

На правах рукописи

Ковалёв Александр Анатольевич

Технология персонифицированного нормирования
физической нагрузки взрослого человека
в оздоровительной и адаптивной физической культуре

5.8.6. Оздоровительная и адаптивная физическая культура

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора педагогических наук

Калининград – 2025

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»

Научные консультанты:

Зайцев Анатолий Александрович – доктор педагогических наук, профессор;

Гнатюк Виктор Иванович – доктор технических наук, профессор.

Официальные оппоненты:

Пономарев Геннадий Николаевич, доктор педагогических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена», кафедра теории и организации физической культуры, профессор;

Зотова Фируза Рахматулловна, доктор педагогических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», кафедра теории и методики физической культуры и спорта, профессор;

Сорокин Василий Петрович, доктор педагогических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, кафедра физической подготовки, профессор.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградская государственная академия физической культуры».

Защита состоится «03» марта 2026 года в 13.00 часов на заседании диссертационного совета 38.2.005.02, созданного на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург», по адресу: 190121, Санкт-Петербург, ул. Декабристов, д. 35, учебный корпус № 1, актовый зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург» (<http://lesgaft.spb.ru>).

Автореферат разослан «___» «_____» 2025 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Ладыгина Елена Борисовна

Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) регулярно отслеживает тенденции дефицита физической активности. Исследование 2024 года показало (T. Strain, S. Flaxman, R. Guthold et al., 2024), что недостаток физической активности наблюдается почти у 1,8 млрд человек, что составляет примерно треть (31 %) взрослого населения планеты. Рекомендуемые уровни физической активности не соблюдают 31 % взрослых. В связи с этим повышается смертность населения, особенно от сердечно-сосудистых заболеваний.

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) в течение многих лет являются основной угрозой здоровью населения Российской Федерации (А.В. Концевая, Д.К. Муканеева, В.И. Игнатьева и др.), занимая первое место среди причин смерти и лишь незначительно уступая онкологическим заболеваниям как причина инвалидности. Согласно данным из ежегодного отчета Росстата, в 2023 году наибольшее число россиян – 46,2 % (814 тыс.) – умерло от болезней системы кровообращения. Также аналитики отмечают, что количество смертей от сахарного диабета в 2023 году увеличилось на 14,4 %, составив 48 469 случаев. Экономический ущерб от ССЗ в 2016 году в России составляет 2,7 трлн руб., что эквивалентно 3,2 % ВВП. В структуре финансовых потерь по причине этого вида заболеваний лидирующие позиции занимает ишемическая болезнь сердца – 1 трлн руб. (1,3 % ВВП), свыше 560 млрд руб. приходится на цереброваскулярные заболевания, более 424 млрд и 213 млрд руб. – на инсульт и инфаркт миокарда соответственно. Таким образом, дефицит двигательной активности приводит к возникновению ряда самых распространенных заболеваний среди населения, что наносит существенный ущерб экономике России.

Анализ нормативно-правовых документов в области физической культуры и спорта (ФКиС) демонстрирует значимость повышения двигательной активности различных слоев населения страны. Особая роль в этих документах отводится развитию оздоровительной и/или адаптивной физической культуры (ОиАФК), что свидетельствует о том, что задача сохранения здоровья и благополучия населения является стратегической для государства (Стратегия развития ФКиС до 2030 года).

Для улучшения качества жизни населения страны в настоящее время реализуются национальные проекты «Развитие физической культуры и спорта», «Продолжительная и активная жизнь», «Экономика данных и цифровая трансформация государства» (указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 года № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»), в которых акцентируется внимание на повышении систематичности оздоровительных занятий, индивидуальном дозировании двигательной активности различных демографических групп, а также цифровизации спортивных и организационных процессов. В нормативно-правовых документах в области ОиАФК также подчеркивается значимость индивидуализации и систематичности занятий оздоровительной направленности.

Согласно результатам исследования, проведенного в 2023 году исследовательской группой «Ромир» совместно с Роспотребнадзором, систематичность тренировок лиц, занимающихся ОиАФК находится на низком уровне. Причинами этого являются несоот-

ветствие выполняемых физических нагрузок на занятиях функциональным возможностям организма, отсутствие индивидуализации, целей, стратегии, а также в целом низкий уровень информированности занимающихся о дозированной двигательной активности. Перечисленные причины не способствуют формированию потребности в систематических занятиях и устранению дефицита двигательной активности человека.

Очевидно, что существует необходимость в оптимальном дозировании физических нагрузок для улучшения качества жизни человека и профилактики гиподинамии. Для обеспечения необходимого оздоровительного эффекта при использовании физических упражнений в ОиАФК следует добиваться соответствия величины физических нагрузок функциональным возможностям организма (Н.М. Амосов, В.И. Бондин, П. Брегг, Я.С. Вайнбаум, А.А. Горелов, С.П. Евсеев, К. Купер, Л.П. Матвеев, В.Н. Платонов, О.Г. Румба, В.Н. Селуянов, Ж.К. Холодов, А.Г. Фурманов и другие). Поэтому проблема индивидуализации и систематичности оздоровительных занятий может быть решена с помощью определения персонализированных норм физической нагрузки для занимающихся ОиАФК.

Всестороннее изучение трудов отечественных и зарубежных ученых показало, что вопросами нормирования физической нагрузки занимаются во многих странах, организациях и научных школах (ВОЗ, Минздрав России, Минспорт России, Минобрнауки России). Теоретический анализ выявил методы нормирования физической нагрузки взрослого человека в ОиАФК, которые можно разделить на три группы, основанные на субъективных ощущениях, регистрации объемов физической нагрузки и регистрации интенсивности физической нагрузки. Каждый метод имеет ограничения для занятий ОиАФК вследствие неразработанности способов учета и дозирования повседневной двигательной активности. При этом наиболее информативным, объективным и широко используемым в практике показателем реакции организма на физическую нагрузку является частота сердечных сокращений (ЧСС). ЧСС рассматривается как основной биомаркер физической активности (Н.М. Амосов, Я.С. Вайнбаум, А.А. Горелов, А.А. Зайцев, С.П. Евсеев и другие). Она отражает не только интенсивность работы сердечно-сосудистой системы, но и напряжение практически всех систем организма, а также уровень энергообмена.

Статистический анализ продаж цифровых носимых устройств за последние пять лет свидетельствует о росте их популярности среди занимающихся ОиАФК (ACSM's Health & Fitness Journal). Наблюдается высокий уровень развития цифровых носимых устройств («умных» часов, фитнес-браслетов и фитнес-трекеров) с функциями мониторинга физической активности человека посредством измерения частоты пульса, расхода энергии или количества шагов. Современные носимые устройства могут собирать данные о ЧСС в течение суток, что позволяет полностью отслеживать физическую активность человека в повседневной жизнедеятельности.

Проведенный анализ суточных данных о ЧСС выявил, что они не могут быть обработаны традиционными методами математической статистики, так как в генеральных совокупностях данных о ЧСС среднее и дисперсия существенно растут вместе с объемом выборки, поэтому они являются негауссовыми. Для работы с подобными данными требуются разработка и внедрение новых подходов

и методов статистической обработки данных. В математической статистике подобные данные исследуются и обрабатываются в рамках рангового анализа (В.И. Гнатюк, Б.И. Кудрин), внедрение которого в ОиАФК при разработке персонифицированных норм физической нагрузки позволит учитывать повседневную жизнедеятельность взрослого человека, что создаст предпосылки для повышения индивидуализации и систематичности занятий ОиАФК.

Все вышеизложенное свидетельствует об актуальности проблемы нормирования физической нагрузки взрослого человека, занимающегося ОиАФК с использованием носимых устройств. Таким образом, обобщая вышесказанное, можно констатировать наличие следующих **противоречий**:

- между потребностью государства в индивидуальном дозировании двигательной активности взрослого человека и недостаточной разработанностью подходов к ее персонифицированному нормированию с использованием возможностей цифровизации;
- между необходимостью повышения эффективности физкультурно-оздоровительных программ и отсутствием технологии определения персонифицированных норм физических нагрузок;
- между потребностью взрослого человека в персонифицированном управлении индивидуальной двигательной активностью и отсутствием научно обоснованных способов ее регулирования с использованием носимых устройств;
- между потребностью субъекта оздоровительной и адаптивной физической культуры в обеспечении необходимой и достаточной физической нагрузки на физкультурно-оздоровительных занятиях и отсутствием способов ее персонифицированного нормирования.

Указанные противоречия свидетельствуют о наличии **проблемной ситуации**, характеризующейся отсутствием научно обоснованных подходов к персонифицированному нормированию физической нагрузки взрослого человека. Данная проблемная ситуация определила **научную проблему исследования**: обоснование подходов к персонифицированному нормированию физической нагрузки взрослого человека, занимающегося оздоровительной или адаптивной физической культурой с использованием носимых устройств.

Согласно Перечню актуальных тематик диссертационных исследований в области наук об образовании, разработанному Российской академией образования и Высшей аттестационной комиссией при Минобрнауки РФ в 2023 г., решение выявленной научной проблемы согласуется со следующими кодами тематик (соответствующих научной специальности 5.8.6. «Оздоровительная и адаптивная физическая культура»): 6.4.8, 6.4.10, 6.4.11, 6.5.3, 6.6.3, 6.7.9, 6.8.5, 6.9.1, 6.12.2, 6.13.3.

Степень научной разработанности проблемы. По проблеме нормирования физической нагрузки взрослого человека и дозирования двигательной активности в ОиАФК выполнено множество диссертационных исследований, в числе которых: Н.П. Абаскалова «Теория и практика формирования здорового образа жизни учащихся и студентов в системе «Школа – Вуз»»; И.А. Анохина «Ритмическая гимнастика как средство компенсации дефицита двигательной активности у студенток»;

Н.К. Байтелесова «Двигательная активность как фактор повышения работоспособности женщин второго периода зрелого возраста, работающих преподавателями вузов»; В.И. Бондин «Педагогические основы физкультурно-оздоровительных систем»; Е.С. Борисов «Нормирование двигательной активности студентов, проживающих в регионах с продолжительными суровыми зимами (на примере Республики Саха (Якутия))»; Т.Е. Весёлкина «Самостоятельный контроль и коррекция двигательной активности студентов с использованием информационной технологии»; Г.П. Виноградов «Теоретические и методические основы физической рекреации: на примере занятий с отягощениями»; Е.В. Гавришова «Регулирование двигательной активности студентов в зависимости от мотивации достижения успеха или избегания неудач»; О.В. Ишанова «Комплексная методика проведения занятий оздоровительной аэробикой с женщинами 25 – 35-летнего возраста»; Н.А. Казакова «Повышение физической подготовленности девушек в возрасте 17 – 19 лет на основе средств аквааэробики»; В.Л. Кондаков «Системные механизмы конструирования физкультурно-оздоровительных технологий в образовательном пространстве современного вуза»; В.Д. Кряжев «Методология развития, сохранения и восстановления двигательных возможностей человека в спортивной тренировке и оздоровительной физической культуре»; М.В. Кулешова «Педагогические условия социализации студентов в процессе двигательной активности»; Е.Б. Ладыгина «Содержание и направленность рекреационных занятий женщин пожилого возраста в группах здоровья»; О.Н. Московченко «Оптимизация физических нагрузок на основе индивидуальной диагностики адаптивного состояния у занимающихся физической культурой и спортом (с применением компьютерных технологий)»; Н.И. Романенко «Содержание физической подготовки женщин 35 – 45 лет с использованием различных видов фитнеса на основе учета соматотипа»; С.А. Романченко «Коррекция состояния здоровья студентов в процессе занятий физической культурой»; О.Г. Румба «Система педагогического регулирования двигательной активности студентов специальных медицинских групп»; С.В. Савин «Педагогическое проектирование занятий фитнесом с женщинами зрелого возраста»; В.Г. Свечкарев «Совершенствование двигательных возможностей человека посредством автоматизированных систем управления»; Н.И. Соколовская «Технология управления процессом организованных учебных и самостоятельных форм занятий в физкультурном образовании студентов медицинского вуза»; А.И. Суханов «Теория и практика управления физическим состоянием человека на основе комплексных физкультурно-оздоровительных коррекций»; А.Г. Сухарев «Гигиенические принципы нормирования двигательной активности школьников»; О.Н. Токмакова «Совершенствование физической подготовленности студенток специального медицинского отделения ВУЗа на основе расширенного использования дозированной ходьбы и бега»; А.Г. Трушкин «Педагогические основы инновационных технологий физического воспитания оздоровительной направленности»; А.Н. Усатов «Самостоятельная физическая тренировка как средство повышения двигательной активности студенческой молодежи»; В.Э. Фризен «Двигательная активность и внешние физические факторы в управлении функциональными системами организма человека»; А.С. Шепляков «Регулирование двигательной активности студентов с использованием информационных технологий».

Однако в перечисленных работах не затрагивается проблема персонифицированного нормирования физической нагрузки взрослого человека в ОиАФК с использованием носимых устройств, что подтверждает актуальность темы исследования.

Объект исследования: двигательная активность взрослого человека, занимающегося оздоровительной или адаптивной физической культурой.

Предмет исследования: персонифицированное нормирование физической нагрузки взрослого человека, занимающегося оздоровительной или адаптивной физической культурой.

Субъект исследования: взрослый человек, занимающийся оздоровительной или адаптивной физической культурой.

Гипотеза исследования состоит в предположении о том, что двигательная активность взрослого человека, занимающегося оздоровительной или адаптивной физической культурой, будет эффективна, если:

- обосновать применение теории рангового анализа к данным о двигательной активности как методологическое основание технологии персонифицированного нормирования физической нагрузки взрослого человека, занимающегося оздоровительной или адаптивной физической культурой;

- разработать пульсометрическую модель, отражающую совокупность суточных измерений ЧСС, регистрируемых носимыми устройствами, как систему пульсометрических состояний организма взрослого человека;

- разработать метод энергетического балансирования системы пульсометрических состояний организма человека, включающий критериально-алгоритмическую систему уравнений, алгоритм балансирования системы пульсометрических состояний и способ сбора, обработки и интерпретации суточных измерений частоты сердечных сокращений и обеспечивающий дифференцированное распределение объемов физической нагрузки взрослого человека по зонам интенсивности частоты сердечных сокращений за счет разработки и соблюдения персонифицированных норм физической нагрузки;

- ввести индекс оптимальной физической активности, позволяющий осуществлять мониторинг и оценку двигательной активности взрослого человека, занимающегося оздоровительной или адаптивной физической культурой;

- разработать алгоритм персонифицированного нормирования физической нагрузки взрослого человека в ОиАФК, который при внедрении в программы физкультурно-оздоровительных занятий позволяет улучшать показатели физического развития, функционального состояния, физической подготовленности и психоэмоционального состояния занимающихся;

- создать систему педагогического регулирования двигательной активности взрослого человека в ОиАФК, позволяющую повышать систематичность, индивидуализацию и цифровизацию физкультурно-оздоровительных занятий.

Цель исследования: научно обосновать технологию персонифицированного нормирования физической нагрузки взрослого человека, занимающегося оздоровительной или адаптивной физической культурой.

Достижение цели осуществлялось решением **задач исследования:**

1. Определить состояние проблемы нормирования физической нагрузки взрослого человека в оздоровительной и адаптивной физической культуре.
2. Обосновать применение теории рангового анализа к данным о двигательной активности как методологическое основание технологии персонафицированного нормирования физической нагрузки взрослого человека, занимающегося оздоровительной или адаптивной физической культурой.
3. Разработать пульсометрическую модель, отражающую суточные измерения частоты сердечных сокращений, регистрируемых носимыми устройствами, как систему пульсометрических состояний организма взрослого человека, занимающегося оздоровительной или адаптивной физической культурой.
4. Обосновать применение и дополнить процедуры рангового анализа для исследования системы данных суточных измерений частоты сердечных сокращений.
5. Разработать метод энергетического балансирования системы пульсометрических состояний организма взрослого человека, занимающегося оздоровительной или адаптивной физической культурой.
6. Разработать индекс оптимальной физической активности, позволяющий осуществлять мониторинг и оценку двигательной активности взрослого человека, занимающегося оздоровительной или адаптивной физической культурой.
7. Разработать алгоритм персонафицированного нормирования физической нагрузки и обосновать последовательность его этапов.
9. Создать систему педагогического регулирования двигательной активности взрослого человека в ОиАФК, обосновать комплекс ее мероприятий и структуру информационно-аналитического комплекса.
10. Доказать эффективность технологии персонафицированного нормирования физической нагрузки для различных контингентов взрослого населения, занимающегося оздоровительной или адаптивной физической культурой.

Для проверки гипотезы и решения поставленных задач применялись **методы исследования:** теоретический анализ и обобщение данных специальной литературы; опрос в виде анкетирования; регистрация частоты сердечных сокращений методом плетизмографии; эмпирические методы исследования физического развития, функционального состояния, физической подготовленности, психоэмоционального состояния; метод индексов; педагогический эксперимент; педагогическое наблюдение; методы рангового, статистического и математического анализа.

Организация и проведение исследования. Исследование проводилось с 2012 по 2025 год и включало в себя четыре этапа.

На первом – поисково-аналитическом этапе (2012 – 2017) осуществлялись изучение и обобщение данных научно-методической литературы, результатов диссертационных исследований, отражающих сущность и содержание проблемы нормирования физической нагрузки в ОиАФК. Также изучались особенности и проблемные вопросы состояния здоровья и аспектов жизнедеятельности взрослого человека.

На втором – предварительном этапе (2017 – 2020) исследовались возможности носимых устройств для применения их в ОиАФК. Обосновано применение методологии рангового анализа к данным о повседневной активности взрослого человека. Разработаны

основные процедуры и алгоритмы нормирования физической нагрузки. Обоснован выбор темы работы, устанавливалась степень ее разработанности, определялись объект, предмет исследования, контингенты для экспериментального обоснования, разрабатывались цель, гипотеза и задачи исследования, определялся комплекс методов для их решения.

На третьем – опытно-экспериментальном этапе (2020 – 2024) обоснованы основные методологические аспекты технологии персонализированного нормирования физической нагрузки, разработаны индекс оптимальной физической активности и система педагогического регулирования физической активности. Для различных контингентов, занимающихся оздоровительной физической культурой (ОФК) и адаптивной физической культурой (АФК) (в специальных медицинских группах (СМГ)), проведен педагогический эксперимент с целью проверки эффективности разработанной технологии персонализированного нормирования физической нагрузки взрослого человека. Экспериментальной площадкой послужили Балтийский федеральный университет имени И. Канта (БФУ им. И. Канта) и фитнес-студия «Оздоровительный фитнес» (Калининград).

На четвертом – заключительном этапе (2024 – 2025) проводились аналитическая работа по обобщению и интерпретации полученных экспериментальных данных и всего фактического материала исследования, формулирование выводов, практических рекомендаций, оформление работы в соответствии с требованиями и подготовка рукописи диссертации к защите.

Теоретико-методологическую основу исследования составили:

- положения диалектики о взаимосвязи явлений окружающего мира, о необходимости исследования явлений в их развитии, о сущности нормирования как процесса упорядочения и реализации педагогической практики (Г. Гегель);
- основные положения общепедагогического принципа гуманизма в антропологическом (Б.М. Бим-Бад, П.Ф. Лесгафт, К.Д. Ушинский и другие), личностно-ориентированном (Ш.А. Амонашвили, Л.И. Божович, И.С. Кон, В.А. Петровский, В.А. Сластёнин, Л.Ф. Спирин, И.С. Якиманская и другие), личностно-деятельностном (Б.Г. Ананьев, Л.С. Выготский, П.Л. Гальперин, В.В. Давыдов, А.Н. Леонтьев, С.Л. Рубинштейн, Д.И. Фельдштейн, Д.Б. Эльконин и другие) подходах;
- основные положения методологии педагогики и методики педагогического исследования (И.В. Блауберг, В.И. Загвязинский, В.В. Краевский, П.И. Пидкасистый, И.П. Подласый, В.М. Полонский, Т.И. Руднева, В.Г. Рындак, Э.Г. Юдин и другие);
- основные положения теории функциональных систем (П.К. Анохин, К.В. Судаков, А.Г. Щедрина и другие);
- положения теории оптимизации функционального состояния организма человека (Л.Г. Дикая, Л.П. Гримак, А.С. Кузнецов, А.Б. Леонова, В.П. Некрасов и другие);
- основные положения по физиологии различных аспектов жизнедеятельности человека (Н.А. Агаджанян, Н.А. Бернштейн, В.М. Волков, А.А. Виру, А.К. Гайтон, И.И. Земцова, А.Б. Леонова, В.И. Медведев, В.М. Покровский, И.М. Сеченов, А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб, К.В. Судаков, Б.И. Ткаченко, Д.Э. Холл и другие);
- основные положения теории физической культуры (Г.Л. Апанасенко, В.К. Бальсевич, Ю.Н. Вавилов, В.М. Гелецкий, А.А. Горелов, Т.Ю. Круцевич, Ю.Ф. Курамшин, П.Ф. Лесгафт, В.И. Лях, Л.П. Матвеев, В.К. Пельменев, В.Н. Платонов, Е.В. Федотова, Е.Л. Чеснова, G.A. Borg, C. Foster, R.J. Robertson и другие);

– основные положения теории оздоровительной и адаптивной физической культуры (А.Г. Абалян, Е.Н. Алексеева, А.А. Баряев, В.А. Бароненко, В.И. Бондин, С.М. Бубновский А.А., Э.Н. Вайнер, В.М. Гелецкий, А.А. Горелов, Н.Н. Голякова, А.А. Грачиков, Д.Н. Давиденко, А.Г. Дембо, Д.Д. Донской, С.П. Евсеев, О.Э. Евсеева, А.А. Зайцев, К.А. Крулев, К. Купер, С.Ф. Курдыбайло, Е.Б. Ладыгина, Л.А. Ланцберг, В.И. Лях, В.Б. Мандриков, А.С. Махов, Е.Г. Мильнер, Д.Ф. Мосунов, Г.Н. Пономарев, А.А. Потапчук, М.А. Правдов, В.А. Пустозёров, Н.И. Романенко, С.А. Романченко, О.Г. Румба, С.В. Савин, Т.А. Селитреникова, В.Н. Селуянов, О.Н. Степанова, И.Б. Тёмкин, О.Н. Токмакова, А.Г. Трушкин, О.Б. Томашевская, Н.И. Федорова, Т.Д. Федотова, А.Г. Фурманов, Л.В. Шапкова, А.В. Шевцов, В.В. Храмов и другие);

– научные аспекты дозирования физической нагрузки человека (Н.А. Бернштейн, Я.С. Вайнбаум, А.А. Горелов, С.П. Евсеев, О.Н. Московченко, Д.Е. Розенблюм, О.Г. Румба, А.Г. Сухарев, А.Н. Усатов и другие);

– научные аспекты математико-статистического анализа сердечного ритма человека (Н.М. Амосов, Р.М. Баевский, В.И. Воробьев, А.Д. Воскресенский, М.Д. Вентцель, Я.Л. Габинский, Е.А. Гаврилова, Л.М. Макаров, В.М. Михайлов, Г.А. Никулина, Ю.Н. Семенов, Н.И. Шлык, В.А. Franklin, С.Р. Gutvik, Р. Hammer, J. Nauman, В.М. Nes, А.Р. Tari, С.-Р. Wen, U. Wisløff и другие);

– основные положения теории рангового анализа систем различного типа (В.В. Бедаш, В.И. Гнатюк, Р.В. Гурина, А.В. Докучаев, Д.А. Евсеев, М.С. Жукова, О.Р. Кивчун, Б.И. Кудрин, Д.В. Луценко, А.А. Меркулов, В.С. Олейник, А.В. Тимченко, В.В. Фуфаев, С.Д. Хайтун и другие).

Научная новизна исследования состоит в том, что впервые:

1) обосновано персонифицированное нормирование физической нагрузки взрослого человека, занимающегося оздоровительной или адаптивной физической культурой, на основе применения рангового анализа к суточным данным о ЧСС;

2) разработана пульсометрическая модель, отражающая совокупность суточных измерений частоты сердечных сокращений как систему пульсометрических состояний организма человека;

3) разработан метод энергетического балансирования системы пульсометрических состояний организма взрослого человека (включает критериально-алгоритмическую систему уравнений, алгоритм балансирования системы пульсометрических состояний и способ сбора, обработки и интерпретации суточных измерений ЧСС), который обеспечивает дифференцированное распределение объемов физической нагрузки взрослого человека по зонам интенсивности частоты сердечных сокращений за счет разработки и соблюдения персонифицированных норм физической нагрузки;

4) предложен индекс оптимальной физической активности, позволяющий осуществлять мониторинг и оценку двигательной активности взрослого человека;

5) разработан алгоритм персонифицированного нормирования физической нагрузки взрослого человека, занимающегося оздоровительной или адаптивной физической культурой;

6) создана система педагогического регулирования двигательной активности взрослого человека, занимающегося оздоровительной или адаптивной физической культурой.

Теоретическая значимость результатов исследования. В теории оздоровительной и адаптивной физической культуры обоснованы методологические аспекты технологии персонифицированного нормирования физической нагрузки взрослого человека на основе рангового анализа данных о его двигательной активности. Для теории ОиАФК сформулированы и уточнены следующие понятия: технология персонифицированного нормирования физической нагрузки; занимающийся ОФК и АФК; области ЧСС низкой, средней и высокой интенсивности; пульсометрическая модель; пульсометрическое состояние; система пульсометрических состояний; метод энергетического балансирования системы пульсометрических состояний; способ сбора, обработки и интерпретации данных о ЧСС; индекс оптимальной физической активности; алгоритм персонифицированного нормирования физической нагрузки; система педагогического регулирования двигательной активности.

Обоснованы новые процедуры рангового анализа: создание базы данных минутных измерений ЧСС, фиксация графиков минутных измерений ЧСС за сутки, получение ранговых параметрических распределений ЧСС за сутки, интервальное оценивание ранговых параметрических распределений ЧСС, нормирование ранговых параметрических распределений ЧСС и индексирование двигательной активности за неделю. Экспериментально подтверждена идея о возможности педагогического регулирования ежедневной двигательной активности взрослого человека, занимающегося ОиАФК, на основе данных, получаемых с носимых устройств.

Практическая значимость заключается в том, что впервые разработаны:

- 1) операционные аспекты технологии персонифицированного нормирования физической нагрузки взрослого человека, занимающегося ОиАФК;
- 2) технологическая карта персонифицированного нормирования физической нагрузки взрослого человека в ОиАФК;
- 3) способ мониторинга и оценки двигательной активности взрослого человека, занимающегося ОиАФК;
- 4) структуры типовых физкультурно-оздоровительных занятий для занимающихся ОФК (женщин и мужчин 1-й и 2-й возрастных групп, девушек и юношей), а также – АФК (студентов СМГ);
- 7) практические рекомендации по педагогическому регулированию двигательной активности взрослого человека, занимающегося ОиАФК;
- 8) комплекс мероприятий системы педагогического регулирования двигательной активности взрослого человека, занимающегося ОиАФК;
- 9) информационно-аналитический комплекс системы педагогического регулирования двигательной активности взрослого человека, занимающегося ОиАФК, в который вошли программы для ЭВМ «Оптимальный комплекс физических упражнений» (2013), «Программа преобразования секундных измерений ЧСС в минутные» (2025), «Программа нормирования физической нагрузки для занимающихся ОФК» (2024), «Программа расчета индекса оптимальной физической активности для занимающихся ОФК» (2025), а также «База данных ЧСС для нормирования физической нагрузки» (2025).

Научно обоснованная технология персонифицированного нормирования двигательной активности взрослого человека, занимающегося ОиАФК с использованием носимых устройств, может применяться как в учебном процессе вузов и деятельности физкультурно-оздоровительных организаций, так и самостоятельно взрослым населением с целью повышения эффективности программ физкультурно-оздоровительных занятий (ФОЗ). Также разработанные подходы и инструментарий могут быть использованы на курсах повышения квалификации и переподготовки кадров в сфере ОиАФК.

Достоверность и обоснованность исследования обеспечиваются всесторонним анализом современного состояния проблемы нормирования физической нагрузки в теории оздоровительной и адаптивной физической культуры, обоснованием инновационных методов исследования, соответствующих гипотезе, цели и задачам, длительностью и объемом экспериментальной работы, репрезентативностью выборки, целостностью восприятия и полнотой интерпретации результатов исследования с применением методов математической статистики, апробацией основных теоретических положений, полученных в диссертации, а также публикациями в печатных изданиях. Кроме того, исследование основывается на большом статистическом материале (более 1 600 000 измерений), собранном у разнообразного контингента испытуемых (клиенты фитнес-студии «Оздоровительный фитнес» (Калининград) – 206 человек и студенты БФУ им. И. Канта – 122 человека) в ходе выполнения инициативной научно-исследовательской работы и реализации проекта № 678-Л-24 «Цифровая платформа для оптимального нормирования физической нагрузки на основе персонифицированных показателей», поддержанного Министерством образования и науки РФ в рамках программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

Положения, выносимые на защиту:

1. Пульсометрическая модель является методологическим основанием технологии персонифицированного нормирования физической нагрузки взрослого человека, занимающегося оздоровительной или адаптивной физической культурой. Модель отражает совокупность суточных измерений частоты сердечных сокращений, регистрируемых носимыми устройствами, как систему пульсометрических состояний организма, что позволяет применить теорию рангового анализа.

2. Метод энергетического балансирования включает критериально-алгоритмическую систему уравнений, алгоритм балансирования системы пульсометрических состояний и способ сбора, обработки и интерпретации суточных измерений частоты сердечных сокращений. Метод обеспечивает дифференцированное распределение объемов физической нагрузки взрослого человека по зонам интенсивности частоты сердечных сокращений за счет разработки и соблюдения персонифицированных норм физической нагрузки.

3. Индекс оптимальной физической активности предусматривает низкую, оптимальную и повышенную зоны, которые учитывают персонифицированные нормы физической нагрузки. Индекс позволяет осуществлять мониторинг и оценку двигательной активности взрослого человека, занимающегося оздоровительной или адаптивной физической культурой.

4. Алгоритм персонифицированного нормирования физической нагрузки отличается пятью последовательными этапами: диагностическим, нормировочным, проектировочным, реализационным и контрольным. Алгоритм при внедрении в программы физкультурно-оздоровительных занятий позволяет улучшать показатели физического развития, функционального состояния, физической подготовленности и психоэмоционального состояния взрослого человека, занимающегося оздоровительной или адаптивной физической культурой.

5. Система педагогического регулирования двигательной активности отличается использованием персонифицированных норм физической нагрузки. Она позволяет повышать систематичность, индивидуализацию и цифровизацию физкультурно-оздоровительных занятий взрослого человека, занимающегося оздоровительной или адаптивной физической культурой.

Апробация и внедрение результатов исследования. Основные теоретико-методические положения, выводы, практические рекомендации и результаты проведенных исследований нашли отражение в монографиях, статьях и тезисах докладов. Результаты исследований были представлены на международном конгрессе, 15 российских и международных научно-практических конференциях. По теме диссертации опубликовано 60 научных трудов, в том числе 19 статей в журналах по Перечню ВАК РФ, 4 свидетельства на программы ЭВМ, 1 свидетельство на базу данных, 2 монографии, где соискатель является одним из соавторов, а также публикации в различных научно-технических журналах и сборниках научных трудов.

Результаты исследования апробированы и внедрены в научно-исследовательскую работу кафедры теории и методики адаптивной физической культуры ФГБОУ ВО «НГУ им. П.Ф. Лесгафта»; в образовательную деятельность Высшей школы физической культуры и спорта ФГАОУ ВПО «БФУ им. И. Канта»; в учебный процесс кафедры физической культуры ФГБОУ ВО «КГТУ»; в деятельность РОО «Федерация плавания Калининградской области»; МБУ ДО СДЮСШОР № 14 по плаванию (г. Калининград); фитнес-студии «Оздоровительный фитнес» при проектировании и проведении занятий с клиентами студии; КИЦ «Техноценоз», что подтверждается актами внедрения.

Личный вклад автора заключается в определении научной проблемы; обосновании темы; выборе и применении методологии; постановке цели исследования; самостоятельном исполнении исследовательской работы; организации педагогического эксперимента и внедрении его результатов в практику; подготовке и публикации результатов, полученных в процессе выполнения исследовательской работы; подготовке текста диссертации и автореферата.

Соответствие работы паспорту научной специальности. Полученные результаты соответствуют пунктам 4 – 9, 12, 13 паспорта специальности 5.8.6. «Оздоровительная и адаптивная физическая культура».

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, практических рекомендаций, списка литературы, приложений. Работа изложена на 500 страницах текста, иллюстрированного 69 таблицами, 78 рисунками, 10 приложениями. Список литературы включает 471 наименование, из которых 88 – на иностранных языках.

Основное содержание работы

Во введении раскрыты актуальность темы, степень ее разработанности, определены объект, предмет, сформулированы цель, гипотеза и задачи исследования, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, дана характеристика теоретико-методологических основ диссертационного исследования, обоснованы методы исследования, изложены положения, выносимые на защиту.

В первой главе «**Научно-теоретические предпосылки исследования проблемы нормирования физической нагрузки взрослого человека в оздоровительной и адаптивной физической культуре**» проведен научно-теоретический анализ нормативно-правовых документов и специальной литературы по проблеме нормирования физической нагрузки в ОиАФК. В ходе научно-теоретического анализа литературных источников как отечественных, так и зарубежных авторов выявлено, что проблема нормирования физической нагрузки в ОиАФК является актуальной, особенно в свете повсеместного распространения носимых устройств с функциями ежеминутного измерения ЧСС. Следовательно, при определении норм требуется разработка технологии персонафицированного нормирования, учитывающей цифровые данные о ЧСС, полученные с носимых устройств. Специалисты рассматривают нормирование как ключевую задачу ОиАФК, однако анализ подходов к нормированию показал отсутствие технологий, связанных с применением носимых устройств для решения данной проблемы.

С учетом различных классификаций, представленных как в нормативно-правовых документах (Рекомендации ВОЗ, Рекомендации Минздрава России, Приказ Минспорта России от 09.01.2023 № 1 и другие), так и в научной литературе (Н.М. Амосов, В.И. Бондин, П. Брегг, Я.С. Вайнбаум, В.М. Гелецкий, А.А. Горелов, С.П. Евсеев, О.Э. Евсеева, А.А. Зайцев, Ф.Р. Зотова, К. Купер, Л.П. Матвеев, А.А. Николаев, В.Н. Платонов, О.Г. Румба, С.В. Савин, В.Н. Селуянов, О.Н. Степанова, Ж.К. Холодов, Е.Л. Чеснова, А.Г. Фурманов и другие), методы нормирования физической нагрузки взрослого человека в ОиАФК можно разделить на три группы, основанные на субъективных ощущениях, регистрации объемов физической нагрузки и регистрации интенсивности физической нагрузки (таблица 1).

Таблица 1 – Нормирование физической нагрузки в оздоровительной и адаптивной физической культуре

Показатель	Способ регистрации	Организация, авторы, документ
1	2	3
На основе регистрации объемов физической нагрузки		
Аэробная физическая активность умеренной интенсивности не менее 150 мин в неделю или аэробная физическая активность высокой интенсивности не менее 75 мин в неделю. Частота занятий – не менее 4 – 5 раз в неделю	Хронометрирование	Всемирная организация здравоохранения (Рекомендации), Министерство здравоохранения России (Рекомендации)

Продолжение Таблицы 1

1	2	3
Физическая активность средней интенсивности – не менее 115 мин в неделю или не менее 5930 шагов в день	Хронометрирование, шагометрия	Министерство спорта России (Приказ от 09.01.2023 № 1)
1000 суставных движений	Самостоятельный подсчет количества движений без носимого устройства	Н.М. Амосов
12-минутный тест	Количество метров на отмеренной дистанции, хронометрирование	К. Купер
10 000 шагов (шагометрия)	Шагометрия, носимое устройство	Михао Икай
14 000 – 19 000 локомоций в сутки (рекомендуемый минимум – 10 000 локомоций в сутки)	Самостоятельный подсчет, носимое устройство	Н.М. Амосов, А. Малышева, Е.С. Борисов, О.Г. Румба и другие
Число повторений физических упражнений – 25 – 50 % от максимального количества повторов (до 30 с)	Хронометрирование, подсчет повторов	Приказ Минспорта России от 09.01.2023 № 1, Ж.К. Холодов
Другие различные показатели на основе регистрации объемов физической нагрузки		
Недостатки: отсутствие персонификации и дозирования по интенсивности, не учитывается состояние занимающегося, высокая погрешность учета, отсутствие дифференциации по зонам ЧСС, не учитывается реакция организма по ЧСС и другим физиологическим показателям, не учитывается кумулятивный эффект		
На основе субъективных ощущений		
Симптомы утомления после нагрузок различной величины (Д. Харре, 1971)	Оценка видимых признаков	Д. Харре
Степень утомления (по С.Н. Кучкину, В.М. Ченегину, 1981)	Оценка видимых признаков	С.Н. Кучкин, В.М. Ченегин
Нагрузка на основе шкал восприятия нагрузки	Шкала Фостера (от 0 до 10 баллов), Session-PRE-метод, шкала Борга, OMNI-шкала Робертсона и другие	C. Foster, G.A. Borg, R.J. Robertson
Другие различные показатели на основе субъективных ощущений и видимых признаков утомления		
Недостатки: невозможность установления точных границ объема и интенсивности нагрузки, не учитывается состояние занимающегося, требуется предварительное обучение распознавания ощущений, субъективный характер измерений, зависимость от активности, ответственности, организованности, дисциплинированности занимающегося		

Продолжение Таблицы 1

1	2	3
На основе регистрации интенсивности физической нагрузки		
Расход энергии: 300 – 500 ккал за тренировку; 1200 – 2000 ккал за сутки	Пульсометрия, хронометрирование, калориметрия, носимое устройство	В.К. Бальсевич, М.Ф. Гриненко, Г.Г. Саноян, В.В. Меньшиков, Е. Миллер и другие
Мощность (в % к МПК, в % к PWC _{max}): 40 – 90 % от МПК; 60 – 70 % от МПК	Велоэргометрия, тредбан, степ-тест, тест Купера, расчет PWC ₁₇₀ , пульсометрия, оборудование для анализа выдыхаемого воздуха	А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб, Е.А. Пирогова, С.С. Михайлов, В.Г. Осипов, Э.В. Буланова и другие
По Селуянову: две аэробные тренировки в неделю, по 30 – 50 мин каждая, на уровне порога «комфортности» (ЧСС 110 – 150 уд/мин)	Пульсометрия, хронометрирование, носимое устройство	В.Н. Селуянов и другие
До 130 уд/мин – 20 – 35 % и 15 – 28 % от времени 131 – 150 уд/мин – 30 – 50 % и 38 – 52 % от времени 151 – 180 уд/мин – 20 – 25 % и 22 – 27 % от времени свыше 180 уд/мин – 2 – 6 % и 3 – 6 % от времени	Пульсометрия, хронометрирование, носимое устройство	Министерство спорта России (Приказ от 09.01.2023 № 1)
По Савину: 60 – 90 % от максимальной ЧСС (МЧСС)	Пульсометрия, хронометрирование, носимое устройство	С.В. Савин и О.Н. Степанова
ЧСС не более 130 – 150 уд/мин	Пульсометрия, носимое устройство	«Медико-педагогический контроль за организацией занятий ФК обучающихся с отклонениями в состоянии здоровья» (письмо Министерства обр. и науки Российской Федерации от 30 мая 2012 года № МД-583/19)
В АФК: 80 – 90 мин (максимальная ЧСС (МЧСС _{смиг}) не более 130 – 150 уд/мин)	Пульсометрия, хронометрирование, носимое устройство	С.И. Филимонова, Л.Б. Андриющенко, Г.Б. Глазкова, Ю.О. Аверясова и Ю.Б. Алмазова и другие
Индекс физической активности PAI (Personal Activity Intelligence): 100 пунктов индекса – 40 мин на пульсе около 160 – 170 уд/мин или 60 минут при 150 – 160 уд/мин	Пульсометрия, хронометрирование, носимое устройство	U. Wisløff, B.M. Nes, C.R. Gutvik et al.

Продолжение Таблицы 1

1	2	3
Суточные записи вариабельности сердечного ритма	Холтеровское мониторирование, математический и кибернетический анализ сердечного ритма	Г.В. Рябыкина, А.В. Соболев, В.М. Макаров, Р.М. Баевский и другие
Другие различные показатели на основе регистрации интенсивности физической нагрузки (физиологических показателей)		
Недостатки: высокая погрешность, сложность учета и расчета, регламентация нагрузок весьма затруднительна в условиях использования массовых форм физической культуры, отсутствие персонификации, не учитывается состояние занимающегося, не учитываются суточные данные о ЧСС, не учитывается персонифицированная норма физической нагрузки занимающегося (объем нагрузки дифференцированно на распределен по зонам ЧСС), отсутствие предварительного и оперативного контроля		
На основе рангового анализа суточных данных о частоте сердечных сокращений		
Персонифицированная норма физической нагрузки и индекс оптимальной физической активности – дифференцированный объем нагрузки, распределенный по зонам ЧСС с учетом данных о ЧСС, регистрируемых носимым устройством	Пульсометрия, носимое устройство	В.И. Гнатюк, С.П. Евсеев, А.А. Зайцев, А.А. Ковалёв П.В. Козлов и другие
Недостатки: не разработана технология персонифицированного нормирования физической нагрузки взрослого человека, занимающегося оздоровительной или адаптивной физической культурой с использованием носимых устройств		

Проведенный теоретический анализ подходов к нормированию физической нагрузки в процессе занятий ОиАФК показал, что в существующих подходах отсутствуют технологии персонификации физической нагрузки, мониторинга и оценки двигательной активности на основе учета индивидуальных особенностей повседневной деятельности взрослого человека. Это обусловлено отсутствием способов научно обоснованного анализа и интерпретации данных о внутренней стороне физической нагрузки, собираемых носимыми устройствами. В связи с этим для выявления перспектив персонифицированного нормирования физической нагрузки взрослого человека в ОиАФК требуется анализ возможностей современных носимых устройств.

Учитывая основные принципы ОиАФК, и тот факт, что индивидуализация физической нагрузки является ключевым фактором для занимающихся ОиАФК, под носимыми устройствами стоит понимать надеваемые на тело или имплантируемые вычислительные устройства, которые могут регистрировать исходящую от занимающегося ОиАФК и/или его окружения информацию, в том числе показатели объема и интенсивности физической нагрузки. На сегодняшний момент к наиболее распространенным и доступным относят устройства, носимые на кистях рук: «умные» часы, фитнес-браслеты и фитнес-трекеры. Данные устройства в режиме реального времени могут собирать массивы данных о занимающихся ОиАФК, такие как ЧСС, количество шагов, расход энергии, расстояние и другие.

Как показал ряд исследований, современные «умные» часы позволяют ежеминутно регистрировать один из ключевых показателей в ОиАФК – ЧСС, с точностью, сопоставимой с медицинскими устройствами (И.А. Иванов, Д.В. Кислицын, P. Dürking, L. Giessing, M.O. Frenkel, B.W. Nelson, N.B. Allen и другие). С помощью современных носимых устройств в режиме реального времени возможно осуществлять сбор суточных персонализированных данных о ЧСС занимающихся. На основе этих данных о ЧСС возможно определение персонализированных норм физической нагрузки для занимающихся ОиАФК. При этом функционал современных носимых устройств позволяет занимающимся ОиАФК использовать их в качестве универсального инструмента для сбора данных о ЧСС, определения с помощью этих данных персонализированных норм физической нагрузки, фиксации и анализа пульса по время и после ФОЗ. Кроме того, на основе мониторинга и оценки данных о ЧСС, регистрируемых носимыми устройствами, появляется возможность совершенствовать инструментарий предварительного, оперативного, текущего, этапного и итогового педагогических контролей.

Таким образом, анализ развития и потенциала носимых устройств показал, что они могут быть использованы для решения проблемы нормирования физической нагрузки взрослого человека в ОиАФК. Однако для этого в теории ОиАФК требуется разработка технологии персонализированного нормирования физической нагрузки взрослого человека на основе данных о ЧСС, регистрируемых носимыми устройствами.

Во второй главе «**Методологические аспекты технологии персонализированного нормирования физической нагрузки взрослого человека в оздоровительной и адаптивной физической культур**» на основе научных подходов и методов социально-гуманитарных, технических и естественных наук, а также с учетом основных положений рангового анализа разработана технология персонализированного нормирования физической нагрузки, которая дополняет существующие в теории ОиАФК подходы к решению этой проблемы.

Определение 1. Технология персонализированного нормирования физической нагрузки – взаимосвязанная совокупность пульсометрической модели, системы пульсометрических состояний, метода ее энергетического балансирования, индекса оптимальной физической активности, алгоритма персонализированного нормирования физической нагрузки, а также системы педагогического регулирования двигательной активности. Она нацелена на решение проблемы персонализированного нормирования физической нагрузки для занимающихся ОиАФК и предполагает в качестве основы пульсометрическую модель (рисунок 1).

Определение 2. Пульсометрическая модель – структурно-функциональная педагогическая модель, которая отражает ежеминутные энергозатраты человека и рассматривает их как систему пульсометрических состояний организма человека.

Определение 3. Система пульсометрических состояний (СПС) организма – совокупность минутных измерений ЧСС. Она включает в себя 1440 минутных измерений ЧСС человека за сутки в процессе его жизнедеятельности. Параметром СПС является эквивалент расхода калорий – ЧСС.

Определение 4. Под пульсометрическим состоянием СПС понимается одно измерение артериального пульса взрослого человека, снимаемого на лучевой артерии с помощью оптического датчика носимого устройства методом плетизмографии, а также фиксируемое в количестве ударов сердца за одну минуту. Пульсометрические состояния являются объектами данной системы, общее количество которых – 1440 (количество минут в одних сутках).

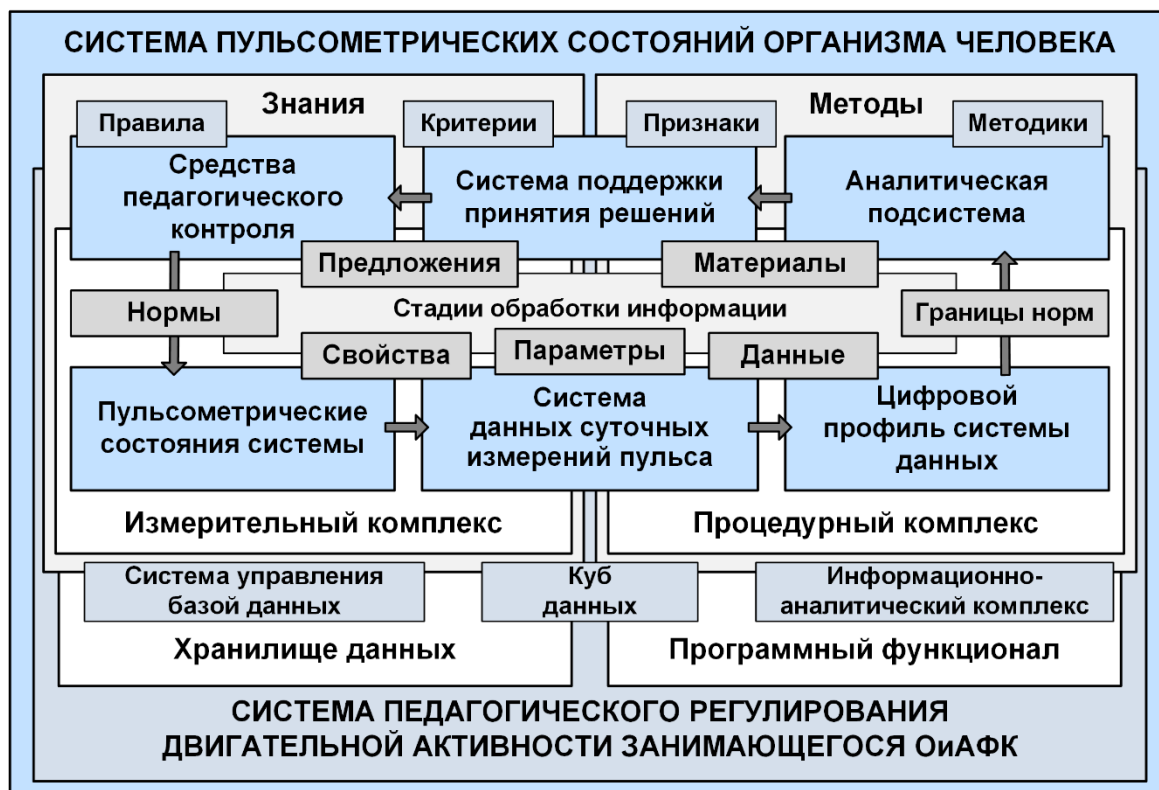


Рисунок 1 – Пульсометрическая модель

Структура модели определяется контуром управления жизненного цикла данных о пульсометрических состояниях (данных о ЧСС). Этот контур задает свойства элементов модели и причинно-следственные связи, являющиеся существенными для определения норм физической нагрузки, а также их мониторинга и оценки (рисунок 1).

Определение 5. Жизненный цикл данных о ЧСС в контуре управления пульсометрической модели – это стадии процесса (рисунок 1), охватывающие различные состояния данных о ЧСС, включая их фиксацию, последующую аналитическую обработку, агрегирование и преобразование в управляющие воздействия (в персонализированные нормы физической нагрузки).

По результатам измерений ЧСС (фиксации их в качестве пульсометрических состояний) создается специальная система данных (рисунок 1).

Определение 6. Система данных суточных измерений ЧСС – это создаваемая по результатам измерения ЧСС и закрепленная на материальном носителе в форме,

пригодной для их анализа, обработки, хранения, преобразования и передачи, взаимосвязанная совокупность суточных данных о ЧСС, отражающая с количественной, качественной, а также динамической сторон функциональные свойства как пульсометрических состояний в отдельности, так и СПС в целом. Поскольку она содержит только один измеряемый параметр, то является однопараметрической.

Проведенный анализ системы данных суточных измерений ЧСС показал, что эти данные обладают взаимосвязанностью и относятся к виду негауссовых. Обращивать и исследовать их необходимо с помощью рангового анализа, который является одним из разделов математической статистики. Впервые в теории ОиАФК представляется возможным обоснованное применение процедур рангового анализа к системе данных суточных измерений ЧСС с целью ее обработки и исследования.

Методология рангового анализа разработана для технических систем на основе научных подходов биологии более 40 лет назад профессором Московского энергетического института Б.И. Кудриным и его школой. Существенный вклад в развитие теории рангового анализа внесли профессор В.И. Гнатюк и его ученики, которые занимаются проблемами разработки оптимального управления системами различного типа. Применение рангового анализа в педагогике рассматривается в трудах Р.В. Гуриной, Д.А. Евсеева, В.В. Бедаш. При этом на сегодняшний день в области ОиАФК отсутствуют исследователи, применяющие данную теорию.

Ранговый анализ – это метод исследования систем различной природы (технической, информационной, социальной, биологической), имеющий целью их статистический анализ и оптимизацию, а также полагающий в качестве основного критерия форму видовых и ранговых распределений.

Применительно к системе данных суточных измерений ЧСС, ранговое распределение – это результат ранжирования минутных измерений ЧСС по убыванию. При этом каждому из них присваивается ранговый номер: $r = 1, 2, 3$ и так далее. Затем строится график зависимости значения ЧСС W от рангового номера r . Распределение имеет вид гиперболы и называется ранговым распределением:

$$W = \frac{W_0}{r^\beta}, \quad (1)$$

где W – исследуемый параметр системы данных суточных измерений ЧСС (минутные измерения ЧСС);
 r – ранг минутного измерения ЧСС;
 W_0 и β – параметры рангового распределения.

Ранговый анализ включает в себя десять процедур, которые осуществляются в рамках информационного, аналитического и управленческого этапов.

С учетом особенностей исследуемой СПС организма человека теория рангового анализа корректируется и дополняется следующими новыми процедурами:

1. Выделение СПС.
2. Определение зон ЧСС в СПС.
3. Задание функциональных параметров СПС.
4. Параметрическое описание СПС.

5. Создание базы данных (БД) измерений ЧСС.
6. Фиксация графиков минутных измерений ЧСС за сутки.
7. Получение ранговых параметрических распределений ЧСС за сутки.
8. Интервальное оценивание ранговых параметрических распределений ЧСС.
9. Нормирование ранговых параметрических распределений ЧСС.
10. Индексирование двигательной активности за неделю.

Согласно теории рангового анализа после задания видообразующего параметра (минутные измерения ЧСС) необходимо определить и внести в БД системы его конкретные значения. В создаваемой БД должны изначально предусматриваться соответствующие поля для последующего внесения значений конкретных параметров ЧСС, измеряемых в уд/мин. В данном случае – это одно минутное измерение. За сутки их фиксируется 1440 измерений. Например, одно из значений минутного измерения ЧСС, полученного с помощью оптического пульсометра носимого устройства в 00 часов 05 минут 4 марта, равно 56 ударам в минуту (рисунки 2). Все значения фиксируются в БД с указанием даты и времени суток, когда они были измерены. Таким образом, объектами системы данных суточных измерений ЧСС являются минутные измерения.

В процессе информационного этапа рангового анализа помимо реализации стандартных процедур рангового анализа впервые выполняются фиксация пульсометрических состояний, определение зон и областей ЧСС.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		01.03.2023	02.03.2023	03.03.2023	04.03.2023	05.03.2023	06.03.2023	07.03.2023
2	0:00	58	57	53	58	66	58	53
3	0:01	58	57	52	58	67	59	53
4	0:02	60	57	52	57	66	60	53
5	0:03		57	53	57	66	59	53
6	0:04		58	53	59	65	58	53
7	0:05		58	53	56	65	58	53
8	0:06		58	54	56	66	58	54
9	0:07		59	63	55			
10	0:08		58	55	56			
11	0:09		68	55	58			
12	0:10		56	55	57	66	56	55
13	0:11		61	55	56	65	61	55
14	0:12		61	55	57	64	61	55
15	0:13		59	55	58	66	59	55
16	0:14		58	55	57	67	58	55

Рисунок 2 – Фрагмент базы данных частоты сердечных сокращений

Исследование совокупности суточных данных о ЧСС занимающихся ОФК и в СМГ требует определения дополнительных зон ЧСС, не относящихся к тренировочным: активной (до 50 % от максимальной ЧСС в ОФК (МЧСС) и от максимальной ЧСС в АФК (МЧСС_{СМГ})) и минимальной (от 20 до 40 % от МЧСС и МЧСС_{СМГ}). Таким образом, формируются семь зон ЧСС для занимающихся ОиАФК: максимальная (90 – 100 % от МЧСС), анаэробная (80 – 89 % от МЧСС),

аэробная (70 – 79 % от МЧСС), фитнес-зона (60 – 69 % от МЧСС), оздоровительная (50 – 59 % от МЧСС), активная (40 – 50 % от МЧСС), минимальная (20 – 39 % от МЧСС). С целью дальнейшего исследования и регулирования СПС занимающихся ОиАФК с учетом заданных зон ЧСС вводится дополнительное понятие – область ЧСС.

Определение 7. Область ЧСС – диапазон ЧСС, который соответствует определенной суточной интенсивности физической нагрузки. В СПС задаются три области, которые, как и зоны ЧСС, определяются в процентном соотношении от МЧСС (МЧСС_{СМГ}). Однако в отличие от зон границы между ними условны и не являются строго фиксированными. Выделяются следующие области ЧСС:

1. Высокой интенсивности ЧСС (около 60 – 100 % от МЧСС).
2. Средней интенсивности ЧСС (около 40 – 60 % от МЧСС).
3. Низкой интенсивности ЧСС (около 20 – 40 % от МЧСС).

Аналитический этап рангового анализа начинается с фиксации графиков минутных измерений ЧСС за сутки на основе созданной ранее информационной БД. Также в ходе аналитического этапа суточные графики минутных измерений ЧСС преобразуются в ранговые параметрические распределения ЧСС за сутки. Пример такого преобразования показан на рисунке 3.

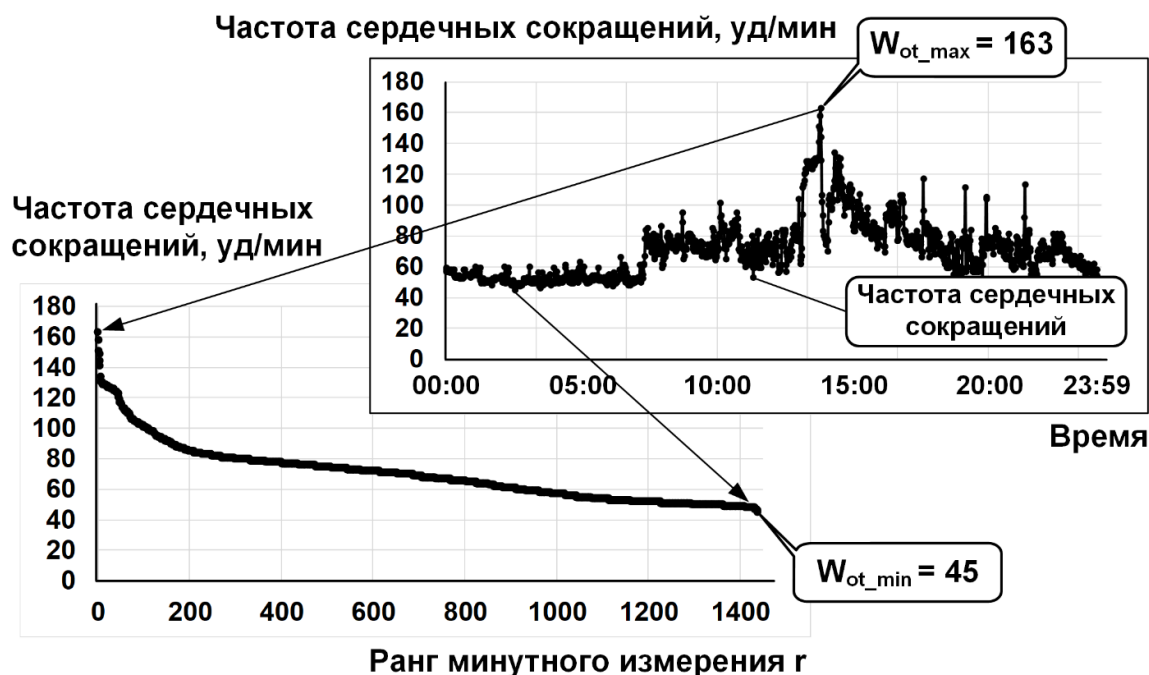


Рисунок 3 – Преобразование графика минутных измерений частоты сердечных сокращений за сутки в ранговое параметрическое распределение

Определение 8. Ранговое параметрическое распределение минутных измерений ЧСС за сутки – поставленная в соответствии рангу (номеру по порядку) убывающая последовательность минутных измерений ЧСС, упорядоченная таким образом, что каждое последующее измерение меньше предыдущего.

Определение 9. Ранг минутного измерения ЧСС – это номер минутного измерения ЧСС по порядку в параметрическом распределении.

После реализации информационного и аналитического этапов рангового анализа применительно к СПС организма человека следует этап управления. Его главной задачей является определение персонифицированных норм физической нагрузки для конкретного человека с учетом исследования его системы данных суточных измерений ЧСС. Для этого используются процедуры интервального оценивания, нормирования ранговых параметрических распределений ЧСС и индексирования физической нагрузки за неделю.

Интервальное оценивание ранговых параметрических распределений ЧСС заключается в определении нижней, средней и верхней границ, необходимых для установления норм физической нагрузки (рисунок 4).

Определение 10. Границы норм физической нагрузки – это значения, полученные в результате аппроксимации векторов с отранжированными данными усредненных значений минутных измерений ЧСС. Граница может быть нижней, средней и верхней. Нижняя определяется на основе аппроксимации вектора с отранжированными данными усредненных значений минутных измерений ЧСС дней с тренировками; средняя – всех дней измерений; верхняя – дней без тренировок. Границы необходимы для формирования персонифицированных норм физической нагрузки.

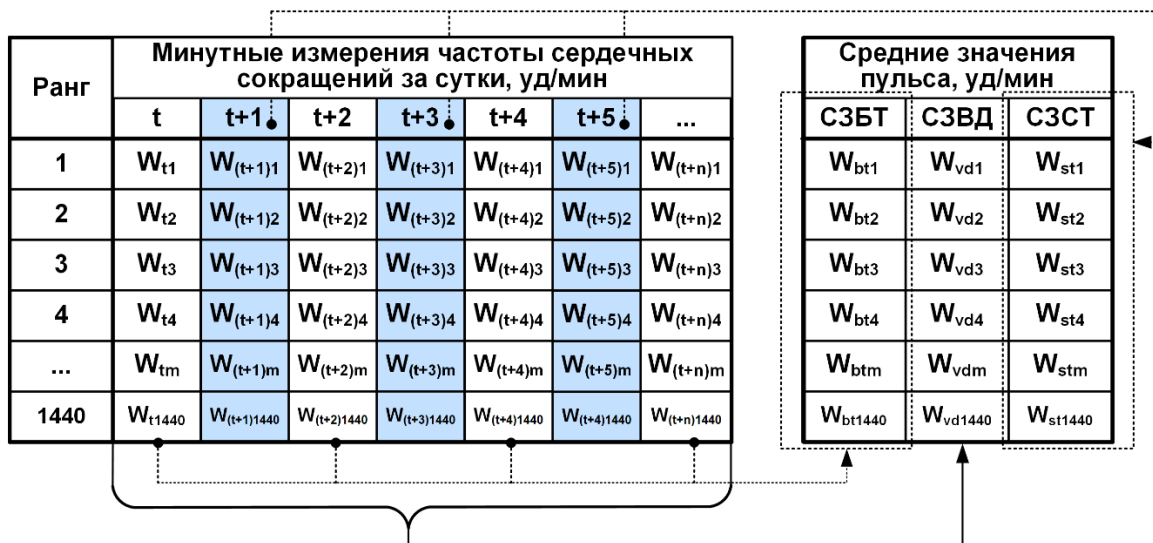


Рисунок 4 – Формирование отранжированных данных средних значений частоты сердечных сокращений: СЗБТ – средние значения дней без тренировок; СЗВД – средние значения всех дней; СЗСТ – средние значения дней с тренировками

Процедура реализуется в следующей последовательности. Из полученных ранговых параметрических распределений минутных измерений ЧСС за сутки в БД выделяются два типа дней с отранжированными данными: дни без тренировок и с тренировками. Если же за период сбора данных тренировок не было, то из полученных выборок отбирается половина наиболее «активных» дней, имеющих наибольшие значения минутных измерений ЧСС. Например, из выборок, полученных за семь дней без тренировок, необходимо выбрать три самых «активных» дня, соответствующих данному критерию. Далее в БД формируется отдельная таблица,

включающая в себя три вектора отранжированных данных усредненных значений ЧСС (рисунок 4).

Следующей процедурой оптимизационного этапа является нормирование ранговых параметрических распределений минутных измерений ЧСС за сутки. Это ключевая процедура, которая заключается в определении объема и интенсивности физической нагрузки с учетом результатов рангового анализа для системы данных суточных измерений ЧСС. После определения зон ЧСС следует подсчет значений каждого из трех векторов с отранжированными данными средних значений минутных измерений ЧСС, попавших в каждую зону. В результате операции определяется объем физической нагрузки для нижней, средней и верхней границ (рисунок 5).

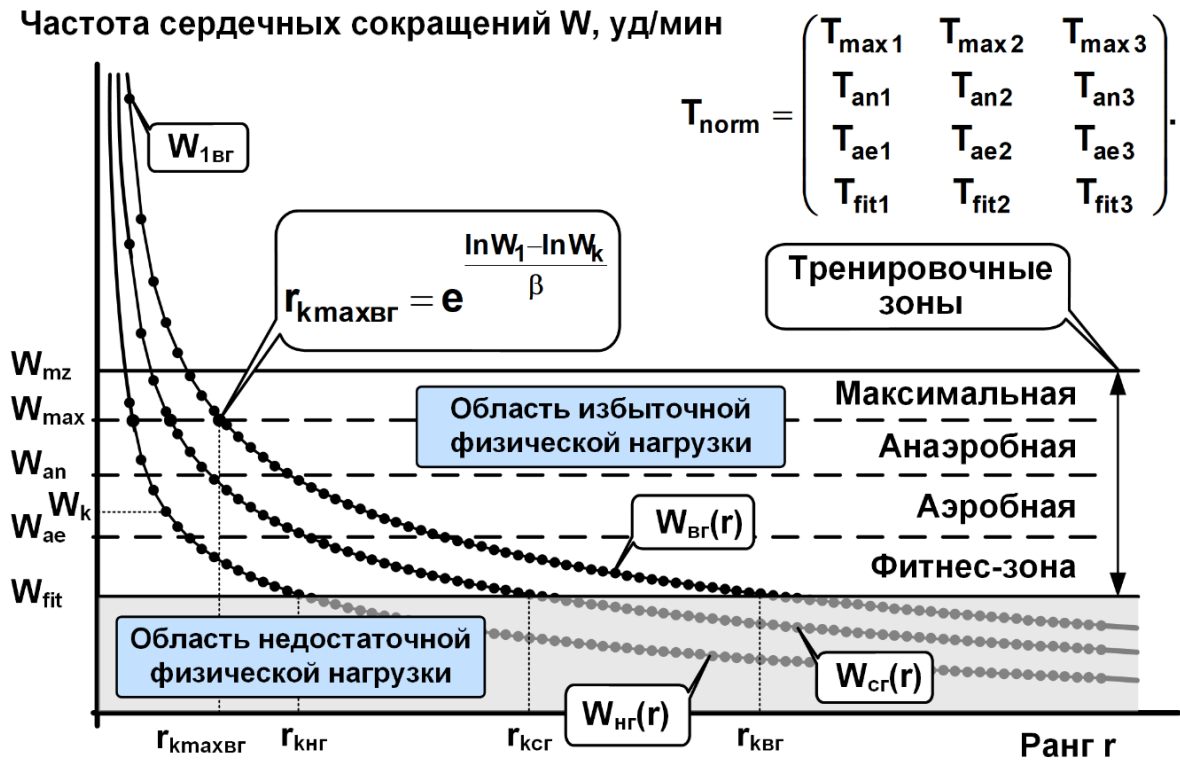


Рисунок 5 – Нормирование ранговых параметрических распределений

Определение рангового интервала (количества минут), попавшего в ранговый параметрический диапазон и соответствующего определенной зоне ЧСС, вычисляется по формуле, которая выводится следующим образом.

Из (1) получаем

$$r^\beta = \frac{W_1}{W}. \quad (2)$$

Далее осуществляется операция логарифмирования:

$$\beta \ln r = \ln W_1 - \ln W. \quad (3)$$

После чего β переносится в правую часть выражения:

$$\ln r = \frac{\ln W_1 - \ln W}{\beta}. \quad (4)$$

В итоге формула по определению нормы объема физической нагрузки для каждой зоны ЧСС принимает следующий вид:

$$r_k = e^{\frac{\ln W_1 - \ln W_k}{\beta}}, \quad (5)$$

где r_k – ранг k-го минутного измерения ЧСС;
 W_1 – первое значение аппроксимационной кривой;
 W_k – значение k-й зоны ЧСС;
 β – параметр рангового распределения.

По формуле (5) осуществляется расчет ранговых диапазонов, соответствующих заданным параметрическим интервалам, которые в конечном итоге формируют результирующие персонифицированные нормы физической нагрузки:

$$\Delta W \rightarrow \Delta r, \quad (6)$$

где ΔW – ранговый параметрический диапазон (значения интенсивности ЧСС);
 Δr – ранговый интервал (минутные измерения ЧСС).

Для нахождения точного количества минут r_k , принадлежащих зоне ЧСС с диапазоном интенсивности от W_k и выше, необходимо знать два параметра: W_1 и β . Они определяются в ходе предыдущей процедуры посредством аппроксимации отранжированных данных средних значений ЧСС каждого из трех векторов. Стоит отметить, что при расчете все точки, вышедшие за пределы тренировочного диапазона, учитываются в максимальной зоне. В результате с применением выражения (5) для каждой зоны ЧСС и для каждого параметрического диапазона, соответствующего нижней, средней и верхней границам, формируется персонифицированная норма физической нагрузки. Она представляют собой матрицу вида

$$\mathbf{T}_{\text{norm}} = \begin{pmatrix} T_{\text{max}1} & T_{\text{max}2} & T_{\text{max}3} \\ T_{\text{an}1} & T_{\text{an}2} & T_{\text{an}3} \\ T_{\text{ae}1} & T_{\text{ae}2} & T_{\text{ae}3} \\ T_{\text{fit}1} & T_{\text{fit}2} & T_{\text{fit}3} \end{pmatrix}, \quad (7)$$

где T_{norm} – матрица персонифицированной нормы физической нагрузки;

$\begin{pmatrix} T_{\text{max1}} \\ T_{\text{an1}} \\ T_{\text{ae1}} \\ T_{\text{fit1}} \end{pmatrix}$ – количество минутных измерений (объем нагрузки), попавших в тренировочные зоны ЧСС на нижней границе норм и, соответственно, на средней и верхней.

С учетом объема нагрузки, попавшего в тренировочные зоны ЧСС, можно определить объем для нижней, средней и верхней границ норм. Например, для нижней границы он вычисляется по формуле

$$T_{\text{ob1}} = T_{\text{max1}} + T_{\text{an1}} + T_{\text{ae1}} + T_{\text{fit1}}, \quad (8)$$

где T_{ob1} – объем физической нагрузки для нижней границы.

Аналогичным образом объем нагрузки определяется для средней и верхней границ норм. В итоге суммарный объем для границ фиксируется в матрице

$$T_{\text{ob_norm}} = (T_{\text{ob1}} \quad T_{\text{ob2}} \quad T_{\text{ob3}}), \quad (9)$$

где $T_{\text{ob_norm}}$ – матрица суммарного объема физической нагрузки;

$T_{\text{ob1}}, T_{\text{ob2}}, T_{\text{ob3}}$ – объемы физической нагрузки для нижней, средней и верхней границ.

Полученные по результатам нормирования значения являются персонифицированной нормой физической нагрузки для занимающегося ОиАФК.

Определение 11. Персонифицированное нормирование физической нагрузки – определение персонифицированных норм на основе рангового анализа СПС организма человека, занимающегося ОиАФК.

Определение 12. Персонифицированная норма физической нагрузки для занимающегося ОиАФК – это временные объемы нахождения в тренировочных зонах ЧСС (фитнес-зоне, аэробной, анаэробной и максимальной), сформированных для нижней, средней и верхней границ нормы. Она получается на основе данных суточных измерений ЧСС, которые включают в себя индивидуальные особенности жизнедеятельности человека, предлагается к выполнению занимающемуся ОиАФК, для которого была определена. Зная персонифицированную норму физической нагрузки, можно оценить выполняемую дозу (рисунок 5). При этом применительно к определению 12 обоснована корректность применения термина «персонифицированная».

Заключительной процедурой оптимизационного этапа рангового анализа СПС организма человека является индексирование физической нагрузки за неделю, которое необходимо для мониторинга и оценки ее результатов. Процедура заключается в определении числового показателя еженедельного объема нагрузки на основе полученных персонифицированных норм для занимающегося ОиАФК.

Максимально допустимое значение показателя принимается равным произведению объема норм физической нагрузки для верхней границы T_{ob3} и семи (количество дней в неделю):

$$T_{ob3_week} = T_{ob3} \cdot 7, \quad (10)$$

где T_{ob3_week} – объем физической нагрузки за неделю, полученный для верхней границы норм.

Аналогичным образом осуществляется индексирование объемов физической нагрузки для значений нижней T_{ob1} и средней T_{ob2} границ норм: T_{ob1_week} и T_{ob2_week} . Для каждого занимающегося оно является персонализированным, так как определяется на основе индивидуальных данных суточных измерений ЧСС.

Процедура индексирования позволяет решить ряд задач. Первая – определение минимально и максимально допустимых временных объемов физической нагрузки за неделю, которые равны значениям T_{ob1_week} и T_{ob3_week} . Вторая – определение количества оздоровительных занятий в неделю, которое рассчитывается в зависимости от интенсивности зон ЧСС путем деления минимально допустимого временного объема физической нагрузки за неделю (T_{ob1_week} на T_{ob2_week} или на T_{ob3_week}). При делении на T_{ob2_week} получается количество занятий в неделю, которые необходимо выполнять с интенсивностью, соответствующей средней границе нормы. При делении на T_{ob3_week} – количество занятий в неделю, которые необходимо выполнять с интенсивностью, соответствующей верхней границе норм. Третья задача позволяет отслеживать прогресс выполнения норм по числовому показателю с целью оценки полученной за неделю дозы физической нагрузки у занимающегося ОиАФК. Если еженедельная доза ниже минимального значения показателя, то она будет считаться недостаточной, если выше максимального значения показателя – чрезмерной. Таким образом, нормы и их индексирование позволяют объективно оценить дозу как ежедневной, так и еженедельной физической нагрузки.

Пульсометрическая модель и процедуры рангового анализа СПС организма человека создают теоретическую базу для решения проблем, связанных с энергетическим дисбалансом. С целью достижения энергетического равновесия СПС впервые разработан метод балансирования и его критериально-алгоритмическая система уравнений.

Определение 13. Метод энергетического балансирования СПС – это комплекс, состоящий из критериально-алгоритмической системы уравнений, алгоритма балансирования и способа сбора, обработки и интерпретации суточных измерений ЧСС, предназначенный для восстановления и поддержания энергетического баланса организма за счет разработки и соблюдения персонализированных норм физиче-

ской нагрузки, применяемых для занимающегося ОиАФК. Он базируется на понятиях термодинамики, а его критериально-алгоритмическая система уравнений позволяет анализировать СПС с целью регулирования энергетического баланса.

Метод энергетического балансирования СПС является следствием закона энергетического баланса человеческого организма, поэтому его выражения – часть критериально-алгоритмической системы уравнений данного закона. Метод основывается на четырех уравнениях и трех неравенствах:

$$\left\{ \begin{array}{l} H_{ot} \rightarrow \max; \\ W_{ot}^{\Sigma} = \int_0^{\infty} (W_{ot}(x_2) + W_{ot}^*(x_2)) dx_2; \\ H_{ot} = - \sum_{j=1}^{n_{ot}} \left(\frac{W_{otj}}{W_{ot}^{\Sigma}} \ln \left(\frac{W_{otj}}{W_{ot}^{\Sigma}} \right) \right); \\ \sum_{i=1}^{m_{ot}} \left(\sum_{j=1}^{k_{ot}} (\Lambda_{ot}(r_{otij}) \cdot W_{ot}(r_{otij})) \right) = \text{const}; \\ \left\{ \begin{array}{l} T_{1\min} \leq T_1 < T_{1\max}; \\ T_{2\min} \leq T_2 < T_{2\max}; \\ T_{p\min} \leq T_p < T_{p\max}, \end{array} \right. \end{array} \right. \quad (11)$$

где

H_{ot} – энтропия СПС;

W_{ot}^{Σ} – потраченная суммарная калорийность (расход энергии) на все виды жизнедеятельности человека (основной обмен и ФОЗ);

$W_{ot}(x_2)$ – ресурс (в калориях), который расходуется на обеспечение основного обмена;

$W_{ot}^*(x_2)$ – ресурс (в калориях), который расходуется на физические нагрузки (тренировки);

$j = [1; \infty)$ – индекс (номер) параметра;

n_{ot} – номер по порядку области ЧСС СПС;

W_{otj} – совокупный параметрический ресурс для j-й области ЧСС СПС;

m_{ot} – количество пульсометрических состояний в СПС;

k_{ot} – количество пульсометрических состояний в j-й области ЧСС системы;

- r_{ij} – параметрический ранг, который вводится для i -х элементов j -й группы СПС;
 $\Lambda(r_{otij})$ – количество пульсометрических состояний i -го вида j -й области ЧСС в системе;
 $W_{ot}(r_{otij})$ – калорийность затраченной энергии пульсометрических состояний j -й области ЧСС;
 $T_{pmin} \leq T_p < T_{pmax}$ – диапазон нормы физической нагрузки одной из тренировочных p -й зоны ЧСС, рекомендуемой по медицинским показателям.

Метод энергетического балансирования СПС предусматривает воздействие на СПС, влияя на функциональное состояние (ФС) организма человека. Он относится к группе методов энергетического подхода к изучению ФС, к методам оптимизации ФС опосредованным воздействием на организм, к приемам физического управления ФС, а также к физиологическим методам оценки ФС.

На рисунке 6 показана схема энергетического балансирования СПС. Три области, включающие в себя минутные измерения ЧСС, отображают суточную жизнедеятельность человека. Ее суммарный энергетический ресурс равномерно распределен по этим трем областям, что обеспечивает баланс СПС.

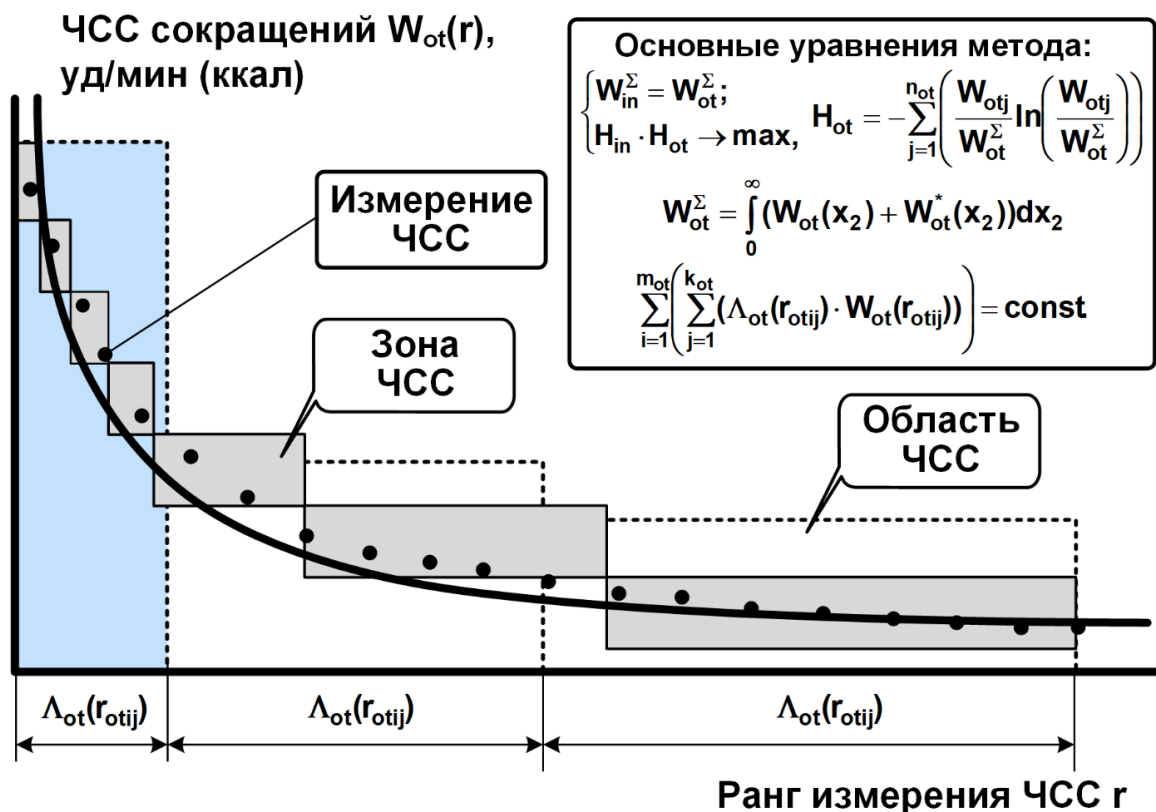


Рисунок 6 – Энергетическое балансирование системы пульсометрических состояний

Первая область – высокой интенсивности (на рисунке 6 выделена отдельным цветом) – включает специально организованные оздоровительные занятия, в связи с чем в ней дополнительно учитываются тренировочные зоны (фитнес-зона, аэробная, анаэробная и максимальная). При оценке баланса СПС минутные измерения ЧСС в этих зонах фиксируются в рамках одной области. При этом сбалансированные области имеют в своем составе разное количество минутных измерений, которые также отличаются по интенсивности. Чем выше диапазон интенсивности области, тем меньше в ней минутных измерений, чем ниже – тем их больше. В итоге в данной СПС зафиксировано максимально возможное разнообразие минутных измерений ЧСС, но при этом их число в каждой области будет зависеть от диапазона ее интенсивности, то есть от суммарного энергетического ресурса.

С целью практической реализации процедур рангового анализа и метода энергетического балансирования СПС разработан способ сбора, обработки и интерпретации суточных измерений ЧСС.

Определение 14. Способ сбора, обработки и интерпретации суточных измерений ЧСС – это взаимосвязанная последовательность из четырех этапов, имеющая конечной целью определение персонифицированных норм физической нагрузки, обеспечивающих баланс СПС. Она включает в себя следующие этапы (рисунок 7): сбор данных о ЧСС, создание системы данных суточных измерений ЧСС, интервальное оценивание, определение норм физической нагрузки.

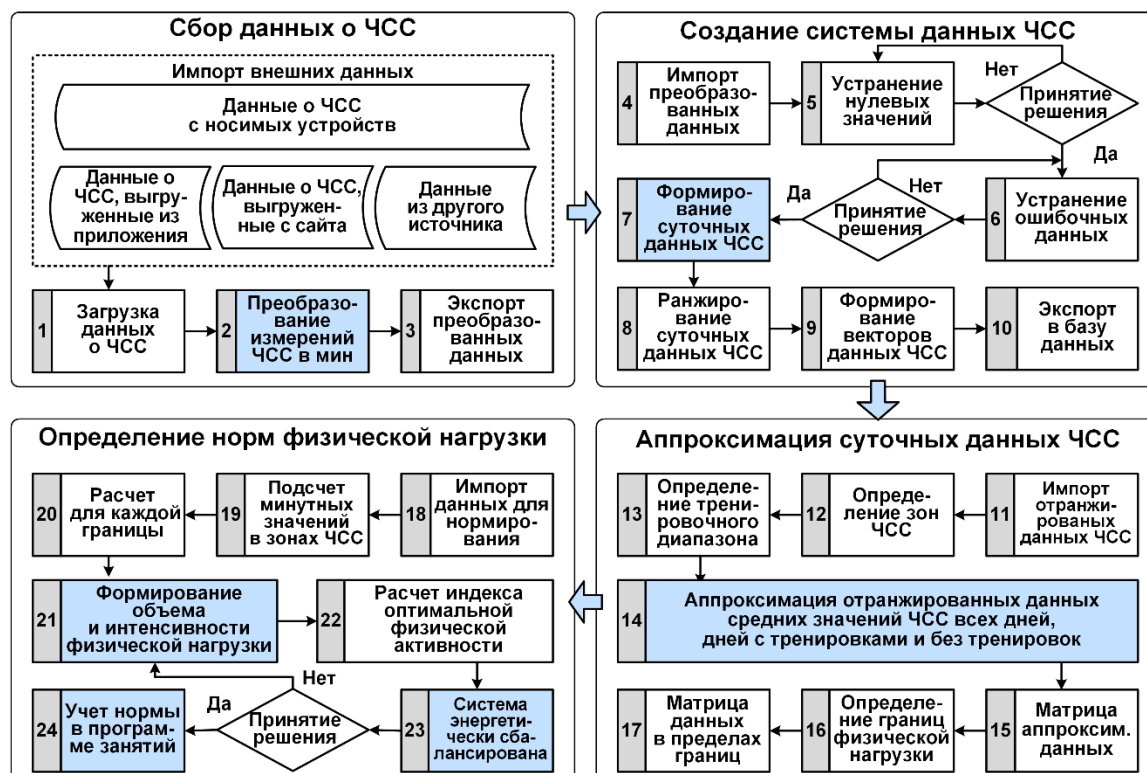


Рисунок 7 – Этапы реализации способа сбора, обработки и интерпретации суточных измерений частоты сердечных сокращений

С целью практической реализации процедуры индексирования физической нагрузки впервые разработан индекс оптимальной физической активности занимающегося ОиАФК, позволяющий осуществлять ее ежедневные и еженедельные мониторинг и оценку.

Определение 15. Индекс оптимальной физической активности (Index of optimal physical activity) – числовой показатель, который отражает общую физическую активность за неделю в диапазоне от 0 до 100 баллов. Исходными данными для его вычисления являются границы и соответствующие им объемы физической нагрузки. Этапы расчета индекса представлены на рисунке 8.



Рисунок 8 – Основные операции по расчету индекса оптимальной физической активности

Таким образом, на основе научных подходов и методов социально-гуманитарных, технических и естественных наук, а также с учетом основных положений рангового анализа разработана технология персонализированного нормирования физической нагрузки, которая дополняет существующие в теории ОиАФК подходы по этой проблеме. Ее взаимосвязанные компоненты: пульсометрическая модель, система пульсометрических состояний, метод энергетического балансирования, индекс оптимальной физической активности – являются методологическими аспектами технологии персонализированного нормирования физической нагрузки взрослого человека, а также создают предпосылки к совершенствованию и автоматизации системы педагогического регулирования двигательной активности у занимающихся ОиАФК.

В третьей главе «Операционные аспекты технологии персонифицированного нормирования физической нагрузки взрослого человека в оздоровительной и адаптивной физической культуре» представлены алгоритм персонифицированного нормирования физической нагрузки и система педагогического регулирования двигательной активности взрослого человека в ОиАФК.

Определение 16. Алгоритм персонифицированного нормирования физической нагрузки – это алгоритм, состоящий из пяти этапов (рисунок 9), реализация которых направлена на формирование норм физической нагрузки для занимающихся ОиАФК, проектирование и организацию физкультурно-оздоровительных занятий с учетом полученных норм, анализ и оценку результатов, диагностику и подведение итогов. Алгоритм представляет собой целостную совокупность последовательных действий, операций и процедур, направленных на достижение образовательных, оздоровительных, воспитательных и рекреационных целей.



Рисунок 9 – Алгоритм персонифицированного нормирования физической нагрузки взрослого человека

Первый этап алгоритма персонифицированного нормирования физической нагрузки (диагностический) включает в себя комплексную диагностику и сбор данных о ЧСС с помощью «умных» часов. Диагностика позволяет определить уровень физического развития, функционального состояния, физической подготовленности, психоэмоционального состояния, степень удовлетворенности здоровьем и характер мотивации к ФОЗ. В ее рамках осуществляется предварительный педагогический контроль. Сбор данных о ЧСС непрерывен в течение семи дней и является необходимым шагом для следующего этапа.

Второй этап (нормировочный) – ключевой этап алгоритма, на котором по совокупности собранной информации о ЧСС формируется система данных суточных измерений, реализуются методологические аспекты технологии персонифицированного нормирования и процедуры рангового анализа данных о ЧСС, разрабатываются персонифицированные нормы физической нагрузки и рассчитываются индексы оптимальной физической активности для занимающихся ОиАФК.

Третий этап (проектировочный) – этап выработки стратегии и программы ФОЗ с учетом норм физической нагрузки, предпочтений, возможностей, а также противопоказаний у занимающихся ОиАФК. Кроме того, в рамки этапа входит разработка проектов плана, структуры и содержания типовых блоков (отдельных частей) и целостных оздоровительных занятий, микро-, мезо- и макроциклов тренировки, включая описание комплекса средств, методов, методических приемов, параметров нагрузки и отдыха, призванных обеспечить выполнение норм и достижение планируемых результатов.

Четвертый этап (реализационный) включает реализацию спроектированной программы ФОЗ, учитывающей персонифицированные нормы. В процессе каждой тренировки, а также при оценке еженедельной активности полученные дозы физических нагрузок сопоставляются с разработанными нормами. По итогам такого сравнения осуществляется корректировка как отдельных занятий, так и их программы в целом (в микро-, мезо- или макроциклах). В рамках данного этапа также выполняется оперативный, текущий и этапный педагогический контроль.

Пятый этап (контрольный) включает проверку и оценку эффективности программы ФОЗ, учитывающей разработанные персонифицированные нормы физической нагрузки. В его рамках осуществляется итоговый педагогический контроль, а также (при необходимости) подготовка к обновлению норм физической нагрузки, реализуемая в процессе полного или частичного повторения этапов алгоритма персонифицированного нормирования.

Разработанный алгоритм персонифицированного нормирования физической нагрузки взрослого человека создает предпосылки для внедрения цифровых технологий в сферу ОиАФК за счет разработки системы педагогического контроля двигательной активности, описывающей информационные процессы при сборе данных о ЧСС, формировании норм, мониторинге, контроле и оценке.

Определение 17. Система педагогического регулирования (СПР) двигательной активности – комплекс мероприятий по планированию, организации, проведению и контролю двигательной активности взрослого человека, занимающегося ОиАФК, и информационно-аналитический комплекс (ИАКОМ), включающий измерительный модуль, базу данных ЧСС, расчетно-графические модули и пользовательский интерфейс, для достижения образовательных, оздоровительных, воспитательных и рекреационных целей.

СПР двигательной активности интегрируется в алгоритм персонифицированного нормирования физической нагрузки взрослого человека, предназначена для создания условий и организации двигательной активности взрослого человека с учетом его персонифицированной нормы физической нагрузки и направлена на повышение цифровизации, индивидуализации и систематичности ФОЗ.

Сформулированные в главе принципы и требования к каждому этапу алгоритма персонифицированного нормирования физической нагрузки позволили разработать комплекс мероприятий СПР двигательной активности, в котором средствами предварительного, оперативного и текущего контроля в рамках данной системы выступает персонифицированная норма физической нагрузки, а этапного и контрольного – индекс оптимальной физической активности (рисунок 10).



Рисунок 10 – Комплекс мероприятий системы педагогического регулирования двигательной активности взрослого человека

Структура ИАКОМ СПР двигательной активности (рисунок 11), а также требования, предъявляемые к нему, создают предпосылки для разработки предложений по его реализации в формате кроссплатформенного мобильного приложения. Для ИАКОМ СПР двигательной активности разработаны программы для ЭВМ «Оптимальный комплекс физических упражнений» (2013), «Программа преобразования секундных измерений ЧСС в минутные» (2025), «Программа нормирования физической нагрузки для занимающихся ОФК» (2024), «Программа расчета индекса оптимальной физической активности для занимающихся ОФК» (2025), а также «База данных ЧСС для нормирования физической нагрузки» (2025).

Таким образом, в третьей главе диссертации впервые разработаны алгоритм персонифицированного нормирования физической нагрузки взрослого человека, занимающегося ОиАФК и система педагогического регулирования двигательной активности взрослого человека.



Рисунок 11 – Информационно-аналитический комплекс системы педагогического регулирования двигательной активности взрослого человека

В четвертой главе «**Реализация технологии персонифицированного нормирования физической нагрузки взрослого человека в оздоровительной и адаптивной физической культуре**» представлены результаты педагогического эксперимента, обосновывающие эффективность технологии персонифицированного нормирования физической нагрузки. Всего в эксперименте приняли участие 328 человек: 180 женщин и 148 мужчин в возрасте от 18 до 55 лет. Экспериментальной площадкой послужили БФУ им. И. Канта и фитнес-студия «Оздоровительный фитнес» (Калининград).

В БФУ им. И. Канта эксперимент проводился с 2022 по 2024 год. В нем приняли участие 122 студента 2, 3-го курсов в возрасте от 18 до 21 года, занимавшиеся ФОЗ на основе оздоровительного бега. Из них 28 студенток в возрасте от 18 до 28 лет занимались в СМГ оздоровительным плаванием. Эксперимент на базе фитнес-студии «Оздоровительный фитнес» проходил с 2020 по 2024 год. В нем приняли участие 206 клиентов в возрасте от 22 до 55 лет, которые занимались ФОЗ, где в качестве основного средства были использованы многофункциональные блочные тренажеры. Эксперимент включал в себя пять основных этапов: диагностику, нормирование физической нагрузки, проектирование ФОЗ с учетом норм, организацию плановых ФОЗ и контроль.

Педагогический эксперимент показал более высокую эффективность программ ФОЗ с персонифицированными нормами физической нагрузки, чем с общепринятыми в ОиАФК нормами. Об этом свидетельствуют более заметные положительные и статистически значимые изменения в экспериментальных группах (ЭГ) по сравнению с контрольными (КГ) по большинству показателей физического развития, функционального состояния, физической подготовленности и психоэмоционального состояния. Результаты программ ФОЗ с персонифицированными нормами физической нагрузки продемонстрировали существенно большие изменения показателей физического развития, чем программы с общепринятыми в ОиАФК нормами (таблица 2).

Таблица 2 – Исследуемые характеристики физического развития испытуемых экспериментальной и контрольной групп различных контингентов

Показатель	Контингент	Экспериментальная группа		Контрольная группа		Достоверность различий между группами
		До ($\bar{X}_1 \pm \sigma$)	После ($\bar{X}_2 \pm \sigma$)	До ($\bar{X}_3 \pm \sigma$)	После ($\bar{X}_4 \pm \sigma$)	
Весо-ростовой индекс Кетле, кг/м ²	Ж35+	26,99 ± 2,92	23,58 ± 1,48	27,64 ± 3,50	25,18 ± 2,62	P < 0,05
	Ж21+	25,25 ± 1,18	22,87 ± 0,86	24,75 ± 1,39	23,64 ± 1,32	P < 0,05
	Д	21,49 ± 2,69	20,12 ± 1,75	21,38 ± 2,97	20,78 ± 2,47	P > 0,05
	М35+	27,89 ± 2,14	24,96 ± 1,28	28,12 ± 2,06	25,93 ± 1,41	P < 0,05
	М22+	26,08 ± 1,85	23,65 ± 0,84	25,98 ± 1,43	25,02 ± 1,27	P < 0,01
	Ю	22,80 ± 3,97	22,20 ± 2,36	22,86 ± 3,65	22,53 ± 2,33	P > 0,05
	СМГ	23,74 ± 1,61	22,48 ± 1,33	23,51 ± 1,25	22,86 ± 0,99	P > 0,05
Жизненная емкость легких, мл	Ж35+	2524,83 ± 129,08	2829,14 ± 164,83	2530,00 ± 199,66	2682,41 ± 196,04	P < 0,01
	Ж21+	2739,58 ± 92,95	2975,42 ± 101,60	2704,58 ± 80,11	2833,33 ± 81,44	P < 0,01
	Д	2786,96 ± 82,32	2991,74 ± 74,26	2801,3 ± 57,94	2903,91 ± 61,70	P < 0,01
	М35+	3652,96 ± 221,96	3972,22 ± 165,12	3611,85 ± 247,42	3800,37 ± 224,88	P < 0,01
	М22+	3882,61 ± 97,10	4110,43 ± 102,27	3876,96 ± 91,23	4013,91 ± 100,35	P < 0,01
	Ю	3770 ± 97,31	4002,50 ± 93,17	3797,08 ± 105,27	3919,17 ± 107,21	P < 0,01
	СМГ	2607,86 ± 65,89	2817,14 ± 65,21	2593,57 ± 57,99	2722,14 ± 62,78	P < 0,01
Жировая масса, кг	Ж35+	27,10 ± 4,25	16,31 ± 2,15	26,94 ± 3,47	19,61 ± 2,29	P < 0,01
	Ж21+	23,33 ± 2,75	15,07 ± 0,79	23,42 ± 2,50	19,54 ± 2,83	P < 0,01
	Д	17,71 ± 7,55	12,79 ± 4,62	17,33 ± 7,24	14,93 ± 5,81	P > 0,05
	М35+	26,92 ± 5,13	15,84 ± 2,17	25,84 ± 5,18	17,77 ± 2,24	P < 0,01
	М22+	22,80 ± 5,75	12,88 ± 2,33	21,29 ± 4,78	16,64 ± 3,54	P < 0,01
	Ю	14,62 ± 8,73	11,36 ± 3,90	14,12 ± 7,92	12,11 ± 4,52	P > 0,05
	СМГ	21,57 ± 3,06	16,84 ± 2,21	22,43 ± 3,39	19,84 ± 2,53	P < 0,01
Скелетно-мышечная масса, кг	Ж35+	22,37 ± 1,77	23,77 ± 1,66	22,40 ± 1,45	23,11 ± 0,96	P < 0,05
	Ж21+	24,63 ± 1,44	26,24 ± 1,50	24,75 ± 1,42	25,45 ± 1,40	P < 0,05
	Д	21,01 ± 1,57	22,07 ± 1,49	21,06 ± 1,71	21,35 ± 1,70	P > 0,05
	М35+	32,31 ± 2,61	34,03 ± 2,30	31,66 ± 1,91	32,73 ± 1,86	P < 0,05
	М22+	33,73 ± 1,85	35,69 ± 1,85	32,68 ± 1,87	34,15 ± 1,99	P < 0,05
	Ю	32,83 ± 3,53	34,04 ± 3,59	32,91 ± 3,72	33,75 ± 3,73	P > 0,05
	СМГ	22,43 ± 1,49	23,59 ± 1,42	22,11 ± 1,86	22,84 ± 1,84	P > 0,05

Примечание:

Ж35+ – женщины 2-й возрастной группы (экспериментальная группа: n = 29, контрольная группа: n = 29);

Ж21+ – женщины 1-й возрастной группы (экспериментальная группа: n = 24, контрольная группа: n = 24);

Д – девушки от 18 до 20 лет (экспериментальная группа: n = 23, контрольная группа: n = 23);

М35+ – мужчины 2-й возрастной группы (экспериментальная группа: n = 27, контрольная группа: n = 27);

М22+ – мужчины 1-й возрастной группы (экспериментальная группа: n = 23, контрольная группа: n = 23);

Ю – студенты – юноши от 18 до 21 года (экспериментальная группа: n = 24, контрольная группа: n = 24);

СМГ – девушки СМГ от 18 до 28 лет (экспериментальная группа: n = 14, контрольная группа: n = 14).

С помощью персонифицированных норм физической нагрузки занимающиеся ОиАФК быстрее достигли нормативных показателей состава тела, что положительно отразилось на решении проблемы энергетического дисбаланса организма. Это произошло в том числе за счет более дифференцированного балансирования СПС организма человека. Систематически выполняя персонифицированные нормы физической нагрузки, занимающиеся предотвращают риски возникновения неинфекционных заболеваний и улучшают качество жизни.

В показателях функционального состояния зафиксирована нормализация ключевых показателей (таблица 3). Межгрупповое сравнение результатов в целом свидетельствует о более благоприятном влиянии персонифицированных норм физических нагрузок на функциональное состояние ЭГ по сравнению с КГ после экспериментальных занятий.

Таблица 3 – Исследуемые характеристики функционального состояния испытуемых экспериментальной и контрольной групп различных контингентов

Показатель	Контингент	Экспериментальная группа		Контрольная группа		Достоверность различий между группами X_{2-4}, P
		До ($\bar{X}_1 \pm \sigma$)	После ($\bar{X}_2 \pm \sigma$)	До ($\bar{X}_3 \pm \sigma$)	После ($\bar{X}_4 \pm \sigma$)	
ЧСС в покое, уд/мин	Ж35+	86,62 ± 5,75	75,76 ± 4,49	86,1 ± 5,58	80,76 ± 4,64	P < 0,01
	Ж21+	79,04 ± 5,41	72,46 ± 4,65	79,33 ± 5,04	75,58 ± 4,63	P < 0,05
	Д	77,48 ± 6,34	71,26 ± 4,38	77,22 ± 5,85	74,87 ± 5,33	P < 0,05
	М35+	85,04 ± 5,54	77,26 ± 5,52	85,26 ± 6,50	80,74 ± 6,01	P < 0,05
	М22+	80,35 ± 5,11	73,04 ± 5,09	80,43 ± 4,72	76,74 ± 4,41	P < 0,05
	Ю	77,13 ± 5,84	70,58 ± 5,63	77,54 ± 5,73	73,92 ± 5,64	P < 0,05
	СМГ	80,50 ± 5,97	73,71 ± 4,79	80,64 ± 6,08	78,07 ± 5,36	P < 0,05
Систолическое давление (max), мм рт.ст.	Ж35+	145,17 ± 8,37	131,14 ± 8,29	144,03 ± 8,32	139,48 ± 6,95	P < 0,01
	Ж21+	134,04 ± 5,16	124,04 ± 4,75	134,33 ± 5,19	130,79 ± 4,01	P < 0,01
	Д	104,57 ± 6,30	110,09 ± 5,50	104,09 ± 6,94	106,17 ± 5,04	P < 0,05
	М35+	144,37 ± 6,13	131,59 ± 6,89	144,26 ± 7,82	135,48 ± 5,89	P < 0,05
	М22+	135,87 ± 5,81	126,17 ± 5,43	135,70 ± 6,19	131,74 ± 14,22	P < 0,05
	Ю	103,38 ± 4,69	109,50 ± 5,30	102,79 ± 4,50	105,96 ± 4,41	P < 0,05
	СМГ	105,21 ± 2,55	111,07 ± 3,47	105,86 ± 4,93	107,93 ± 3,45	P < 0,05
Диастолическое давление (min), мм рт.ст.	Ж35+	88,76 ± 5,66	81,55 ± 5,13	88,14 ± 5,56	84,03 ± 4,71	P < 0,05
	Ж21+	80,92 ± 4,00	76,13 ± 3,60	81,04 ± 3,63	79,96 ± 3,54	P < 0,01
	Д	68,30 ± 3,99	73,30 ± 2,90	69,52 ± 4,49	71,13 ± 3,72	P < 0,05
	М35+	89,93 ± 3,62	81,85 ± 3,82	89,78 ± 3,87	84,59 ± 3,09	P < 0,05
	М22+	82,96 ± 2,99	77,57 ± 30,00	82,83 ± 2,37	80,83 ± 2,10	P < 0,01
	Ю	67,04 ± 3,75	74,04 ± 2,65	67,75 ± 2,72	71,46 ± 3,12	P < 0,01
	СМГ	69,14 ± 1,79	74,36 ± 3,39	69,64 ± 4,05	71,36 ± 3,65	P < 0,05
Физическая работоспособность (тест РWC170), кгм/мин/кг	Ж35+	10,51 ± 0,44	12,18 ± 1,09	10,42 ± 0,37	11,51 ± 0,50	P < 0,01
	Ж21+	10,75 ± 0,59	12,55 ± 0,76	10,69 ± 0,57	11,89 ± 0,86	P < 0,01
	Д	11,68 ± 1,09	13,93 ± 2,23	11,80 ± 1,08	12,80 ± 1,51	P < 0,05
	М35+	14,77 ± 1,84	16,90 ± 1,74	14,81 ± 2,29	15,71 ± 1,50	P < 0,05
	М22+	15,82 ± 1,51	17,87 ± 1,36	15,79 ± 1,35	16,78 ± 1,31	P < 0,05
	Ю	15,17 ± 1,02	17,23 ± 1,68	15,07 ± 0,94	16,12 ± 1,00	P < 0,05
	СМГ	–	–	–	–	–
Уровень здоровья по Г.Л. Апанасенко, баллов	Ж35+	-4,21 ± 1,20	1,14 ± 2,22	-4,07 ± 1,30	-1,97 ± 2,29	P < 0,01
	Ж21+	-2,46 ± 2,20	5,13 ± 2,93	-2,63 ± 1,74	1,38 ± 2,52	P < 0,01
	Д	4,52 ± 4,23	9,96 ± 3,28	4,61 ± 4,75	7,87 ± 4,10	P < 0,01
	М35+	-3,26 ± 1,95	4,00 ± 3,43	-3,22 ± 2,04	1,07 ± 2,58	P < 0,01
	М22+	-0,04 ± 2,97	8,96 ± 4,11	0,43 ± 3,46	4,26 ± 3,51	P < 0,01
	Ю	6,58 ± 5,53	11,46 ± 3,66	6,42 ± 4,55	8,88 ± 3,31	P < 0,05
	СМГ	0,64 ± 3,15	6,29 ± 2,27	0,86 ± 3,06	4,14 ± 3,06	P < 0,05

Примечание: обозначения контингентов, как в таблице 2.

При рассмотрении динамики изменений показателей физической подготовленности в группах всех контингентов выявлены улучшения показателей следующих тестов: отжимания, прыжок в длину с места, количество подниманий туловища из положения лежа на спине, удержание тела в висе на перекладине, наклон вперед из положения сидя, бег на дистанцию 1000 м, разгибание позвоночника лежа на животе, тест на равновесие на одной ноге с закрытыми глазами (таблица 4).

Таблица 4 – Исследуемые характеристики физической подготовленности испытуемых экспериментальной и контрольной групп различных контингентов

Показатель	Контингент	Экспериментальная группа		Контрольная группа		Достоверность различий между группами χ^2 , Р
		До ($\bar{X}_1 \pm \sigma$)	После ($\bar{X}_2 \pm \sigma$)	До ($\bar{X}_3 \pm \sigma$)	После ($\bar{X}_4 \pm \sigma$)	
Разгибание позвоночника лежа, см	Ж35+	15,14 $\pm$ 3,03	20,21 $\pm$ 2,38	14,83 $\pm$ 2,52	19,14 $\pm$ 2,20	P > 0,05
	Ж21+	16,08 $\pm$ 2,39	21,13 $\pm$ 2,31	15,83 $\pm$ 2,75	19,71 $\pm$ 2,48	P > 0,05
	Д	18,04 $\pm$ 1,74	22,17 $\pm$ 1,61	18,22 $\pm$ 2,59	21,39 $\pm$ 2,46	P > 0,05
	М35+	9,11 $\pm$ 2,97	15,04 $\pm$ 3,09	9,48 $\pm$ 2,83	13,44 $\pm$ 2,04	P < 0,05
	М22+	12,39 $\pm$ 2,37	17,78 $\pm$ 2,21	12,91 $\pm$ 2,86	17,13 $\pm$ 2,60	P > 0,05
	Ю	17,54 $\pm$ 1,93	21,67 $\pm$ 1,83	17,13 $\pm$ 1,90	20,33 $\pm$ 1,81	P < 0,05
	СМГ	17,07 $\pm$ 1,90	20,64 $\pm$ 1,74	17,29 $\pm$ 2,58	19,57 $\pm$ 2,24	P > 0,05
Кистевая динамометрия, кг	Ж35+	23,93 $\pm$ 2,07	25,48 $\pm$ 1,81	23,41 $\pm$ 2,71	24,03 $\pm$ 2,24	P < 0,01
	Ж21+	24,17 $\pm$ 1,69	26,42 $\pm$ 1,61	24,42 $\pm$ 2,12	25,29 $\pm$ 1,99	P < 0,05
	Д	26,13 $\pm$ 1,18	28,43 $\pm$ 1,24	26,04 $\pm$ 1,55	28,04 $\pm$ 1,26	P > 0,05
	М35+	48,93 $\pm$ 4,66	52,89 $\pm$ 4,01	48,37 $\pm$ 5,22	50,15 $\pm$ 5,16	P < 0,05
	М22+	50,65 $\pm$ 3,50	54,39 $\pm$ 3,01	50,35 $\pm$ 3,92	52,48 $\pm$ 3,26	P < 0,05
	Ю	49,08 $\pm$ 3,82	52,67 $\pm$ 3,24	49,25 $\pm$ 3,31	51,42 $\pm$ 3,20	P > 0,05
	СМГ	22,36 $\pm$ 1,22	24,86 $\pm$ 1,29	22,43 $\pm$ 1,40	23,57 $\pm$ 1,28	P < 0,05
Тест на равновесие стоя на одной ноге с закрытыми глазами, с	Ж35+	9,59 $\pm$ 1,86	15,07 $\pm$ 2,53	9,66 $\pm$ 2,21	12,31 $\pm$ 2,97	P < 0,01
	Ж21+	15,54 $\pm$ 4,06	22,67 $\pm$ 3,48	14,88 $\pm$ 3,53	20,46 $\pm$ 2,95	P < 0,05
	Д	18,65 $\pm$ 3,45	25,13 $\pm$ 3,77	17,91 $\pm$ 4,34	22,70 $\pm$ 4,34	P < 0,05
	М35+	13,30 $\pm$ 2,54	20,63 $\pm$ 2,32	13,59 $\pm$ 3,44	19,04 $\pm$ 2,43	P < 0,05
	М22+	22,70 $\pm$ 3,82	29,70 $\pm$ 3,69	23,39 $\pm$ 3,77	28,26 $\pm$ 3,24	P < 0,05
	Ю	28,38 $\pm$ 5,43	33,13 $\pm$ 4,00	27,54 $\pm$ 5,28	30,04 $\pm$ 4,96	P < 0,01
	СМГ	14,21 $\pm$ 1,89	19,57 $\pm$ 2,14	14,07 $\pm$ 2,34	17,64 $\pm$ 2,44	P < 0,05
Двигательный возраст, лет	Ж35+	45,07 $\pm$ 6,52	31,71 $\pm$ 6,60	44,36 $\pm$ 5,10	35,70 $\pm$ 5,49	P < 0,05
	Ж21+	32,50 $\pm$ 4,88	22,26 $\pm$ 2,17	33,14 $\pm$ 6,03	25,80 $\pm$ 3,19	P < 0,01
	Д	24,59 $\pm$ 3,64	20,17 $\pm$ 1,61	24,89 $\pm$ 4,49	22,13 $\pm$ 3,03	P < 0,01
	М35+	55,16 $\pm$ 5,17	44,41 $\pm$ 5,94	55,07 $\pm$ 5,12	48,13 $\pm$ 5,57	P < 0,05
	М22+	48,80 $\pm$ 5,16	35,35 $\pm$ 3,50	47,97 $\pm$ 4,90	39,77 $\pm$ 3,94	P < 0,01
	Ю	40,13 $\pm$ 5,93	32,24 $\pm$ 4,21	40,40 $\pm$ 4,38	35,41 $\pm$ 4,03	P < 0,01
Общий уровень физической кондиции по Ю.Н. Вавилову, усл. ед.	Ж35+	0,23 $\pm$ 0,21	1,25 $\pm$ 0,40	0,14 $\pm$ 0,30	0,73 $\pm$ 0,50	P < 0,01
	Ж21+	-0,05 $\pm$ 0,23	0,45 $\pm$ 0,30	-0,04 $\pm$ 0,30	0,27 $\pm$ 0,33	P < 0,05
	Д	-0,19 $\pm$ 0,11	0,02 $\pm$ 0,10	-0,18 $\pm$ 0,12	-0,07 $\pm$ 0,11	P < 0,05
	М35+	-0,34 $\pm$ 0,11	0,09 $\pm$ 0,21	-0,36 $\pm$ 0,11	-0,10 $\pm$ 0,14	P < 0,01
	М22+	-0,38 $\pm$ 0,14	-0,05 $\pm$ 0,16	-0,36 $\pm$ 0,13	-0,16 $\pm$ 0,14	P < 0,05
	Ю	-0,35 $\pm$ 0,10	-0,19 $\pm$ 0,08	-0,36 $\pm$ 0,08	-0,25 $\pm$ 0,07	P < 0,05
Плавание на спине 50 м, с	СМГ	73,71 $\pm$ 10,24	61,39 $\pm$ 8,08	74,93 $\pm$ 8,17	67,14 $\pm$ 5,86	P < 0,05
Плавание на груди 50 м, с	СМГ	66,07 $\pm$ 6,39	56,71 $\pm$ 6,53	68,93 $\pm$ 7,57	63,07 $\pm$ 7,33	P < 0,05
Плавание в течение 12 мин, м	СМГ	362,5 $\pm$ 32,15	439,29 $\pm$ 28,07	358,93 $\pm$ 42,48	411,29 $\pm$ 38,75	P < 0,05

Примечание: обозначения контингентов, как в таблице 2.

Для СМГ достоверно зафиксированы улучшения показателей следующих тестов: плавание на спине 50 м, плавание на груди 50 м и свободное плавание в течение 12 мин. Межгрупповое сравнение результатов свидетельствует об эффективности воздействия персонифицированных норм физических нагрузок на уровень физической подготовленности ЭГ по сравнению с КГ после экспериментальных программ ФОЗ (таблица 4).

Анализ динамики изменений показателей психоэмоционального состояния выявил улучшения в показателях самочувствия, активности, настроения, удовлетворенности параметрами телосложения, состояния здоровья, организации и процесса занятий, достигнутых результатов, психологического комфорта, информации об уровне двигательной активности. Межгрупповое сравнение результатов свидетельствует об эффективности воздействия персонифицированных норм физических нагрузок на уровень психоэмоционального состояния ЭГ по сравнению с КГ после экспериментальных программ ФОЗ (таблица 5).

Таблица 5 – Исследуемые характеристики психоэмоционального состояния испытуемых экспериментальной и контрольной групп различных контингентов

Показатель	Контингент	Экспериментальная группа		Контрольная группа		Достоверность различий между группами
		До ($\bar{X}_1 \pm \sigma$)	После ($\bar{X}_2 \pm \sigma$)	До ($\bar{X}_3 \pm \sigma$)	После ($\bar{X}_4 \pm \sigma$)	X_{2-4}, P
1	2	3	4	5	6	7
Самочувствие, баллов	Ж35+	3,69 ± 0,89	4,66 ± 0,85	3,64 ± 0,87	4,16 ± 0,99	P < 0,05
	Ж21+	3,90 ± 0,96	4,67 ± 1,04	3,86 ± 0,86	4,08 ± 0,83	P < 0,05
	Д	4,04 ± 0,87	4,93 ± 0,94	4,12 ± 0,78	4,38 ± 0,84	P < 0,05
	М35+	3,81 ± 0,82	4,73 ± 0,79	3,74 ± 0,80	4,25 ± 0,79	P < 0,05
	М22+	4,03 ± 0,80	4,96 ± 0,73	4,11 ± 0,89	4,41 ± 0,87	P < 0,05
	Ю	4,33 ± 0,84	5,12 ± 0,80	4,16 ± 0,77	4,67 ± 0,73	P < 0,05
	СМГ	4,01 ± 0,92	4,92 ± 0,92	3,92 ± 0,89	4,19 ± 0,90	P < 0,05
Активность, баллов	Ж35+	3,87 ± 0,86	4,69 ± 0,83	3,81 ± 0,83	4,21 ± 0,91	P < 0,05
	Ж21+	4,11 ± 0,77	4,96 ± 0,67	3,99 ± 0,88	4,45 ± 0,84	P < 0,05
	Д	4,25 ± 0,88	5,08 ± 0,94	4,16 ± 0,92	4,46 ± 0,91	P < 0,05
	М35+	3,89 ± 0,75	4,89 ± 0,82	3,80 ± 0,75	4,31 ± 0,83	P < 0,01
	М22+	4,27 ± 0,79	5,05 ± 0,77	4,21 ± 0,78	4,58 ± 0,80	P < 0,05
	Ю	4,36 ± 0,89	5,19 ± 0,87	4,44 ± 0,98	4,69 ± 0,97	P < 0,05
	СМГ	3,98 ± 0,76	4,98 ± 0,81	4,00 ± 1,00	4,29 ± 1,01	P < 0,05
Настроение, баллов	Ж35+	4,11 ± 0,84	4,97 ± 0,94	4,16 ± 0,87	4,39 ± 0,80	P < 0,05
	Ж21+	4,13 ± 0,89	5,11 ± 0,91	4,21 ± 0,90	4,55 ± 0,94	P < 0,05
	Д	4,21 ± 0,86	5,25 ± 0,75	4,35 ± 0,92	4,68 ± 0,93	P < 0,05
	М35+	4,02 ± 0,87	4,95 ± 0,90	4,11 ± 0,69	4,42 ± 0,67	P < 0,05
	М22+	4,25 ± 0,84	5,31 ± 0,88	4,17 ± 0,93	4,72 ± 0,80	P < 0,05
	Ю	4,38 ± 0,96	5,09 ± 1,00	4,25 ± 0,92	4,45 ± 0,89	P < 0,05
	СМГ	4,05 ± 0,85	5,17 ± 0,76	4,16 ± 1,02	4,33 ± 0,95	P < 0,05
Удовлетворенность параметрами телосложения, баллов	Ж35+	2,55 ± 0,83	4,66 ± 0,48	2,59 ± 0,82	3,97 ± 0,68	P < 0,01
	Ж21+	2,83 ± 0,76	4,71 ± 0,55	2,88 ± 0,74	4,08 ± 0,65	P < 0,05
	Д	3,17 ± 0,72	4,78 ± 0,42	3,09 ± 0,85	4,39 ± 0,50	P > 0,05
	М35+	2,71 ± 0,67	4,44 ± 0,64	2,70 ± 0,67	3,89 ± 0,42	P < 0,01
	М22+	2,96 ± 0,77	4,61 ± 0,50	2,91 ± 0,90	3,96 ± 0,82	P < 0,05
	Ю	3,21 ± 0,66	4,38 ± 0,65	3,21 ± 0,72	4,08 ± 0,65	P > 0,05
	СМГ	2,93 ± 0,83	4,57 ± 0,51	3,07 ± 0,92	3,93 ± 0,73	P < 0,05

Продолжение Таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
Удовлетворенность состоянием здоровья, баллов	ЖЗ5+	$3,38 \pm 0,68$	$4,62 \pm 0,49$	$3,45 \pm 0,63$	$4,14 \pm 0,69$	$P < 0,05$
	ЖЗ1+	$3,54 \pm 0,66$	$4,83 \pm 0,38$	$3,50 \pm 0,51$	$4,21 \pm 0,72$	$P < 0,05$
	Д	$3,74 \pm 0,69$	$4,83 \pm 0,39$	$3,78 \pm 0,85$	$4,57 \pm 0,51$	$P > 0,05$
	МЗ5+	$3,19 \pm 0,68$	$4,48 \pm 0,51$	$3,22 \pm 0,80$	$3,89 \pm 0,75$	$P < 0,05$
	МЗ2+	$3,09 \pm 0,73$	$4,52 \pm 0,51$	$3,04 \pm 0,71$	$3,91 \pm 0,60$	$P < 0,01$
	Ю	$3,71 \pm 0,62$	$4,71 \pm 0,46$	$3,67 \pm 0,76$	$4,54 \pm 0,59$	$P > 0,05$
	СМГ	$3,71 \pm 0,83$	$4,64 \pm 0,50$	$3,64 \pm 0,63$	$3,86 \pm 0,66$	$P < 0,05$
Удовлетворенность психологическим комфортом, баллов	ЖЗ5+	$4,24 \pm 0,79$	$4,79 \pm 0,41$	$4,17 \pm 0,80$	$4,31 \pm 0,71$	$P < 0,05$
	ЖЗ1+	$4,13 \pm 0,95$	$4,83 \pm 0,38$	$4,08 \pm 0,83$	$4,29 \pm 0,75$	$P < 0,05$
	Д	$4,04 \pm 0,88$	$4,83 \pm 0,39$	$4,00 \pm 0,80$	$4,35 \pm 0,49$	$P < 0,05$
	МЗ5+	$4,04 \pm 0,65$	$4,70 \pm 0,47$	$4,00 \pm 0,78$	$4,26 \pm 0,66$	$P < 0,05$
	МЗ2+	$4,13 \pm 0,81$	$4,74 \pm 0,45$	$4,04 \pm 0,64$	$4,22 \pm 0,60$	$P < 0,05$
	Ю	$3,96 \pm 0,62$	$4,67 \pm 0,48$	$3,88 \pm 0,68$	$4,08 \pm 0,79$	$P < 0,05$
	СМГ	$3,93 \pm 0,92$	$4,86 \pm 0,36$	$4,07 \pm 0,73$	$4,14 \pm 0,77$	$P < 0,05$
Удовлетворенность информацией об уровне физической активности, баллов	ЖЗ5+	$2,07 \pm 0,84$	$4,28 \pm 0,75$	$1,90 \pm 0,90$	$3,38 \pm 0,94$	$P < 0,01$
	ЖЗ1+	$2,08 \pm 0,93$	$4,42 \pm 0,72$	$2,17 \pm 0,87$	$3,67 \pm 0,96$	$P < 0,05$
	Д	$2,22 \pm 0,85$	$4,57 \pm 0,66$	$2,35 \pm 0,83$	$3,87 \pm 1,01$	$P < 0,05$
	МЗ5+	$2,15 \pm 0,77$	$4,37 \pm 0,79$	$2,26 \pm 0,86$	$3,78 \pm 0,93$	$P < 0,05$
	МЗ2+	$1,87 \pm 0,87$	$4,39 \pm 0,66$	$2,09 \pm 0,90$	$3,61 \pm 0,94$	$P < 0,05$
	Ю	$2,17 \pm 0,76$	$4,54 \pm 0,72$	$2,04 \pm 0,86$	$3,58 \pm 0,77$	$P < 0,01$
	СМГ	$2,36 \pm 0,50$	$4,57 \pm 0,51$	$2,43 \pm 0,51$	$4,00 \pm 0,55$	$P < 0,05$

Примечание: обозначения контингентов, как в таблице 2.

С целью анализа и оценки систематичности посещения ФОЗ в течение шести месяцев после эксперимента за участниками всех контингентов было осуществлено педагогическое наблюдение, которое показало, что у всех контингентов произошло снижение посещаемости, о чем свидетельствуют данные таблицы 6.

Таблица 6 – Анализ посещаемости физкультурно-оздоровительных занятий во время и после эксперимента экспериментальными и контрольными группами исследуемых контингентов, количество занятий

Показатель	Контингент	Экспериментальная группа		Контрольная группа		Достоверность различий между группами
		До ($\bar{X}_1 \pm \sigma$)	После ($\bar{X}_2 \pm \sigma$)	До ($\bar{X}_3 \pm \sigma$)	После ($\bar{X}_4 \pm \sigma$)	
Посещение физкультурно-оздоровительных занятий	ЖЗ5+	$68,86 \pm 1,85$	$63,79 \pm 5,97$	$69,28 \pm 1,73$	$57,14 \pm 7,27$	$P < 0,01$
	ЖЗ1+	$69,04 \pm 1,88$	$62,46 \pm 7,07$	$69,33 \pm 1,66$	$55,46 \pm 6,77$	$P < 0,01$
	Д	$45,48 \pm 1,62$	$36,48 \pm 2,91$	$45,09 \pm 1,88$	$30,57 \pm 2,68$	$P < 0,01$
	МЗ5+	$67,74 \pm 1,87$	$57,78 \pm 3,27$	$68,07 \pm 1,98$	$53,15 \pm 3,47$	$P < 0,01$
	МЗ2+	$67,30 \pm 2,16$	$58,70 \pm 2,87$	$67,78 \pm 2,13$	$55,79 \pm 2,72$	$P < 0,01$
	Ю	$44,13 \pm 2,05$	$34,54 \pm 4,32$	$44,29 \pm 1,49$	$29,86 \pm 5,40$	$P < 0,01$
	СМГ	$46,36 \pm 1,22$	$34,43 \pm 2,14$	$46,71 \pm 0,91$	$29,86 \pm 3,53$	$P < 0,01$

Примечание: обозначения контингентов, как в таблице 2.

Оценка разницы между группами в систематичности занятий после эксперимента показала, что у всех ЭГ посещаемость ФОЗ достоверно выше (от 7,74 до 19,35 % в зависимости от контингента при $P < 0,01$) по сравнению с КГ (таблица 6).

При этом значениями корреляции (выше 0,70 для каждой группы) подтверждена высокая взаимосвязь между информацией об уровне двигательной активности и систематичностью занятий. Таким образом, доказано, что персонифицированные нормы физической нагрузки и индексы оптимальной физической активности повышают информативность об уровне двигательной активности, что, в свою очередь, способствует формированию потребности в систематических ФОЗ.

Таким образом, педагогический эксперимент показал более высокую эффективность программ ФОЗ с персонифицированными нормами физической нагрузки по сравнению с общепринятыми в ОиАФК нормами. Об этом свидетельствуют более заметные положительные изменения в ЭГ по сравнению с КГ по большинству показателей физического развития, функционального состояния, физической подготовленности, психоэмоционального состояния, а также систематичности ФОЗ после эксперимента в течение шести месяцев. Достоверность научных результатов диссертационного исследования подтверждена длительностью и объемом экспериментальной работы, репрезентативностью выборки, целостностью восприятия и полнотой интерпретации результатов исследования с применением методов математической статистики. Также в четвертой главе сформулированы предложения по реализации информационно-аналитического комплекса системы педагогического регулирования двигательной активности взрослого человека в оздоровительной и адаптивной физической культуре в формате кроссплатформенного мобильного приложения.

Заключение

В заключении подведены итоги проведенного диссертационного исследования, сформулированы основные научные результаты и возможные направления дальнейшего развития полученных теоретических и прикладных результатов исследования. Таким образом, в диссертации решена научная проблема, заключающаяся в обосновании подходов к персонифицированному нормированию физической нагрузки взрослого человека, занимающегося оздоровительной или адаптивной физической культурой с использованием носимых устройств. Результаты проведенного исследования позволили сформулировать следующие **выводы**.

1. Осуществленный теоретический анализ и обобщение научных исследований, публикаций, нормативно-правовых документов по проблеме нормирования физической нагрузки взрослого человека в ОиАФК выявил, что методы нормирования физической нагрузки можно разделить на три группы: основанные на оценке субъективных ощущений, на регистрации объемов физической нагрузки и на регистрации интенсивности физической нагрузки. Установлено, что каждый из методов имеет ограничения для применения в ФОЗ вследствие неразработанности способов персонифицированного нормирования физической нагрузки на основе учета повседневной двигательной активности занимающихся ОиАФК. Показано, что решение данной проблемы возможно путем использования носимых устройств.

2. Установлено, что основным показателем, регистрируемым носимыми устройствами с достаточной точностью, является ЧСС, данные о которой собираются ежеминутно в течение суток. При этом персонифицированное нормирование физической нагрузки взрослого человека, занимающегося ОиАФК, может быть обеспечено только с учетом суточных данных о ЧСС.

Определено, что работа с суточными данными о ЧСС требует разработки и внедрения новых подходов их сбора, обработки и интерпретации для персонифицированного нормирования физической нагрузки занимающихся ОиАФК. Суточные данные о ЧСС не могут быть обработаны традиционными методами математической статистики, так как в генеральных совокупностях суточных данных о ЧСС среднее и дисперсия существенно растут с объемом выборки, поэтому они являются негауссовыми. Показано, что в математической статистике подобные выборки данных исследуются и обрабатываются в рамках рангового анализа, который применяется при оптимизации систем в смежных областях исследований (биологических, технических, экономических, социологических, педагогических). Выявлено, что в ОиАФК ранговый анализ суточных данных о ЧСС не применялся.

3. Обоснована технология персонифицированного нормирования физической нагрузки взрослого человека на основе рангового анализа суточных данных о ЧСС, предполагающая в качестве основы использование пульсометрической модели, которая отражает ежеминутные энергозатраты человека как систему пульсометрических состояний организма. Дополнены процедуры рангового анализа для исследования системы данных суточных измерений ЧСС. Для занимающихся ОиАФК выделены дополнительные зоны ЧСС, не относящиеся к тренировочным: активная (до 50 % от максимальной зоны МЧСС для занимающихся ОФК и до 50 % от максимальной зоны МЧСС_{СМГ} (150 уд/мин) для занимающихся АФК в СМГ) и минимальная (от 20 до 40 % от МЧСС и МЧСС_{СМГ}). Введено понятие областей ЧСС низкой, средней и высокой интенсивности.

4. Разработан метод энергетического балансирования системы пульсометрических состояний организма взрослого человека, занимающегося ОиАФК. Разработана критериально-алгоритмическая система уравнений данного метода. Предложен способ сбора, обработки и интерпретации суточных измерений ЧСС, позволяющий определять персонифицированные нормы физической нагрузки, которые обеспечивают энергетический баланс в системе пульсометрических состояний организма. Установлено, что при реализации способа сформированные персонифицированные нормы физической нагрузки для конкретного человека в зависимости от уровня физической подготовленности определяют общее время ФОЗ и необходимый объем физической нагрузки нахождения в тренировочных зонах ЧСС. Определено, что эти данные позволяют составлять индивидуализированные программы ФОЗ, подбирать соответствующие упражнения для выполнения персонифицированных норм физических нагрузок, планировать восстановление организма и прогнозировать дальнейшее физическое развитие занимающегося ОиАФК.

5. Разработан индекс оптимальной физической активности, позволяющий осуществлять мониторинг и оценку еженедельной двигательной активности

взрослого человека, занимающегося ОиАФК. Индекс представляет собой числовой показатель, который отражает общую двигательную активность за неделю в диапазоне от 0 до 100 баллов. Исходными данными для его вычисления являются персонифицированные нормы физической нагрузки, представляющие собой заданные объемы физической нагрузки в тренировочных зонах ЧСС. Для индекса определены три зоны: низкая, оптимальная и повышенная.

6. Разработан алгоритм персонифицированного нормирования физической нагрузки взрослого человека в ОиАФК, который основан на следующих компонентах технологии персонифицированного нормирования физической нагрузки: пульсометрическая модель; система пульсометрических состояний; процедуры рангового анализа; метод энергетического балансирования; способ сбора, обработки и интерпретации данных о ЧСС; индекс оптимальной физической активности. Алгоритм состоит из пяти последовательных этапов: диагностического, нормировочного, проектировочного, реализационного и контрольного.

Диагностический этап включает в себя комплексную диагностику и сбор данных о ЧСС с помощью «умных» часов. Нормировочный этап предполагает разработку персонифицированных норм физической нагрузки и расчет индексов оптимальной физической активности для занимающихся ОиАФК. Проектировочный этап состоит из выработки стратегии и программы ФОЗ с учетом персонифицированных норм физической нагрузки. Реализационный этап включает применение спроектированной программы ФОЗ, учитывающей персонифицированные нормы. Контрольный этап состоит из проверки и оценки эффективности программы ФОЗ, разработанной на основе персонифицированных норм физической нагрузки.

Составлена технологическая карта персонифицированного нормирования физической нагрузки взрослого человека, которая регламентирует для занимающихся ОиАФК порядок действий по определению персонифицированной нормы физической нагрузки и ее выполнению.

7. Разработана система педагогического регулирования двигательной активности взрослого человека в ОиАФК. Предложен комплекс мероприятий по мониторингу, оценке и регулированию двигательной активности. Создан информационно-аналитический комплекс системы педагогического регулирования двигательной активности и сформированы предложения по его реализации в виде кроссплатформенного мобильного приложения.

8. Проведена экспериментальная проверка эффективности разработанной технологии персонифицированного нормирования физической нагрузки взрослого человека в ОиАФК, в которой на добровольной основе приняли участие 328 человек, занимающихся ОФК (женщины и мужчины 1-й и 2-й возрастных групп, девушки и юноши), а также АФК (студенты СМГ).

В ЭГ и КГ всех контингентов зафиксированы улучшения обследуемых показателей. При этом доказана более высокая эффективность программ ФОЗ с персонифицированными нормами физической нагрузки по сравнению с программами ОиАФК с общепринятыми нормами. Об этом свидетельствуют статистиче-

ски значимые ($P < 0,05$) более заметные положительные изменения в ЭГ по сравнению с КГ по большинству показателей физического развития, функционального состояния, физической подготовленности и психоэмоционального состояния.

Доказано, что полноценная реализация всех этапов алгоритма персонализированного нормирования физической нагрузки взрослого человека повышает цифровизацию, индивидуализацию и систематичность ФОЗ. Уровень цифровизации ФОЗ растет за счет сбора данных о ЧСС занимающихся ОиАФК, их обработки и интерпретации для определения персонализированных норм физической нагрузки. Уровень индивидуализации – за счет разработанных на основе персонализированных норм физической нагрузки индивидуализированных программ ФОЗ. Уровень систематичности ФОЗ – за счет индексов оптимальной физической активности, повышающих информативность об уровне двигательной активности занимающихся ОиАФК. В ходе анализа систематичности занятий в течение шести месяцев после эксперимента выявлено, что у всех ЭГ посещаемость ФОЗ достоверно выше (от 7,74 до 19,35 % в зависимости от контингента, при $P < 0,01$) по сравнению с КГ.

Установлено, что персонализированные нормы физической нагрузки и индексы оптимальной физической активности позволяют гораздо эффективнее решать задачи оздоровления, снижения массы тела, совершенствования пропорций телосложения, нормализации показателей физического развития, улучшения функционального состояния и физической подготовленности взрослого человека. Это достигнуто за счет дифференцированного распределения объемов физической нагрузки по тренировочным зонам ЧСС, обеспечивающего поддержание энергетического баланса пульсометрической системы организма человека и повышение информативности об уровне двигательной активности, способствующей формированию у занимающихся ОиАФК потребности в систематических ФОЗ.

Подводя итог проведенному исследованию, можно заключить, что его цель достигнута, поставленные задачи решены, гипотеза подтверждена, основные положения, выносимые на защиту, доказаны.

Перспективой дальнейших исследований является определение воздействия обновленных персонализированных норм физической нагрузки на занимающихся ОиАФК в различных возрастных группах, поиск возможностей по совершенствованию математического аппарата по определению диапазонов тренировочных зон ЧСС, а также создание предпосылок для внедрения полученных разработок в носимые устройства отечественных и зарубежных производителей.

Практические рекомендации

1. Для персонализированного нормирования физической нагрузки взрослого человека, занимающегося ОиАФК, целесообразно использовать носимые устройства («умные» часы, фитнес-браслеты и другие устройства). При этом ориентироваться следует на объективный и широко используемый в практике ОиАФК показатель реакции организма на физическую нагрузку – ЧСС.

2. Для достижения максимального оздоровительного эффекта в процессе ФОЗ занимающимся ОиАФК рекомендуется персонифицированно нормировать физическую нагрузку с учетом суточных данных о ЧСС, собранных с помощью носимых устройств в течение недели. Точный объем нагрузки во время ФОЗ для каждой зоны ЧСС различной интенсивности (обеспечивающий балансирование областей ЧСС системы пульсометрических состояний) можно получить только путем исследования совокупности данных о ЧСС и их рангового анализа.

3. Определение персонифицированных норм физической нагрузки необходимо осуществлять в соответствии с разработанным алгоритмом персонифицированного нормирования физической нагрузки. В процессе реализации алгоритма следует строго соблюдать порядок процедур его этапов: диагностического, нормировочного, проектировочного, реализационного и контрольного.

4. Программы ФОЗ необходимо разрабатывать и проводить только с учетом персонифицированных норм физической нагрузки, учитывающих индивидуальные особенности конкретного человека. При этом выбор нижней, средней и верхней границы нормы физической нагрузки осуществляется в зависимости от уровня физической подготовленности занимающегося ОиАФК.

За счет границ нормы физической нагрузки дифференцированное «заполнение» тренировочных зон области высокой интенсивности ЧСС будет способствовать улучшению работы сердечно-сосудистой системы, снижению рисков возникновения избыточного веса и гиподинамии, умеренная нагрузка (фитнес-зона ЧСС) – повышению выносливости и сжиганию лишнего жира.

5. Для оценки ежедневной и еженедельной двигательной активности у занимающихся ОиАФК должна использоваться система педагогического контроля, которая включает такие средства оценки, как персонифицированная норма физической нагрузки и индекс оптимальной физической активности.

При этом на предварительном этапе педагогического контроля осуществляется определение персонифицированных значений предложенных средств с учетом суточных данных о ЧСС, регистрируемых носимыми устройствами. Результатом оперативного и текущего контроля являются мониторинг физической нагрузки в процессе ФОЗ, выраженный в объективной оценке получаемой дозы за счет ее сравнения с персонифицированной нормой. Результат этапного и итогового контроля – объективная оценка ежедневной и еженедельной двигательной активности занимающегося посредством индекса оптимальной физической активности.

6. Система педагогического регулирования двигательной активности у занимающихся ОиАФК должна включать комплекс предложенных мероприятий по планированию, организации, проведению и контролю двигательной активности.

7. ФОЗ и сбалансированный рацион питания должны способствовать поддержанию (при необходимости – достижению) оптимальной массы тела человека, которая определяется с помощью индекса массы тела. Для этого требуется периодическое ее измерение и, в зависимости от динамики изменений, корректировка объема, интенсивности и частоты занятий ОиАФК, а также рациона питания.

8. С целью автоматизации процессов системы педагогического регулирования двигательной активности целесообразна ее реализация в виде кроссплатформенного мобильного приложения.

9. На занятиях по физической культуре в вузе следует регулярно разъяснить студентам важность персонифицированного нормирования физической нагрузки для здоровья и работоспособности человека, а также дифференцированного распределения объемов физической нагрузки по тренировочным зонам ЧСС.

10. Определение персонифицированных норм физической нагрузки для занимающихся адаптивной физической культурой (в специальных медицинских группах) также необходимо осуществлять в соответствии с разработанным алгоритмом персонифицированного нормирования физической нагрузки. При этом для данной категории тренировочные зоны рассчитываются с учетом значения максимальной ЧСС, равной 150 уд/мин.

Опубликованные работы по теме диссертации

Статьи, опубликованные в рецензируемых журналах, входящих в реестр ВАК Минобрнауки Российской Федерации

1. Шейнин*, А. А. Методика оценки двигательной активности спортсмена на основе рангового анализа / А. А. Шейнин*, А. В. Бугаев, И. Г. Виноградов // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2020. – № 1 (179). – С. 343–352.

2. Инновации в физическом развитии курсантов посредством персонификации двигательной активности / А. А. Шейнин*, А. Н. Ларин, С. А. Кривилев [и др.] // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2022. – № 5 (207). – С. 495–498.

3. Динамика развития физических качеств и особенностей саморегуляции посредством персонификации при дозировании двигательной активности курсантов / Р. Р. Муслимов, Н. Н. Аймухамбетов, И. Н. Мальцев, А. А. Ковалёв, А. Н. Ларин // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2023. – № 6 (220). – С. 241–244.

4. К проблеме физического развития и функционального состояния курсантов посредством персонификации при дозировании двигательной активности / А. А. Ковалёв, Т. Д. Шайхуллин, В. В. Ерофеев [и др.] // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2023. – № 7 (221). – С. 178–181.

5. Особенность методики развития физических качеств посредством персонификации при дозировании двигательной активности курсантов / А. А. Ковалёв, А. А. Силко, С. В. Тухто [и др.] // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2023. – № 8 (222). – С. 166–169.

6. Педагогическая деятельность в процессе психологической подготовки студентов к соревнованиям с учетом нормирования физической нагрузки / А. А. Ковалёв, Б. Ю. Комиссаров, В. В. Садовников [и др.] // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2023. – № 11 (225). – С. 197–200.

7. Ковалёв, А. А. Методология нормирования физической нагрузки студентов специальных медицинских групп // Адаптивная физическая культура. – 2024. – № 1 (97). – С. 29–31.

8. Ковалёв, А. А. Суточные измерения частоты сердечных сокращений как система состояний организма человека // Культура физическая и здоровье. – 2024. – № 1 (89). – С. 378–384.

9. Ковалёв, А. А. Проблема нормирования физической нагрузки студентов специальных медицинских групп // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2024. – № 1 (19). – С. 156–162.

10. Ковалёв, А. А. Технология нормирования физической нагрузки в оздоровительной физической культуре // Наука и спорт: современные тенденции. – 2024. – № 1 (12). – С. 144–152.

11. Ковалёв, А. А. Цифровой мониторинг ЧСС занимающегося как инструмент определения персонализированных норм физической нагрузки // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2024. – № 2. – С. 47–49.

12. Ковалёв, А. А. Методология нормирования физической нагрузки в оздоровительной физической культуре посредством цифровых технологий // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2024. – № 3 (229). – С. 126–131.

13. Ковалёв, А. А. Нормирование физической нагрузки на основе цифровых данных носимых устройств // Теория и практика физической культуры. – 2024. – № 4. – С. 62–64.

14. Kovalev A. Digital monitoring of the exercise's heart rate as a tool for determining personalized physical activity norms // Theory and Practice of Physical Culture. – 2024. – № 7. – С. 42–45.

15. Ковалёв, А. А. Определение норм оздоровительной физической нагрузки на основе рангового анализа // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. – 2024. – № 2 (9). – С. 92–97.

16. Ковалёв, А. А. Методология нормирования физической нагрузки взрослого человека, основанная на пульсометрической модели // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2025. – № 1 (20). – С. 291–298.

17. Ковалёв, А. А. Пульсометрическая модель как основа для разработки методологии и технологии нормирования физической нагрузки взрослого человека // Наука и спорт: современные тенденции. – 2025. – № 1 (13). – С. 211–218.

18. Ковалёв, А. А. Система педагогического контроля двигательной активности на основе данных носимых устройств // Теория и практика физической культуры. – 2025. – № 6. – С. 18–20.

19. Ковалёв, А. А. Метод энергетического балансирования системы пульсометрических состояний организма человека // Теория и практика физической культуры. – 2025. – № 8. – С. 48–50.

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ

20. Свид. № 2013611936 Российская Федерация. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Оптимальный комплекс физических упражнений : № 2012661160 : заявлено 14.12.2012 : опубликовано 08.02.2013 / В. И. Гнатюк, А. А. Меркулов, А. А. Шейнин, М. В. Шейнина; патентообладатель БФУ им. И. Канта. – 6 с.: ил.

21. Свид. № 2024691507 Российская Федерация. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Программа нормирования физической нагрузки для занимающихся оздоровительной физической культурой : № 2024690023 : заявлено 09.12.2024 : опубликовано 23.12.2024 / В. И. Гнатюк, А. А. Зайцев, А. А. Ковалёв, П. В. Козлов, Д. В. Лепехо; патентообладатель БФУ им. И. Канта. – 4 с.: ил.

22. Свид. № 2025610213 Российская Федерация. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Программа преобразования секундных измерений частоты сердечных сокращений в минутные : № 2024690328 : заявлено 10.12.2024 : опубликовано 10.01.2025 / В. И. Гнатюк, А. А. Зайцев, А. А. Ковалёв, П. В. Козлов, Д. В. Лепехо; патентообладатель БФУ им. И. Канта. – 7 с.: ил. – Текст: непосредственный.

23. Свид. № 2025620060 Российская Федерация. Свидетельство о регистрации базы данных. База данных частоты сердечных сокращений для нормирования физической нагрузки : № 2024625995 : заявлено 10.12.2024 : опубликовано 10.01.2025 / В. И. Гнатюк, А. А. Зайцев, А. А. Ковалёв, П. В. Козлов, Д. В. Лепехо; патентообладатель БФУ им. И. Канта. – 8 с.: ил.

24. Свид. № 2025619708 Российская Федерация. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Программа расчёта индекса оптимальной физической активности для занимающихся оздоровительной физической культурой : № 2025617204 : заявлено 31.03.2025 : опубликовано 17.04.2025 / В. И. Гнатюк, А. А. Зайцев, А. А. Ковалёв, П. В. Козлов; патентообладатель БФУ им. И. Канта. – 5 с.: ил.

Монографии и учебные пособия

25. Оптимизация психофизической подготовки спортсменов по спортивному ориентированию с использованием современных технологий : монография / А. А. Зайцев, А. Ю. Фарафонов, А. А. Шейнин* // Федеральное агентство по рыболовству; Калининградский государственный технический университет. – Барнаул : Изд-во Алт. гос. ун-та, 2022. – 236 с. ISBN 978-5-7904-2695-7.

26. Управление энергетическим балансом человека : монография / А. А. Ковалёв, В. И. Гнатюк, А. А. Зайцев, Н. Н. Шушарина // Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта; Калининградский государственный технический университет. – Барнаул : Изд-во Алт. гос. ун-та, 2023. – 145 с. ISBN 978-5-7904-2788-6.

27. Физическое самосовершенствование: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по гуманитарным направлениям / А. А. Бояркина, А. А. Зайцева, В. Ф. Зайцева, А. А. Ковалев [и др.] ; под ред. А.А. Зайцева. – 3-е изд. – Москва : Юрайт, 2025. – 145 с.

Статьи в журналах и сборниках научных трудов

28. Гнатюк, В. И. Управление двигательной активностью морских специалистов в рейсе с использованием интеллектуальных технологий / В. И. Гнатюк, А. А. Зайцев, А. А. Шейнин* // Морские интеллектуальные технологии. – 2019. – № 4-4 (46). – С. 88–93.

29. Разработка индекса оптимальной физической активности для морских специалистов / В. И. Гнатюк, О. Р. Кивчун, А. А. Ковалёв, А. А. Зайцев // Морские интеллектуальные технологии. – 2022. – № 4-3 (58). – С. 100–104.

30. Kovalev, A. Development of the index of optimal physical activity / A. Kovalev, A. Zaitsev, G. Kamyshev // Proceedings – 6th Scientific School: Dynamics of Complex Networks and their Applications (DCNA). – 2022. – P. 155–157.

31. Kovalev, A. Optimal physical activity index based on digital heart rate data / A. Kovalev, A. Zaitsev // Proceedings – 7th Scientific School: Dynamics of Complex Networks and their Applications (DCNA). – 2023. – P. 159–161.

32. Development of self-control over the intensity of the running load / V. Gruzenkin, A. Kovalev, M. Kolokoltsev [et al.] // Physical Education and Sport. – 2023. – Vol. 23, № 4. – P. 802–809.

33. Instrumental control of functional indicators in students with health deviation / I. Bocharin, A. Kovalev, M. Kolokoltsev [et al.] // Physical Education and Sport. – 2023. – Vol. 23, № 5. – P. 1096–1102.

Примечание: в 2022 году фамилия Шейнин была изменена на Ковалёв.