

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Scripcenco, A., Cîrja, J., Ceban, I., plugaru, V., Ivașco, V. Elaborarea metodologiei de cercetare a stării de confort al bolnavilor spitalizați. Conferența Tehnico-Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, book of abstracts/proceedings, Edited by Univ. Tehn. a Moldovei, Chisinau, 2012, pp.203-205. ISBN 978-9975-45-208-3.
- [2] Скрипченко, А., Чебан, И., Кыржа, Ж., Ивашко, В., Плугару, В. Определение требований к одежде для больных с ограниченной двигательной активностью. Conferența Tehnico - Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, 8 – 12 dec. [2011 a Univ. Tehn. a Moldovei: în vol.3 / Univ. Tehn. a Moldovei; [col. red.: Valeriu Dorogan]. – Ch.: UTM, 2012, 209-213 p., ISBN 978-9975-45-208-3.
- [3] Харлова, О.Н. Методологические основы проектирования и формирования качества больничной одежды различного ассортимента. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. Москва, 2011, 48 с.
- [4] Климчук, Т.В., Герасименко О.Н., Дробышев, В.А. Организация сестринского ухода с применением специализированной медицинской одежды для постинсультных больных. [Электронный ресурс]/ Медицина и образование в Сибири: сетевое научное издание. — 2013. — №3. —Режим доступа: (http://www.ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=985) —Дата обращения: 12.10.2015.
- [5] Sorocean L. Asigurarea confortului produselor vestimentare pentru pacienți imobilizați pe termenul îndelungat. Teza de master, Chisinau, 2016.
- [6] Пат. US 20130276202 A1 Adjustable front-opening hospital gown/ Michael P. Forbes, Patrick Houin, Frantz Mondesir, Callie Clark US 13/834,877, Заявл. 15.03.13, опубл. 24.10.13.
- [7] Пат. US 20110247122 A1 Gown And Method Of Use Thereof/ Brenda Burke US 13/084,131; Заявл. 09.04.10, опубл. 13.10.11.

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕПЛОГО И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

ВЛАСЕНКО Виктория¹, АРАБУЛИ Светлана¹, ЕРМАКОВА Ирэна²

¹Киевский национальный университет технологий и дизайна, Украина

²Международный центр информационных технологий
и систем ЮНЕСКО, Киев, Украина

Реферат: *Описана компьютерная модель системы терморегуляции человека, которая учитывает конструкцию одежды, свойства текстильных материалов, параметры воздушной среды, интенсивность и вид физической нагрузки, выполняемой человеком. Модель позволяет оценить функциональное и тепловое состояние человека. Приведены результаты компьютерных экспериментов, показывающие динамику происходящих физиологических процессов в организме человека.*

Ключевые слова: *модель, терморегуляция, человек*

1. ВВЕДЕНИЕ

Современные методы обеспечения температурного комфорта жизнедеятельности человека в различных условиях среды формируются в значительной степени на основании результатов математического моделирования и информационных технологий. Предварительный прогноз функционального состояния человека в зависимости от условий среды, качества одежды или защитного снаряжения, степени его физической активности и характера деятельности позволяет определить границы эффективной деятельности человека и его безопасности. Применение информационных технологий в целях обеспечения комфортных условий при выполнении работы состоит в том, что можно имитировать ситуации методично невыполнимые, а порой недопустимы при наблюдении на людях.

Цель работы - разработка компьютерной модели, позволяющей прогнозировать динамические изменения в организме человека в зависимости от свойств одежды и интенсивности физической активности человека в различных условиях рабочей среды.

2. ОПИСАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕПЛОГО И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Метод решения задач при применении информационных технологий развит на основе динамических мультикомпарментальных математических моделей энергетических процессов, теплообмена и терморегуляции человека [1, 2].

Геометрическая форма тела человека аппроксимирована набором многослойных цилиндров и сферы. Каждый компартмент (слой цилиндра или сферы) соответствует определенному органу или ткани. В данном исследовании рассматривается аппроксимация тела человека компартментами без одежды (рис. 1). Голова человека представлена двухслойной сферой, внешний слой которой соответствует коже, а внутренний - мозгу. Тело человека условно разделена на 13 цилиндров: туловище, плечи, предплечья, кисти, бедра, голени, стопы. Туловище представлено следующими компартментами - внутренние органы, мышцы, жир и кожа; руки и ноги - мышцы, жир, кожа; кисти и стопы - мышцы и кожа. Кровь выделена отдельным компартментом, участвующим в теплообмене со всеми остальными компартментами.

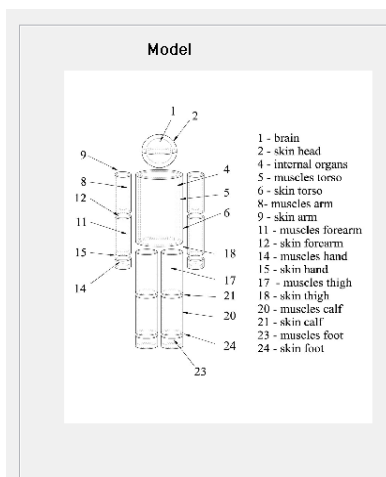


Рис. 1: Аппроксимация тела человека

Программное обеспечение реализовано в среде Borland C ++ Builder 6. На рис.2 показано главное меню, которое демонстрирует главные возможности программного продукта.

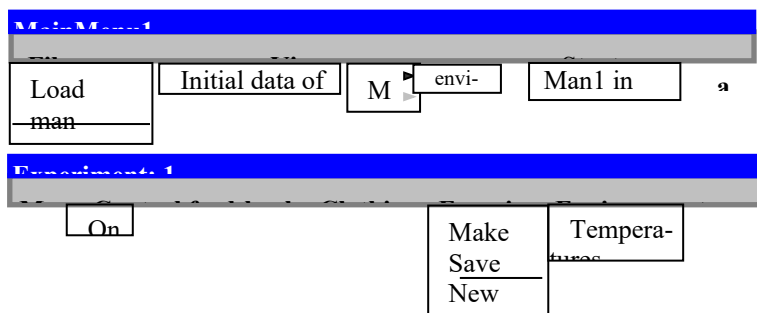


Рис. 2: Главное меню

Интерфейс программы разделен на несколько вкладок для ввода данных, каждая из которых позволяет моделировать соответствующую ей ситуацию.

Модель предполагает пребывание человека на воздухе. При моделировании пребывания человека на воздухе задаются температура, влажность, а также скорость движения воздуха (рис. 3).

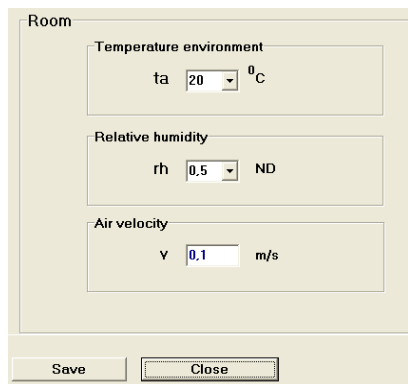


Рис. 3: Фрагмент интерфейса программы: ввод параметров воздуха

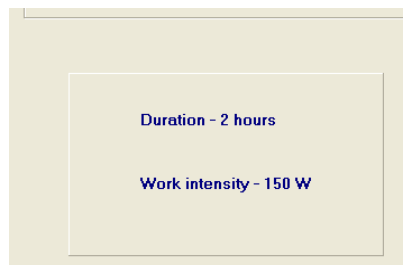


Рис. 4: Фрагмент интерфейса программы: ввод параметров продолжительности работы и интенсивности нагрузки на человека.

Модель дает возможность задавать интенсивность и вид физической нагрузки, выполняемой человеком (рис.4).

При моделировании одежды учитываются основные характеристики текстильных материалов: сопротивление испарению влаги (Ref), индекс влагопроницаемость (ip), вес ткани (mass), теплоизоляция (Rf), коэффициент для коррекции поверхности участка тела, на котором есть одежда (fcl) и толщина ткани (рис. 5). Введение этих основных характеристик одежды в математическое описание расширяет возможности технологий для внедрения в практику разработку средств защитного снаряжения в экстремальных условиях.

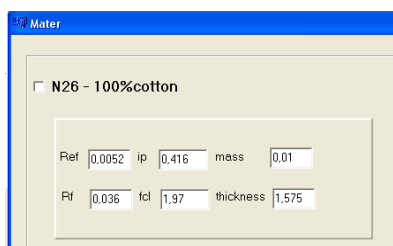


Рис. 5: Фрагмент интерфейса программы: ввод параметров текстильных материалов

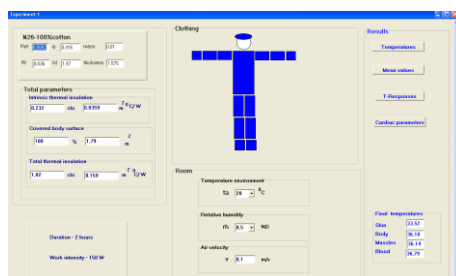


Рис. 6: Фрагмент интерфейса программы: моделирование защитной одежды

После выбора текстильных материалов и конструкции одежды, используя

описываемую модель, получаем прогноз функционального состояния человека в одежде в определенных условиях среды. Это позволяет прогнозировать динамику локальных температур тела, тепловых потоков, кровотоков, потоотделения, метаболических процессов, сердечного выброса, частоты сердечных сокращений и некоторых др. По окончании вычислительного эксперимента программная модель делает заключение относительно дальнейшего выбора характеристик тканей и конструкции одежды для достижения теплового комфорта человека в определенных условиях.

Результаты экспериментов представляются в графическом и табличном видах (Results). Results содержит выпадающее меню с несколькими позициями: Temperatures, Mean values, T-Responses, Cardiac parameters (Температуры, Средние значения, Т-ответ и Кардио-параметры). На рис.6 показан фрагмент интерфейса программы.

Вкладка Temperatures (рис.7) показывает динамику изменения локальных температур тела человека в выбранных условиях вычислительного эксперимента: физиологические параметры человека, мощность и продолжительность работы, свойства одежды, характеристики среды и времени эксперимента.

Вкладка Mean values (рис.8) показывает динамические изменения средних температур тела, крови, кожи, мышц, а также тепловых потоков (теплопроводность, конвекция, излучение и др.).

Вкладка T-Responses (рис.9) открывает окно для просмотра физиологических реакций скелетных мышц.

Вкладка Cardiac (рис.10) parameters показывает характеристики сердечно-сосудистой системы (сердечный выброс, частота сердечных сокращений, ударный объем крови, температура крови).

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

При компьютерном прогнозировании состояния человека в заданных условиях принято использовать так называемую модель «стандартного человека». Биофизиологические характеристики «стандартного человека» приведены в работе [3]. Характеристики «стандартного человека»: мужчина; 25 лет; вес 70 кг; рост 170 см; относительное количество жира составляет 15 процентов от веса тела, площадь поверхности тела 1,8 м². Интенсивность нагрузки 150 Вт; продолжительность пребывания в рабочей среде 2 часа. Человек одет в белье из 100% хлопка.

Результаты одного из вычислительных экспериментов представлены на рис. 7, 8, 9,10. Характеристики воздушной рабочей среды: температура 20°C, относительная влажность 50%, скорость движения воздуха 0,1 м / с.

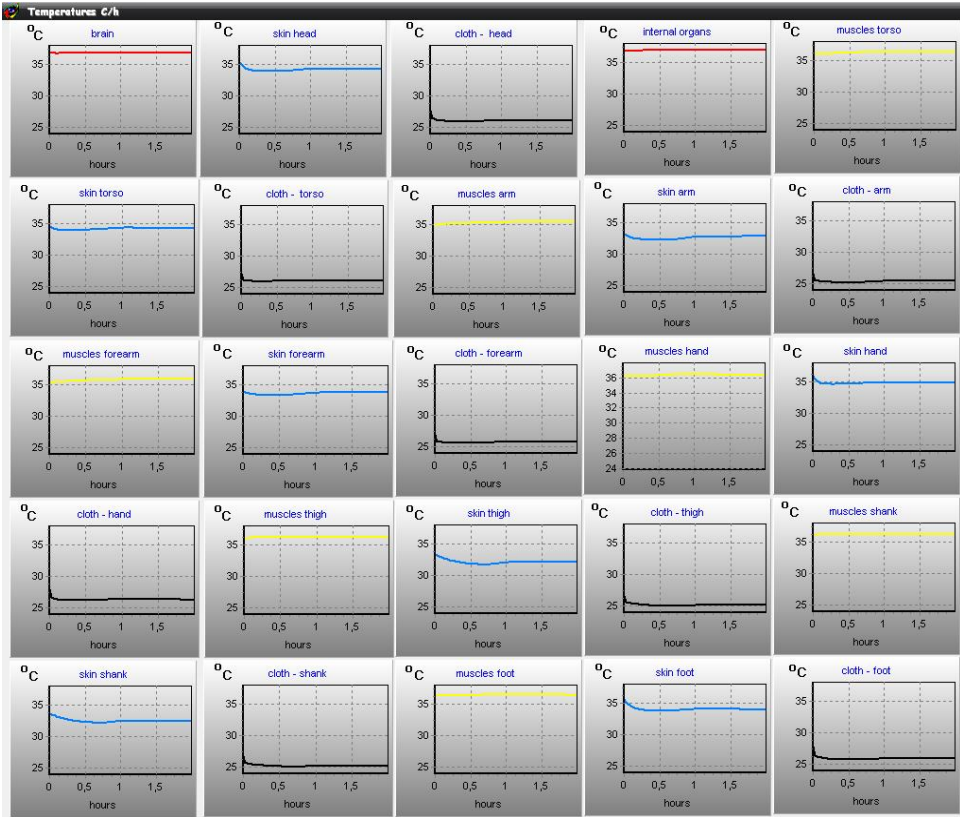


Рис. 7: Фрагмент интерфейса программы: позиция Temperatures

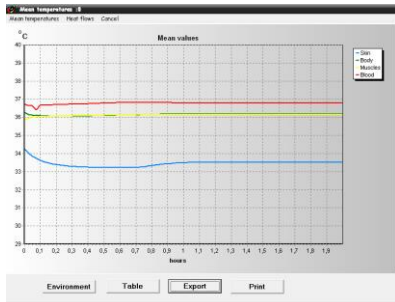


Рис. 8: Фрагмент интерфейса программы: позиция Mean values



Рис. 9: Фрагмент интерфейса программы: позиция T-Responses

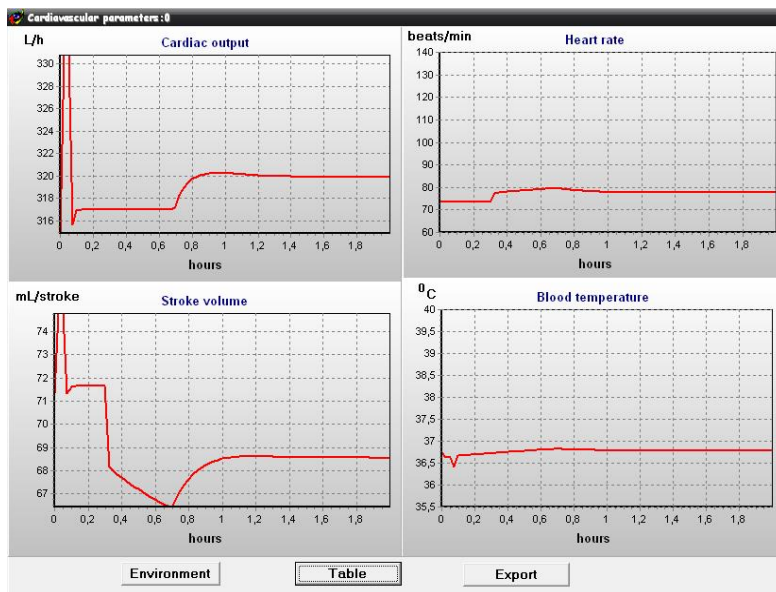


Рис.10: Фрагмент интерфейса программы: позиция Cardiac parameters

ВЫВОД

Работа с компьютерной моделью аналогична реальному мониторингу физиологического состояния человека и предоставляет для анализа динамику более 150 показателей состояния человека, которые возникают при взаимодействии со средой.

Применение компьютерной модели позволяет оценить тепловой комфорт и сделать предупреждающий вывод о безопасности деятельности персонала в указанных условиях. Компьютерная модель позволяет также решать задачи, связанные с разработкой средств защитного снаряжения и прогнозом физиологического состояния человека в различных условиях окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Yermakova I.* Mathematical modeling of thermal processes in man for development of protective clothing // J. of the Korean society of living environmental system. – 2001. – 8, N 2. – P. 127–133.
- [2] *Ермакова И.И.* Информационная платформа мультикомпарментальных моделей терморегуляции человека // Кибернетика и вычислительная техника. –2013. – 174. – С. 81-91.
- [3] http://www.kevinboone.com/PF_biodat_stdman.html.