

На правах рукописи

НЕУСТРОЕВ Сергей Леонидович

**ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА УПРАВЛЕНИЯ
ПРОЦЕССОМ УЛУЧШЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ
ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ ФИЗИЧЕСКИМИ
УПРАЖНЕНИЯМИ**

Специальность

**05.13.10 – Управление в социальных
и экономических системах**

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Уфа – 2010

Работа выполнена в ГОУ ВПО
«Уфимский государственный авиационный технический университет»
на кафедре автоматизированных систем управления

Научный руководитель

канд. техн. наук, доцент

ДУБИНИН Николай Михайлович

Официальные оппоненты

д-р физ.-мат. наук, проф.

АСАДУЛЛИН Рамиль Мидхатович

зав. кафедрой программирования и вычислительной математики Башкирского государственного педагогического университета

канд. техн. наук, доцент

НАСЫРОВ Рашит Вильевич

доцент каф. автоматизации проектирования информационных систем Уфимского государственного авиационного технического университета

Ведущая организация

Башкирская академия государственной службы и управления при Президенте Республики Башкортостан

Защита диссертации состоится «23» апреля 2010 г. в 10 часов
на заседании диссертационного совета Д-212.288.03
при ГОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический
университет»
по адресу: 450000, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета

Автореферат разослан «17» марта 2010 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
д-р техн. наук, проф.

В.В. Миронов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В соответствии с положениями Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) основными критериями общественного здоровья являются продолжительность и качество жизни. Продолжительность жизни зависит от большого количества факторов, основным из которых является физическая работоспособность населения. Ухудшение этого показателя напрямую зависит от условий жизни людей в современном обществе и, в первую очередь, от прогрессирующей гиподинамии (снижение двигательной активности и силы мышечных сокращений), обусловленной автоматизацией труда, уменьшением числа физически работающих, развитием автотранспорта. Одной из эффективных мер профилактики гиподинамии – «болезни цивилизации», является повышение уровня физической работоспособности населения. Поэтому одной из приоритетных целей общества является поддержание физической работоспособности населения посредством периодического выполнения определенного набора упражнений. Эта профилактика согласно федеральной программе «Здоровье работающего населения на 2004–2015 годы» возлагается на систему здравоохранения.

Физическая работоспособность (ФРС) – это свойство человека выполнять заданную нагрузку на определенном интервале времени. Работоспособность поддерживают и изменяют регулярными занятиями физическими упражнениями. Объем, интенсивность и периодичность различных упражнений изменяют уровень работоспособности человека и продолжительность жизни населения.

В настоящее время проблема управления ФРС населения с риском гиподинамии основывается на массовом выполнении наборов упражнений в соответствующих группах здоровья под руководством опытных инструкторов и врачебным контролем. Недостатком группового выполнения упражнений обычно является малая нагрузка или перегрузка, так как индивидуальное дозирование и контроль нагрузок требует учета и контроля многочисленных данных о состоянии и возможностях занимающихся. Поэтому для повышения качества управления ФРС и увеличения продолжительности жизни населения требуется информационная поддержка действий инструктора и врача по своевременному тестированию, планированию, контролю занятий для занимающихся в группе здоровья.

Большой вклад в решение вопросов организации и управления процессом улучшения здоровья внесли российские ученые Н. М. Амосов, Л. П. Матвеев, В. Н. Платонов, И. П. Ратов, М. П. Шестаков, а также известны работы зарубежных исследователей. Однако предложенные ими информационные и экспертные системы решают отдельные задачи групповой информационной поддержки управления тренировочным процессом, отсутствуют модели и алгоритмы поддержки автоматизированного индивидуального управления инструктором в группах здоровья.

Таким образом, для уменьшения риска гиподинамии и улучшения здоровья населения необходимо научное обоснование автоматизированных этапов организации и управления ФРС с учетом индивидуальных особенностей занимающихся физическими упражнениями.

Целью диссертационной работы является разработка метода и алгоритмов автоматизированной информационной поддержки управления процессом улучшения здоровья индивидуальными физическими упражнениями.

Задачи исследования

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- 1) Разработать структуру системы информационной поддержки управления процессом улучшения здоровья людей с использованием физических упражнений.
- 2) Разработать алгоритмы автоматизированной генерации индивидуальных моделей повышения уровня физической работоспособности.
- 3) Разработать алгоритм массового автоматизированного тестирования состояния физического здоровья населения и на его основе разработать метод прогнозирования уровня физической работоспособности.
- 4) Разработать программное обеспечение информационной поддержки управления процессом улучшения здоровья.
- 5) Разработать критерии оценки эффективности информационной поддержки управления ФРС населения в системе здравоохранения и на их основе провести экспериментальные исследования.

Методы исследования

Для решения указанных задач использовались методы: системного анализа, математического моделирования, линейного программирования, организационного управления в социальных системах, математической логики, планирования эксперимента, статистической обработки результатов экспериментальных исследований.

На защиту выносятся:

- 1) Структура системы информационной поддержки управления процессом улучшения здоровья, содержащая блоки автоматизированного тестирования, прогнозирования уровня физической работоспособности и планирования индивидуальных нагрузок в занятиях.
- 2) Алгоритмы генерации индивидуальных моделей линейного программирования повышения уровня физической работоспособности на основе тестирования и прогноза уровня МПК, отличающиеся автоматизированным подбором упражнений и коэффициентов мощности их выполнения.
- 3) Алгоритм массового автоматизированного тестирования состояния физического здоровья населения и, разработанный на его основе, метод прогнозирования уровня физической работоспособности.
- 4) Разработанное программное обеспечение информационной поддержки управления процессом улучшения физического здоровья населения.
- 5) Критерии оценки эффективности информационной поддержки управления ФРС населения в системе здравоохранения.

Научная новизна:

1) Определена структура системы информационной поддержки управления процессом улучшения здоровья, отличающаяся тем, что в нее введены новые блоки автоматизированного тестирования, прогнозирования уровня физической работоспособности населения и планирования, позволяющие заниматься каждому по индивидуальным программам.

2) Впервые предложены алгоритмы генерации индивидуальных моделей линейного программирования повышения уровня физической работоспособности на основе тестирования и прогноза уровня МПК, отличающиеся автоматизированным подбором упражнений и коэффициентов мощности с учетом ограничений и последующего расчета оптимального плана методом ветвей и границ.

3) Разработан новый алгоритм массового автоматизированного тестирования состояния физического здоровья населения и на его основе предложено прогнозирование уровня физической работоспособности по методу наименьших квадратов, являющиеся основой системы информационной поддержки управления процессом улучшения здоровья.

4) Разработано программное обеспечение информационной поддержки управления процессом улучшения здоровья населения, реализующее новые алгоритмы тестирования занимающихся, прогнозирования работоспособности и планирование физической нагрузки, позволяющее осуществлять постоянную индивидуальную корректировку и контроль занятий.

5) Впервые предложены критерии оценки эффективности информационной поддержки управления ФРС населения в системе здравоохранения, и с их использованием проведены экспериментальные исследования.

Практическая значимость предлагаемой информационной системы заключается в том, что она позволяет повысить качество управления процессом улучшения здоровья за счет автоматизации расчетов, тем самым существенно сократить время на принятие решений инструктором, повысить достоверность расчетов, а также перейти к использованию программного обеспечения для анализа и контроля занятий. Разработанная информационная система управления используется для автоматизации планирования индивидуальной физической нагрузки в фитнес-клубе «Фитнес Парк» (г. Уфа).

Достоверность научных положений выводов и практических рекомендаций подтверждена корректным использованием математического аппарата, опытной эксплуатацией информационной системы управления процессом улучшения здоровья, апробацией программного обеспечения (ПО), экспериментальными исследованиями.

Апробация работы. Положения диссертации и результаты исследований докладывались на следующих научно-практических конференциях:

– 10-я Всероссийская научно-методическая конференция «Математическое моделирование в естественных науках» 2001 г., Пермь.

– Международная научно-практическая конференция «Современные информационные технологии в физической культуре и спорте», 2001 г., Ижевск.

- 11-я Международная научно-практическая конференция «Графические информационные технологии и системы», 2001 г., Н.Новгород.
- Конкурс научных работ студентов вузов республики Башкортостан, 2003 г., Уфа.
- 10-я Всероссийская межвузовская научно-техническая конференция «Микроэлектроника и информатика-2003», 2003 г., Москва (доклад отмечен дипломом первой степени).
- Научно-практическая конференция «Информационные технологии в профессиональной деятельности и научной работе», 2005 г., Йошкар-Ола.
- IV Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии», 2006 г., Томск.
- Российская научно-методическая конференция «Инновационные подходы в организации и содержании образовательного процесса в спортивной и оздоровительной деятельности» 2008 г., Уфа.

Основные положения работы отражены в 11 публикациях.

Объем и структура работы. Диссертационная работа состоит из 215 страниц машинописного текста, включающего введение, четыре главы, заключение, библиографию и приложения. В приложение вошли: функциональная модель алгоритма расчета индивидуальной нагрузки, таблицы методик расчетов нагрузок, граф-схемы алгоритмов расчета планируемой нагрузки, результаты экспериментальных исследований. Основная часть содержит 153 страницы, иллюстрирована 50 рисунками, 16 таблицами; список использованных источников содержит 120 наименований.

Благодарности. Автор выражает благодарность доценту кафедры физического воспитания УГАТУ, канд. техн. наук Лукьянову Борису Георгиевичу за консультации по вопросам методики планирования индивидуальной физической нагрузки.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обосновывается выбор темы и ее актуальность, определены цели и задачи, дана характеристика научных работ и рассмотрены исследования, существующие подходы к их решению, научная новизна и практическая значимость работы.

Глава 1 посвящена обзору существующих информационных систем, используемых для управления процессом улучшения здоровья. Обоснована актуальность и задачи проведения исследований, учитывающих личные факторы, закономерности, требования и ограничения, предъявляемые к организации занятий в группах здоровья.

По данным ВОЗ в России средняя продолжительность жизни составляет 65 лет, что меньше среднего европейского уровня на 14 лет. В России происходит отрицательный прирост населения – минус 0,3% в год, и РФ входит в число 18 стран, в которых население убывает. 17,3% жителей России – старше 60 лет. Поэтому требуются кардинальные меры для повышения про-

должительности жизни населения России.

Показано, что существенное влияние на продолжительность жизни людей оказывает их уровень ФРС. Известно что, физические упражнения, выполняемые в аэробном режиме, применяются с целью повышения ФРС, а планирование нагрузки, как показывают исследования, можно формализовать в виде алгоритмов и использовать для программирования. Однако при организации массовых занятий с использованием физических упражнений, под руководством и контролем одного высококвалифицированного инструктора возникает проблема с индивидуализацией нагрузок для каждого занимающегося. Она требует решения задач по выбору единых интегральных критериев оценки ФРС, определению индивидуальных целей занятий, прогнозированию динамики состояния занимающегося, планированию, контролю и корректировке выполняемых нагрузок. Многочисленность расчетов по каждой из перечисленных задач требует создания системы информационной поддержки управления (СИП) с единой базой данных (БД) и доступом по сети Интернет для индивидуальных занятий отдаленных пользователей.

Выявлено, что структуры существующих информационных систем (ИС), используемых в системе здравоохранения, не имеют блоков прогнозирования, не обеспечивают автоматический расчет ФРС, не прогнозируют динамику изменения параметров на мезоцикл (МЗЦ), не обеспечивают тестирования и индивидуальный расчет плана нагрузок.

В результате проведенных исследований установлена необходимость автоматизации операций управления процессом улучшения здоровья. Определена и систематизирована информация, используемая для расчетов нагрузок. Показано, что СИП позволит автоматизировать управление процессом улучшения здоровья, что в свою очередь даст возможность оперативно принимать решения инструктором. Это повышает качество управления, количество людей, занимающихся под руководством одного инструктора, и улучшает показатели ФРС для каждого занимающегося в группе здоровья.

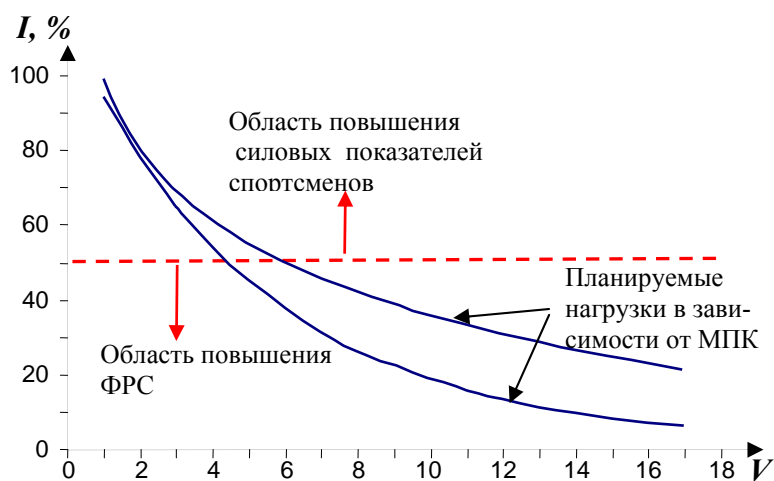


Рисунок 1 – Области применения физических упражнений

В главе 2 осуществляется выбор и кодирование параметров нагрузки для алгоритмов планирования занятий, выбор обобщенного критерия ФРС. Анализируются известные методики управления процессом улучшения здоровья и на их основе предлагаются модели расчета параметров планируемой нагрузки.

Показано, что выполнение физических упражнений с интенсивностью 50-100% от максимальной применяется для повышения спортивных результатов, при этом не исключены перегрузки. Особенностью планирования нагрузки для людей, занимающихся в группах здоровья с целью поддержания уровня ФРС, является отсутствие перегрузок и, как показывает практика применения упражнений с интенсивностью их выполнения предпочтительно менее 50%. Выбор интенсивности обычно лежит в диапазоне 20–50% с интервалом 5%, как показано на рисунке 1. На графике по горизонтальной оси расположен объем нагрузки, выраженный в количестве подъемов снаряда (V), по вертикальной оси – интенсивность нагрузки (отношение фактической нагрузки к максимальной, выраженное в процентах) (I).

На основе исследований известных методик вычисления уровня ФРС осуществлен выбор интегральных критериев физического здоровья. Показано, что для повышения качества управления по критерию продолжительности жизни в системе здравоохранения необходимо улучшить следующие показатели здоровья населения среди каждой возрастной группы: ФРС, уровень порога анаэробного обмена, антропометрические данные, артериальное давление и другие. Необходимую ФРС населения, не занятого физическим трудом, можно достичь путем индивидуальных занятий в группах здоровья под руководством инструктора и периодическим врачебным контролем.

Состояние ФРС обычно оценивается множеством показателей и существенно зависит от индивидуума, возраста занимающегося, его образа жизни. Естественно, для упрощения расчета нагрузок занятий возникает необходимость в сокращении числа параметров, оценивающих качество управления в группах здоровья. С этой целью был выбран основной интегральный критерий ФРС – максимальное потребление кислорода (МПК).

Исследование процессов, повышающих продолжительность жизни населения, позволяет организацию занятий в группах здоровья укрупнено представить в виде схемы, показанной на рисунке 2. Министерство здравоохранения и социального развития РФ (МЗСР РФ) на основе статистических данных ВОЗ о средней продолжительности жизни населения России P_B осуществляет контроль деятельности Министерства здравоохранения Республики Башкортостан (МЗ РБ), направленной на определение и увеличение продолжительности жизни населения РБ ($P_{РБ}$). Население, посещающее лечебно-оздоровительные учреждения (ЛОУ), после проведения тестирования и постановки диагноза, могут быть направлены для профилактики гиподинамии на занятия в группу здоровья. Основываясь на результатах тестирования и обсуждения состояния занимающегося, инструктор осуществляет выбор индивидуальных целей. Цели занятий, возможности роста MPK_i и параметры состояния i -го занимающегося позволяют установить необходимый набор упражнений и величину нагрузки в них. Инструктор выполняет прогнозирование динамики MPK_i , на основе которого осуществляется планирование индивидуальной нагрузки занятий в группе здоровья. Планируемая и выполняемая нагрузка записывается в БД для последующего прогнозирования МПК, планирования нагрузки и контроля качества управления занятиями.

Тестирование осуществляется ежемесячно, по результатам тестирования сравнивается фактическое значение $МПК_{Ф_i}$ с нормой $МПК$ для j -й возрастной группы ($МПК_{Н_j}$). Статистические данные об изменении ФРС и $МПК$ населения передаются в МЗ РБ, где ежегодно определяется отклонение в продолжительности жизни $\Delta П$.

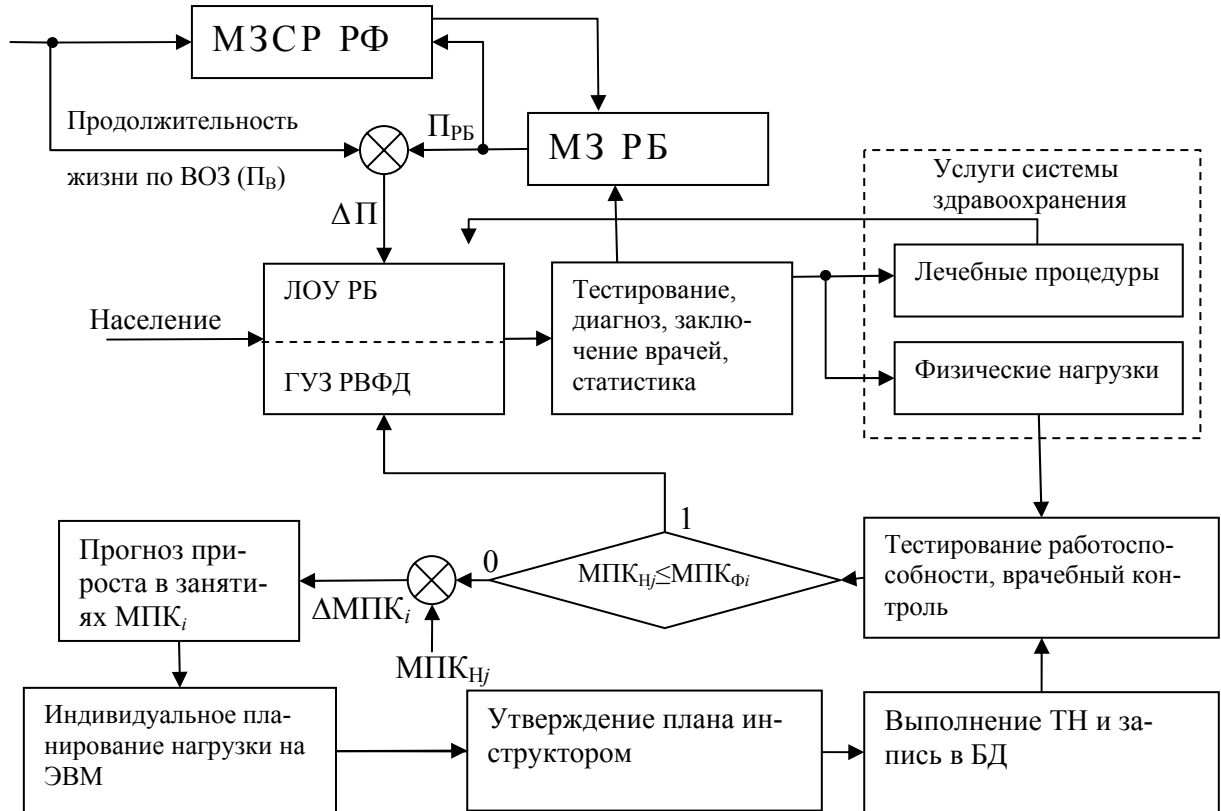


Рисунок 2 – Структура управления ФРС в системе здравоохранения

Математическая модель занятий в группах здоровья, позволяет оптимизировать расчет планируемой нагрузки. Модель обоснована в виде задачи линейного программирования (ЛП) с переменными, представляющими собой набор упражнений, выполняемых в каждом занятии с разной мощностью и временем.

Показано, что целевая функция математической модели занятий в группах здоровья базируется на условии достижения максимальной ФРС после выполнения n занятий. Установлено, что i -е занятие представляет собой набор j -х упражнений, выполняемых с заданными коэффициентами мощности. План занятия составляется в виде таблицы с указанием времени их выполнения, коэффициента мощности, названия упражнения.

С учетом ограничений каждое занятие предлагается описать неравенством вида

$$p_{i1}a_1 + p_{i2}a_2 + \dots + p_{ij}a_j + \dots + p_{in}a_n \leq C_i,$$

где $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$, p_{ij} – коэффициенты, характеризующие мощность нагрузки, при выполнении j -го упражнения в i -ом занятии; a_j – время выполнения j -го упражнения; $p_{ij}a_j$ – работа выполненная в j -м упражнении за i -е занятие;

$C_i = P_i A_i$ – ограничение общей нагрузки на i -е занятие, в которой P_i – средняя, разрешенная врачами, мощность нагрузки в i -м занятии, A_i – общее время выполнения упражнений; m – число занятий; n – число упражнений. Знак “ \leq ” характеризует ограничение на режим тренировки, обеспечивающий исключение перегрузок. Переменные a_j в уравнении являются целыми. Для определения значения переменных a_j установлен вид целевой функции Q , у которой коэффициенты ФРС μ_j определяются, исходя из целей занятий.

В общем виде модель, как задача ЛП формализована следующим образом. Для заданных величин p_{ij} , C_i найти решение, удовлетворяющее системе неравенств

$a_j \geq 0$, a_j – целые,

$$\left\{ \begin{array}{l} p_{11} a_1 + p_{12} a_2 + \dots + p_{1j} a_j + \dots + p_{1n} a_n \leq C_1, \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ p_{i1} a_1 + p_{i2} a_2 + \dots + p_{ij} a_j + \dots + p_{in} a_n \leq C_i, \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ p_{m1} a_1 + p_{m2} a_2 + \dots + p_{mj} a_j + \dots + p_{mn} a_n \leq C_m, \\ \sum_{j=1}^n a_j > 0, \end{array} \right.$$

при которых целевая функция

$$Q = \sum_{j=1}^n \mu_j a_j \rightarrow \max.$$

Определение коэффициентов в модели ЛП наиболее трудоемкая операция моделирования. Выбор упражнений, их количества в целевой функции ФРС, определение коэффициентов p_{ij} осуществляется по алгоритмам планирования нагрузки, описанным в главе 3, с использованием известных методов индивидуального расчета плана.

Многочисленный расчет индивидуальных занятий требует применения информационной поддержки управления процессом улучшения здоровья, структура которой показана на рисунке 3. Она разработана на основе функциональной и информационной моделей управления процессом оздоровления, включающие в себя декомпозицию функций до элементарных операций и кодирование информации посредством IDEF-технологий. Предложенная структура СИП в соответствии с операциями управления ФРС (рисунок 2) включает блоки автоматизированного тестирования, прогнозирования состояния здоровья и планирования занятий, позволяющие дозировать нагрузку каждому занимающемуся в группе здоровья.

Для автоматизированной информационной поддержки инструктора создана БД с пакетом прикладных программ. Программное обеспечение использует при расчетах БД, в которой хранятся необходимые для планирования справочники. Задача планирования нагрузки требует учета огромного

количества изменяющихся параметров, поэтому БД постоянно корректируется и пополняется. Программа обрабатывает результаты деятельности занимающихся, рассчитывает план нагрузок на текущий период времени, выдает по запросу инструктора необходимую информацию о результатах деятельности, а также об эффективности проведения занятий.

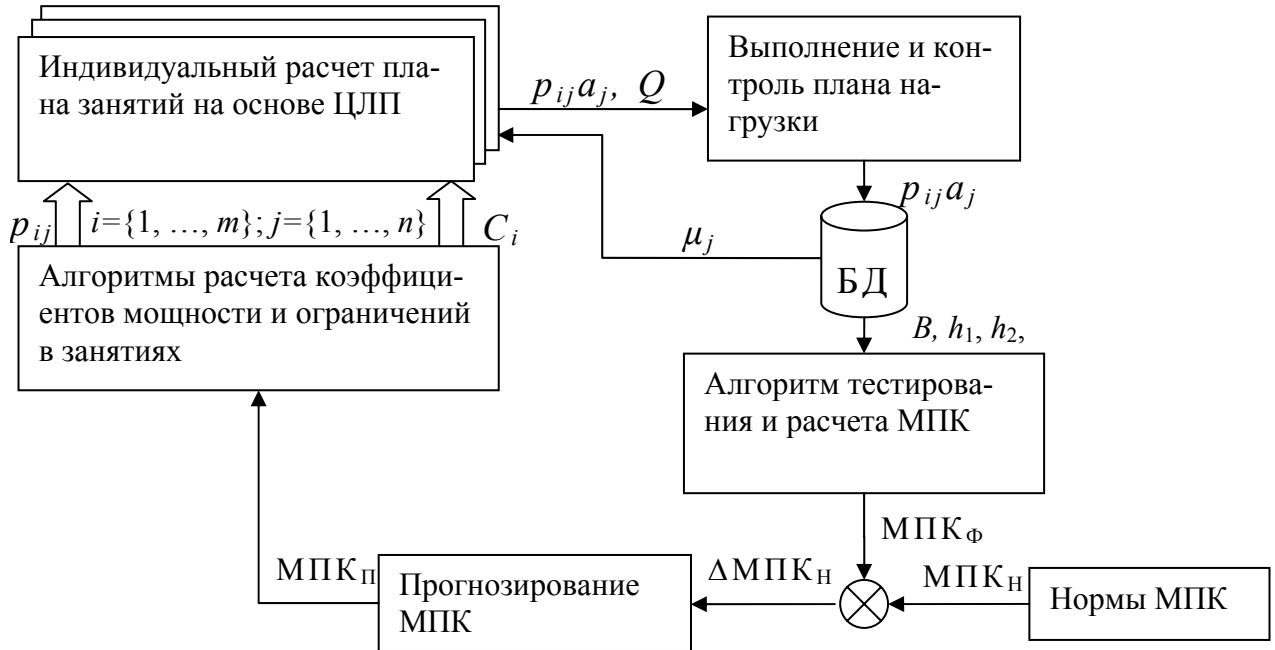


Рисунок 3 – Структура информационной поддержки управления ФРС

Прогнозирование МПК на период занятий предложено осуществлять методом наименьших квадратов с логарифмической аппроксимацией данных тестирования, при этом используется статистика показателей ФРС, получаемая по результатам тестирования каждого занимающегося.

На этапе логического исследования статистических данных с целью повышения точности прогноза выявлено:

- МПК является возрастающей величиной при выполнении запланированных занятий с увеличением объема выполненной нагрузки;
- МПК ограничено сверху постоянной величиной для определенного возраста;
- функция, характеризующая изменение МПК, не имеет точку перегиба, скачков и разрывов;
- функция не обладает свойством симметричности.

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

$$MPK_N = c \ln N - b,$$

где c и b – константы, N – номер мезоцикла занятий. На основе рассчитанных прогнозных значений МПК осуществляется планирование ТН.

В третьей главе представлены алгоритмы автоматизированного тестирования МПК и планирования нагрузки. Описано программное обеспечение и методика проектирования СИП.

Расчет МПК базируется на тесте $PWC170$, в котором измеряется ФРС при ЧСС 170 ударов в минуту. Предложено рассчитывать МПК по алгоритму, представленному на рисунке 4, где S – количество членов группы здоровья, m_i – масса i -го занимающегося. 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 и h_2 . Темп движения задается метрономом. После выполнения нагрузок измеряется пульс, данные автоматически заносятся в БД. Результаты тестирования используются для прогнозирования МПК, а затем для планирования.

В работе рассмотрены алгоритмы планирования применительно к упражнениям, позволяющие оптимизировать нагрузку индивидуально и корректировать её по мере занятий. Для автоматизации расчетов и определения коэффициентов p_{ij} в модели ЛП формализованы правила их выбора в виде закодированных граф-схем алгоритмов (ГСА). В ГСА использованы 53 логических переменных x_i . Логические условия в ГСА записаны в виде булевых функций $f(x_i)$.

Для организации информационной поддержки инструктору формализованы и описаны следующие ГСА:

- 1) Расчета величин параметров C общей работы в 4-х недельном мезоцикле (МЗЦ) и в каждом недельном микроцикле (МКЦ).
- 2) Выбора эффективных j -х упражнений и временных интервалов их применения.

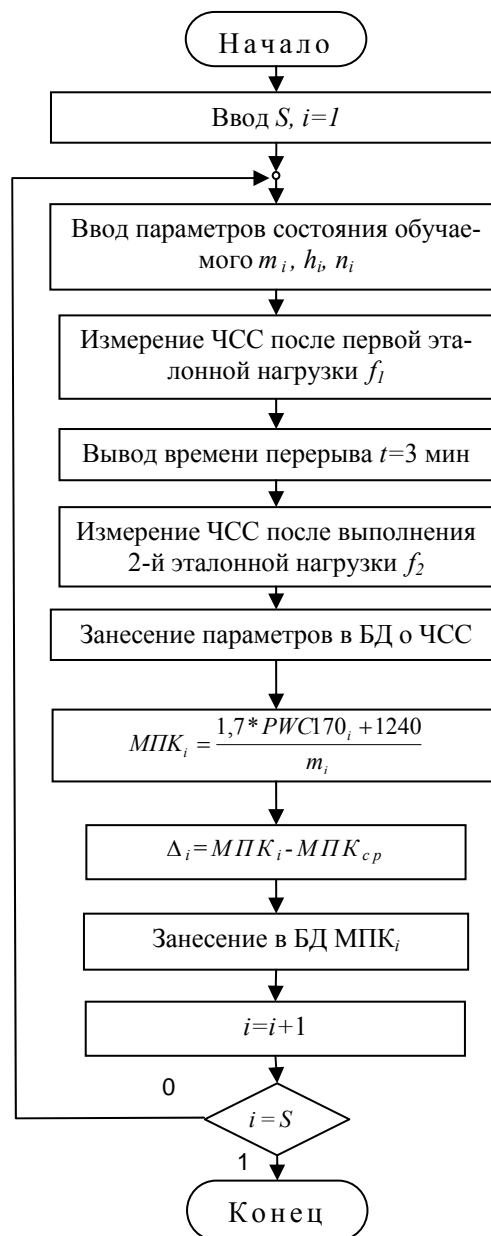


Рисунок 4 – Блок-схема алгоритма тестирования МПК

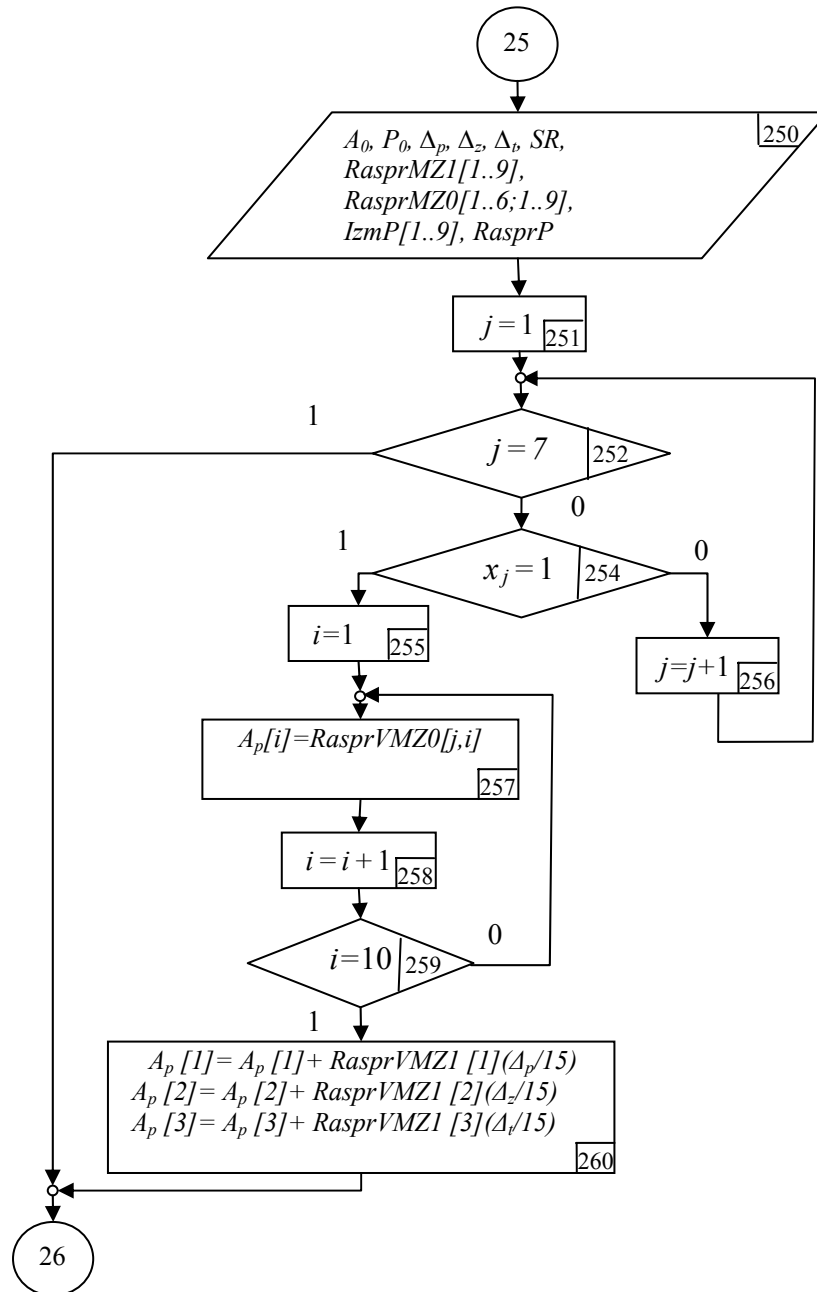


Рисунок 5 – Фрагмент граф-схемы алгоритма расчета нагрузки

- 3) Расчета величин p_j для подгрупп упражнений в планируемом МЗЦ.
- 4) Расчета общего времени выполнения упражнений и средней мощности внутри недельных МКЦ.
- 5) Расчета объема и мощности нагрузки в подгруппах упражнений внутри МЗЦ.
- 6) Определение величин коэффициентов мощности нагрузки p_{ij} каждого применяемого упражнения в недельных МКЦ.
- 7) Расчета величины нагрузки подгрупп упражнений по зонам мощности в недельных МКЦ.
- 8) Определение ограничений рабочей нагрузки C_i всех применяемых упражнений в i -м занятии.

В качестве примера на рисунке 5 показан фрагмент граф-схемы 3-го алгоритма из вышеописанного списка – расчет качественной оценки изменения мощности на планируемые МКЦ, исходя из распределения объема по планируемому мезоциклу и мощности нагрузки по предыдущему МЗЦ. Учитывая большую сложность и громоздкость каждой ГСА, предлагается с целью их минимизации и автоматизации программирования представление их в виде логических схем алгоритма (ЛСА). Так фрагмент ГСА расчета качественной оценки изменения мощности на планируемые МКЦ (показан на рисунке 5) представляет собой ЛСА вида

$$A_{25-26} = Y_n Y_{250} Y_{251} \downarrow_4 x_{252} \uparrow^1 x_{254} \uparrow^2 Y_{255} \downarrow_3 Y_{257} Y_{258} x_3 \uparrow^3 Y_{260} \omega \uparrow^1 \downarrow_2 Y_{256} \omega \uparrow^4 \downarrow_1 Y_k,$$

где Y_n , Y_k – операторы соответственно начала и конца алгоритма, Y_i – операторные вершины, x_i – условные вершины, ω – условная вершина $\equiv 0$, стрелки означают безусловный переход.

Разработанные алгоритмы тестирования, прогнозирования уровня здоровья и планирования занятий в группе позволяют автоматизировать расчет и представить инструктору информацию для оперативного принятия решений по этапам управления и корректировки занятий.

В четвертой главе рассмотрены вопросы практической реализации и способы оценки эффективности использования СИП занятий в группах здоровья. Производится обоснование методики проведения экспериментальных исследований. Предложены критерии и параметры оценки эффективности управления занятиями с использованием СИП. Для прогноза МПК используется логарифмическая функция, где максимальное значение ограничено сверху «нормой» для определенного возраста занимающегося (рисунок 6).

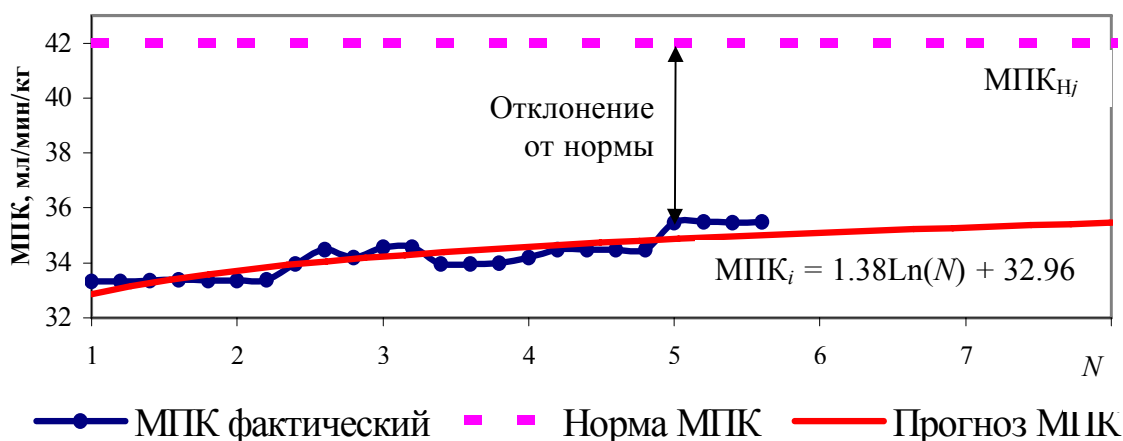


Рисунок 6 – График прогноза МПК i -го занимающегося

Учитывая, что целью занимающихся в группах здоровья является увеличение МПК до нормы в данной возрастной группе, то по результатам эксперимента осуществлялось сравнение результатов занятий (таблица 1), полученных в двух группах по 10 человек в течение 6 месяцев с использованием расчетов на ЭВМ и при традиционном планировании инструктором в следующей последовательности:

1. Определяются средние изменения значения ФРС по МПК группы A и группы B в конце каждого месяца

$$\bar{d}_k = \frac{\sum_{i=1}^{R_k} |\Delta_i|}{R_k},$$

где $k \in \{A, B\}$, $\Delta_i = \text{МПК}_i^K - \text{МПК}_i^H$ – изменение МПК i -го занимающегося между началом МПК $_i^H$ и концом месяца МПК $_i^K$
 R_k – количество занимающихся в группе A и B .

2. Определяются средние ошибки прогноза \bar{g}_k

$$\bar{g}_k = \frac{\sum_{i=1}^{R_k} |g_i|}{R_k},$$

где $g_i = \text{МПК}_i^П - \text{МПК}_i^Ф$ – разница между прогнозируемыми МПК $_i^П$ и фактическими результатами МПК $_i^Ф$ в конце каждого месяца для i -го занимающегося.

3. Сравняются отклонения фактического объема нагрузки от планируемого ΔV в конце каждого МЗЦ:

$$\bar{q}_k = \frac{\sum_{i=1}^{R_k} \Delta V_i}{R_k},$$

где $\Delta V_i = V_{оп} - V_{оф}$, $V_{оп}$ – общая планируемая нагрузка для занимающегося; $V_{оф}$ – фактическая нагрузка на месяц;

4. Сравняются средние отклонения фактической мощности нагрузки от планируемой в конце каждого МЗЦ:

$$\bar{p}_k = \frac{\sum_{i=1}^{R_k} \Delta P_i}{R_k},$$

где $\Delta P_i = P_{оп} - P_{оф}$, $P_{оп}$ – средняя планируемая мощность; $P_{оф}$ – средняя фактическая мощность;

5. Определяются средние отклонения от нормы МПК:

$$\bar{D}_k = \frac{\sum_{i=1}^{R_k} \Delta l_i}{R_k},$$

где $\Delta l_i = \text{МПК}_i^K - \text{МПК}_{Hi}$ – разница между МПК i -го занимающегося после периода занятий МПК $_i^K$ и нормой МПК $_{Hi}$.

Результаты эксперимента сведены в таблицу 1, из которой следует, что применение СИП увеличивает качество управления процессом улучшения здоровья по следующим показателям: ошибки прогноза МПК $_i$ уменьшились на 6%, отклонение выполненной нагрузки от запланированной уменьшилось на 5%, отклонение от планируемой мощности нагрузки на занятиях уменьшилось на 12%, отклонение от нормы МПК уменьшилось на 13%.

Таблица 1. Экспериментальные исследования показателя ФРС

Название критерия	Обозначение	с СИП	без СИП	Улучшение показателей с СИП, %
Изменение МПК	\bar{d}	4,09	2,03	10,43
Ошибка прогноза МПК	\bar{p}	0,76	3,19	5,9
Отклонение от планируемой продолжительности ФН	\bar{q}	1,23	11,36	4,68
Отклонение от планируемой мощности	$\bar{\gamma}$	5,61	10,69	11,73
Отклонение от нормы МПК	\bar{D}	6,71	6,08	12,6

В **заключении** приведены выводы, и основные результаты проведенного исследования. Показано, что опытная эксплуатация разработанного ПО позволила оперативно получать показатели качества управления, выявлять отклонения, анализировать динамику изменения различных показателей и улучшать показатели ФРС.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Установлен существенный рост количества населения в современном обществе с прогрессирующей гиподинамией, особенно среди учащейся молодежи. Одной из эффективных мер по устранению гиподинамии и тем самым увеличению количества здорового населения является оптимизация индивидуальной физической нагрузки. Для подбора и контроля физической нагрузки показана необходимость изменения структуры управления процессом оздоровления населения в системе здравоохранения по критерию физической работоспособности МПК, отличающейся блоками автоматизированного тестирования, прогнозирования уровня МПК, планирования индивидуальных нагрузок и осуществления информационной поддержки в принятии решений инструктором в группах здоровья, фитнес клубах, на занятиях физкультурой в вузах, колледжах и школах.

2. С целью повышения качества управления физической работоспособностью в системе здравоохранения и сокращения времени планирования занятий инструктором предложены алгоритмы автоматизированной генерации индивидуальных моделей линейного программирования на основе тестирования и прогноза уровня МПК. Многочисленные модели рассчитываются известными методами оптимизации с использованием стандартного программного обеспечения, в результате определяются индивидуальные планы на каждое занятие, включающие упражнения, время их выполнения с задан-

ными коэффициентами мощности.

3. Разработан алгоритм массового автоматизированного тестирования состояния физического здоровья населения и на его основе разработан метод прогнозирования уровня индивидуальной физической работоспособности, где для расчетов использован известный в социальных исследованиях критерий физической работоспособности – МПК. Для повышения точности прогнозирования МПК обосновано использование логарифмической зависимости в методе наименьших квадратов.

4. На основе алгоритмов тестирования, прогнозирования уровня здоровья и планирования нагрузки разработано ПО и спроектирована информационная система, повышающая качество управления процессом улучшения здоровья населения путем постоянной индивидуальной корректировки и контроля занятий и единой БД. Программное обеспечение реализовано с помощью инструментального средства «Delphi 6.0» и функционирует в операционной системе Windows XP.

5. Предложены критерии оценки эффективности информационной поддержки управления физической работоспособности населения в системе здравоохранения и на их основе проведены экспериментальные исследования в двух группах здоровья по 10 человек в течение 6 месяцев. Эксперимент показал обоснованность принятых допущений и эффективность применения ПО, разработанного на основе алгоритмов тестирования, прогнозирования и использования сгенерированных моделей оптимального планирования занятий для многочисленных занимающихся оздоровительными упражнениями в разных возрастных группах, где ошибка прогноза снизилась на 6%, отклонение от нормы МПК уменьшилось на 12,6%, что указывает на отсутствие гиподинамии среди занимающихся. Осуществлен полный охват занимающихся по индивидуальным планам, контроль их занятий и расчет нагрузок по результатам предыдущих занятий и существенное сокращение времени на принятие обоснованных решений инструктором при планировании.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В рецензируемых журналах из списка ВАК

1. Оценка эффективности информационной системы управления тренировочным процессом оздоровления служащих посредством силовых упражнений / Н. М. Дубинин, Б. Г. Лукьянов, С. Л. Неустроев // Вестник УГАТУ : науч. журн. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-та, 2006. Т. 8, № 1 (17). С. 31–38.

В других изданиях

2. Математическая модель управления тренировочным процессом в силовых видах спорта / Н. М. Дубинин, Б. Г. Лукьянов, С. Л. Неустроев // Математическое моделирование в естественных науках : сб. матер. Всерос. шк.-конф. Пермь : ПГТУ, 2001. С. 100–101.

3. Информационное обеспечение промышленного тренажерного комплекса силовых видов спорта / Н. М. Дубинин, И. В. Игумнов, Б. Г. Лукья-

нов, Г. И. Мокеев, С. Л. Неустроев // Современные информационные технологии в физической культуре и спорте : матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 70-летию образования Удмуртск. гос. ун-та. Ижевск : УГУ, 2001. С. 156–157.

4. 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 : матер. Междунар. науч.-практ. конф. Уфа : УГАТУ, 2002. С. 306–308.

5. Проектирование интеллектуальной системы планирования тренировочного процесса / С. Л. Неустроев, Д. Д. Шабазов // Микроэлектроника и информатика-2003 : матер. 10-й Всерос. межвузовской науч.-техн. конф. М. : МГИЭТ, 2003. С. 269–270.

6. Алгоритмы расчета нагрузок информационной системы планирования тренировочного процесса силовых видов спорта / Н. М. Дубинин, Б. Г. Лукьянов, Д. Д. Шабазов, С. Л. Неустроев // Вопросы управления проектирования в информационных и кибернетических системах : матер. межвузовск. науч. сб. Уфа : УГАТУ, 2003. С. 191–196.

7. Информационная система индивидуальной поддержки выбора параметров тренировочного процесса обучаемым / А. М. Агафонов, Н. М. Дубинин, Б. Г. Лукьянов, С. Л. Неустроев // Информационные технологии в профессиональной деятельности и научной работе : сб. матер. рег. науч.-практ. конф. Йошкар-Ола : МарГТУ, 2005. С. 25–28.

8. Информационная система управления тренировочным процессом служащих для их оздоровления силовыми упражнениями / С. Л. Неустроев, Н. М. Дубинин, Ю. В. Глущенко // Молодежь и современные информационные технологии : матер. IV Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск : ТПУ, 2006. С. 126–128.

9. Разработка принципов формирования отчетов в информационных системах на базе Windows / Ю. В. Глущенко, Н. М. Дубинин, С. Л. Неустроев // Молодежь и современные информационные технологии : матер. IV Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск : ТПУ, 2006. С. 91–93.

10. Модели и алгоритмы информационной поддержки принятия решений при управлении процессом тренировки в группах здоровья / С.Л. Неустроев. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. Уфа, 2007. Деп. в ВИНТИ 07.08.2007 № 804-В2007. 26 с.

11. Применение информационных технологий в оздоровительном процессе с использованием физических упражнений / С. Л. Неустроев // Инновационные подходы в организации и содержании образовательного процесса в спортивной и оздоровительной деятельности : матер. Российской науч.-метод. конф. Уфа : УГАТУ, 2008. С. 87–89.

НЕУСТРОЕВ Сергей Леонидович

**ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ
УЛУЧШЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ ФИЗИЧЕСКИМИ
УПРАЖНЕНИЯМИ**

Специальности

05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано к печати _____ 2010 г. Формат 60×84 1/16.
Печать плоская. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman Cyr.
Усл. печ.л.1,0. Усл. кр.-отт. 1,0. Уч.-изд.л. 0,9.
Тираж 100 экз. Заказ № ____ . Бесплатно.

ГОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет
Центр оперативной полиграфии
450000, Уфа-центр, ул. К.Маркса, 12