru/articles/10-01-2008.1350.html>. Accesat: 16.05.2020.
43. Carey Ch. W. *American Inventors, Entrepreneurs and Visionaries*. New York, NY: *Facts on File*. 2009. ISBN 0-8160-4559-3. Accesat: 16.05.2020.
44. BBC Staff. Walk Through Time – Camborne. BBC Cornwall. Archived from the original on 11 March 2005. <https://web.archive.org/web/20050311225256/>. Accesat: 16.05.2020.
45. The Brooklands Society. Archived from the original on 2007-12-31.

- <https://web.archive.org/web/20071231034423/http://www.brooklands.org.uk/Goodwood/g9828.htm>. Accesat: 16.05.2020.
46. Hancock W. Narrative of Twelve Years' Experiments (1824–1836) Demonstrative of the Practicability and Advantage of Employing Steam-Carriages. Published by John Weale and J. Mann, London 1838. <https://archive.org/stream/narrativetwelve00hancgoog#page/n8/mode/2up>. Accesat: 16.05.2020.
 47. 170 Aniversario de Karl Benz. <http://visualloop.com/infographics/karl-benz>. Accesat: 16.05.2020.
 48. Benz C. Benz Patent-Motorwagen Nummer 1. Brevet nr. Nr. 37435. Eliberat: 2 noiembrie 1886. Kaiserlichen Patentamt erteilt.
 49. Burgess-Wise D. Northey T. Daimler: Founder of the Four-Wheeler. World of Automobiles. 5. London: Orbis. P. 48. 1974.
 50. Panhard et Levassor. Histomobile.com. <https://br.pinterest.com/pin/469007748687785656/>
 51. „Automobilia”. *Toutes les voitures françaises 1931 (salon [Paris, Oct] 1930)*. Paris: Histoire & collections. Nr. 90. 2008. Page 74.
 52. Siegfried Marcus Car (ca. 1875). *Landmarks. American Society of Mechanical Engineers*. Retrieved 2016-09-22. Note: ASME gives an incorrect construction date of 1875.
 53. Selden G. B. Patent 549160. Selden road-engine. 1895. <https://patents.google.com/patent/US549160A/en>.
 54. Automotive Legends - the Men, their Machines and their Methods. Delamare-Deboutteville - French claim? 2011. <http://kingsleyp.blogspot.com/2011/12/delamare-deboutteville-french-claim.html>. Accesat: 16.05.2020.
 55. Chouchane A. Renault climbs two places to claim the lowest average CO₂ emissions among volume brands in Europe at 110.1g/km. (PDF). *JATO*. 4 March 2014. Archived (PDF) from the original on 27.12.2015. Accesat: 16.05.2020.
 56. Madslie J. Rolls-Royce changes gear. BBC News. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/business/6403313.stm>. Accesat: 16.05.2020.
 57. Roll with the changes. TurboJet HorizonRollsRoyce[1].pdf. Published 1 November 2011. Pp. 35-40.
 58. Floyd C. Treasury of Early American Automobiles, 1877–1925. New York: Bonanza Books, American Motorsports Timeline_1950, p.58.
 59. Ford H. My Life and Work. Page&Company, 1922. 289p.

60. Ford a turat un profit net de 6,6 mld. dolari în 2010. <https://www.wall-street.ro/articol/Auto/98428/Ford-a-turat-un-profit-net-de-6-6-mld-dolari-in-2010.html>. Accesat: 16.05.2020.
61. Ford Motor Company unveils the Model T. <https://www.history.com/this-day-in-history/ford-motor-company-unveils-the-model-t>. Accesat la 16 mai 2020.
62. Davenport Th. Improvement in propelling machinery by magnetism and electro-magnetism. Patent nr. 132. 25.02.1837. Davenport's patent for the electric motor, issued in early 1837.
63. Sibrandus Stratingh (1785-1841). Professor of Chemistry and Technology <https://www.rug.nl/society-business/university-museum/prominent-professors/stratingh>. Accesat: 16.05.2020.
64. Anderson R. http://www.gm.ca/inm/gmcanada/english/about/Overview_Hist/hist_auto.html. Accesat: 16.05.2020.
65. Planté G. <https://www.britannica.com/biography/Gaston-Plante>. Accesat: 18.05.2016.
66. Ayrton E. https://ro.wikipedia.org/wiki/William_Edward_Ayrton. Accesat: 16.05.2020.
67. Parker Th. http://www.engineering-timelines.com/who/Parker_T/parker_Thomas.asp. Accesat: 16.05.2020.
68. Riker Electric Vehicle Company. Electric Vehucle. Driving the future green. <http://www.electricvehiclesnews.com/History/Companies/Riker.htm>. Accesat:16.05.2020.
69. American Automobiles. The Morrison Electric Automobile & The William Morrison Co. <https://www.american-automobiles.com/Electric-Cars/Morrison-Electric.Html>. Accesat: 16.05.2020.
70. Salom G. P. The first automobile race in the United States. <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2011/03/how-electric-and-gas-powered-cars-battled-in-americas-first-automobile-race/72544/>. Accesat: 16.05.2020.
71. Steinböck E. Lohner zu Land, zu Wasser und in der Luft: die Geschichte eines industriellen Familienunternehmens von 1823-1970 (in German). Weishaupt. 1984. 128p.
72. Delarbre J. Le marquis P. de Chasseloup-Laubat. Paris, 1873, p. 16.
73. Pischinger S., Seiffert U. Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik. 8. Auflage. Springer, Wiesbaden 2016. P. 174. ISBN 978-3-658-09527-7,
74. Istoria primelor mașini electrice. <https://www.omofon.com/istoria-primelor-masini-electrice>. Accesat: 16.05.2020.

75. Westbrook M. The Electric Car: Development and Future of Battery, Hybrid and Fuel-Cell Cars. Institution of Electrical Engineers (UK) & Society of Automotive Engineers (USA), 2001.
76. <https://www.syrosagenda.gr/2017/04/enfield-8000.html#.W2q4aPZFwkF>. Accesat: 16.05.2020.
77. The first volt from GM was also a plug-in hybrid but it was built in 1980. https://www.greencarreports.com/news/1117716_the-first-volt-from-gm-was-also-a-plug-in-hybrid-but-it-was-built-in-1980. Accesat: 16.05.2020.
78. Nissan Turns Over An Electric Leaf. 2009. <https://www.wired.com/2009/08/nissan-electric-leaf/>. Accesat: 16.05.2020.
79. Thompson C. How the electric car became the future of transportation <https://www.businessinsider.com/electric-car-history-2017-5#in-june-2012-tesla-began-delivery-of-its-model-s-its-second-long-range-electric-car-14>. Accesat: 16.05.2020.
80. Venturi Astrolab. https://en.wikipedia.org/wiki/Venturi_Astrolab. Accesat: 17.05.2020.
81. In response, traditional automakers like Ford, Mercedes-Benz, and Volkswagen are ramping up investment in the space. <https://www.businessinsider.com/electric-car-history-2017-5#in-response-traditional-automakers-like-ford-mercedes-benz-and-volkswagen-are-ramping-up-investment-in-the-space-17>. Accesat: 17.05.2020.
82. Automobile electrice. <http://www.gsam.ro/Atestat2017/Lazarescu/automobile-moderne.html>. Accesat: 17.05.2020.
83. Supercondensator. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Supercondensator>. Accesat: 17.05.2020.
84. EEStor powered CityZENN targeted for fall 2009 <http://www.cleanbreak.ca/2008/3/28/>. Accesat la 17 mai 2020.
85. Supercapacitor Market Report: Trends, Forecast and Competitive Analysis. Lucintel. <https://www.lucintel.com/supercapacitor-market.aspx>. Accesat: 17.05.2020.
86. History of Hybrid Vehicles. *HybridCars.com*. <http://web.archive.org/web/20090208230718/http://www.hybridcars.com/history/history-of-hybrid-vehicles.html>. Accesat: 17.05.2020.
87. Auto-mixte. <https://en.wikipedia.org/wiki/Auto-Mixte>. Accesat: 17.05.2020.
88. Gijs M. The electric vehicle: technology and expectations in the automobile age. https://en.wikipedia.org/wiki/Krieger_Company_of_Electric_Vehicles#cite_note-1. Accesat: 17.05.2020.

89. Exploring the History of the Hybrid Car. VehicleRide.com. https://web.archive.org/web/20070225054604/http://www.vehicleride.com/Exploring_the_History_of_the_Hybrid_Car.php. Accesat: 17.05.2020.
90. Stivens W.A. Improved means of converting existing petrol omnibus chassis into electric or petrol-electric vehicles. Patent nr. GB190820210. 1908. https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?CC=GB&NR=190820210A&KC=A&FT=D&ND=3&date=19090722&DB=&locale=en_EP#. Accesat: 17.05.2020.
91. Kimes B. R. *The Standard Catalog of American Cars 1805-1945*. Kraus Publications. 1996. ISBN 0-87341-428-4.
92. Frederick Lanchester's unusual design. https://web.archive.org/web/20150612214935/http://www.birminghamstories.co.uk/story_page.php?id=4&type=fo&page=3&now=106. Accesat: 17.05.2020.
93. Schutt N. GM 512 hybrid. 2010. <http://schutt.org/blog/2010/01/gm-512-hybrid/>. Accesat: 17.05.2020.
94. Lake M. How it works? A Tale of 2 Engines: How Hybrid Cars Tame Emissions. 2001. <https://www.nytimes.com/2001/11/08/technology/how-it-works-a-tale-of-2-engines-how-hybrid-cars-tame-emissions.html?scp=1&sq=hybrid%20Toyota%20Prius%201997%20>. Accesat: 17.05.2020.
95. Hybrid Model Global Sales Results. 2017. <https://newsroom.toyota.co.jp/en/detail/4063130/>. Accesat: 17.05.2020.
96. 911 GT3 R Hybrid Celebrates World Debut in Geneva. *Porsche AG*. 2010-02-11. <https://www.porsche.com/uk/aboutporsche/pressreleases/pag/?pool=international-de&id=2010-02-11>. Accesat: 17.05.2020.
97. Peugeot 3008 Hybrid4. October 2011. <http://www.theaa.com/allaboutcars/cartestreports/2011099.html>. Accesat: 17.05.2020.
98. Babescu M. *Vehicule electrice hibride*. București: Editura Politehnica, 2009.
99. Humphry D. https://ro.wikipedia.org/wiki/Humphry_Davy. Accesat: 17.05.2020.
100. Welsh History Month: William Robert Grove. WalesOnline website. Media Wales Ltd. <https://www.walesonline.co.uk/news/wales-news/welsh-history-month-william-robert-1836995>. Accesat: 17.05.2020.
101. Ignatescu M. Pila lui Karpen. <https://www.descopera.org/pila-lui-karpen/>. Accesat: 17.05.2020.
102. Wengenmayr R., Buhrke Th. *Renewable energy. Sustainable Concepts for the Energy Change*, ediția a 2-a. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2013. ISBN 978-3-527-41187-0.

103. Allis chalmers farm tractor was first fuel cell vehicle. Hydrogen Cars Now. 2008. <http://www.hydrogencarsnow.com/index.php/fuel-cells/allis-chalmers-farm-tractor-was-first-fuel-cell-vehicle/>. Accesat: 10.08.2018.
104. PEM Fuel Cells. Smithsonian Institution. <http://americanhistory.si.edu/fuelcells/pem/pemmain.htm>. Accesat: 17.05.2020.
105. Eberle U., Mueller B., Helmolt R. Fuel cell electric vehicles and hydrogen infrastructure: status 2012. Royal Society of Chemistry. 2012-07-15. https://www.researchgate.net/publication/233987484_Fuel_cell_electric_vehicles_and_hydrogen_infrastructure_status_2012?ev=prf_pub. Accesat: 17.05.2020.
106. Hydrogen cars now. 1966 GM Electrovan. <http://www.hydrogencarsnow.com/index.php/gm-electrovan/>. Accesat : 17.05.2020.
107. Hydrogen Storage Technology for the Hydrogen Economy. Iljin Composite, KCR, Korea. Accesat: 10.08.2018.
108. BMW Hydrogen 7. https://en.wikipedia.org/wiki/BMW_Hydrogen_7#cite_note-2. Accesat: 17.05.2020.
109. GM H2H Hummer. 2004. <https://www.hydrogencarsnow.com/index.php/gm-h2h-hummer/>. Accesat: 10.08.2018.
110. GM Sequel Concept Vehicle, 2007. <https://www.hydrogencarsnow.com/index.php/gm-sequel/> Accesat: 10.08.2018.
111. Toyota Mirai. 2014. <https://www.toyota.ro/world-of-toyota/articles-news-events/2014/the-toyota-mirai.json>. Accesat : 10.08.2018.
112. Honda Clarity. https://en.wikipedia.org/wiki/Honda_Clarity#cite_note-WP0809-4 Accesat: 10.08.2018.
113. Audi A7 H-Tron Quattro Concept. <https://www.motor1.com/news/91828/audi-a7-h-tron-quattro-concept/>. Accesat: 10.08.2018.
114. Abuelsamid S. Ford Focus FCV in the AutoblogGreen Garage part 1-hydrogen tech-Autoblog green. Autobloggreen. N.p., Oct. 30, 2006. Web. Oct. 17,2009.<http://green.autoblog.com/2006/10/30/ford-focus-fcv-in-the-autobloggreen-garage-part-1/>. Accesat: 10.08.2018.
115. Mercedes-Benz F-Cell. https://en.wikipedia.org/wiki/Mercedes-Benz_F-Cell. Accesat: 10.08.2018.
116. Hyundai ix35 FCEV. https://en.wikipedia.org/wiki/Hyundai_ix35_FCEV. Accesat: 10.08.2018.
117. Hyundai Nexo - New 500-mile Fuel Cell EV car revealed at CES 2018 <https://www.express.co.uk/life-style/cars/902027/Hyundai-Nexo-fuel-cell-hydrogen-EV-CES-2018-specs>. Accesat: 10.08.2018.
118. Holthusen J. R. The Fastest Men on Earth. Sutton Publishing. 1999. P. 6.

119. Țurea N. Repere din istoria automobilului. <https://www.scribd.com/doc/13712826/Din-Istoria-Automobilului>. Accesat: 13.08.2018.
120. Malcolm C. https://en.wikipedia.org/wiki/Malcolm_Campbell. Accesat în 10.08.2018.
121. Spirit of America (automobile). [https://en.wikipedia.org/wiki/Spirit_of_America_\(automobile\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Spirit_of_America_(automobile)). Accesat: 10.08.2018.
122. 1600 km/h pentru cel mai rapid vehicul terestru. 2009. <http://www.descopera.ro/dnews/3965946-1600-kmh-pentru-cel-mai-rapid-vehicul-terestru>. Accesat: 10.08.2018.
123. Stan C. Automobilul modern, cu funcții între acceptanță și cerințe https://adevarul.ro/life-style/auto/automobilul-modern-acceptanta-cerinte-1_59fc17685ab6550cb8c351e5/index.html. Accesat: 10.08.2018.
124. Linde V. *Electric cars the future is Now! Your Guide to the Cars You Can Buy Now and What the Future Holds*. Veloce Publishing, 2010, 128 p.
125. Motavalli J. *Forward drive: the Race to Build the Clean Car of the Future*. Earthscan Publication Ltd, 2001, 304 p.
126. Lewis, M. J. T. Railways in the Greek and Roman world. Early Railways. A Selection of Papers from the First International Early Railways Conference. 2001, pp. 8-19 (11).
127. Istoria transportului feroviar. https://ro.wikipedia.org/wiki/Istoria_transportului_feroviar#cite_note-2. Accesat: 10.08.2018.
128. Georgius Agricola. *De re metallica*. 1913.
129. Ahrons, E. L. *The British steam railway locomotive 1825 – 1925*. London: The Locomotive Publishing Company Limited, 1927.
130. Iordănescu D., Georgescu C. *Construcții pentru transporturi în România. 1881-1981*, vol. 1. București: Editura CCCF 1986. 562p.
131. Bellu R. *Mica monografie a căilor ferate din Basarabia și Bucovina de Nord*. Vol. VII, 2010. Editura Magic Print. 276. ISBN 978-973-1732-32-9.
132. 4468 Mallard (locomotivă). https://ro.wikipedia.org/wiki/4468_Mallard. Accesat: 17.05.2020.
133. Baker A. C. *The Book of the Coronation Pacifics Mk2*. Claphill: Irwell Press. 2010. ISBN 978-1-906919-17-7.
134. Webb B. *Sulzer Diesel Locomotives of British Rail*; David & Charles Locomotive Studies. 1978. ISBN 0-7153-7514-8
135. Istoria locomotivei Diesel. https://ro.wikipedia.org/wiki/Istoria_locomotivei_Diesel. Accesat: 17.05.2020.
136. Pinkepank J. A. *The Second Diesel Spotter's Guide*. Milwaukee WI: Kalmbach Books. 1973. ISBN 978-0-89024-026-7.

137. Heller A. Der Automobilmotor im Eisenbahnbetriebe. Leipzig, 1906. Reprinted by Salzwasserverlag, 2011. ISBN 978-3-86444-240-7
138. Vecchia loco ferrovie della Calabria. <http://www.ferrovie.it/forum/viewtopic.php?f=22&t=13653>. Accesat: 17.05.2020.
139. Union Pacific in Utah, 1868-1899. <http://utahrails.net/up/up-in-ut-1868-1899.php>. Accesat: 17.05.2020.
140. Sulzer Brothers. History & Production Details. For Rail Traction. <http://www.derbysulzers.com/sulzer.html>. Accesat: 17.05.2020.
141. Andone. C. Povestea locomotive. Știința și tehnica. Tehnologie. 2016. <http://stiintasitehnica.com/povestea-locomotivei/>. 17.05.2020.
142. Post R. C. Physics, Patents, and Politics: A Biography of Charles Grafton Page. New York: Science History Publications. 1976. P. 89-90.
143. Zeitler R. S. Self-Contained Railway Motor Cars and Locomotives. American School. Chicago, USA. 1921.
144. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bd/Shinkansen-0-ukuyama.jpg>. Accesat: 17.05.2020.
145. Shinkansen 500 Kyoto 2005-03-19.jpg. <https://commons.wikimedia.org/wiki/index.%20php?curid=324742>. Accesat: 17.05.2020.
146. Maglev. <https://en.wikipedia.org/wiki/Maglev>. Accesat: 17.05.2020.
147. Obituary for the late Professor Eric Laithwaite. Daily Telegraph, 16.12.1997. <https://www.imperial.ac.uk/publications/reporterarchive/0055/feat03.htm>. Accesat: 17.05.2020.
148. Barrow, K. Japan breaks maglev speed record. April 17, 2015. IRJ. <https://www.railjournal.com/regions/asia/japan-breaks-maglev-speed-record/>. Accesat: 11.09.2018.
149. Japan's maglev train breaks world speed record with 600 km/h test run. The Guardian. United Kingdom: Guardian News and Media Limited. 21 April 2015. <https://www.theguardian.com/world/2015/apr/21/japans-maglev-train-notches-up-new-world-speed-record-in-test-run>. Accesat: 11.09.2018.
150. Trenul inventat de Henri Coandă, care putea circula cu 500 de kilometri la oră. 2014. <https://www.digi24.ro/special/reportaje/reportaj/dininterior-trenul-inventat-de-henri-coanda-care-putea-circula-cu-500-de-kilometri-la-ora-186830>. Accesat: 11.09.2018.
151. Pando Monthly presents a fireside chat with Elon Musk. PandoDaily. <https://pando.com/2012/07/12/pandomonthly-presents-a-fireside-chat-with-elon-musk/>. Accesat: 11.09.2018.
152. Enzo A. The American Fighter from 1917 to the present. New York: Orion Books. 1987. Pp. 461-4623. ISBN 0-517-56588-9.

153. Nicholl Ch. Leonardo da Vinci: The Flights of the Mind. Penguin. 2005. ISBN 0-14-029681-6.
154. Bădulescu M. O invenție pe zi: Avionul. <https://www1.agerpres.ro/flux-documentare/2014/04/04/o-inventie-pe-zi-avionul-08-08-28>. Accesat: 11.09.2018.
155. Sir George Cayley Bt. (1773 - 1857). <http://www.ctie.monash.edu.au/hargrave/cayley.html>. Accesat: 22.09.2018.
156. Invenții și descoperiri. Cum am ajuns să trăim visul de a zbura cu avionul? <https://destepti.ro/cum-am-ajuns-sa-traim-visul-de-a-zbura-cu-avionul>. Accesat: 22.09.2018.
157. Lilienthal O. The flying man. The carrying capacity of arched surfaces in sailing flight. 1893. http://invention.psychology.msstate.edu/inventors/i/Lilienthal/library/Prog_Lilienthal_Flying.html#Note1. Accesat: 22.09.2018.
158. Tobin J. To Conquer The Air: The Wright Brothers and the Great Race for Flight. New York: Simon & Schuster, 2004. ISBN: 0-7432-5536-4.
159. Crouch T. D. Blériot XI: The Story of a Classic Aircraft. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press, 1982. ISBN 978-0-87474-345-6.
160. Historia. Românii, pionieri ai aviației: Traian Vuia, Aurel Vlaicu & Henri Coandă. <https://www.historia.ro/sectiune/general/articol/romanii-pionieri-ai-aviatiei-traian-vuia-aurel-vlaicu-henri-coanda>. Accesat: 22.09.2018.
161. Palmer H. R. Jr. The World's First Seaplane. *Flying*. 70. June 1962. pp. 35, 72.
162. Morane-Saulnier Torpille Blindée. <https://www.aviafrance.com/morane-saulnier-torpille-blindee-aviation-france-10293.htm>. Accesat: 22.09.2018.
163. <https://kplanes.tumblr.com/post/145370525365/k-planes-episode-101-royal-air-force-bombers>. Accesat: 22.09.2018.
164. Totul despre Albatros D. 2010. <http://aeronavemilitare.blogspot.com/2010/08/avioanele-albatros-d.html>. Accesat: 22.09.2018.
165. Iloiu D., Avram V. Avionul de vânătoare Neiuport 11 „Bébé”. În „*Modelism Int*”, nr. 5–6/1990, pp. 10–14.
166. Winchester J. Sopwith Camel. Biplanes, Triplanes and Seaplanes, Grange Books, 2004. ISBN 1-84013-641-3.
167. Green W., Gordon S. The Complete Book of Fighters. New York. Smithmark. 1994. ISBN 0-8317-3939-8.
168. Boyne, W. J. Beyond the Horizons: The Lockheed Story. New York: St. Martin's Press, 1998. ISBN 0-312-19237-1.
169. Caloyanni E. René Couzinet from glory to decline. <http://aerostories.free.fr/constructeurs/couzinet/page3.html>. Accesat: 22.09.2018.

170. Francillon R.J. Lockheed Aircraft since 1913. Naval Institute Press: Annapolis, 1987.
171. Douglas DC-4. http://oer2go.org/mods/en-wikipedia_for_schools-static/wp/d/Douglas_DC-4.htm Accesat: 22.09.2018.
172. Birtles Ph. Mosquito: A Pictorial History of the DH98. London: Jane's Publishing Company Ltd., 1980. ISBN 0-531-03714-2.
173. Franks N. Sopwith Triplane Aces of World War I (Aircraft of the Aces No. 62). Oxford: Osprey Publishing, 2004. ISBN 1-84176-728-X.
174. Sopwith Triplane. <http://jn.passieux.free.fr/html/Triplane.php>. Accesat: 22.09.2018.
175. Wagner R. American Combat Planes. Garden City, NY: Hanover House, 1968. ISBN 0-385-04134-9.
176. Mason F. K. *The British Fighter since 1912*. Annapolis, Ma: Naval Institute Press. 1992. ISBN 1-55750-082-7.
177. Antoniu D., Cicos G. Romanian Aeronautical Constructions. Ed. a 2-a. București: Editura Vivaldi, 2007, pp. 191-192. ISBN 978-973-150-002-7.
178. Romanian Aircraft Mkr To Receive Over EUR10M. To Continue Production-Fin Min Mediafax, 12 aprilie 2008.
179. Henri Coanda, precursorul aviatiei cu reactie. http://aspera.ro/files/user_uploaded/103/henricoanda.pdf. Accesat în 26.09.2018.
180. Hans Joachim Pabst von Ohain - German designer. <https://www.britannica.com/biography/Hans-Joachim-Pabst-von-Ohain>. Accesat în 26.09.2018.
181. Thorwald J. Ernst Heinkel: Stuermisches Leben (in German), Stuttgart: Mundus, DNB 451925130. 1953.
182. Griehl M. Strahlflugzeug Arado Ar 234 'Blitz' (in German). Stuttgart, Germany: Motorbuch Verlag, 2003. ISBN 3-613-02287-7.
183. Voiculescu L., Raluca I. Arma secretă pe care Hitler a pus-o la punct în timpul războiului. Tehnologia este uimitoare <https://www.gandul.info/magazin/arma-secretata-pe-care-hitler-a-pus-o-la-punct-in-timpul-razboiului-tehnologia-este-uimitoare-14701964>. Accesat: 22.09.2018.
184. 1991 Winners: Hans von Ohain and Frank Whittle. For their independent development of the turbojet engine. <https://web.archive.org/web/20091017012952/http://www.draperprize.org/1991.php>. Accesat: 22.09.2018.
185. Carpenter D. M. Flame Powered the Bell XP-59A Airacomet and the General Electric I-A Engine. Boston: Jet Pioneers of America, 1992. ISBN 0-9633387-0-6.
186. The MX-324/334 „Rocket Wing”. http://www.nurflugel.com/Nurflugel/Northrop/rocket/mx-334_blurb/body_mx-334_blurb.html. Accesat: 22.09.2018.

187. Bayou Renaissance Man. 2009. Jack Northrop's flying wings. <https://bayourenaissanceman.blogspot.com/2009/03/weekend-wings-33-jack-northrops-flying.html>. Accesat: 22.09.2018.
188. Rhodes A. Shooting Star, T-Bird & Starfire: A Famous Lockheed Family. Tucson, Arizona: Aztex Corp., 1981. ISBN 978-0-8940-4035-1.
189. Gordon Y., Kommissarov D., Komissariov S. OKB Yakovlev: A History of the Design Bureau and Its Aircraft. Hinkley, England: Midland, 2005. ISBN 1-85780-203-9.
190. Avion of World War II. MiG-9 (I-210). <http://www.airpages.ru/eng/ru/mig9.shtml>. Accesat: 22.09.2018.
191. Lommel H. Das bemannte Geschoß Ba 349 'Natter': Die Technikgeschichte (in German). Zweibrücken: VDM Heinz Nickel, 2000. ISBN 3-925480-39-0.
192. Taylor J. W. R., Taylor M. J. H. Jane's pocket book of research and experimental aircraft. London: Macdonald and Jane's. 1976. P.231. ISBN 0-356-08409-4.
193. Pisano D. A., van der Linden R. R., Winter F. H. Chuck Yeager and the Bell X-1: Breaking the Sound Barrier. Washington, D.C.: Smithsonian National Air and Space Museum (in association with Abrams, New York), 2006. ISBN 0-8109-5535-0.
194. Winchester J. Concept aircraft: prototypes, x-planes and experimental aircraft. Hoo: Grange Books. 2007. P. 88. ISBN 978-1-84013-809-2.
195. Wood D. Project Cancelled. Macdonald and Jane's Publishers, 1975. ISBN 0-356-08109-5.
196. Donald D. Black Jets: The Development and Operation of America's Most Secret Warplanes. Norwalk, CT: AIRtime Publishing Inc. 2003. ISBN 978-1-880588-67-3.
197. History Sea Harrier Down Under. http://www.harrier.org.uk/history/history_SHARdownunder.htm. Accesat: 22.09.2018.
198. Spick M. Dassault Mirage 2000. Great Book of Modern Warplanes. Osceola, WI: MBI Publishing, 2000. ISBN 0-7603-0893-4.
199. Goodall J. C. The Northrop B-2A Stealth Bomber. America's Stealth Fighters and Bombers: B-2, F-117, YF-22, and YF-23. St. Paul, Minnesota: MBI Publishing Company, 1992. ISBN 0-87938-609-6.
200. Eden P. Mikoyan MiG-25 'Foxbat. Mikoyan MiG-31'Foxhound'. Encyclopedia of Modern Military Aircraft. London: Amber Books, 2004. ISBN 1-904687-84-9.
201. Suhoi Su-27. https://ro.wikipedia.org/wiki/Suhoi_Su-27. Accesat: 22.09.2018.

202. Aronstein D. C., Hirschberg M. J. *Advanced tactical fighter to F-22 Raptor: Origins of the 21st Century Air Dominance Fighter*. Arlington, Virginia: American Institute of Aeronautics & Astronautics, 1998. ISBN 978-1-56347-282-4.
203. Gorbu E. Top 10 – cele mai bune avioane de luptă din lume. 2016. <https://magnanews.ro/2016/10/top-10-cele-mai-bune-avioane-de-lupta-din-lume/>. Accesat: 22.09.2018.
204. Bowers P. M. *Boeing Aircraft since 1916*. London: Putnam Aeronautical Books, 1989. ISBN 0-85177-804-6.
205. Gordon Yefim and Vladimir Rigmant. *Tupolev Tu-104: Aeroflot's first jet*. UK: Midland Publishing / Ian Allen Publishing Ltd, 2007. ISBN 978-1-85780-265-8;
206. Gordon Y., Komissarov D., Rigmant V. *Tupolev Tu-144*. Schiffer Publishing Ltd, 2015. ISBN 978-0-7643-4894-5.
207. Concorde, primul avion supersonic de pasageri. O inovație tehnică extraordinară, un esec răsunător. Știrile Protv.ro. 2012. <https://stirileprotv.ro/techschool/concorde-primul-avion-supersonic-de-pasageri-o-inovatie-tehnica-extraordinara-un-esec-rasunator.html>. Accesat: 28.09.2018.
208. Thornton D. Weldon. *Airbus Industrie: The Politics of an International Industrial Collaboration*. St. Martin's Press. 1995. ISBN 0-312-12441-4.
209. AirbusA300. https://ro.wikipedia.org/wiki/Airbus_A300. Accesat: 28.09.2018.
210. AirbusA340. https://ro.wikipedia.org/wiki/Airbus_A340. Accesat: 28.09.2018.
211. Airbus A380. https://ro.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380. Accesat: 29.09.2018.
212. Airbus A380 – gigantul cerului <https://airlinestravel.ro/airbus-a380-gigantul-cerului-video.html>. Accesat: 28.09.2018.
213. Avion de pasageri Boeing. <https://inro.news/stiri/avionul-care-atinge-de-cinci-ori-viteza-sunetului-din-america-in-europa-in-doua-ore.html>. Accesat: 28.09.2018.
214. Avionul supersonic al viitorului, de două ori mai rapid decât Concorde-ul. 2011. https://www.dcnnews.ro/avionul-supersonic-al-viitorului-de-doua-ori-mai-rapid-decat-concordul_77207.html. Accesat: 28.09.2018.
215. Noua generație de avioane X supersonice, proiectate de NASA, va revolutiona industria aeronautică. <http://www.mixdecultura.ro/2016/04/noua-generatie-de-avioane-x-supersonice-proiectate-de-nasa-va-revolutiona-industria-aeronautica/>. Accesat: 28.09.2018.
216. Un avion spațial revoluționar va fi lansat peste cel mult 10 ani. 2009. <https://www.descopera.ro/dnews/3985298-un-avion-spatial-revolutionar-va-fi-lansat-pest-ce-l-mult-10-ani>. Accesat: 18.05.2020.

217. Enache B. Rusia vrea să construiască un avion militar supersonic de transport. Cum va aăta aeronava? 2015. <https://www.mediafax.ro/externe/rusia-vrea-sa-construiasca-un-avion-militar-supersonic-de-transport-cum-va-arata-aeronava-foto-video-14022091>. Accesat: 18.05.2020.
218. Sunseeker Duo realizes Solar Flight dream. IFAI. July 9th, 2014. <https://advancedtextilesource.com/2014/07/09/sunseeker-duo-realizes-solar-flight-dream/>. Accesat: 18.05.2020.
219. Bell X-22. https://es.wikipedia.org/wiki/Bell_X-22. Accesat: 18.05.2020.
220. Manolea G. Henri Coandă - inventatorul avionului cu reacție. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/Henri%20Coanda%20_inventat_orul%20avionului%20cu%20reacrie.pdf. Accesat: 18.05.2020.
221. Descoperă istoria elicopterului și cel mai mare producător de elicoptere. 2018 <https://destepti.ro/elicopterul-o-inventie-a-secolului-al-xx-lea>. Accesat: 18.05.2020.
222. Bothezat Gh. The general theory of blade screws. Report no. 29. <http://naca.central.cranfield.ac.uk/reports/1920/naca-report-29.pdf>. Accesat: 12.10.2018.
223. Young W. R. The Helicopters: the Epic of Flight. Chicago: Time-Life Books, 1982. ISBN 0-8094-3350-8.
224. Dolfuss C., Bouche H. Histoire de l'Aeronautique. Paris, 1932.
225. Ciontu P. Inventatori români. București: Editura OSIM, 2000. P.46.
226. Seddon J. M., Newman S. Basic Helicopter Aerodynamics. John Wiley and Sons, 2011. 288p. ISBN 9781119994107.
227. Chiles J. R. The God Machine: From Boomerangs to Black Hawks: The Story of the Helicopter. New York. Bantam, 2008. P.104. ISBN 978-0-553-38352-2.
228. The Modern Solution for. True Heavy Lift. Sikorsky CH-53K Helicopter. https://lockheedmartin.com/en-us/products/sikorsky-ch-53k-helicopter.html?_ga=2.97079705.769424614.1539171221-1119122691.1539171221. Accesat: 14.10.2018.
229. Garvey W., Salerno J. A., McMillin M. Bell Helicopter Resumes Model 525 Test Flights. <http://aviationweek.com/bca/bell-helicopter-resumes-model-525-test-flights>. Accesat: 14.10.2018.
230. Tiltrotor hybrid VTOL TRH-14. Project of unmanned aircraft - tiltrotor with hybrid drive. <http://artamonoff.info/tiltrotor-hybrid-trh-14>. Accesat: 15.10.2018.
231. Barnes C. H. Bristol aircraft since 1910. Putnam. 1964. ISBN 0-85177-823-2.
232. Mi-35M (Hind E) Attack Helicopters. 2005. <https://www.airforce-technology.com/projects/mi-35m-hind-e/>. Accesat: 15.10.2018.

-
233. David D., March D. J. Ka-50/52, Kamov's 'Hokum' family. Modern Battlefield Warplanes. AIRtime Publishing, 2004. ISBN 1-880588-76-5.
234. Boeing AH-64 Apache. https://ro.wikipedia.org/wiki/Boeing_AH-64_Apache. Accesat: 15.10.2018.
235. Nicolae A. Automatonii – primii roboți ai omenirii. Știința & Tehnica. Tehnologie, robotică. 2017 <https://stiintasitehnica.com/automatonii-primii-roboti-ai-omenirii/>. Accesat: 25.10.2018.
236. Jaquet-Droz P. Notable works. https://en.wikipedia.org/wiki/Pierre_Jaquet-Droz. Accesat: 15.10.2018.
237. Maillardet H. https://en.wikipedia.org/wiki/Henri_Maillardet. Accesat: 15.10.2018.
238. Automaton. The flute-player by Innocenzo Manzetti. 1840. <https://www.wikiwand.com/en/Automaton>. Accesat: 15.10.2018.
239. 1810:Friedrich Kauffman of Dresden's First Robot In History. <https://flashbak.com/1810-friedrich-kauffman-of-dresdens-first-robot-in-history-5614/>. Accesat: 15.10.2018.
240. Stănculescu C. Asediul tacut al robotilor: dependenta de tehnologie. <https://mythologica.ro/asediul-tacut-al-robotilor-dependenta-de-tehnologie/>. Accesat: 02.12.2019.
241. Robotii SF nu mai exista, astazi sunt reali. Cum a evoluat robotica in ultimii 600 de ani. 2012. Evoluția roboților. <https://stirileprotv.ro/techschool/robotii-sf-nu-mai-exista-astazi-sunt-reali-cum-a-evoluat-robotica-in-ultimii-600-de-ani.html>. 02.12.2019.
242. Weeks J. The return of Elektro, the first celebrity robot / New Scientist. <https://www.newscientist.com/article/mg20026873-000-the-return-of-elektro-the-first-celebrity-robot/#ixzz66xFwrWdq>. Accesat: 02.12.2019.
243. UNIMATE: the First Industrial Robot <https://www.robotics.org/joseph-engelberger/unimate.cfm>. Accesat: 02.12.2019.
244. Walter W. G. ELSIE (Electro-mechanical robot, Light Sensitive with Internal and External stability). <http://cyberneticzoo.com/cyberneticanimals/elsie-cyberneticanimals/elsie/>. Accesat: 02.12.2019.
245. Angelova K. How robots have evolved over the last 200 Years. 2011. <https://www.businessinsider.com/robots-evolution-photos-2011-6>. Accesat: 02.12.2019.
246. Duceac D. Scurtă introducere în istoria roboticii. <http://www.scientia.ro/stiinta-la-minut/istoria-ideilor-si-descoperirilor-stiintifice/2500-introducere-in-istoria-roboticii.html>. Accesat: 02.12.2019.

247. Cele trei legi ale roboticii. https://ro.wikipedia.org/wiki/Cele_trei_legi_ale_roboticii. Accesat: 02.12.2019.
248. P8_TA(2017)0051. Normele de drept civil privind robotică. Rezoluția Parlamentului European din 16 februarie 2017, conținând recomandări adresate Comisiei referitoare la normele de drept civil privind robotica (2015/2103(INL)). http://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051_RO.pdf. Accesat: 02.12.2019.
249. Der ferngesteuerte Krieg (Războiul teleghidat) / În revista „*Spektrum der Wissenschaft*”, nr. 12/2010 p. 70.
250. Cod etic pentru relația oameni-roboti. 2007. http://www.bbc.co.uk/romanian/news/story/2007/03/070308_cod_eti_roboti.shtml. Accesat: 02.12.2019.
251. Legile roboticii nu mai sunt un subiect de science fiction. 2007. http://www.bbc.co.uk/romanian/news/story/2007/04/070427_roboti_legi.shtml. Accesat: 02.12.2019.
252. Angeles J. Fundamentals of robotic mechanical systems. Springer-Verlag. 2002.
253. Iliescu M. Istoria și filosofia roboților industriali. <http://studii.crifst.ro>. Accesat: 02.12.2019.
254. Ardayfio David. Fundamentals of robotics. ISBN 0-8247-7440-X. New York. Marcel Dekker INC. 1987.
255. Barrow H.G., Salter S.H. Design of low-cost equipment for cognitive robot research. In Machine Intelligence 5, B. Meltzer and D. Michie (eds.), Edinburgh University Press. Pp.555-566, 1969.
256. Robot FAMULUS. <https://www.used-robots.com/education/the-history-of-industrial-robots>. Accesat: 02.12.2019.
257. KUKA Education: know-how for the future. <https://www.kuka.com/en-us/products/robotics-systems/kuka-education>. Accesat: 02.12.2019.
258. Baxter robot. [https://en.wikipedia.org/wiki/Baxter_\(robot\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Baxter_(robot)). Accesat: 02.12.2019.
259. FANUC S Robot Series. <https://www.robots.com/series/fanuc-s-robot-series>. Accesat: 02.12.2019.
260. Robotul KUKA KMR QUANTEC. <https://pdf.directindustry.com/pdf/kuka-ag/kmr-quantec/17587-719998.html>. Accesat: 02.12.2019.
261. Inside NASA's Most Ambitious Mars Mission. <https://www.wsj.com/video/inside-nasa-most-ambitious-mars-mission/1AA2E7E5-0BBC-4D18-81F5-0AF53B0AEE24.html#!1AA2E7E5-0BBC-4D18-81F5-0AF53B0AEE24>. Accesat: 02.12.2019.

262. Big Dog, cel mai avansat robot patruped. <https://www.descopera.org/big-dog-cel-mai-avansat-robot-patruped/>. Accesat: 06.12.2019.
263. Uniunea Europeană introduce roboții în agricultură. http://www.economica.net/ue-introduce-robotii-in-agricultura_116067.html. Accesat: 06.12.2019.
264. Ce înseamnă Industry 4.0 și cum ne va schimba viitorul – cazul coboților. 21.02.2018. <https://stiintasitehnica.com/ce-inseamna-industry-4-0-si-cum-ne-va-schimba-viitorul-cazul-cobotilor/>. Accesat: 06.12.2019.
265. ASIMO (Advanced Step in Innovative MObility). <https://en.wikipedia.org/wiki/ASIMO>. Accesat: 06.12.2019.
266. Aldebaran Robotics announces Nao Next Gen humanoid robot. <https://www.engadget.com/2011/12/10/aldebaran-robotics-announces-nao-next-gen-humanoid-robot-video/>. Accesat: 06.12.2019.
267. Demn de Star Wars. NASA va folosi roboti umanoizi. <https://gadgetreport.ro/demn-de-star-wars-nasa-va-folosi-roboti-umanoizi-video/>. Accesat: 06.12.2019.
268. Android (robot). [https://en.wikipedia.org/wiki/Android_\(robot\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Android_(robot)). Accesat: 06.12.2019.
269. Bai N. Robot See, Robot Do? „Jules” Makes Faces Back at You. 2008. <https://www.discovermagazine.com/technology/robot-see-robot-do-jules-makes-faces-back-at-you>. Accesat: 06.12.2019.
270. Sophia (robot). [https://ro.wikipedia.org/wiki/Sophia_\(robot\)#cite_note-2](https://ro.wikipedia.org/wiki/Sophia_(robot)#cite_note-2). Accesat: 06.12.2019.
271. Primul robot din lume care a primit cetățenie. <https://www.digi24.ro/stiri/externe/mapamond/primul-robot-din-lume-care-a-primit-cetatenie-817486>. Accesat: 06.12.2019.
272. Wilson D. H. How to Survive a Robot Uprising: Tips On Defending Yourself Against the Coming Rebellion. 2005. <https://www.amazon.com/How-Survive-Robot-Uprising-Defending/dp/1582345929>.
273. Humanoid robot HRP-2 „Promet”. http://global.kawada.jp/mechatronics/hrp2.html?utm_source=robots.ieee.org. Accesat: 06.12.2019.
274. Hirukawa H., Inone H. Expo 2005 Robotics Project. AIST. PDF. <http://robots.stanford.edu/isrr-papers/draft/hirukawa.pdf>. Accesat: 06.12.2019.
275. Integrated Humanoid Platforms - the ARMAR Family. <https://h2t.anthropomatik.kit.edu/english/397.php>. Accesat: 12.12.2019.
276. ALSOK ロボットと警備員を融合させた常駐警備システム. <https://robot.watch.impress.co.jp/cda/news/2006/11/28/271.html>. Accesat: 12.12.2019.
277. Humanoid Robotics Project. https://en.wikipedia.org/wiki/Humanoid_Robotics_Project. Accesat: 06.12.2019.

278. Dick Ph. K. Research Robot. <https://www.hansonrobotics.com/philip-k-dick/>. Accesat: 12.12.2019.
279. PackBot. <https://en.wikipedia.org/wiki/PackBot>. Accesat: 12.12.2019.
280. Kompai robots. KOMPI eobotics. <https://kompairobotics.com/robot-kompai/>. Accesat: 12.12.2019.
281. Robotul care i-a salvat viata! Povestea barbatului care s-a lasat operat DOAR de un robot. 2013. <https://www.kanald.ro/robotul-care-i-a-salvat-viata-povestea-barbatului-care-s-a-lasat-operat-doar-de-un-robot-16740995>. Accesat: 12.12.2019.
282. Topul țărilor cu cel mai mare grad de robotizare la locul de muncă: Surpriza din fruntea ierarhiei. 2018. <http://www.ziare.com/internet-si-tehnologie/roboti/topul-tarilor-cu-cel-mai-mare-grad-de-robotizare-la-locul-de-munca-surpriza-din-fruntea-ierarhiei-grafice-1539783>. Accesat: 12.12.2019.
283. Primii roboți pentru uz personal vor fi disponibili în Japonia. https://www.publika.md/primii-roboti-pentru-uz-personal-vor-fi-disponibili-in-japonia-fotovideo_1959301.html. Accesat: 12.12.2019.
284. Brynjolfsson E., McAfee A. The second Mashine age – work, progress and prosperity in a time of brilliant technologies. 2014.
285. Jayanti V. Game Over: Kasparov and the Machine. 2003. https://en.wikipedia.org/wiki/Game_Over:_Kasparov_and_the_Machine. Accesat: 13.12.2019.
286. Au fost create calculatoare, care citesc mai repede decat oamenii. Care vor fi consecintele majore. 2018. <http://www.ziare.com/internet-si-tehnologie/roboti/au-fost-create-calculatoare-care-citesc-mai-repede-decat-oamenii-care-vor-fi-consecintele-majore-1497384>. Accesat: 14.12.2019.
287. Premieră în lumea științifică: un robot umanoid va avea propria expoziție de artă. 2019. <https://www.yoda.ro/stiinta/premiera-in-lumea-stiintifica-un-robot-umanoid-va-avea-propria-expozitie-de-arta.html>. Accesat: 12.12.2019.
288. Primul robot-avocat din lume, creat de IBM, a fost angajat de o companie din SUA. 2016. <http://www.ziare.com/internet-si-tehnologie/roboti/primul-robot-avocat-din-lume-creat-de-ibm-a-fost-angajat-de-o-companie-din-sua-video-1422948>. Accesat: 12.12.2019.
289. Bancile franceze investesc masiv in inteligenta artificiala. Robotii vor raspunde la mailuri, chat-uri, chiar si la telefon. 2016. <http://www.ziare.com/internet-si-tehnologie/roboti/bancile-franceze-investesc-masiv-in-inteligenta-artificiala-robotii-vor-raspunde-la-mailuri-chat-uri-chiar-si-la-telefon-1415870>. Accesat: 12.12.2019.
290. Robot vs. Om: Campionul mondial la GO a fost invins de un calculator. 2017. <http://www.ziare.com/internet-si-tehnologie/roboti/robot-vs-om-campionul-mondial-la-go-a-fost-invins-de-un-calculator-1467067>. Accesat: 12.12.2019.

291. Putin: Tara care va fi lider in inteligenta artificiala va stapani lumea. 2017. <http://www.ziare.com/vladimir-putin/presedinte-rusia/putin-tara-care-va-fi-lider-in-inteligenta-artificiala-va-stapani-lumea-1479621>. Accesat: 12.12.2019.
292. Piața rusească a inteligenței artificiale va crește de 80 de ori. 2019. <http://www.vestidinrusia.ro/2019/10/15/piata-rusa-a-inteligentei-artificiale-va-creste-de-80-de-ori/>. Accesat: 12.12.2019.
293. Robotul umanoid „Fedor” învață să tragă folosind ambele brațe. 2017. <https://ro.sputnik.md/Rusia/20170422/12316192/robotul-umanoid-fedor.html>. Accesat: 12.12.2019.
294. „Giganții din Silicon Valley ne vor citi și stoca gândurile”, susține un cercetător de la Google. 2018. <http://www.ziare.com/internet-si-tehnologie/roboti/gigantii-din-silicon-valley-ne-vor-citi-si-stoca-gandurile-sustine-un-cercetator-de-la-google-1528820>. Accesat: 12.12.2019.
295. Hawking S. Inteligenta artificiala poate fi cel mai bun sau cel mai rau lucru care s-a intamplat omenirii. 2016. <http://www.ziare.com/internet-si-tehnologie/roboti/stephen-hawking-inteligenta-artificiala-poate-fi-cel-mai-bun-sau-cel-mai-rau-lucru-care-s-a-intamplat-omenirii-1440453>. Accesat: 15.12.2019.
296. Schoenemann P. Th. Evolution of the size and functional areas of the human brain. *Annual Review of Anthropology. Palo Alto, CA: Annual Reviews. 35: 379–406. 2006.* doi:10.1146/annurev.anthro.35.081705.123210. ISSN 0084-6570.
297. Bergson H. Evoluția creatoare (trad. Sporic V.). Ed. Institutul European. 1998, 335 p. ISBN 973-586-132-1.
298. Carcea M., Cantemir L. Bazele creației tehnice: psihologia creativității. Universitatea Tehnică „Gh. Asachi” din Iași, rotaprint, 1998. 165p.
299. Dicționar enciclopedic, vol.1. București: Editura Enciclopedică, 1993.
300. Webster's Encyclopedic Unabridged Dictionary of the English Language, Gramercy Books, New York, 1996.
301. Encyclopedia Britannica. 2009. Encyclopædia Britannica Online. 05 Jun. 2009, „Creativity”.
302. Le grand ROBERT de la langue française, 2^{ème} édition, 1996.
303. Torrance E. P. Test du pancee creative. Guid d’application. Paris: Les edition du Centre de psychologique appliquee, 1976.
304. Amabile T. M. et al. Assessing the Work Environment for Creativity / In: *Academy of Management Journal*, 1996, Vol. 39, No.5, pp. 1154 -1184.

305. Amabile T. M. Motivating creativity in organizations: on doing what You love and loving what You do (Creativity in Management), California Management Review, vol. 40, 1. 1997, pp.39-58.
306. NACCCE Report. All our futures: creativity, culture and education, DfEE Publications, May 1999.
307. Arons M. Creativity, humanistic psychology and the american zeitgeist, "Humanistic Psychologist", vol. 20 (2-3), 1992.
308. Guilford J. P. The nature of human intelligence. New York: Mc. Graw Hill-Book, 1967.
309. Forgays D. G., Forgays D.K. Creativity enhancement through flotation isolation / Journal of Enviromental Psychology, vol. 12(4), 1992.
310. Woodman R.W., Sawzer J.I., Griffin R.W. Toward a Theory of organizational Creativity / Review of Academy Management, vol. 18(2), 1993.
311. Ricciardelli L.A. Creativity and bilingualism / Journal of Creative Behavior, vol. 26(4), 1994.
312. Vervalin H. Ce este creativitatea? Traducere din Danis, G., Scott, J.A. Antrenarea gândirii creative New York: Holt, Reinhart, Winston, 1971.
313. Wonder J., Blake J. Creativity east and west intuition / Journal of Creative Behavior, vol. 26(3), 1992, pp. 172-185.
314. Stein M. Stimulating creativity. Group Procedures (vol. III). New York: Academic Press, 1975.
315. Wolfle D. The Discovery of Talent. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1969: p.138.
316. Odobleja Șt. Psihologia consonantistă. București: Editura Științifică și Enciclopedică, 1982.
317. Dulgheru V., Cantemir L., Carcea M. Manual de creativitate. Chișinău: Editura Tehnica. 2000. 256 p.
318. Moraru I. Știința și filosofia creației. București: Editura Didactică și Pedagogică, 1995.
319. Wallas G. The art of thought. Harcourt: Brace a World, 1926.
320. Landau E. Psihologia creativității. București: Editura Didactică și pedagogică, 1979.
321. Taylor I., Smith P. The nature of creativity process / In Smith (Ed.). Creativity an examination of the creativity process. New York: Hastings House, 1959.
322. Cantemir L., Carcea M. I. Model ipotetic al procesului de creație / Conferința Națională de Inventică. Iași, 1994.
323. Racle G. La pedagogie interactive – au croisement de la psychologie modern et de la pedagogie. Paris: Ed. Retz, 1983.

324. Vervalin H. Ce este creativitatea? Traducere din Danis, G., Scott, J. A. Antrenarea gândirii creative. New York: Holt, Reinhart, Winston, 1971.
325. Roșca, Al., Munteanu G., Radu I., Stoian P., Zorgo B. Creativitate, modele programare. București: Editura Științifică, 1967.
326. Munteanu A. Incursiuni în creatologie. Timișoara. Editura Augusta, 1994.
327. Jurnal of Creative Behaviour, vol. 26, nr. 3, Third Quarter, 1992.
328. Stoica A. Spre o paradigmă holistă a creativității. Simpozionul „Zilele Academiei Ieșene”, 1995.
329. Landau E. Psihologia creativității. București: Editura Didactică și pedagogică, 1979.
330. Guilford J. P. The nature of human intelligence. New York: Mc. Graw Hill-Book, 1967.
331. Lowenfeld V., Beittel K. Criterii interdisciplinare ale creativității în știință și artă, traducere din „*Research Yearbook of the national art education*”, 1959.
332. Osborn A. F. L’imagination constructive. Paris, Dunod, 1969.
333. Munteanu A. Incursiuni în creatologie. Timișoara. Editura Augusta, 1994.
334. Golann S. E. Psychological study of creativity. Psych. Bull., 6/1963.
335. Belous V. Inventica. Editura „Gh.Asachi”, Iași, 1992.
336. Stoica A. Spre o paradigmă holistă a creativității / Simpozionul „Zilele Academiei Ieșene”, 1995.
337. Guastello S. J. ș. a. Cognitive facilities and creative behaviors. CABS and Consequences / In Journal of Creative Behaviour, 4/1992.
338. Ludwig A. The Creative Achievement Scale. Creative Research J., 2/1992.
339. Belous V. La performantique: l’ingenierie de la performance humaine. Iassy. Editura „Gheorghe Asachi”. 1994, 174p.
340. Polovinkin A. I. Osnovy ingenernogo tvorchestva. Moskva: Mașinostroenie. 1988.
341. Peters J., Van Brussel H. Mechatronics revolution and engineering education. European, Journal, vol. 34, nr. 1, 1989, pag. 5-8.
342. Dulgheru V., Cantemir L., Carcea M. Creativitate tehnică: ghid practic. Chișinău: Ed. SRE UTM: 2005, 180 p.
343. Gordon W. J. J. Synectics: The Development of Creative Capacity. New York: Harper and row, Publishers, 1961.
344. Bobancu Ș., Cozma R. Lixăndreanu D., Foișoreanu V. Tehnici de creativitate. Brașov: Editura LUXLIBRIS, 1998, 178p.
345. Altshuller G. S. ș. a. Poisk novyh idei: ot ozarenia k tehnologii. Chișinău: Cartea Moldovenească, 1989.

346. Zwicky F. Discovery, invention, research: through the morphological approach, MacMillan. 1969. 276p. ISBN: 978-1114243064.
347. Osborn A. F. Applied Imagination: principles and procedures of creative problem-solving. 3rd revised editions, Lee Hastings Bristol, Scribner, 1979. ISBN 978-0023895203.
348. Crum L.W. Ingineria valorii. București: Editura Tehnică, 1976, pag. 97-101.
349. Belous V. Manualul inventatorului. București: Editura Tehnică, 1990, 302 p.
350. Thring M.W., Laithwaite E.R. Kak izobretat'? Moskva: Mir, 1980.
351. Petrovici N. T., Turicov V. M. Put' k izobreteniyu: Deseat'' shagov. Moskva: Molodaya gvardiya, 1986.
352. Kaufman A., Fustier M., Drevet N. L'Inventique. Paris: Entreprise Moderne d'édition, 1971.
353. Crecetov V. Dicționar de proprietate industrială. Chișinău: Editura AGEPI, 2005, 360 p. ISBN 9975-911-48-X
354. Moisei A. Ghid practic privind protecția proprietății intelectuale în Republica Moldova în domeniul științelor aplicate. Chișinău: Editura AGEPI, 2012. 125 p.
355. Dulgheru V., Tofan I. Principiile creației inginerești. Chișinău: Știința, 1991, 164 p.
356. Legea privind protecția invențiilor. nr. 50-XVI/2008/Agenția de Stat pentru Proprietatea Intelectuală. Chișinău, AGEPI, 2008. 80p.
357. Legea privind protecția desenelor și modelelor industriale. nr. 161-XVI/2007/ Agenția de Stat pentru Proprietatea Intelectuală. Chișinău, AGEPI, 2007. 132p.
358. Legea privind protecția mărcilor. nr. 380-XVI/2008/Agenția de Stat pentru Proprietatea Intelectuală. Chișinău, AGEPI, 2008. 100p.
359. Legea privind protecția indicațiilor geografice, denumirilor de origine și specialităților tradiționale garantate. nr. 66-XVI/2008/Agenția de Stat pentru Proprietatea Intelectuală. Chișinău, AGEPI, 2008. 132p.
360. Legea privind dreptul de autor și drepturile conexe. nr. 139-XVI/2010/Agenția de Stat pentru Proprietatea Intelectuală. Chișinău, AGEPI, 2010. 164p.
361. Legea privind protecția topografiilor circuitelor integrate. nr. 655-XIV/1999/ Agenția de Stat pentru Proprietatea Industrială. Chișinău, AGEPI, 1999. 32p.