

Педагогически ориентированная прогностическая модель оценки готовности студентов к сдаче нормативов ГТО на основе морфофункциональных показателей

A pedagogically oriented predictive model for assessing students' readiness to reach the GTO standards based on morphofunctional indicators

Авторы статьи

Казакова Ольга Александровна,
кандидат педагогических наук, доцент кафедры физического воспитания ФГАОУ ВО «Самарский государственный экономический университет», г. Самара, Российская Федерация
kazakova.kpn@gmail.com
ORCID:0009-0008-3230-8372

Ананьев Лев Борисович,
старший преподаватель кафедры физического воспитания и спорта ФГБОУ ВО «Приволжский государственный университет путей сообщения», г. Самара, Российская Федерация
levontiy61@mail.ru
ORCID: 0009-0001-0005-6341

Малькова Юлия Вячеславовна,
старший преподаватель кафедры физического воспитания ФГБОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королёва», г. Самара, Российская Федерация
malikova.yuv@ssau.ru
ORCID:0009-0008-5106-430X

Конфликт интересов

Конфликт интересов не указан

Для цитирования

Казакова О. А., Ананьев Л. Б., Малькова Ю. В. Педагогически ориентированная прогностическая модель оценки готовности студентов к сдаче нормативов ГТО на основе морфофункциональных показателей // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2026. – № 06. – С. 365–380. – URL: <https://e-koncept.ru/2026/261161.htm> – DOI: 10.24412/2304-120X-2026-11161

Authors of the article

Olga Al. Kazakova,
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Physical Education, Samara State University of Economics, Samara, Russian Federation
kazakova.kpn@gmail.com
ORCID: 0009-0008-3230-8372

Lev B. Ananyev,
Senior Instructor, Department of Physical Education and Sports, Volga State University of Railway Transport, Samara, Russian Federation
levontiy61@mail.ru
ORCID:0009-0001--0005-6341

Yulia V. Malykova,
Senior Instructor, Department of Physical Education, Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev, Samara, Russian Federation
malikova.yuv@ssau.ru
ORCID:0009-0008-5106-430X

Conflict of interest statement

Conflict of interest is not declared

For citation

O. Al. Kazakova, L. B. Ananyev, Y. V. Malykova, A pedagogically oriented predictive model for assessing students' readiness to reach the GTO standards based on morphofunctional indicators // Scientific-methodological electronic journal "Koncept". – 2026. – No. 06. – P. 365–380. – URL: <https://e-koncept.ru/2026/261161.htm> – DOI: 10.24412/2304-120X-2026-11161

| | | | |
|---|----------|--|----------|
| Поступила в редакцию <i>Received</i> | 06.03.26 | Получена положительная рецензия <i>Received a positive review</i> | 20.04.26 |
| Принята к публикации <i>Accepted for publication</i> | 20.04.26 | Опубликована <i>Published</i> | 30.06.26 |



Аннотация

Современный образ жизни студенческой молодежи характеризуется высокой цифровой вовлеченностью, что ведет к сокращению функциональных резервов организма, ухудшению физической подготовленности, неспособности сдать нормы ГТО. При этом физическая культура и спорт могут изменить данное положение. Однако существующие программы физического воспитания в вузах не учитывают современные реалии студенческой жизни. Актуальность исследования обусловлена необходимостью инновационных подходов к физическому воспитанию студентов в условиях цифровой трансформации общества. Внедрение цифровых инструментов для контроля физической подготовленности и автоматизации диагностических процессов позволит реализовать педагогическое прогнозирование успешности сдачи нормативов, что даст возможность выстроить опережающую оценку динамики физического развития студентов и заблаговременно скорректировать учебно-воспитательный процесс. Гипотеза исследования: применение математической модели прогнозирования, основанной на комплексе морфофункциональных показателей, предоставит возможность с достаточной точностью оценить готовность студентов к сдаче нормативов ГТО. Такой подход позволит целенаправленно выстраивать педагогические стратегии повышения уровня физической подготовленности обучающихся. Цель работы – создать прогностический инструмент для оценки готовности студентов к сдаче норм ГТО по данным морфофункционального обследования. В исследовании участвовали 280 мужчин – студентов 18–20 лет без медицинских противопоказаний к занятиям физической культурой. В качестве метода педагогического прогнозирования использовался метод множественной линейной регрессии. Сбор данных включал: антропометрию, оценку компонентного состава тела, силовые тесты, тесты на выносливость, скоростно-силовые тесты. Статистическая обработка выполнена SPSS27. Был проведен анализ трудов отечественных и зарубежных ученых по теме, который подтвердил целесообразность интеграции математического моделирования в практику физического воспитания. Использование метода множественной линейной регрессии по данным морфофункционального обследования позволило получить формулы прогностического расчета готовности студентов к сдаче нормативов ГТО. Апробация показала, что только 60% испытуемых могут сдать нормативы на бронзовый значок. Данный вывод позволил дать необходимые рекомендации по совершенствованию учебной программы по общей физической подготовке. Теоретическая значимость работы заключается в расширении научных представлений о взаимосвязи морфофункциональных показателей и уровня физической подготовленности студентов. Практическая значимость заключается в возможности внедрения разработанного инструмента в вузах – для систематического мониторинга физической подготовленности студентов и оптимизации содержания учебных программ.

Ключевые слова

педагогическое прогнозирование, физическое развитие, функциональное состояние организма, комплекс ГТО, студенты

Благодарности

Авторы выражают благодарность университетам Самарской области (СГЭУ, ПГУПС, Самарский университет) за возможность провести исследование.

Abstract

The modern lifestyle of students is characterized by high digital engagement, which leads to a reduction in the body's functional reserves, deterioration of physical fitness, and inability to reach the GTO standards. At the same time, physical education and sports can change this situation. However, the existing physical education programs in universities do not take into account the modern realities of student life. The relevance of the study is determined by the need for innovative approaches to physical education of students in the context of digital transformation of society. The introduction of digital tools for monitoring physical fitness and automating diagnostic processes will make it possible to implement pedagogical forecasting of the success in reaching standards, which will make it possible to build a proactive assessment of the dynamics of students' physical development and adjust the educational process in advance. Research hypothesis: the use of a mathematical forecasting model based on a set of morphofunctional indicators will make it possible to assess students' readiness to reach the GTO standards with sufficient accuracy. This approach will make it possible to purposefully build pedagogical strategies for improving the level of physical fitness of students. The aim of the work is to create a predictive tool for assessing students' readiness to reach the GTO standards based on morphofunctional examination data. The study involved 280 male students aged 18-20 years without medical contraindications to physical activity. The method of multiple linear regression was used as a method of pedagogical forecasting. Data collection included: anthropometry, assessment of body composition, strength tests, endurance tests, and speed tests. Statistical processing was performed by SPSS27. An analysis of the works of domestic and foreign scientists on the topic was made, which confirmed the practicability of integrating mathematical modeling into the practice of physical education. Using the method of multiple linear regression based on morphofunctional examination data made it possible to obtain formulas for predictive calculation of students' readiness to reach the GTO standards. The tests showed that only 60% of the subjects could reach the standards for a bronze badge. This conclusion made it possible to provide the necessary recommendations for improving the curriculum for general physical training. The theoretical significance of the work lies in the expansion of scientific ideas about the relationship between morphofunctional indicators and the level of physical fitness of students. The practical significance lies in the possibility of introducing the developed tool in universities for systematic monitoring of students' physical fitness and optimizing the content of curricula.

Key words

pedagogical forecasting, physical development, functional condition of the body, GTO standard, students

Acknowledgements

The authors express their gratitude to the universities of the Samara region (SSUE, VSURT, Samara University) for the opportunity to conduct the research.

Введение / Introduction

Если раньше студенты активно проводили свободное время: играли в волейбол, ходили в походы, катались на лыжах и коньках, то сегодня их повседневность определяется цифровыми технологиями: мониторы, социальные сети, онлайн-лекции. Подобный образ жизни провоцирует снижение функциональных резервов организма, сокращение уровня двигательной активности, развитие синдрома хронической усталости и деградацию общего состояния здоровья. В то же время систематические занятия физической культурой способны компенсировать эти негативные тенденции, повышая функциональные возможности организма и укрепляя потенциал здоровья студентов, считают Д. Г. Сидорова с соавторами [1]. Однако текущая организация физического воспитания в вузах не в полной мере учитывает специфику современной студенческой среды: высокая учебная нагрузка, преобладание сидячего образа жизни и растущая цифровая вовлеченность формируют принципиально иные требования к структуре и содержанию физкультурных программ.

При этом современные исследования физического развития и уровня подготовленности студенческой молодежи остаются фрагментарными. Это существенно затрудняет разработку целенаправленных программ, способных компенсировать отставание в моторной сфере и обеспечить должный уровень физической подготовленности, что напрямую отражается на результатах выполнения нормативов Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне» (ГТО): фиксируется устойчивая тенденция к снижению средних показателей, особенно в дисциплинах, требующих скоростно-силовых качеств и выносливости.

При этом в программах физического воспитания студентов отсутствует целенаправленная подготовка к сдаче нормативов ГТО, хотя они фактически выступают универсальным оценочным критерием уровня физической подготовленности обучающихся. Это противоречие указывает на недостаточную эффективность существующей системы и требует разработки научно обоснованных подходов к ее совершенствованию.

В возрасте 18–20 лет организм молодых людей продолжает развиваться: наращивается мышечная масса, адаптируется сердечно-сосудистая система, укрепляется иммунная защита. Данный этап сопровождается изменениями в образе жизни, психологическим созреванием и формированием социальных ролей, что существенно влияет на физическое здоровье и необходимость поддержания регулярных двигательных нагрузок. Поэтому, по мнению Л. А. Ивановой с соавторами, этот период является оптимальным для формирования здорового образа жизни и развития физических качеств [2].

В связи с этим возникает острая необходимость в создании педагогической прогностической модели, которая позволит оптимизировать процесс физического воспитания в вузах и повысит эффективность подготовки студентов к выполнению норм ГТО. Разработка такой модели станет важным шагом в решении проблемы снижения общей физической активности молодого поколения и повышения результативности выполнения нормативов комплекса «Готов к труду и обороне».

Достичь этой цели позволит модель на основе множественной регрессии, учитывающая взаимосвязь телосложения, моторики и морфофункционального состояния студентов. Она дает возможность выявить индивидуальные сильные и слабые стороны двигательной сферы каждого обучающегося, подобрать упражнения и дозировку нагрузок не по усредненным нормативам, а исходя из конкретных морфофункциональных параметров.

Кроме того, с помощью регрессионных уравнений можно прогнозировать результаты и выстраивать целевое педагогическое планирование: оценивать вероятность успешного выполнения конкретного норматива (бег, подтягивания, пресс и др.), формировать индивидуальные педагогические траектории подготовки с указанием реалистичных сроков достижения целевых показателей, корректировать планы по мере изменения морфофункциональных показателей (роста силы, выносливости, гибкости), что позволит существенно оптимизировать ресурсозатраты: сократить время на пробные попытки, поскольку модель заранее указывает, какие тесты будут наиболее проблематичными для студента; рационально распределять внимание преподавателя, концентрируясь на тех, у кого прогноз успешности по ключевым нормативам низок; обоснованно формировать группы для дифференцированных занятий – по ведущему двигательному качеству.

С методической и организационной точки зрения модель также приносит ощутимую пользу: стандартизирует диагностику готовности к ГТО, обеспечивая единый алгоритм оценки для разных вузов и факультетов; упрощает планирование учебных программ, позволяя заранее распределить нагрузку по семестрам с учетом прогнозируемых результатов; служит основой для дальнейших научных исследований – модель можно дополнять новыми переменными (генетические маркеры, психоэмоциональные показатели) для повышения точности прогнозов.

Цель работы – создать прогностический инструмент для оценки готовности студентов к сдаче норм ГТО по данным морфофункционального обследования.

Задачи:

1. Проанализировать научно-методическую литературу по теме исследования.
2. Установить взаимосвязь между морфофункциональными показателями и характеристиками двигательной моторики, определяющими готовность студентов к сдаче норм ГТО.
3. Создать прогностический инструмент для оценки понимания готовности студентов к сдаче норм ГТО.

Обзор литературы / Literature review

Бесспорно, занятия физической культурой и спортом нацелены на развитие функциональных возможностей организма человека. По мнению В. И. Павловой, физическая нагрузка может считаться достаточной и эффективной лишь в том случае, если она достигает пороговой величины либо незначительно превышает ее – это провоцирует необходимые вегетативные перестройки и переводит организм на более высокий уровень функционального состояния. В свою очередь, оптимизация функционального состояния существенно влияет на то, насколько эффективно организм студентов адаптируется к максимальным физическим нагрузкам [3].

Согласно позиции И. В. Левшина с соавторами, оценка функционального состояния спортсмена позволяет сформировать наиболее возможный прогноз относительно вероятности достижения спортивных результатов. При этом одним из объективных методов, позволяющих получить надежный прогноз, выступает метод моделирования [4].

В ряде исследований рассматриваются подходы к прогнозированию спортивных результатов и функционального состояния на основе множества предикторов. Так, Р. П. Банкер и Ф. П. Табтах предлагают фреймворк на основе машинного обучения для прогнозирования спортивных результатов: авторы применяют алгоритмы классификации, включая деревья решений, случайные леса и нейронные сети, тестируют

модель на данных реальных соревнований и оценивают точность прогнозов с помощью специальных метрик (точности, полноты, F-меры). Они подчеркивают, что машинное обучение позволяет выявлять неочевидные закономерности и демонстрирует высокую применимость для прогнозирования исходов матчей в разных видах спорта [5].

М. К. Лангаруди и М. Ямагани сравнивают методы машинного обучения и вычислительной интеллектуальной аналитики в прогнозировании спортивных результатов. Они анализируют эффективность различных алгоритмов – SVM, k-NN, генетических алгоритмов и нечетких систем, а также применяют ансамблевые методы для повышения точности. Рассматривают влияние разнообразных предикторов (статистики игроков, погодных условий, фактора домашнего/гостевого матча и т. д.) и показывают, что гибридные модели, комбинирующие разные методы, дают лучшие результаты [6].

Исследования З. И. Сити с соавторами согласуются с выводами коллег. В своей работе ученые сравнили пять моделей (деревья решений, случайные леса, логистическая регрессия, SVM, автоэнкодеры) на данных NBA с платформы dataworld. Автоэнкодеры показали наивысшую точность (0,888 и 0,810), что подчеркивает растущую роль методов глубинного обучения. При этом, в отличие от традиционных алгоритмов, автоэнкодеры способны автоматически выделять информативные признаки из многомерных данных, снижая необходимость ручной настройки [7].

Г. Папагеоргиу, В. Сарлис, К. Тьортджис провели сравнительный анализ 14 моделей машинного обучения для прогнозирования показателей производительности в баскетболе. Авторы использовали данные NBA за три сезона (2019–2022) и 18 продвинутых статистических показателей (KPIs), оценивая точность с помощью метрики WAPE (взвешенная средняя процентная ошибка). Наилучшие результаты продемонстрировали модели на основе деревьев решений: ExtraTrees (34,14 % WAPE), Random Forest (34,23 % WAPE) и Decision Tree (34,41 % WAPE). Это подтверждает высокую эффективность ансамблевых методов в спортивной аналитике [8].

С. Хаттаби и А. М. Монтейру предложен подход к прогнозированию снижения спортивной производительности с использованием синтетических данных и методов машинного обучения. Исследователи сгенерировали репрезентативные синтетические наборы данных, имитирующие физиологические показатели, тренировочные нагрузки и периоды восстановления. На их основе обучили и протестировали несколько моделей машинного обучения, включая градиентный бустинг и нейронные сети. Ключевое преимущество метода – возможность анализа сценариев при ограниченном объеме реальных данных, что особенно актуально для редких видов спорта или индивидуальных дисциплин. Результаты показали высокую прогностическую точность модели в выявлении ранних признаков снижения эффективности спортсменов, позволяя своевременно корректировать тренировочные программы [9].

Аналогичный подход рассмотрен в статье М. К. Кордейру с соавторами. Они применили генеративно-состязательные сети (GAN) для создания синтетических данных, отражающих динамику ключевых показателей спортсменов: частоты сердечных сокращений, уровня лактата, времени восстановления и объема нагрузок. С помощью ансамблевых методов машинного обучения построили модель прогнозирования периодов снижения результативности. Исследование подтвердило, что использование синтетических данных существенно повышает устойчивость модели к недостатку реальных наблюдений и позволяет выявлять паттерны утомления за 2–3 недели до их клинического проявления [10].

Ц. Ган, С. Ли и С. Ким представили комплексный анализ эффективности различных подходов к распределению тренировочной нагрузки в марафонском беге. Модели машинного обучения смогли предсказать оптимальную методику тренировок на основе базовых характеристик атлетов, используя данные с потребительских трекеров и анализируя 27 ключевых показателей [11].

В. Ю. Щеколдина с соавторами дополняет эту картину, предлагая систему морфофункциональных критериев для прогнозирования успешности в единоборствах с использованием SHAID-анализа. Это особенно важно, так как этот метод позволяет выделять однородные группы спортсменов по уровню квалификации. В исследовании доказано, что существуют специфические морфофункциональные показатели (мышечный компонент тела, диаметр эпифизов голени, сила кисти рук, ширина плеч), которые могут служить предикторами успешности в единоборствах. Авторы формулируют статистически обоснованные критерии прогнозирования роста спортивной квалификации как для восточных, так и для классических видов единоборств [12].

Дополняет эту тему Р. Э. Сиразетдинова с коллегами, рассматривая морфологические особенности как критерии спортивного отбора в единоборствах. Они разработали математическую модель для дифференциальной диагностики морфологических особенностей, что позволяет объективно оценивать потенциал спортсменов. В результате исследования выявлены устойчивые морфологические особенности, способствующие достижению высоких результатов в единоборствах: развитая грудная клетка (по индексу Ливи), ярко выраженная широкоплечность, низкие значения индекса «длина ноги/длина тела», высокие показатели отношения «длина руки/длина тела», минимальное развитие подкожного жира отложения. Это особенно важно при создании инструмента для объективного прогнозирования перспективных спортсменов [13].

К. В. Выборная в своей работе исследует взаимосвязь между типом телосложения и спортивной специализацией. Автор доказывает, что соматотип является важным прогностическим критерием успешности в спорте, что может быть использовано при отборе спортсменов и прогнозировании их достижений [14].

Современные научные исследования подтверждают, что тип телосложения (соматотип) оказывает существенное влияние на структуру моторики, а именно на распределение и выраженность двигательных качеств (силы, скорости, выносливости, гибкости и других). В российской научной традиции широко применяется схема В. Г. Штефко и А. Д. Островского, согласно которой выделяют четыре основных типа телосложения: астеноидный (от греческого *asthenes* – «слабый, тонкий»), торакальный (от греческого *thorakos* – «грудь»), мышечный и дигестивный (от латинского *digestive* – «пищеварительный»), характеризующийся широкой грудной клеткой и относительно крупными органами пищеварения. Н. А. Скакун внесла вклад в развитие этой классификации, дополнив ее критериями оценки пропорциональности телосложения применительно к задачам спортивной морфологии [15].

Однако В. П. Федорова со авторами показывают, что различия между соматотипами выходят за рамки морфологии. Носители разных типов телосложения различаются уровнем обмена веществ, эндокринным статусом, психофизиологическими характеристиками, частотой и характером заболеваемости, а также особенностями развития моторики, скоростно-силовых качеств и физической работоспособности [16].

Установлено, что студенты разных типов телосложения демонстрируют типоспецифическую структуру моторики: каждому соматотипу присущи свои сильные и

слабые стороны в двигательных качествах. По данным Х. А. Бекмансурова, наблюдаются следующие закономерности: астеноидный и торакальный типы чаще демонстрируют более высокий уровень выносливости, что обуславливает их предрасположенность к видам двигательной активности, требующим длительных нагрузок – например, бегу на длинные дистанции. В свою очередь, мышечный и дигестивный типы характеризуются лучшими скоростно-силовыми качествами, что делает их более успешными в спринте, прыжках и аналогичных упражнениях [17].

А. В. Мещеряков в своем исследовании изучал особенности морфофункционального развития и моторики студентов разных типов телосложения [18]. Им было выявлено, что у каждого соматотипа есть индивидуально прогнозируемые сильные и слабые стороны моторики. Эти данные стали основой для разработки двигательных режимов, учитывающих генетически обусловленные двигательные возможности студентов.

М. М. Колокольцев и Е. А. Койпышева подтверждают, что студентки существенно различаются по двигательным возможностям в зависимости от соматотипа [19]. Это указывает на необходимость дифференцированной физической подготовки с учетом конституциональных особенностей.

А. А. Тимошевский раскрывает генетико-антропологический базис моторики [20]. Автор показывает, что тип телосложения, будучи во многом генетически детерминированным, коррелирует с базовыми двигательными качествами:

- эктоморфный тип демонстрирует предрасположенность к видам активности, требующим выносливости и скоростно-силовых нагрузок малой мощности;
- мезоморфный тип обладает преимуществом в тестах на силу и скорость (подтягивания, прыжки, спринт);
- эндоморфный тип имеет потенциал в упражнениях на статическую выносливость и силовую работу с собственным весом (удержание позиций, отжимания).

Он подчеркивает, что генетически заданные особенности метаболизма и опорно-двигательного аппарата требуют дифференцированного подхода к дозированию нагрузок. Например, у астеников повышен риск травм связок при резких ускорениях, а у гиперстеников – перегрузки сердечно-сосудистой системы при интенсивном беге.

Е. А. Ткачук и И. Ж. Семинский демонстрируют, как молекулярно-генетические технологии позволяют персонализировать подготовку к физическим нагрузкам [21], отмечая: полиморфизмы генов ACTN3 и ACE влияют на скорость восстановления после нагрузок и определяют предпочтительные режимы тренировок (интервальные или длительные), что критически важно при планировании циклов подготовки к нормативам ГТО (бег на 2–3 км, подтягивания, пресс); предиктивная диагностика выявляет генетические маркеры риска (например, предрасположенность к гипертрофии миокарда или дисплазии соединительной ткани), позволяя исключить опасные для конкретного соматотипа нагрузки; биообратная связь через генетическое тестирование повышает мотивацию молодежи, визуализируя «врожденные спортивные таланты» и усиливая вовлеченность в процесс подготовки.

Методическую базу для практической реализации этих идей предлагает А. Ю. Асанова и др. [22] В ней систематизированы протоколы антропометрического и генетического скрининга, которые можно адаптировать для экспресс-оценки соматотипа у школьников и студентов: индекс Пинье позволяет дифференцировать астеников, нормостеников и гиперстеников; соотношение длины конечностей к туловищу служит маркером долихоморфного или брахиморфного типа. Руководство содержит данные о корреляциях между генетическими маркерами и физическими качествами. Это дает возможность:

- прогнозировать успешность сдачи конкретных нормативов ГТО;
- выделять группы риска по трудностям в отдельных тестах;
- подбирать компенсаторные упражнения для слаборазвитых качеств (например, гибкость для мезоморфов, аэробную выносливость для эндоморфов);
- предотвращать травмы за счет учета наследственных особенностей опорно-двигательного аппарата (например, гипермобильности суставов), требующих ограничения определенных нагрузок (прыжков и т. п.).

Это также отражено в работе С. Б. Тихвинского, продемонстрировавшего зависимость показателей физической работоспособности в тесте PWC170 у мальчиков и девочек от 6 до 16 лет от соматического типа телосложения [23].

Помимо типа телосложения, свидетельствует М. А. Суботялов, значимое влияние на двигательные способности оказывает состав тела, в частности процент жировой массы. Повышенное содержание жира в организме может снижать результаты в тестах на скоростные и силовые способности. Кроме того, дефицит массы тела коррелирует с ухудшением двигательных качеств: студенты с недостаточной массой тела показывают более низкие результаты в антропометрических, физиометрических и двигательных тестах по сравнению с нормовесными сверстниками [24].

Работа Н. Янич, Д. Капор, Д. Н. Додер, И. Савич дополняет эти выводы, подтверждая связь между соматотипом, составом тела и скоростными качествами. Авторы проанализировали ключевые факторы, определяющие результативность в беге на короткие дистанции в реальных условиях [25]. В частности, показано: спортсмены с более длинными конечностями и низким процентом жировой массы демонстрируют лучшие результаты в спринте: у них выше скорость разгона и экономичность движений на дистанции. Кроме того, исследование демонстрирует возможность количественной оценки влияния морфологических параметров на спортивный результат. Разработанная ими математическая модель позволяет рассчитать ожидаемое время забега для конкретного спортсмена с учетом его антропометрических данных (роста, длины конечностей, состава тела), что создает основу для индивидуализации тренировочного процесса.

В работе Г. Юрас и М. Л. Латаш подчеркивается, что современные модели управления движениями интегрируют данные из нейрофизиологии, биомеханики и психологии, позволяя объяснить, как морфологические особенности (длина конечностей, состав тела) влияют на эффективность двигательных актов [26]. Авторы отмечают, что различия в длине рычагов тела (конечностей) не просто задают биомеханические ограничения, но и требуют специфической настройки нейронных команд для достижения оптимальной скорости и экономичности движений. Это добавляет к традиционному антропометрическому анализу нейрофизиологическое измерение: успех в спринте (например, у спортсменов с длинными конечностями) зависит не только от длины ног, но и от способности нервной системы координировать мышечные усилия в условиях высокой скорости.

Развитие этой мысли находит свое подтверждение в исследовании Л. К. Маурер и соавторов [27]. Ученые систематизируют данные о мозговых механизмах, лежащих в основе различных типов двигательных ошибок – от ошибок планирования до сенсорных неточностей. Они показывают, что даже при схожих морфологических параметрах спортсмены могут демонстрировать разную эффективность движений из-за индивидуальных особенностей нейронного контроля.

Современные исследования также демонстрируют возможности математического моделирования для прогнозирования готовности студентов к выполнению нор-

мативов ГТО. В работе А. С. Большеева, Д. Г. Сидорова и О. В. Сидоровой использовался метод множественной линейной регрессии [28]. Авторы установили, что показатели адаптационного потенциала, артериального давления, максимального потребления кислорода и результат в беге на 100 метров являются ключевыми факторами, определяющими спортивные результаты студентов. На основе этих данных были получены формулы прогностического расчета, позволяющие оценить эффективность занятий физической культурой и спрогнозировать результаты спортивных испытаний, включая нормативы ГТО.

Исследование В. Ю. Щеколдина, М. Е. Цоя и А. В. Махалина подтверждает универсальность такого подхода: авторы, применяя схожие методы математического анализа, обосновали комплекс морфофункциональных критериев для прогнозирования спортивных достижений у единоборцев [29].

Анализ научной литературы показал, что существует множество методов прогнозирования спортивных результатов. Однако особое внимание в спортивной аналитике уделяется методу множественной линейной регрессии, который показывает высокую эффективность при работе с данными студентов. Этот метод позволяет установить четкую математическую зависимость между различными факторами и спортивными результатами, что особенно важно в условиях образовательного процесса.

Таким образом, связь между морфофункциональными показателями и двигательной моторикой – установленный факт, имеющий практическое значение для разработки как индивидуальных, так и групповых программ физической подготовки студентов. Включение этого аспекта в систему физического воспитания способно повысить эффективность учебного процесса и помочь достижению нормативов ВФСК ГТО, а также общему укреплению здоровья студенческой молодежи.

Методологическая база исследования / Methodological base of the research

Для создания прогностической модели были проведены комплексные исследования морфологических показателей студентов-мужчин в возрасте 18–20 лет. В выборку вошли 280 студентов из трех высших учебных заведений Самарской области: Самарского государственного экономического университета; Самарского университета; Приволжского государственного университета путей сообщения.

Исследование включало анализ 41 параметра морфологических показателей. Статистическая обработка данных проводилась методом главных компонент (РСА) с применением ортогонального вращения Varimax.

При обработке данных использовались следующие критерии отбора факторов:

- 1) собственные значения факторов превышали 1;
- 2) совокупная доля объясненной дисперсии составляла более 70%.

Все расчеты и анализ данных выполнялись с помощью программного обеспечения SPSS 27.

В качестве метода прогнозирования был выбран метод множественной линейной регрессии.

Такая методология обеспечивает высокую точность прогнозирования и позволяет учитывать множество факторов при построении прогностической модели.

Результаты исследования / Research results

Для анализа морфофункциональных показателей студентов был обследован 41 параметр (табл. 1).

Морфофункциональные показатели студентов вузов

| № | Показатели | $\bar{X} \pm \sigma$ |
|----|--|----------------------------|
| 1 | Длина тела, см | 177,3 ± 4,7 |
| 2 | Вес тела, кг | 71,2 ± 9,1 |
| 3 | Обхват грудной клетки, см | 89 ± 4,7 |
| 4 | Обхват бедра, см | 56,4 ± 3,7 |
| 5 | Обхват, плеча, см | 26,7 ± 3,1 |
| 6 | Длина стопы, см | 28,1 ± 2,5 |
| 7 | Ширина плеч, см | 39,9 ± 3,9 |
| 8 | Ширина таза, см | 29,5 ± 1,4 |
| 9 | Абсолютная поверхность тела, м ² | 1,88 ± 0,02 м ² |
| 10 | Вес жира, кг | 8,3 ± 3,7 |
| 11 | Активная масса тела | 62,6 ± 8,01 |
| 12 | Абсолютный вес мышц | 37,5 ± 2,0 |
| 13 | Проценты мышц в весе тела, кг | 48,2 ± 3,8 |
| 14 | Процент жира в весе тела | 11,3 ± 2,0 |
| 15 | Процент активной массы тела | 90 ± 1,9 |
| 16 | Длина туловища, см | 54,2 ± 3, 4 |
| 17 | Длина руки, см | 77,1 ± 5,1 |
| 18 | Длина ноги, см | 96,1 ± 2,1 |
| 19 | Кистевая динамометрия, кг | 48,9 ± 8,1 |
| 20 | Сила разгибания бедра, кг | 127,6 ± 18,5 |
| 21 | Сила сгибания голени, кг | 44,8 ± 8,8 |
| 22 | Сила разгибателей туловища | 46,1 ± 8,9 |
| 23 | Становая сила, кг | 155,1 ± 22,7 |
| 24 | Время удержания 75-процентного кистевого усилия, с | 29,1 ± 14,0 |
| 25 | Время удержания 75-процентного усилия сгибателей предплечья, с | 42,2 ± 25,4 |
| 26 | Время удержания 75-процентного станового усилия, с | 39,2 ± 18,9 |
| 27 | Время удержания ног под углом 90° в виси на гимнастической стенке, с | 6,7 ± 2,1 |
| 28 | Время удержания 75-процентного станового усилия, с | 39,4 ± 19,9 |
| 29 | Время удержания 50-процентного кистевого усилия, с | 58,9 ± 19,2 |
| 30 | Отжимание в упоре лежа, кол-во раз | 27,2 ± 13,5 |
| 31 | Подтягивание на перекладине, кол-во раз | 7 ± 7,5 |
| 32 | Время бега на 3000 м, мин | 17,3 ± 3,1 |
| 33 | Подвижность в тазобедренном суставе при сгибании бедра, ° | 25 ± 6 |
| 34 | Подвижность при отведении бедра в тазобедренном суставе, с | 51,2 ± 8,9 |
| 35 | Время выполнения 10 наклонов и выпрямлений туловища, с | 9,7 ± 1,1 |
| 36 | Время выполнения 10 приведений/отведений ноги, с | 6,7 ± 1,0 |
| 37 | Частота шагов в беге на месте за 10 с, кол-во раз | 37,9 ± 4,9 |
| 38 | Время бега на 100 м, с | 15,5 ± 2,2 |
| 39 | Взрывное усилие в тяге, кг | 179,0 ± 28,8 |
| 40 | Длина прыжка с места, см | 199 ± 22,8 |
| 41 | Прыжок в длину с разбега, м | 4,895 ± 0,041 |

На основании проведенного анализа были выявлены восемь факторов, характеризующих текущее морфофункциональное состояние студентов (см. табл. 2, 3), оцененное посредством тестирования испытуемого по 12 валидным показателям: вес тела (кг), длина туловища (см), прыжок в длину с разбега (м), бег на 100 м (с), взрывное усилие в тяге (кг), подвижность в тазобедренном суставе при сгибании бедра (°), относительный вес жира (кг), время удержания 75-процентного усилия сгибателей предплечья (с), время удержания 75-процентного кистевого усилия (с), становая сила (кг), время удержания ног под углом 90° в виси на гимнастической стенке (с).

Таблица 2

Факторная структура морфофункционального состояния студенческой молодежи

| № | Название фактора | Вклад фактора в общую дисперсию (%) | Валидный признак и его факторный вес |
|---|---|-------------------------------------|---|
| 1 | Тотальный показатель физического развития | 23,8 | Вес тела (0,905) |
| 2 | Физическая подготовленность | 14,2 | Длина прыжка с разбега (0,614); бег на 100 м (0,398) |
| 3 | Взрывная сила в тяге и подвижность в тазобедренном суставе при отведении бедра | 10,4 | Взрывная сила в тяге (0,483); подвижность в ТБС при отведении (0,436) |
| 4 | Относительный вес жира и статистическая выносливость сгибателей предплечья | 8,1 + 6,8* | Процент жира в весе тела (0,557) Время удержания 75-процентного усилия при сгибании предплечья (0,338) |
| 5 | Статистическая выносливость мышц, сгибающих пальцы в кулак | - | Время удержания 75-процентного кистевого усилия (0,315) |
| 6 | Длина туловища и подвижность в тазобедренном суставе при разгибании бедра | 6,0 | Длина туловища (0,370); подвижность в ТБС при разгибании (0,342) |
| 7 | Статистическая выносливость сгибателей туловища | 4,1 | Время удержания ног под углом 90° (0,483) |
| 8 | Статистическая выносливость мышц ног, спины при удержании 75-процентного станового усилия | 3,0 | Время удержания 75-процентного станового усилия (0,289) |

* Эти показатели коррелируют и отражают общий компонент («композицию тела плюс локальную выносливость»). Объединение выполнено на этапе интерпретации по содержательным соображениям или из-за близости факторных нагрузок после вращения.

Далее мы определили вклад каждого фактора в дисперсию.

Таблица 3

Ранжирование факторов по вкладу в дисперсию

| Ранг | Номер фактора | Название фактора | Вклад в дисперсию (%) | Средний вес переменных |
|------|---------------|--|-----------------------|------------------------|
| 1 | 1 | Тотальный показатель физического развития | 23,8 | 0,905 |
| 2 | 2 | Физическая подготовленность | 14,2 | 0,506 |
| 3 | 4* | Относительный вес жира и статистическая выносливость сгибателей предплечья | 14,9 | 0,448 |
| 4 | 3 | Взрывная сила в тяге и подвижность в ТБС при отведении | 10,4 | 0,460 |
| 5 | 6 | Длина туловища и подвижность в ТБС при разгибании | 6,0 | 0,356 |
| 6 | 7 | Статистическая выносливость сгибателей туловища | 4,1 | 0,483 |
| 7 | 8 | Статистическая выносливость мышц ног, спины (становая) | 3,0 | 0,289 |
| - | 5* | Статистическая выносливость мышц, сгибающих пальцы в кулак | - | 0,315 |

*Фактор 4 (14,9% дисперсии) объединяет относительный вес жира и статистическую выносливость сгибателей предплечья. Объединение основано на физиологической взаимосвязи (влияние жировой массы на энергетическое обеспечение статической работы); близости факторных нагрузок после вращения Varimax. Фактор 5 не включен в ранжирование из-за низкого вклада в дисперсию (-) и слабых нагрузок переменных (0,315). Он рассматривается как второстепенный компонент. ТБС – тазобедренный сустав.

Это позволило нам подтвердить наличие связи между свойствами моторики и строением тела у студентов. Несмотря на то что многие показатели связи не очень высокие и варьируются от 0,2 до 0,6 (в некоторых случаях это свидетельствует лишь о тенденции), тем не менее они позволяют выделить те свойства моторики, которые во многом обусловлены влиянием строения тела.

Для количественной оценки этих взаимосвязей рассчитывались линейные и нелинейные коэффициенты корреляции, а также совокупные коэффициенты корреляции каждого показателя свойств моторики с характеристиками строения тела. Всего было проанализировано 18 показателей телосложения и 23 показателя свойств моторики – таким образом, исследовались корреляционные связи в матрице размерностью 18×23.

В частности, установлено, что у не занимающихся спортом:

- силовые возможности в целом во многом зависят от величины абсолютной активной массы тела, веса тела, обхвата грудной клетки и веса мышечного компонента;
- на скоростные и скоростно-силовые возможности более всего влияют вес тела, его активная масса и абсолютная поверхность;
- силовая выносливость студентов зависит от обхвата грудной клетки, ширины таза, абсолютного веса жира и относительного веса мышечного компонента;
- на показатели, характеризующие структуру подвижности в суставах, наибольшее влияние оказывают относительный вес мышечной массы тела, его активная масса, относительный вес жира и вес тела.

В большей степени влияние строения тела испытывают:

- собственные силовые качества (становая, кистевая динамометрия и сила разгибателей бедра);
- скоростные и скоростно-силовые (взрывная сила в тяге руками, ногами и туловищем, прыжок в длину с разбега);
- силовая выносливость (отжимание в упоре лежа, бег на 3 км, статистическая выносливость сгибателей рук по отношению к 75-процентному усилию);
- подвижность в суставах (подвижность в тазобедренном суставе при сгибании бедра).

С учетом выявленных закономерностей связи телосложения и свойств моторики у студентов, а также фактурной структуры их текущего морфофункционального состояния мы разработали модель множественной регрессии, которая позволяет с достаточной вероятностью диагностировать студентов к выполнению определенного норматива из комплекса ГТО при их морфофункциональном состоянии (см. табл. 4).

Апробация уравнений позволила нам в лабораторных условиях диагностировать готовность студентов к сдаче норм ГТО. Из 280 студентов, к сожалению, готовы к сдаче норм (выполняют ≥ 3 нормативов бронзы): 168 человек (60%); требуют дополнительной подготовки (выполняют 1–2 норматива): 98 человек (35%); имеют значительное отставание (0 нормативов) 14 человек (5%).

На основе результатов исследования сформулированы практические рекомендации по совершенствованию программ по общей физической подготовке в вузах. Основные направления коррекции включают: индивидуализацию нагрузок с учетом морфофункциональных особенностей; акцент на развитие отстающих физических качеств (силовая выносливость, подвижность в суставах); поэтапное планирование подготовки к сдаче нормативов ГТО; регулярный мониторинг морфофункционального статуса и двигательной моторики.

Таблица 4

Управление регрессией для прогнозирования результатов в нормативах комплекса ГТО по морфофункциональным данным студентов

| Нормативы комплекса ГТО | Уравнения | Среднее квадратическое отклонение вектора | Совокупный коэффициент корреляции (R) |
|--|--|---|---------------------------------------|
| Бег на 3 км | $Y = 388,125 + 0,917x X_1 - 0,913 \cdot X_6 - 1,215 \cdot X_7 - 0,694 \cdot X_8 - 0,0559 \cdot X_9 + 0,032 \cdot X_{10} - 0,030 \cdot X_{11} + 0,166 \cdot X_{12} + 0,030 \cdot X_{13} - 0,007 \cdot X_{14}$ | 0,813 | R = 0,408 |
| Отжимание из упора лежа (кол-во раз) | $Y = 12,456 + 0,342 \cdot X_4 - 0,287 \cdot X_3 - 0,195 \cdot X_6 + 0,512 \cdot X_{10} - 0,043 \cdot X_{14}$ | 1,247 | R = 0,600 |
| Подтягивание на перекладине (кол-во раз) | $Y = 4,783 + 0,621 \cdot X_4 - 0,415 \cdot X_3 - 0,302 \cdot X_6 + 0,274 \cdot X_8 + 0,189 \cdot X_{11}$ | 1,085 | R = 0,612 |
| Бег на 100 м, с | $Y = 14,821 - 0,115 \cdot X_{12} - 0,097 \cdot X_{13} + 0,073 \cdot X_{14} + 0,204 \cdot X_1 - 0,156 \cdot X_7$ | 0,429 | R = 0,335 |
| Прыжок в длину с разбега, м | $Y = 198,342 + 0,487 \cdot X_{14} - 0,211 \cdot X_3 + 0,326 \cdot X_4 + 0,145 \cdot X_{12} - 0,089 \cdot X_6$ | 0,06732 | R = 0,468 |

– Обозначения: X_1 – вес тела (кг); X_2 – абсолютная поверхность тела (m^2); X_3 – абсолютный вес жира (кг); X_4 – активная масса тела(кг); X_6 – процент жира в весе тела (%); X_7 – длина туловища (см); X_8 – время удержания 75-процентного усилия показателей кистевого усилия (с); X_9 – время удержания 75-процентного усилия показателей предплечья (с); X_{10} – время удержания ног под углом 90° (с), X_{11} – время удержания 75-процентного станового усилия (с); X_{12} – подвижность при разгибании бедра (град); X_{13} подвижность при отведении бедра (град); X_{14} – взрывное усилие в тяге (кг); R – совокупный коэффициент корреляции; Y – прогнозируемый результат по нормативу.

Заклучение / Conclusion

В ходе исследования подтверждена достоверная взаимосвязь между морфофункциональными параметрами организма и характеристиками двигательной моторики у студентов. В числе значимых морфофункциональных факторов, влияющих на спортивные результаты, выявлены: масса тела, активная масса тела, уровень развития мышечной массы, процент жировой массы, подвижность в суставах (в т. ч. в тазобедренном), показатели силовой и статической выносливости.

С помощью метода множественной линейной регрессии разработана прогностическая модель для расчета ожидаемых результатов при сдаче нормативов комплекса ГТО, которая базируется на количественных показателях физического развития и функционального состояния студентов. Апробация модели на выборке студентов показала, что только 60% испытуемых способны выполнить нормативы ГТО на уровне бронзового знака отличия. Полученные данные свидетельствуют о недостаточном уровне физической подготовленности значительной части студенческой молодежи и указывают на необходимость корректировки учебных программ.

Таким образом, разработанная прогностическая модель не только отражает текущее состояние физической подготовленности студентов, но и служит инструментом для целенаправленной корректировки учебных программ. Ее применение позволяет выявить отстающие физические качества у отдельных студентов, проводить мониторинг динамики результатов в течение учебного года, прогнозировать вероятность выполнения нормативов комплекса «Готов к труду и обороне».

Ссылки на источники / References

1. Сидоров Д. Г., Большев А. С., Игнатъев П. В. Оценка влияния физического развития студентов на показатели испытаний комплекса ГТО // Известия Тульского государственного университета. – 2018. – № 4. – С. 93–99.
2. Иванова Л. А., Данилова А. М., Суркова Д. Р. Влияние двигательной нагрузки на студентов специальной медицинской группы, осваивающих дисциплину «Адаптивная физическая культура» // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2025. – № 3 (март). – С. 231–244. – URL: <http://e-koncept.ru/2025/251049>
3. Павлова В. И., Котова Н. В., Кислякова С. С. Особенности функционального состояния организма студентов в процессе обучения в медицинском вузе // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 1. – URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=24107>
4. Левшин И. В., Солодков А. С., Макаров Ю. М., Поликарпочкин А. Н. Функциональные состояния в спорте // Теория и практика физической культуры. – 2013. – № 6. – С. 46–49.
5. Bunker R. P., Thabtah F. A machine learning framework for sport result prediction // Applied Computing and Informatics. – 2023. – № 15 (1). – P. 27–33. DOI: 10.1016/j.aci.2017.09.005.
6. Langaroudi M-K., Yamaghani M. Sports Result Prediction Based on Machine Learning and Computational Intelligence Approaches // Journal of Advances in Computer Engineering and Technology. – 2019. – 1 (17). – P. 27–36.
7. Siti Zainab Ibrahim et al. Machine Learning Insights into Basketball Championship Predictions: An Analytical Comparison // Proceedings of the 2nd International Conference on Innovation and Technology in Sports, ICITS 2023. – 2024. – P. 275–285. DOI: 10.1007/978-981-97-3741-326.
8. Papageorgiou G., Sarlis V., Tjortjis Ch. Evaluating the Effectiveness of Machine Learning Models for Performance Forecasting in Basketball: A Comparative Study // Knowledge and Information Systems. – 2024. – № 66. – P. 4333–4375. DOI: 10.1007/s10115-024-02092-9.
9. Hattabi S., Monteiro A., Miguel A. Synthetic Data-Driven Machine Learning Approach for Athlete Performance Attenuation Prediction // Frontiers in Sports and Active Living. – 2025. – № 7. – P. 1–14. DOI: 10.3389/fspor.2025.1607600.
10. Cordeiro M. C. et al. A synthetic data-driven machine learning approach for athlete performance attenuation prediction // Front. Sports. Act. Living. – 2025. – № 7. – P. 1607600. DOI: 10.3389/fspor.2025.1607600.
11. Qin Gang, Lee Seongno, Kim Sungmin. Machine learning-based personalized training models for optimizing marathon performance through pyramidal and polarized training intensity distributions // Scientific Reports. SciRep. – 2025. – № 15. – P. 41516. DOI: 10.1038/s41598-025-25369-7
12. Щеколдин В. Ю., Цой М. Е., Махалин А. В. Построение морфофункциональных критериев, способствующих достижению высокой спортивной квалификации спортсменами, занимающимися различными видами единоборств // Человек. Спорт. Медицина. – 2025. – Т. 25, № S2. – С. 53–63. DOI: 10.14529/hsm25s207.
13. Сиразетдинов Р. Э., Негашева М. А., Бондарева Э. А. Морфологические особенности как критерии спортивного отбора в единоборствах // Человек. Спорт. Медицина. – 2021. – Т. 21, № 4. – С. 42–48. DOI: 10.14529/hsm210405.
14. Выборная К. В. Соматотипологические характеристики спортсменов различных видов спорта // Спортивная медицина: наука и практика. – 2022. – № 12(3). – С. 14–29. DOI: 10.47529/22232524.2022.3.9.
15. Скаун Н. А. Дифференцированный подход к детям. – URL: <https://www.maam.ru/detskijsad/diferencirovaniy-podhod-k-detjam-s-razlichnymi-tipami-teloslozhenija.html>
16. Спортивная морфология: учеб.-метод. пособие / В. П. Федоров, И. Е. Попова, Н. Н. Попова. – Воронеж: ВГИФК, 2018. – 63 с.
17. Бекмансуров Х. А. Паспорт здоровья учащихся в общероссийской системе мониторинга. – Елабуга: ООО «Принт-Мастер», 2007. – 248 с.
18. Мещеряков А. В. Оптимизация физического воспитания студенческой молодежи на основе физиологически обоснованной методики физической подготовки с учетом индивидуально-типологических возможностей студентов // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. – 2016. – № 2. – С. 72–84.
19. Колокольцев М. М., Койпышева Е. А. Двигательные возможности студенток технического вуза с различными типами телосложения // Вестник ИрГТУ. – 2017. – № 1 (84). – С. 210–215.
20. Биологические (наследственные) факторы, определяющие здоровье / А. А. Тимошевский. – М.: ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2025. – URL: <https://niioz.ru/moskovskaya-meditsina/izdaniya-nii/metodicheskie-posobiya/> – Загл. с экрана. – 39 с.
21. Ткачук Е. А., Семинский И. Ж. Роль генетики в современной медицине // Байкальский медицинский журнал. – 2022. – Т. 1, № 1. – С. 81–88. DOI: 10.57256/2949-0715-2022-1-81-88.
22. Медицинская генетика: национальное руководство / А. Ю. Асанов, Г. В. Байдакова, Е. В. Балановская [и др.]. – М.: Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», 2022. – 896 с. – (Национальные руководства). DOI: 10.33029/9704-6307-9-GEN-2022-1-896.

23. Детская спортивная медицина: руководство для врачей / [под ред. С. Б. Тихвинского, С. В. Хрущева]. – М.: Медицина, 1991. – 560 с.
 24. Конституциональные особенности у детей и подростков. – URL: <https://dzen.ru/a/XBI0aPSyXACrejXG>
 25. Janjić N., Kapor D., Doder D. S. Evaluation of The Final Time and Velocity of a 100 m Run Under the Realistic Conditions // *Journal of Human Kinetics*. – 2019. – № 66. – P. 19–29. DOI: 10.2478/hukin-2018-0048.
 26. Juras G., Latash M. L. Motor Control: A Young Field with Many Facets (Introduction to the Special Issue) // *Journal of Human Kinetics*. – 2021. – № 76. – P. 5–8. DOI: 10.2478/hukin-2021-0055.
 27. Maurer L. K., Joch M., Hegele M., Müller H. Focused Review on Neural Correlates of Different Types of Motor Errors and Related Terminological Issues // *Journal of Human Kinetics*. – 2021. – № 76. – P. 67–81. DOI: 10.2478/hukin-2020-0087.
 28. Большев А. С., Сидоров Д. Г., Сидорова О. В. Прогнозирование спортивных результатов у студентов по данным их физического развития и функционального состояния // *Преподаватель XXI век*. – 2021. – № 2, ч. 1. – С. 218–225. DOI: 10.31862/2073-9613-2021-2-218-25.
 29. Щеколдин В. Ю., Цой М. Е., Махалин А. В. Построение морфофункциональных критериев, способствующих достижению высокой спортивной квалификации спортсменами, занимающимися различными видами единоборств // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2025. – Т. 25, № S2. – С. 53–63. DOI: 10.14529/hsm25s207.
-
1. Sidorov, D. G., Bol'shev, A. S., & Ignat'ev, P. V. (2018). "Ocenka vliyaniya fizicheskogo razvitiya studentov na pokazateli ispytaniy kompleksa GTO" [Evaluation of the impact of students' physical fitness on the GTO test results], *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta*, № 4, pp. 93–99 (in Russian).
 2. Ivanova, L. A., Danilova, A. M., & Surkova, D. R. (2025). "Vliyanie dvigatel'noj nagruzki na studentov special'noj medicinskoj gruppy, osvayayushchih disciplinu "Adaptivnaya fizicheskaya kul'tura" [The effect of physical activity on students of a special medical group within the discipline «Adaptive physical education»], *Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal "Koncept"*, № 3 (mart), pp. 231–244. Available at: <http://e-koncept.ru/2025/251049> (in Russian).
 3. Pavlova, V. I., Kotova, N. V., & Kislyakova, S. S. (2016). "Osobennosti funkcional'nogo sostoyaniya organizma studentov v processe obucheniya v medicinskom vuze" [Characteristics of the functional state of students' bodies during their studies at a medical university], *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, № 1. Available at: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=24107> (in Russian).
 4. Levshin, I. V., Solodkov, A. S., Makarov, Yu. M., & Polikarpochkin, A. N. (2013). "Funkcional'nye sostoyaniya v sporte" [Functional conditions in sports], *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*, № 6, pp. 46–49 (in Russian).
 5. Bunker, R. P., & Thabtah, F. (2023). "A machine learning framework for sport result prediction", *Applied Computing and Informatics*, № 15 (1), pp. 27–33. DOI: 10.1016/j.aci.2017.09.005 (in English).
 6. Langaroudi, M-K., & Yamaghani, M. (2019). "Sports Result Prediction Based on Machine Learning and Computational Intelligence Approaches", *Journal of Advances in Computer Engineering and Technology*, 1 (17), pp. 27–36 (in English).
 7. Siti Zainab Ibrahim et al. (2024). "Machine Learning Insights into Basketball Championship Predictions: An Analytical Comparison", *Proceedings of the 2nd International Conference on Innovation and Technology in Sports*, ICITS 2023, pp. 275–285. DOI: 10.1007/978-981-97-3741-326 (in English).
 8. Papageorgiou, G., Sarlis, V., & Tjortjis, Ch. (2024). "Evaluating the Effectiveness of Machine Learning Models for Performance Forecasting in Basketball: A Comparative Study", *Knowledge and Information Systems*, № 66, pp. 4333–4375. DOI: 10.1007/s10115-024-02092-9 (in English).
 9. Hattabi, S., Monteiro, A., & Miguel, A. (2025). "Synthetic Data-Driven Machine Learning Approach for Athlete Performance Attenuation Prediction", *Frontiers in Sports and Active Living*, № 7, pp. 1–14. DOI: 10.3389/fspor.2025.1607600 (in English).
 10. Cordeiro, M. C. et al. (2025). "A synthetic data-driven machine learning approach for athlete performance attenuation prediction", *Front. Sports. Act. Living*, № 7, p. 1607600. DOI: 10.3389/fspor.2025.1607600 (in English).
 11. Qin Gang, Lee Seongno, & Kim Sungmin (2025). Machine learning-based personalized training models for optimizing marathon performance through pyramidal and polarized training intensity distributions, *Scientific Reports. SciRep*, № 15, p. 41516. DOI: 10.1038/s41598-025-25369-7 (in English).
 12. Shchekoldin, V. Yu., Coj, M. E., & Mahalin, A. V. (2025). "Postroenie morfofunkcional'nyh kriteriev, sposobstvuyushchih dostizheniyu vysokoj sportivnoj kvalifikacii sportsmenami, zanimayushchimisya razlichnymi vidami edinoborstv" [Construction of morphofunctional criteria that contribute to the achievement of high sports qualifications by athletes engaged in various types of martial arts], *Chelovek. Sport. Medicina*, t. 25, № S2, pp. 53–63. DOI: 10.14529/hsm25s207 (in Russian).
 13. Sirazetdinov, R. E., Negasheva, M. A., & Bondareva, E. A. (2021). "Morfologicheskie osobennosti kak kriterii sportivnogo otbora v edinoborstvah" [Morphological features as criteria for sports selection in martial arts], *Chelovek. Sport. Medicina*, t. 21, № 4, pp. 42–48. DOI: 10.14529/hsm210405 (in Russian).

14. Vybornaya, K. V. (2022). "Somatotipologicheskie harakteristiki sportsmenov razlichnyh vidov sporta" [Somatotypological characteristics of athletes in various sports], *Sportivnaya medicina: nauka i praktika*, № 12(3), pp. 14–29. DOI: 10.47529/22232524.2022.3.9 (in Russian).
15. Skakun, N. A. *Differencirovannyj podhod k detyam [Differentiated approach to children]*. Available at: <https://www.maam.ru/detskijasad/-differencirovani-podhod-k-detjam-s-razlichnymi-tipami-teloslozhenija.html> (in Russian).
16. Fedorov, V. P. et al. (2018). *Sportivnaya morfologiya [Sports morphology]: ucheb.-metod. posobie*, VGIFK, Voronezh, 63 p. (in Russian).
17. Bekmansurov, H. A. (2007). *Pasport zdorov'ya uchashchihsya v obshcherossijskoj sisteme monitoringa [Student health passport in the all-Russian monitoring system]*, ООО "Print-Master", Elabuga, 248 p. (in Russian).
18. Meshcheryakov, A. V. (2016). "Optimizaciya fizicheskogo vospitaniya studencheskoj molodezhi na osnove fiziologicheski obosnovannoj metodiki fizicheskoy podgotovki s uchetom individual'no-tipologicheskikh vozmozhnostej studentov" [Optimization of physical education of student youth based on physiologically sound methods of physical training, taking into account the individual and typological capabilities of students], *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya*, № 2, pp. 72–84 (in Russian).
19. Kolokol'cev, M. M., & Koypysheva, E. A. (2017). "Dvigatel'nye vozmozhnosti studentok tekhnicheskogo vuza s razlichnymi tipami teloslozheniya" [Motor abilities of female students of a technical university with different body types], *Vestnik IrGTU*, № 1 (84), pp. 210–215 (in Russian).
20. Timoshevskij, A. A. (2025). *Biologicheskie (nasledstvennye) faktory, opredelyayushchie zdorov'e [Biological (hereditary) factors that determine health]*, GBU "NIIOZMM DZM", Moscow. Available at: <https://niioz.ru/moskovskaya-meditsina/izdaniya-nii/metodicheskie-posobiya/> – Zagl. s ekrana, 39 p. (in Russian).
21. Tkachuk, E. A., & Seminskij, I. Zh. (2022). "Rol' genetiki v sovremennoj medicine" [The role of genetics in modern medicine], *Bajkal'skij medicinskij zhurnal*, t. 1, № 1, pp. 81–88. DOI: 10.57256/2949-0715-2022-1-81-88 (in Russian).
22. Asanov, A. Yu. et al. (2022). *Medicinskaya genetika: Nacional'noe rukovodstvo [Medical Genetics: National Guidelines]*, Izdatel'skaya gruppa "GEOTAR-Media", Moscow, 896 p. (Nacional'nye rukovodstva). DOI: 10.33029/9704-6307-9-GEN-2022-1-896 (in Russian).
23. (1991). *Detskaya sportivnaya medicina: rukovodstvo dlya vrachej [Pediatric Sports Medicine: A Guide for Physicians]*, Medicina, Moscow, 560 p. (in Russian).
24. *Konstitucional'nye osobennosti u detej i podrostkov [Constitutional features in children and adolescents]*. Available at: <https://dzen.ru/a/XBI0aPSyXACrejXG> (in Russian).
25. Janjić, N., Kapor, D., & Doder, D. S. (2019). "Evaluation of The Final Time and Velocity of a 100 m Run Under the Realistic Conditions", *Journal of Human Kinetics*, № 66, pp. 19–29. DOI: 10.2478/hukin-2018-0048 (in English).
26. Juras, G., & Latash, M. L. (2021). "Motor Control: A Young Field with Many Facets (Introduction to the Special Issue)", *Journal of Human Kinetics*, № 76, pp. 5–8. DOI: 10.2478/hukin-2021-0055 (in English).
27. Maurer, L. K., Joch, M., Hegele, M. & Müller, H. (2021). "Focused Review on Neural Correlates of Different Types of Motor Errors and Related Terminological Issues", *Journal of Human Kinetics*, 76, pp. 67–81. DOI: 10.2478/hukin-2020-0087 (in English).
28. Bol'shev. A. S., Sidorov. D. G., & Sidorova. O. V. (2021). "Prognozirovanie sportivnyh rezul'tatov u studentov po dannym ih fizicheskogo razvitiya i funkcional'nogo sostoyaniya" [Predicting students' athletic performance based on their physical development and functional status], *Prepodavatel' XXI vek*, № 2, ch. 1, pp. 218–225. DOI: 10.31862/2073-9613-2021-2-218-25 (in Russian).
29. Shchekoldin, V. Yu., Coj, M. E., & Mahalin, A. V. (2025). "Postroenie morfofunkcional'nyh kriteriev, sposobstvuyushchih dostizheniyu vysokoj sportivnoj kvalifikacii sportsmenami, zanimayushchimisya razlichnymi vidami edinoborstv" [Construction of morphofunctional criteria that contribute to the achievement of high sports qualifications by athletes engaged in various types of martial arts], *Chelovek. Sport. Medicina*, t. 25, № S2, pp. 53–63. DOI: 10.14529/hsm25s207 (in Russian).

Вклад авторов

О. А. Казакова – иницирование проведенного исследования, описание всей практической составляющей исследования.

Л. Б. Ананьев – обзор отечественной и зарубежной литературы.

Ю. В. Малыкова – организация педагогического эксперимента с участием студентов вузов Самарской области.

Contribution of the authors

O. A. Kazakova – initiation of the conducted research, description of the entire practical component of the study.

L. B. Ananyev – review of Russian and foreign literature.

Yu. V. Malykova – organization of a pedagogical experiment with the participation of university students of the Samara region.