

## Программный комплекс математического моделирования системы физической нагрузки

<sup>1</sup>Юлия Александровна Уварова

<sup>2</sup>Павел Евгеньевич Уваров

<sup>1</sup> Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Россия  
191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48

Аспирант

E-mail: Northernlioness@yandex.ru

<sup>2</sup> Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Россия  
191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48

Аспирант

E-mail: pauknone@yahoo.com

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы программной поддержки генерации программ тренировок и принятия решений по управлению физическими нагрузками тренируемых в фитнес-центре, основанными на базе знаний, включающей сведения из различных методик и программ тренировок и питания, на формировании баз данных об индивидуальных характеристиках тренируемых.

**Ключевые слова:** компьютерное моделирование, программирование, комплексы программ (software), автоматизация управления, фитнес.

УДК  
519.711.2+0  
04.413.2

В настоящее время одним из актуальных направлений социального развития в России являются комплексы мероприятий, направленных на формирование здорового образа жизни. Спортивные, оздоровительные и фитнес-центры бурно развиваются, количество их посетителей непрерывно увеличивается.

Инструктор/тренер по фитнесу вынужден учитывать большое количество взаимосвязанных между собой параметров физической нагрузки с учетом индивидуальных особенностей и желаний для каждого тренируемого. Регуляция нагрузок производится инструктором с учетом системы питания тренируемого.

Спрос на услуги по организации **индивидуально ориентированных физических нагрузок** определяет острую необходимость в автоматизированной поддержке (**software**) [1, 2] процесса разработки инструкторами (тренерами) по фитнесу **моделей** тренировок в соответствии с целевым назначением.

Разработанный программный комплекс (software) обладает **базами данных (MySQL)**:

- учета индивидуальных характеристик (реестр личных дел тренируемых);
- формирования графика (календаря) тренировок;
- упражнений и их комплексов, объединенных в программы тренировок;
- сведений о биологически активных добавках и их сочетаниях;
- характеристик продуктов питания и их совместимости.

Над уровнем данных программного комплекса (software) сформирована **интеллектуальная надстройка** [многоуровневая система SQL-запросов в совокупности с матрицами переходов], позволяющая посредством **правил продукции** смоделировать наиболее эффективную систему тренировок и питания. Дружественный интерфейс пользователя разработан средствами Java. На основании принципов Вейдера [3] возможно уточнение модели по мере наполнения баз данных как сведениями о субъекте тренировок, так и по мере совершенствования экспертной системы.

Важной индивидуальной характеристикой тренируемого является масса тела. Для анализа столь значимого параметра введен многомерный массив индексов массы тела (Кетле [4], Брок [5], Габс, Брейтман, Бернгард, Лоренц, М.Э. Дебейка [6]), синхронизированный с соответствующими формулами, условиями применения формул и

правилами продукции (таблицы 1–2), совокупное применение которых позволяет подготовить выводы о степени достаточности массы тела тренируемого.

Таблица 1

### Оценка массы тела по индексу Кетле

Значение индекса Кетле [3]	<16	16–18	19–25	26–30	31–35	36–40	>40
Оценка массы тела	Дефицит	Недостаточная	Норма	Избыточная (предожирение)	Ожирение I степени	Ожирение II степени	Ожирение III степени

Таблица 2

### Оценка массы тела по индексу М.Э. Дебейки

Рост 145 см	Телосложение хрупкое			Телосложение нормальное			...
Значение индекса М.Э. Дебейки [5]	<51	51-55,5	55,5>	<54,5	54,5-60,5	60,5>	...
Оценка массы тела	Ниже нормы	норма	Выше нормы	Ниже нормы	норма	Выше нормы	...

Определение типа телосложения в экспертной системе производится с помощью индекса Соловьева.

Оценка массы тела позволяет подготовить наиболее общее первичное решение – *снижать/поддерживать/набирать* массу тела.

Поддержку принятия решений по траекториям питания обеспечивают правила продукции в отношении калорийности основного обмена на основе формул Гарриса–Бенедикта [7] и Кетча–МакАрдила [8], а в отношении суточной потребности тренируемого в калориях [9] на основе матрицы коэффициентов активности (таблица 3).

Таблица 3

### Шкала коэффициентов физической активности

Характеристика активности	сидячий образ жизни	Небольшая	Умеренная	Высокая	Очень высокая
Коэффициент активности	1,2	1,375	1,55	1,725	1,9

Влияние температуры внешней среды на суточную потребность в калориях учитывается коэффициентами:

- в холодное время года, при отрицательных температурах, полученное значение (ккал) увеличивается на 10–15 %;

- при высоких температурах (> +25°C) уменьшается на 5 %.

В **экспертной системе** представлены **правила продукции** для расчета суточной потребности в белках, жирах и углеводах, а также руководства по регуляции их количества в зависимости от поставленной цели.

На основе подготовленных решений по потребности тренируемого в белках, жирах и углеводах, с учетом времени бодрствования и профиля активности, списка употребляемых, предпочитаемых и разрешенных продуктов и блюд генерируется **программа питания**. В ней учитывается благоприятное время приема пищи, ее состав, объем и энергоемкость. При генерации программы питания поисковик производит подбор блюд, удовлетворяющих комплексу требований с учетом «делимости» блюда. То есть встроенный виртуальный агент может вычислить долю от эталонного блюда (например, выделить порцию не в 100 г салата, а в 50 г). Если в базе данных нет блюда, удовлетворяющего условиям, то инструктору дается сообщение о необходимости пополнения списка продуктов и блюд с указанием конкретных характеристик.

**Программа тренировок** составляется для каждого тренировочного дня условной недели из конкретных упражнений [10, 11], представленных в базе данных. Правилами

продукции этого модуля учитывается множество факторов указанного профиля. Например, устанавливаются приоритеты, временные промежутки между тренировкой одной и той же мышечной группы, цикличность, указывается, будет ли применяться принцип прогрессивной сверхнагрузки, принципы Вейдера (приоритета, флашинга, суперсерии/трисета, предварительного истощения, шокирования, применения вставочных подходов), соотношение базовых и изолирующих упражнений и др.

Основой **базы знаний** программной среды (software) являются семантические сети. Примеры фрагментов семантических кластеров приведем на рисунках 1–4.

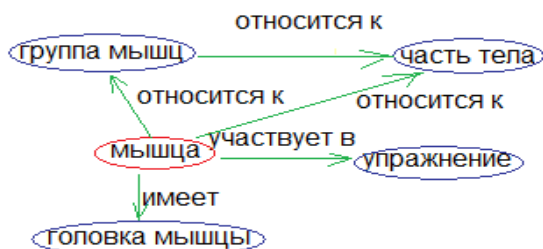


Рис. 1. Фрагмент «Мышца»

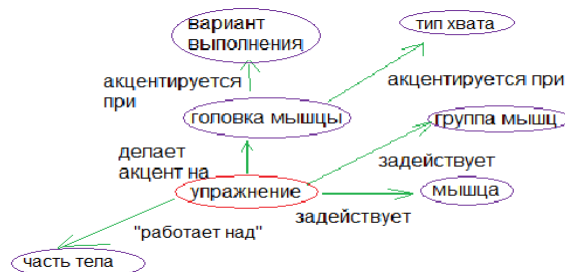


Рис. 2. Фрагмент «Упражнение»

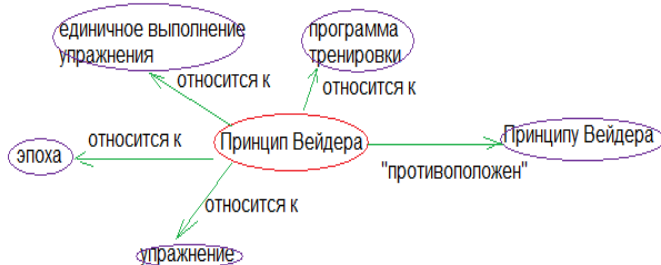


Рис. 3. Фрагмент «Принцип Вейдера»

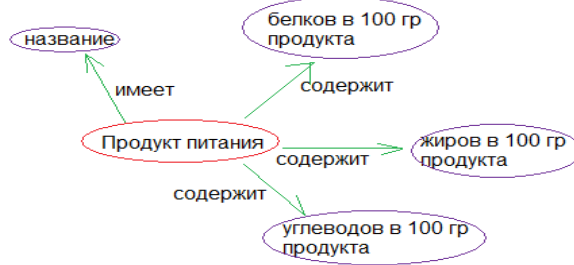


Рис. 4. Фрагмент «Продукт питания»

Для хранения сведений об индивидуальных параметрах тренируемого, семантических сетях и правилах продукции, правилах перехода и поиска для принятия решений, матрицах коэффициентов и других необходимых сведений разработаны базы данных.

**Заключение.** Разработанная автоматизированная поддержка в актуальном состоянии системы управления тренировками в фитнес-центре позволяет инструктору с минимальными затратами времени сформировать и корректировать по мере уточнения наиболее оптимальную программу физических нагрузок и питания тренируемого с учетом ряда его индивидуальных особенностей.

**Примечания:**

1. Калянов Г.Н. CASE-технологии: консалтинг в автоматизации бизнес процессов. М.: Горячая линия – Телеком, 2002. 320 с.
2. Лаврухин В.С. Методы и программные средства поддержки принятия решений на основе нечеткого обратного вывода. Дис... канд. техн. наук: 05.13.11 [Смоленск: Филиал Моск. энергет. ин-та, 2010. 102 с.]. [Электронный ресурс] // ЭБД РГБ. URL: <http://dlib.rsl.ru/01004724122> (дата обращения: 03.05.2012).
3. Принципы Вейдера [Электронный ресурс] // Сайт «Все о здоровом образе жизни». URL: <http://sportzal.com/post/856> (дата обращения: 03.05.2012).
4. Индекс массы тела [Электронный ресурс] // Википедия – свободная энциклопедия. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 03.05.2012).
5. ИМТ (BMI), индекс Брока и другие популярные формулы расчета идеальной массы тела человека [Электронный ресурс] // Сайт mefil.ru «Ожирение». URL: <http://mefil.ru/raschet-idealnoy-massyi-tela-cheloveka/imt-bmi-indeks-broka-i-drugie-populyarnyie-formulyi-rascheta-idealnoy-massyi-tela-cheloveka> (дата обращения: 03.05.2012).

6. Формула идеального веса: индекс массы тела и индекс Дебейки [Электронный ресурс] // Женский портал LadyShine.com. URL: <http://www.ladyshine.com/482-formula-idealnogo-vesa-indeks-massy-tela-i-indeks-debejki.html> (дата обращения: 03.05.2012).

7. Формула Харриса–Бенедикта [Электронный ресурс] // Сайт Медицинского центра «Ваше здоровье». URL: <http://www.rostmaster.ru/lib/diabetproblem/diabetes-0039.shtml> (дата обращения: 03.05.2012).

8. Основной обмен веществ: Калькулятор калорий для похудения и набора массы [Электронный ресурс] // Сайт fitfan.ru. URL: <http://fitfan.ru/novichkam/795-bmr.html> (дата обращения: 03.05.2012).

9. Олейник С.А. и др. Спортивная фармакология и диетология. М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2008. 256 с.

10. Делаваье Ф. Анатомия силовых упражнений для мужчин и женщин / Фредерик Делаваье // Пер. с фр. О.Е. Ивановой. М.: РИПОЛ классик, 2008. 144 с.

11. Вайнек Ю. Спортивная анатомия / Пер. с нем. В.А. Куземиной // Науч. ред. А.В. Чоговадзе. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 304 с.

### Software System of Physical Load Mathematical Modeling

<sup>1</sup> Julia A. Uvarova

<sup>2</sup> Pavel E. Uvarov

Herzen State Pedagogical University of Russia, Russia  
48 Moyka Embankment River, St. Petersburg 191186  
postgraduate student

<sup>1</sup> E-mail: Northernlioness@yandex.ru

<sup>2</sup> E-mail: pauknone@yahoo.com

**Abstract.** The article is concerned with the questions of software support of generation of training programs and decision-making, concerning physical loads management of trainees in fitness center, based on the knowledge, including data from various training and nutrition techniques and programs, on creation of databases, regarding individual characteristics of trainees.

**Keywords:** computer modeling, programming, program systems (software), control automation, fitness.

UDC 519.711.2+00 4.413.2
--------------------------------