

УДК 004.4:796.0

Н. М. ДУБИНИН, Б. Г. ЛУКЬЯНОВ, С. Л. НЕУСТРОЕВ**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ТРЕНИРОВОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ ОЗДОРОВЛЕНИЯ
СЛУЖАЩИХ ПОСРЕДСТВОМ СИЛОВЫХ УПРАЖНЕНИЙ**

Рассматривается создание информационно-управляющей системы тренировочного процесса (ТП) оздоровления силовыми упражнениями людей с малой повседневной физической нагрузкой. Разработаны алгоритмы автоматизированного тестирования, прогнозирования уровня здоровья и планирования тренировочного процесса. *Информационная система; тренировочный процесс; планирование нагрузки; критерии здоровья; прогнозирование; максимальное потребление кислорода*

ВВЕДЕНИЕ

В современном обществе все больше людей занимается умственным трудом, служат в государственных учреждениях, школах, вузах и других организациях, где отсутствует необходимый человеку объем ежедневной физической нагрузки. В результате нарушается нормальный психофизиологический обмен в организме. Это приводит к ухудшению здоровья: появлению сердечной недостаточности, утомляемости, лишнего веса тела и другим нежелательным отклонениям.

Эффективным средством улучшения и поддержания здоровья в этих случаях и для устранения любых психических нагрузок является занятие физическими упражнениями [1, 6]. Особенно силовыми упражнениями, где нагрузка может дозироваться, подбираться индивидуально, усложняться и корректироваться по мере занятий. Известно, что силовые упражнения, выполненные в аэробном режиме, применяются в тренировочном процессе с целью повышения уровня здоровья, а планирование тренировочной нагрузки, как показывают исследования в силовых видах спорта, можно формализовать в виде алгоритмов и использовать для программирования [4, 7]. Однако для организации массовых занятий, направленных на оздоровление людей, под руководством и контролем одного высококвалифицированного тренера с использованием силовых упражнений возникает проблема с индивидуализацией нагрузок для каждого занимающегося. Она требует решения задач по выбору единых интегральных критериев оценки уровня здоровья, определению индивидуальных целей занятий, прогнозированию состояния занимающегося после тренировок, планированию ТП, контролю и корректировке выполняемых тренировочных нагрузок (ТН). Многочисленность расчетов по каждой из перечисленных задач требует создания информационной системы ТП с единой базой данных и доступом по сети Интернет для индивидуальных занятий отдаленных пользователей.

В настоящее время известны информационные и экспертные системы [6, 8], которые используются для решения перечисленных задач. Однако они решают отдельные этапы управления ТП в различных видах спорта и в них не автоматизирована

поддержка принятия решения по различным операциям расчета параметров ТП людей, занимающихся выполнением набора силовых упражнений для поддержания уровня здоровья.

**1. ОРГАНИЗАЦИЯ
ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА СЛУЖАЩИХ**

Вопросам организации ТП спортсменов посвящено множество фундаментальных работ [4, 6], известно большое количество трудов посвященных исследованию в области оздоровительной физкультуры [8]. Анализ этих работ и процесса тренировок позволяет организацию ТП индивидуума укрупнено представить в виде схемы, показанной на рис. 1. На этой схеме сплошными линиями определен контур управления по выполнению запланированной нагрузки с корректировкой плана при отклонениях. Пунктирными линиями контур управления и контроля учитывает информацию в мезоциклах, особенности ТП, периодичность и объем нагрузок на длительный период тренировок, изменение уровня здоровья.

Состояние здоровья обычно оценивается множеством показателей и существенно зависит от индивидуума, возраста занимающегося, его образа жизни. Естественно, с целью упрощения расчета режима тренировок возникает необходимость в сокращении числа параметров, оценивающих качество ТП. Поэтому на основании работ [1, 8] был выбран интегральный критерий уровня здоровья – максимальное потребление кислорода (МПК), который принят за основной критерий регулирования и оценки уровня здоровья для управления ТП. В качестве показателей для корректировки плана при существенных отклонениях приняты средняя интенсивность и общий объем в недельных тренировках, как показано на рис. 1.

ТП служащих начинается с автоматизированного тестирования занимающегося, позволяющего определить его психофизическое состояние. Параметры тестирования заносятся в базу данных (БД), на основе которых затем определяется уровень здоровья служащего. На основе результатов тестирования и обсуждения состояния занимающегося с тренером осуществляется выбор целей ТП. На следующем этапе выполняется прогнозирование изменения

уровня здоровья по критерию МПК с помощью статистики предыдущих занятий. На основе МПК и динамики предыдущих занятий осуществляется планирование ТН модулем расчетов информационно-системы управления (ИСУ) ТП на мезоцикл (тренировочный период равный одному календарному месяцу). В полученном плане тренер может сделать необходимые корректировки.

Выполнение запланированной ТН осуществляется под непосредственным контролем тренера. По окончании тренировочного занятия (ТЗ) регистрируется выполненная нагрузка в БД. Перед каждым ТЗ осуществляется обработка статистических данных, при которой анализируются отклонения в выполнении плана. В случае невыполнения плана осуществляется перепланирование ТН. Для оценки эффективности управления ТП используются данные о выполненной нагрузке, результаты тестирования и информация о динамике изменения уровня здоровья, хранящиеся в БД.

В ходе анализа способов расчета МПК выбран тест $PWC170$ [1]. Предлагается рассчитывать МПК по алгоритму, представленному на рис. 2. Для расчета данных занимающийся выполняет две пятиминутных эталонных нагрузки с перерывом в 3 минуты. При этом каждый i -й индивидуум поднимается на первую и вторую ступеньки высотой $h_1=0,133$ м и $h_2=0,26$ м. Темп движения задается метрономом. После выполнения нагрузок замеряется пульс, данные автоматически заносятся в БД.

В алгоритме автоматизированного тестирования использованы следующие обозначения: m_i – масса i -го обследуемого (кг); h_1, h_2 – высота сту-

пеньки степ-теста в первой и второй нагрузке соответственно (м); n_1, n_2 – число восхождений на ступеньку в минуту; W_{1i} и W_{2i} – мощность первой и второй нагрузок для i -го обследуемого (кгм/мин); f_{1i} и f_{2i} – частота сердечных сокращений (ЧСС) после первой и второй эталонной нагрузки; B_i – возраст обследуемого; Δ_i – разница между рассчитанным значением и средним значением МПК для определенного возраста; S – количество тестируемых; $MПК_i$ – максимальное потребление кислорода i -го тестируемого.

Величина физической работоспособности $PWC170$ с учетом возраста определяется по следующей формуле [1]:

$$PWC170_i = W_{1i} + (W_{2i} - W_{1i}) \frac{191,4 - 0,87B_i - f_{1i}}{f_{2i} - f_{1i}},$$

где $PWC170$ – физическая работоспособность при изменяющейся с возрастом частоте сердечных сокращений.

Мощность выполняемой работы с использованием j -й ступеньки рассчитывается по формуле:

$$W_{ij} = 1,33 * m_i * h_j * n_j,$$

где 1,33 – поправочный коэффициент.

Установленный параметр МПК по результатам тестирования является основой для определения набора применяемых упражнений, объема нагрузки (V) и интенсивности её выполнения (I). Он используется также для определения тенденции изменения МПК на основе результатов прогнозирования и целей ТП.

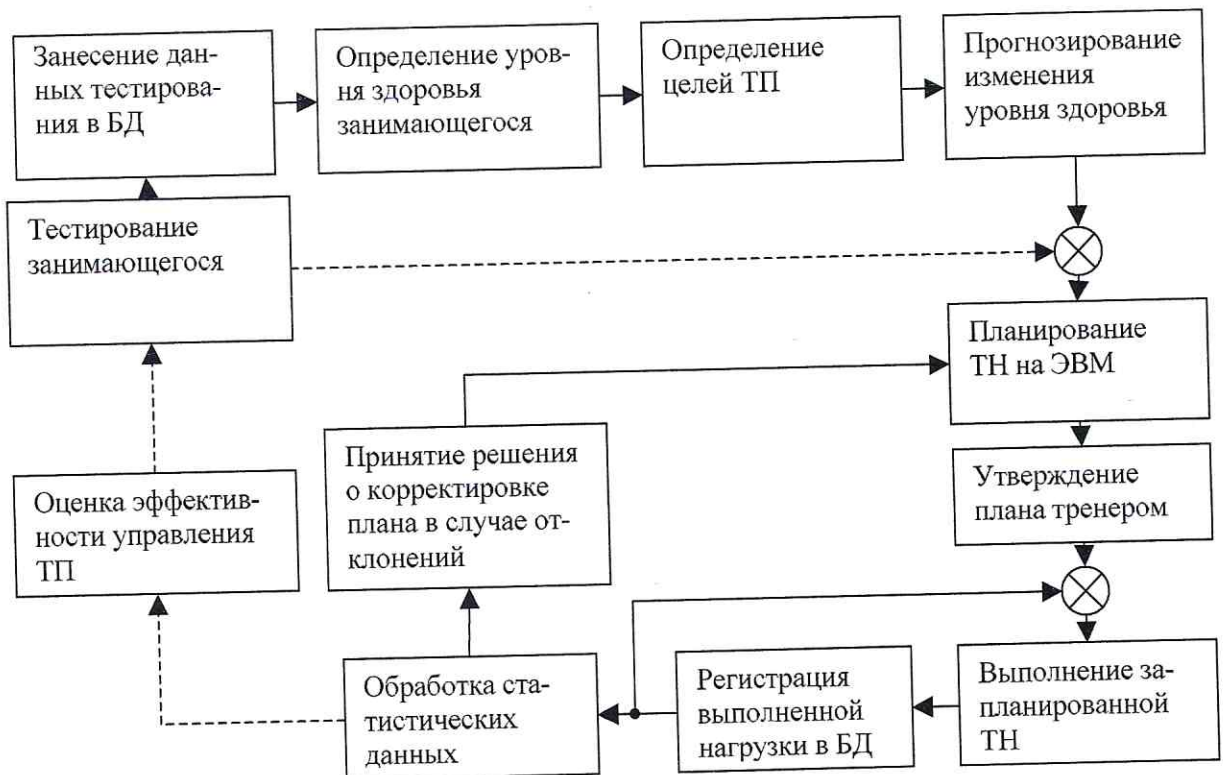


Рис. 1. Структура управления ТП с целью оздоровления

Прогнозирование МПК на основе статистических данных выполняется с помощью метода наименьших квадратов. Данный метод был выбран по результатам сопоставительного анализа применения различных способов к оценке уровня здоровья.



Рис. 2. Блок-схема алгоритма расчета МПК

На этапе логического анализа статистических данных выявлено:

- 1) МПК является возрастающей величиной при эффективном ТП;
- 2) МПК ограничено сверху постоянной величиной для определенного возраста;
- 3) функция, определяющая процесс, не имеет точку перегиба, скачков и разрывов;
- 4) функция не обладает свойством симметричности.

На основе этих показателей в расчете прогноза МПК использована логарифмическая зависимость вида

$$МПК_{(N+1)} = c \ln N - b,$$

где c и b – константы, N – номер тренировочного мезоцикла.

2. ПЛАНИРОВАНИЕ ТРЕНИРОВОЧНЫХ ЗАНЯТИЙ

Планирование ТЗ включает в себя следующие этапы [4]:

1. Расчет величин параметров общей работы в 4-х недельном МЗЦ и в каждом недельном микроцикле (МКЦ) на основе прогноза МПК;
2. Выбор эффективных упражнений и временных интервалов их применения;
3. Расчет величин параметров тренировочных нагрузок подгрупп упражнений в планируемом МЗЦ;
4. Расчет величин параметров общей нагрузки внутри недельных МКЦ;
5. Расчет объема и интенсивности нагрузки в подгруппах упражнений внутри МЗЦ;
6. Расчет величин объема и интенсивности нагрузки каждого применяемого упражнения в недельных МКЦ;
7. Расчет величины ТН подгрупп упражнений по зонам интенсивности в недельных МКЦ;
8. Расчет объема нагрузки всех применяемых упражнений в каждом занятии, распределенного по зонам интенсивности и подходам.

Особенностью планирования ТН для людей, занимающихся силовыми упражнениями с целью поддержания здорового образа жизни, является отсутствие перегрузок и, как показывает практика [5], применение упражнений с интенсивностью их выполнения менее 50%. Выбор интенсивности для ТН обычно лежит в диапазоне 20-50% с интервалом 5% (рис. 3). На графике по горизонтальной оси расположен объем ТН, выраженный в количестве подъемов снаряда (V), по вертикальной оси – интенсивность нагрузки (отношение поднимаемого веса к максимальному, выраженное в процентах) (I). Выполнение силовых упражнений с интенсивностью 50-100% применяется для повышения спортивных результатов, при этом не исключены перегрузки. Поэтому эта область ТН для массовых занятий с целью оздоровления не используется.

С целью автоматизации расчетов формализованы правила расчета управляющих тренировочных воздействий в виде закодированных граф-схем алгоритмов (ГСА).

Как показал опыт разработки ГСА [2] для расчета планируемой ТН, методика их разработки включает следующие этапы:

1. Определение правил расчета параметров тренировочной нагрузки (содержательная ГСА в терминах тренера). Данные алгоритмы представляют собой иерархический выбор и преобразование значений параметров нагрузки из таблиц, составленных на основе опыта ведущих отечественных и зарубежных тренеров, и эвристических правил, полученных в

результате системного анализа управления ТП с применением силовых упражнений

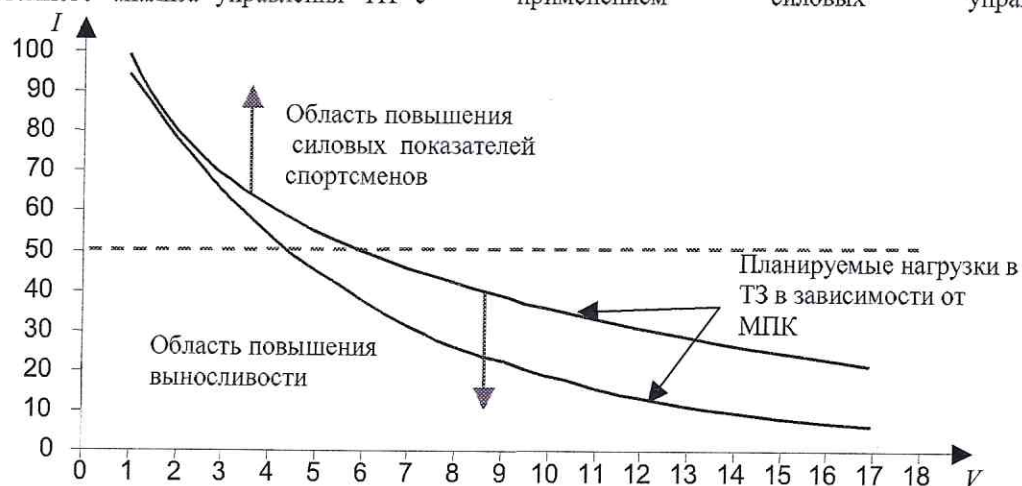


Рис. 3. Области применения силовых упражнений в ТП

2. Определение последовательности вычислений промежуточных и основных результатов.

3. Кодирование параметров и условий, участвующих в вычислениях, в виде логических функций. Представление алгоритмов в виде символической записи (закодированная ГСА и логическая схема алгоритма).

В разработанной ИСУ ТП с использованием силовых упражнений планирование осуществляется на основе предыстории выполненной ТН. Для начинающих, не имеющих предысторию ТН, предоставляется усредненный план ТП, направленный на обучение правильности выполнения силовых упражнений. В ИС создан модуль, разрабатывающий план ТН для новичков. Исходя из контингента занимающихся, новички распределяются на несколько групп, и для каждой группы рассчитывается свой план ТН, что является платформой для дальнейшей индивидуальной подготовки.

После выполнения такого первоначального этапа занятий занимающийся, имея предысторию ТН, может определить цель ТП, выбрать упражнения и тренироваться по индивидуальной нагрузке, рассчитанной ИС и утвержденной тренером.

Для повышения эффективности работы тренера осуществляется операция составления этапного и текущего планирования ТП на основе информационных технологий. При этом для автоматизированного управления ТП создана БД с пакетом прикладных программ (ППП) обработки информации. ППП использует при расчетах базу знаний (БЗ), в которой хранятся все необходимые для планирования справочники и алгоритмы расчетов. Алгоритм планирования ТП очень сложен и требует учета огромного количества параметров, поэтому БЗ постоянно корректируется и пополняется. В нее заносятся данные, влияющие на здоровье и выполнение ТН, и такие внешние воздействия, как питание, сон, стрессовые состояния, болезни и др.

ППП обрабатывает результаты деятельности занимающихся, создает план ТП на текущий период времени, выдает по запросу тренера необходимую

информацию о результатах тренировочной деятельности, а также об эффективности проведения ТП.

Разработанная ИСУ ТП позволяет как в специализированных залах, так и дистанционно управлять ТП служащих через глобальный сервер под контролем опытных тренеров (рис. 4).

Создание глобального сервера и накопление в нем информации помогает решать ряд задач:

- большая выборка данных ТН занимающихся улучшает качество управления тренировочным процессом;
- накопление информации повышает достоверность статистических данных и на их основе более точно осуществляется прогнозирование, планирование и контроль.

По окончании каждого тренировочного цикла занимающиеся получают новый план тренировок. Для этого тренер осуществляет прогнозирование уровня здоровья с помощью модуля прогнозирования.

3. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

В процессе экспериментального исследования выявлялась эффективность применения разработанной ИСУ ТП, а также корректность предположений и допущений, принятых при разработке алгоритмов управления ТП служащих, занимающихся силовыми упражнениями. Данная проверка проводилась в рамках разумных затрат времени на проведение эксперимента и с целью подтверждения гипотезы о существенной пользе предлагаемой ИСУ ТП.

В эксперименте участвовали служащие, тренирующиеся в секции здоровья фитнес-клуба.

Для проведения экспериментального исследования по оценке эффективности алгоритмов автоматизированного прогнозирования и планирования нагрузок в ТП применялся выборочный метод, который широко применяется на практике [5].

Преимущества выборочного метода следующие:

- обеспечение требуемой точности при меньшем числе единиц наблюдения в выборке. Хотя за

счет неполноты охвата измерений может возникнуть ошибка репрезентативности.

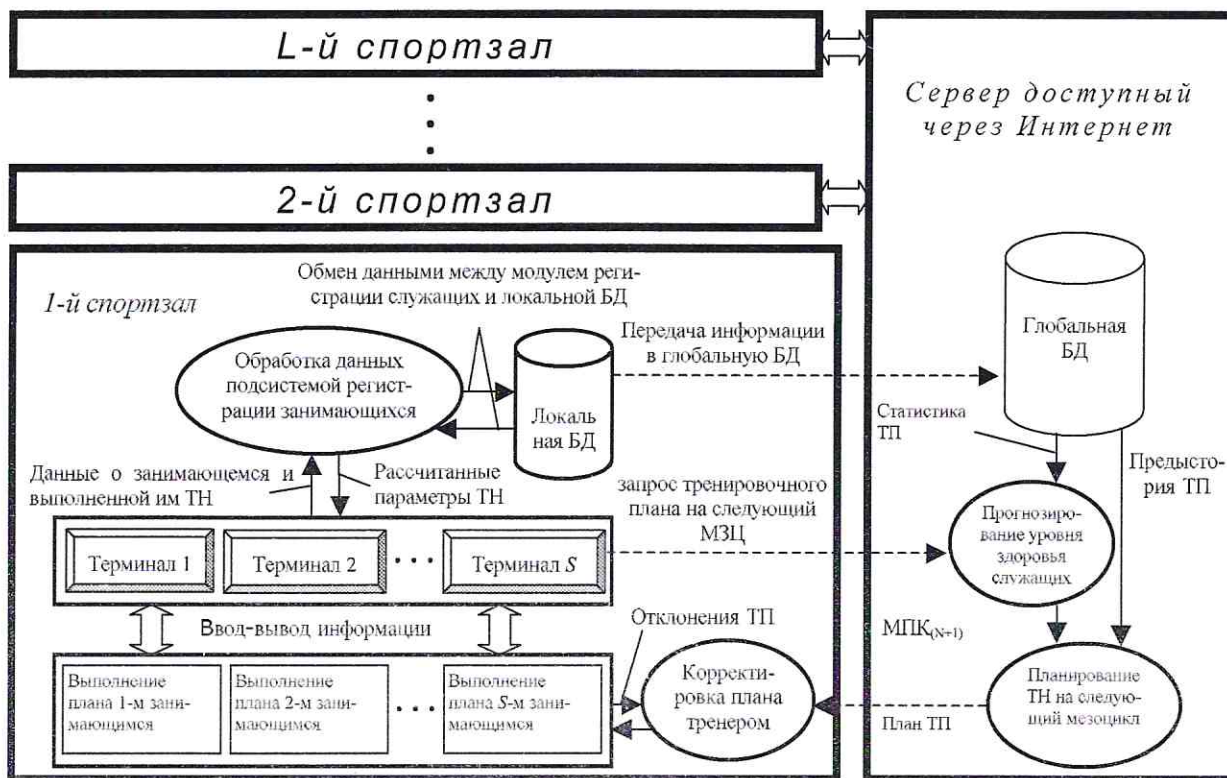


Рис. 4. Структура ИУС ТП

Тем не менее, даже взятые вместе ошибка репрезентативности и ошибка наблюдения для выборки обеспечивают приемлемую точность выборочных данных по сравнению с массовым, сплошным наблюдением;

- поиск информации в выборках обеспечивает экономию материальных, трудовых, стоимостных затрат на сбор данных, оперативность получения результатов и их более высокую достоверность.

Эксперимент выполнялся в следующей последовательности:

- определение состава испытуемых, времени проведения эксперимента, параметров и критериев оценки;
- набор статистики;
- оценка эффективности используемого программного обеспечения (ПО).

Методика проведения исследования основывалась на анализе результатов двух возрастных групп занимающихся *A* и *B*, которые в течение шести месяцев участвовали в ТП. Возраст занимающихся группы *A* составляет 42-65 лет. Возраст занимающихся группы *B* составляет 20-27 лет. Группы тренировались с использованием ИСУ ТП по индивидуальным планам, выработанным ИСУ ТП в первый, третий и пятый месяцы эксперимента. Во втором, четвертом и шестом месяце планировал нагрузку тренер.

В БД заносятся параметры занимающихся, их результаты и психофизическое состояние. Затем по этим данным производился расчет плана тренировок на ЭВМ с созданием для каждого из них электронного дневника. Он содержал запись ежедневных ТЗ, структуру ТН, текущую регистрацию психофизического состояния занимающегося. Затем выходная информация анализировалась и в конце месяца заносилась в базу данных.

Ежемесячно занимающиеся выполняли тест РWC170, результаты теста заносятся в БД. На основе полученных статистических данных осуществлялось прогнозирование изменения уровня здоровья под влиянием ТН.

Сравнение результатов ТП, полученных с использованием расчетов на ЭВМ и при традиционном планировании тренером, осуществлялось в определенной последовательности, а именно:

1. Оценивалось изменение МПК *i*-го занимающегося между началом МПК_{*i*}^Н и концом месяца МПК_{*i*}^К в виде разности:

$$\Delta_i = \text{МПК}_i^{\text{К}} - \text{МПК}_i^{\text{Н}},$$

2. Оценивается разница между прогнозируемыми МПК_{*i*}^П и фактическими МПК_{*i*}^Ф результатами в конце каждого месяца.

$$p_i = \text{МПК}_i^{\text{П}} - \text{МПК}_i^{\text{Ф}}$$

где p_i – величина ошибки прогнозирования для i -го занимающегося;

3. Определяются и сравниваются средние результаты группы A и группы B в конце каждого месяца.

$$\bar{d}_A = \frac{\sum_{i=1}^{R_A} |\Delta_i|}{R_A}, \quad \bar{d}_B = \frac{\sum_{i=1}^{R_B} |\Delta_i|}{R_B},$$

R_A, R_B – количество занимающихся в группе A и B соответственно.

Средние ошибки предсказания \bar{p}_A и \bar{p}_B для группы занимающихся:

$$\bar{p}_A = \frac{\sum_{i=1}^{R_A} |p_i|}{R_A}, \quad \bar{p}_B = \frac{\sum_{i=1}^{R_B} |p_i|}{R_B}.$$

4. Сравняются отклонения фактического объема нагрузки от планируемого и интенсивность в конце каждого МЗЦ:

$$\Delta_V = V_{\text{ОП}} - V_{\text{ОФ}}$$

где Δ_V – отклонение нагрузки в течение месяца;

$V_{\text{ОП}}$ – общая планируемая нагрузка;

$V_{\text{ОФ}}$ – фактическая нагрузка в месяце;

$$q_A = \frac{\sum_{i=1}^{R_A} \Delta V_i}{R_A}, \quad q_B = \frac{\sum_{i=1}^{R_B} \Delta V_i}{R_B},$$

$$\Delta_I = I_{\text{ОП}} - I_{\text{ОФ}}$$

где Δ_I – изменение средней интенсивности;

$I_{\text{ОП}}$ – средняя планируемая интенсивность;

$I_{\text{ОФ}}$ – средняя фактическая интенсивность;

$$\gamma_A = \frac{\sum_{i=1}^{R_A} \Delta I_i}{R_A}, \quad \gamma_B = \frac{\sum_{i=1}^{R_B} \Delta I_i}{R_B}.$$

5. Целью ТП оздоровления является увеличение МПК до нормы в данной возрастной группе.

$$\Delta = \text{МПК}_n - \text{МПК}_\phi \rightarrow 0$$

$$l_\Delta = \text{МПК}_{\text{норма}} - \text{МПК}_\phi \rightarrow 0$$

$$l_\Delta \rightarrow \text{“-“ или “0”}$$

“- l_Δ ” – означает очень хорошее здоровье. ЧСС в покое при эффективном ТП уменьшается. Правильность управления – это стремление $l_\Delta \rightarrow 0$ после каждого цикла $N=1, 2, \dots, K$.

$$l_{\Delta K} < l_{\Delta K-1}$$

$$\bar{D}_A = \frac{\sum l_{\Delta i}}{R_A}$$

\bar{D} – среднее отклонение от нормы для группы A .

В эксперименте участвовали две группы занимающихся по 10 человек (табл. 2).

Рассмотрим расчет на примере одного занимающегося.

1. $\text{МПК}_1^H = 46,92$ мл/мин/кг от 29.12.05 (табл. 2).

$\text{МПК}_1^K = 52,57$ мл/мин/кг от 27.01.06.

Рассчитывается изменение МПК:

$$\Delta_1 = 52,57 - 46,92 = 5,65.$$

Прогнозирование изменения уровня здоровья осуществлялось по критерию МПК. Занимающийся тестировался по тесту PWC170 в течение трех месяцев 1 раз в месяц (табл. 3). Результаты прогноза по методу наименьших квадратов представлены в табл. 4 и на рис. 3.

Оценивается разница между прогнозируемыми и фактическими результатами в конце каждого месяца:

$$p_1 = \text{МПК}_s^H - \text{МПК}_s^\phi$$

В течение эксперимента в конце каждого месяца анализировались данные о результатах занимающихся, объеме ТН и ЧСС при выполнении ТН. Сравняя эти начальные показатели с их значениями на конец месяца, находим:

- изменение уровня здоровья для каждого занимающегося d_i ;
- суммарное отклонение p_i для каждого занимающегося;
- отклонение фактического объема от планируемого Δ_V .

Затем сравниваем фактическую нагрузку и интенсивность каждого занимающегося с планируемой и отмечаем их отклонения: Δ_V и Δ_I .

Таблица 1

Данные группы A на 29.12.2005 ($N=3$)

Код занимающегося	Возраст (лет)	Вес (кг)	МПК (мл/мин/кг)	Артер. давление	Пульс в покое (уд/мин)
001	56	82	33,32	133-80	74
002	62	80	32,31	132-73	66
003	58	74	35,38	109-71	65
004	47	85	33,85	127-79	60
005	46	88	38,23	138-101	72
006	59	79	38,97	121-81	76
007	57	76	36,07	150-103	101
008	42	90	31,13	136-69	69
009	59	82	35,52	115-82	68
010	65	74	35,03	140-94	85

Таблица 2

Данные тестирования занимающегося 1 из группы В

Дата	N	МПК (мл/мин/кг)	Артериальное давление	Пульс в покое (уд/мин)
29.12.05	4	33,32	125/82	54
27.01.06	5	34,56	130/90	54
28.02.06	6	33,96	120/81	55

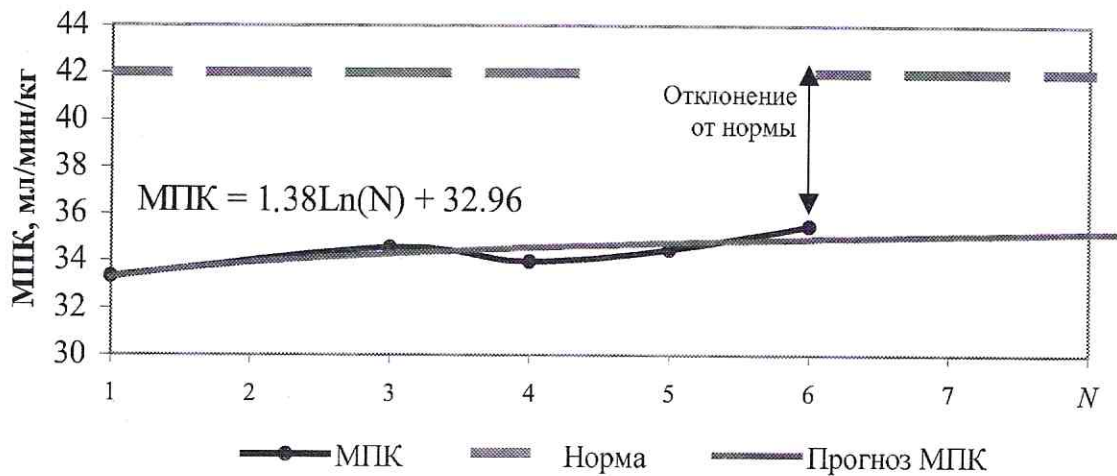


Рис. 3 График изменения МПК для занимающегося 1 из группы В

Таблица 3

Значения МПК

N	Дата	МПК, мл/мин/кг		Ошибка прогноза p, мл/мин/кг
		Фактические данные	Прогнозные значения	
2	29.12.05	33,32		
3	27.01.06	34,56		
4	28.02.06	33,96		
5	27.03.06	34,47	34,38	0,09
6	29.04.06	32,48	33,01	-0,53
7	27.05.06	38,85	36,66	2,19

Таблица 4

Оценка эффективности ИСУ ТП

Критерий	с ИСУ	без ИСУ
\bar{d}	21,00	22,00
\bar{p}	2,01	3,08
\bar{q}	7,83	13,22
$\bar{\gamma}$	5,59	10,55
\bar{D}	11,13	18,11

ВЫВОДЫ

На основании проведенных исследований можно сделать следующее: разработана методика и проведены экспериментальные исследования оценки эффективности предлагаемых моделей и алгоритмов планирования ТН в двух группах по 10 человек. Эксперимент показал обоснованность положений методики автоматизированного управления ТП служащих и применимость разработанного ПО. На основе результатов экспериментальных исследований, среди двух возрастных групп занимающихся в течение 6 месяцев установлено, что МПК стремится к норме для каждого возраста, точность прогноза МПК по сравнению с оценками тренера улучшилась, отклонения в выполнении запланированных нагрузок уменьшилась. Однако для получения более достоверных данных необходимо эксперимент продолжить.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Апанасенко, Г. Л. Медицинская валеология / Г. Л. Апанасенко, Л. А. Попова // Ростов-на-Дону : Феникс, 2000. 215 с.
2. Дубинин, Н. М. Методика разработки граф-схем алгоритмов расчета тренировочных воздействий в силовых видах спорта / Н. М. Дубинин, Б. Г. Лукьянов, С. Л. Неустроев, Д. Д. Шабазов // Физическая культура и спорт на рубеже тысячелетий: материалы международной научно-практической конференции. Уфа : Слово, 2002. С. 306–308.
3. Дуброва, Т. А. Статистические методы прогнозирования : учеб. пособие для вузов / Т. А. Дуброва. М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003. 206 с.
4. Лукьянов, Б. Г. Информационная система управления процессом физического развития молодежи с учетом индивидуальных особенностей : дис. ... канд. техн. наук / Б. Г. Лукьянов. Уфа : УГАТУ, 2002. 201 с.
5. Макарова, Г. А. Спортивная медицина : учеб. / Г. А. Макарова. М. : Советский спорт, 2002.
6. Разумов, А. Н. Здоровье здорового человека (Основы восстановительной медицины) / А. Н. Разумов, В. А. Пономаренко, В. А. Пискунов; под ред. В. С. Шинкаренко. М. : Медицина, 1996.
7. Самсонова, А. В. Использование информационных технологий в физической культуре и спорте / А. В. Самсонова, И. М. Козлов, В. А. Таймазов // Теор. и практ. физ. культ. 1999. № 9. С. 22–26.
8. Соколов, А. В. Компьютерная система мониторинга здоровья и образа жизни населения / А. В. Соколов, Ю. П. Баландин, Г. И. Лабутии // Современные технологии восстановительной медицины : матер. конф. Сочи. 1998. С. 20–25.
9. Круцевич, Т. Ю. Теория и методика физического воспитания / Т. Ю. Круцевич. Киев : Олимпийская литература, 2003.
10. Лукомский, И. В. Физиотерапия. Лечебная физкультура. Массаж : учеб. пособие / И. В. Лукомский, Э. Э. Стэх, В. С. Улащик. Мн. : Высш. шк., 1998.