

Физическое воспитание и студенческий спорт. 2025. Т. 4, вып. 3. С. 271-276
Physical Education and University Sport, 2025, vol. 4, iss. 3, pp. 271-276
<https://sport-journal.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/2782-4594-2025-4-3-271-276>, EDN: ISGCZV

Научная статья
УДК 796.012.412.5

Разработка и обоснование адаптированных нормативов для кроссовых испытаний в условиях спортивного зала на основе экспериментальных данных и математического моделирования

А. Н. Волков[✉], А. А. Пушкирев

Нижегородская академия МВД России, Россия, 603950, г. Нижний Новгород, Анкудиновское шоссе, д. 3

Волков Александр Николаевич, кандидат педагогических наук, начальник кафедры физической подготовки, wolkow.70@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5814-4670>

Пушкирев Артем Андреевич, курсант факультета подготовки специалистов по расследованию экономических преступлений, artem.p.10.07@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-1517-4367>

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме проведения контрольных испытаний по кроссовой подготовке в условиях спортивного зала, что обусловлено климатическими особенностями различных регионов России. Анализируются специфические особенности бега в закрытых помещениях, включая геометрические ограничения траектории, необходимость частых поворотов, психологические аспекты и биомеханические изменения в структуре бегового шага. В работе обосновывается необходимость адаптации существующих нормативов кроссовой подготовки для условий спортивного зала. Представлена математическая модель расчета эквивалентной дистанции с учетом эффекта «срезания» углов при беге по периметру баскетбольной площадки. Экспериментальные данные, полученные на группе из 20 испытуемых, подтверждают теоретические положения и демонстрируют необходимость разработки специальных адаптированных нормативов для обеспечения объективности педагогического контроля в условиях ограниченного пространства.

Ключевые слова: студенческий спорт, кроссовая подготовка, спортивный зал, контрольные испытания, адаптация нормативов, физическая подготовка, выносливость, замкнутая траектория, биомеханика бега, педагогический контроль, баскетбольная площадка, математическое моделирование, энергозатраты

Для цитирования: Волков А. Н., Пушкирев А. А. Разработка и обоснование адаптированных нормативов для кроссовых испытаний в условиях спортивного зала на основе экспериментальных данных и математического моделирования // Физическое воспитание и студенческий спорт. 2025. Т. 4, вып. 3. С. 271-276. <https://doi.org/10.18500/2782-4594-2025-4-3-271-276>, EDN: ISGCZV

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

Development and justification of adapted standards for cross-country testing in a gym based on experimental data and mathematical modeling

А. Н. Volkov[✉], А. А. Pushkarev

Nizhny Novgorod Academy of the Ministry of Internal Affairs of Russia, 3 Ankudinovskoe Road, Nizhny Novgorod 603950, Russia

Alexander N. Volkov, wolkow.70@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5814-4670>

Artyom A. Pushkarev, artem.p.10.07@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-1517-4367>

Abstract. The paper is devoted to the topical problem of conducting control tests for cross-country training in a gym, which is due to the climatic characteristics of various regions of Russia. Specific features of indoor running are analyzed, including geometric limitations of the trajectory, the need for frequent turns, psychological aspects and biomechanical changes in

the structure of the running step. The paper substantiates the need to adapt existing standards of cross-country training for gym conditions. A mathematical model for calculating the equivalent distance, taking into account the “corner cutting” effect when running around the perimeter of a basketball court, is presented. Experimental data obtained from a group of 20 test subjects confirm the theoretical propositions and demonstrate the need to develop special adapted standards to ensure the objectivity of pedagogical control in a confined space.

Keywords: student sports, cross-country training, gym, control tests, adaptation of standards, physical fitness, endurance, closed trajectory, biomechanics of running, pedagogical control, basketball court, mathematical modeling, energy consumption

For citation: Volkov A. N., Pushkarev A. A. Development and justification of adapted standards for cross-country testing in a gym based on experimental data and mathematical modeling. *Physical Education and University Sport*, 2025, vol. 4, iss. 3, pp. 271–276 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/2782-4594-2025-4-3-271-276>, EDN: ISGCZV

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

Введение

В современной системе физической подготовки кроссовый бег является одним из основных средств развития выносливости и функциональных возможностей организма. Однако климатические условия различных регионов России зачастую ограничивают возможность проведения кроссовой подготовки на открытом воздухе в течение значительной части учебного года. Неблагоприятные погодные условия (низкие температуры, осадки, гололед), экологическая обстановка в крупных городах, а также проблемы с доступностью специализированных открытых площадок делают актуальным перенос тренировочного процесса в закрытые помещения [1–3].

Примечательно, что в северных и центральных регионах России до 60–70% годовой программы кроссовой подготовки в образовательных учреждениях вынужденно реализуется в закрытых помещениях [4, 5]. Безусловно, данная ситуация требует научно обоснованного подхода к организации тренировочного процесса и системы контрольных испытаний с учетом специфики бега в ограниченном пространстве.

Говоря об особенностях организации контрольных испытаний в условиях ограниченного пространства, следует отметить, что проведение таких мероприятий по кроссовой подготовке в спортивных залах сопряжено с рядом специфических особенностей, которые существенно влияют на результативность и объективность оценки. К таковым относятся, прежде всего, геометрические ограничения траектории движения, вынуждающие участников многократно преодолевать одну и ту же дистанцию по замкнутому контуру. Кроме того, существенное значение имеет наличие поворотов и необходимость изменения направления движения, что, несомненно, приводит к дополнительным

энергозатратам и снижению средней скорости. Нельзя также не упомянуть о неравномерном распределении нагрузки на опорно-двигательный аппарат вследствие частых поворотов и асимметричного характера движения. Важными факторами являются и психологические аспекты, связанные с монотонностью движения по ограниченной территории и визуальным восприятием многократно повторяющихся объектов. Наконец, особенности покрытия спортивных залов, отличающиеся от традиционных кроссовых трасс по степени амортизации, сцеплению и другим характеристикам, также играют значительную роль [6, 7].

Материалы и методы

В эксперименте применялись статистические методы научного исследования, такие как: описательная статистика, корреляционный анализ, сравнительный анализ, дисперсионный анализ. Экспериментальные данные были получены в группе из 20 испытуемых.

По данным статистики, при прочих равных условиях средняя скорость бега в закрытом помещении по замкнутой траектории на 8–12% ниже, чем на открытой местности по прямолинейной траектории. Очевидно, это обуславливает необходимость пересмотра нормативов и критерии оценки результатов [8, 9].

В контексте вышесказанного становится понятной необходимость адаптации нормативов кроссовой подготовки при переносе испытаний в спортивный зал. Действительно, стандартные нормативы кроссовой подготовки разработаны для условий открытой местности и не учитывают специфику бега в закрытых помещениях. Применение этих нормативов без соответствующей адаптации приводит, в первую очередь, к систематическому занижению оценок и демотивации обучающихся. Бо-

лее того, возникает нарушение принципа объективности педагогического контроля. Нельзя не отметить также искажение данных о динамике подготовленности при сравнении результатов, полученных в различных условиях. К тому же, существует вероятность возможных перегрузок функциональных систем организма занимающихся при попытке выполнить неадаптированные нормативы. Вследствие всех вышеперечисленных факторов происходит снижение информативности контрольных испытаний как инструмента педагогического мониторинга [10].

Как показывают проведенные исследования, при отсутствии адаптированных нормативов до 65% обучающихся демонстрируют результаты на 1–2 балла ниже своего фактического уровня подготовленности. Следовательно, это свидетельствует о необходимости научно обоснованной коррекции нормативных требований при переносе испытаний в спортивный зал.

Обращаясь к анализу существующих методик оценки результатов кроссовой подготовки в различных условиях, можно выделить несколько подходов к решению проблемы адаптации нормативов. Во-первых, это эмпирический подход, основанный на статистическом анализе результатов, показанных одними и теми же испытуемыми в различных условиях [11]. В рамках данного подхода предлагается введение поправочных коэффициентов (от 0,85 до 0,95) к нормативам открытой местности. Однако следует подчеркнуть, что этот метод не учитывает индивидуальные особенности адаптации к условиям замкнутого пространства.

Во-вторых, существует дистанционный подход, предполагающий уменьшение контрольной дистанции при сохранении временных нормативов. К примеру, вместо 1000 м предлагается преодолевать 800–900 м за то же нормативное время. К сожалению, недостатком данного метода является произвольность в определении эквивалентной дистанции.

В-третьих, заслуживает внимания биоэнергетический подход, основанный на оценке энергозатрат при беге в различных условиях. Согласно исследованиям, энергозатраты при беге по замкнутой траектории с поворотами на 7–15% выше, чем при беге по прямой с той же скоростью. Тем не менее, практическая реализация данного подхода требует сложного инструментального контроля.

Наконец, в-четвертых, существует комплексный подход, учитывающий как гео-

метрические особенности трассы, так и биомеханические и психофизиологические факторы. В рамках данного подхода разрабатываются математические модели, позволяющие рассчитывать эквивалентные нагрузки в различных условиях.

Несмотря на наличие различных подходов, до настоящего времени отсутствует единая общепринятая методика адаптации нормативов кроссовой подготовки для закрытых помещений, что определяет актуальность данного исследования.

Переходя к методике расчета эквивалентной дистанции в условиях спортивного зала, необходимо в первую очередь проанализировать геометрические особенности бега по замкнутым траекториям, в частности, на примере баскетбольной площадки. Бег в условиях спортивного зала характеризуется принципиально иной траекторией движения по сравнению с традиционной кроссовой дистанцией. При организации контрольных испытаний наиболее распространенным вариантом является использование периметра баскетбольной площадки в качестве трассы.

Среди геометрических особенностей данной траектории, прежде всего, выделяется прямогольная форма базового контура с соотношением сторон примерно 1 : 2 (для нестандартной баскетбольной площадки 14,07 м × 26,12 м). Не менее важным фактором является наличие четырех прямых углов, которые при беге не преодолеваются по прямогольной траектории, а «срезаются» по дуге. Это, безусловно, приводит к фактическому сокращению дистанции по сравнению с периметром площадки. Кроме того, следует учитывать неравномерность нагрузки на опорно-двигательный аппарат вследствие необходимости разгона после поворотов и торможения перед ними. Наконец, существенное значение имеет асимметрия нагрузки на правую и левую стороны тела при движении преимущественно в одном направлении (как правило, против часовой стрелки).

Исследования биомеханики бега по замкнутой траектории убедительно доказывают, что при прохождении поворота происходит существенное изменение кинематической структуры бегового шага: уменьшается его длина, возрастает частота, изменяется положение общего центра массы тела, увеличивается время опорной фазы. Очевидно, что эти факторы приводят к снижению скорости на поворотах и увеличению энергозатрат на единицу пройденного пути.

Что касается математического обоснования расчета длины одного круга с учетом срезания углов, то для точного определения фактически преодолеваемой дистанции при беге по периметру нестандартной баскетбольной площадки необходимо учитывать эффект «срезания» углов. Экспериментальные наблюдения показывают, что при беге спортсмены инстинктивно выбирают траекторию, близкую к оптимальной с точки зрения энергозатрат, что приводит к срезанию прямых углов по дуге.

Математическая модель расчета фактической длины одного круга включает несколько компонентов [12]. Во-первых, это базовый периметр площадки: $2 \cdot (26,12 \text{ м} + 14,07 \text{ м}) = 80,38 \text{ м}$. Во-вторых, необходим расчет длины среза угла: при прохождении прямого угла спортсмен движется не по двум катетам прямоугольного треугольника, а по дуге, приближенной к гипотенузе. Экспериментально установлено, что средняя длина пути при срезании угла составляет: $(3,8 \text{ м} + 4,64 \text{ м}) - 6 \text{ м} = 2,44 \text{ м}$, где 3,8 м и 4,64 м – длины отрезков прямоугольной траектории в зоне поворота, а 6 м – фактическая длина пути при срезании угла. В-третьих, суммарная экономия дистанции на четырех углах площадки составляет: $4 \times 2,44 \text{ м} = 9,76 \text{ м}$. В-четвертых, фактическая длина одного круга с учетом срезания углов будет равна: $80,38 \text{ м} - 9,76 \text{ м} = 70,62 \text{ м}$. Наконец, количество кругов, необходимое для преодоле-

ния нормативной дистанции 1000 м, составит: $1000 \text{ м} : 70,62 \approx 14 \text{ кругов (14,16 круга)}$.

Для создания системы оценивания бега в спортивном зале необходимо учесть специфику данного вида физической активности и адаптировать существующие уличные нормативы с поправкой на условия закрытого помещения.

Основываясь на представленных нормативах для бега на улице на 1000 метров, где для мужчин отличный результат составляет 3 мин 22 с, хороший результат находится в диапазоне 3 : 23–3 : 32, а удовлетворительный 3 : 33–3 : 44, и для женщин соответственно 4 : 13, 4 : 14–4 : 18 и 4 : 19–4 : 25, необходимо произвести перерасчет с учетом того, что результаты в зале ухудшаются на 8–12%.

Результаты и их обсуждение

Применяя коэффициент ухудшения результатов в 10% как среднее значение диапазона, получаем следующие нормативы для зала. Для юношей отличный результат составит 3 мин 42 с, хороший результат будет находиться в пределах 3 : 43–3 : 53, удовлетворительный – 3 : 54–4 : 06, а неудовлетворительный превышает 4 мин 6 с (табл. 1). Для девушек соответственно отличный результат 4 мин 38 с, хороший – 4 : 39–4 : 44, удовлетворительный – 4 : 45–4 : 52, неудовлетворительный – свыше 4 : 52 (табл. 2).

Таблица 1/Table 1

Оценочные нормативы по бегу (кроссу) на 1000 м – мужчины

Estimated standards for running (cross-country) at 1000 m – men

Оценка	Норматив – бег (кросс) на 1 км (мин, с)	
	на улице	в спортивном зале
Отлично	3,22	3,42
Хорошо	3,23–3,32	3,43–3,53
Удовлетворительно	3,33–3,44	3,54–4,06
Неудовлетворительно	> 3,44	> 4,06

Таблица 2/Table 2

Оценочные нормативы по бегу (кроссу) на 1000 м – женщины

Estimated standards for running (cross-country) at 1000 m – women

Оценка	Норматив – бег (кросс) на 1 км (мин, с)	
	на улице	в спортивном зале
Отлично	4,13	4,38
Хорошо	4,14–4,18	4,39–4,44
Удовлетворительно	4,19–4,25	4,45–4,52
Неудовлетворительно	> 4,25	> 4,52

Процентная система оценивания остается аналогичной уличным нормативам: 100–80% соответствует отличной оценке, 79–60 – хорошей оценке, 59–40 – удовлетворительной оценке, менее 40 – неудовлетворительной оценке [13].

Данная система учитывает физиологические особенности бега в закрытом помещении, включая повышенную температуру, ограниченную циркуляцию воздуха и психологические факторы монотонности движения на беговой дорожке, что объективно влияет на спортивные результаты и требует корректировки нормативных показателей по сравнению с бегом на открытом воздухе.

Стоит отметить, что экспериментальные результаты подтверждают правомерность применения математической модели расчета фактической длины преодолеваемой дистанции с учетом эффекта «срезания» углов. Установленная в ходе теоретических расчетов фактическая длина одного круга в 70,62 м и необходимость преодоления 14 кругов для достижения дистанции 1000 м нашли свое практическое подтверждение в реальных временных показателях испытуемых.

Заключение

Принципиально важным выводом проведенного исследования является научное обоснование необходимости разработки специальных адаптированных нормативов для контрольных испытаний по кроссовой подготовке в условиях спортивных залов. Применение стандартных нормативов, разработанных для открытой местности, без соответствующей коррекции неизбежно приводит к систематическому занижению оценок и нарушению принципа объективности педагогического контроля.

Кроме того, полученные результаты свидетельствуют о том, что гендерные различия в показателях выносливости сохраняются и в условиях спортивного зала, однако требуют пересмотра с учетом специфики закрытого помещения. Разница во временных показателях между юношами и девушками составляет 54 с, что соответствует общепринятым представлениям о физиологических особенностях развития выносливости у представителей разных полов.

Таким образом, проведенный эксперимент убедительно доказывает актуальность и практическую значимость разработки научно обоснованной методики адаптации нормативов крос-

совой подготовки для условий спортивных залов. Кроме того, полученные временные показатели могут служить основой для создания объективных критериев оценки результатов контрольных испытаний, что позволит повысить информативность педагогического мониторинга и обеспечить справедливость оценивания уровня физической подготовленности обучающихся в условиях ограниченного пространства закрытых помещений.

Особенно это важно для подготовки студенческих легкоатлетических команд в зимний период, когда возможности проводить тренировки в легкоатлетических манежах по разным причинам ограничены. Также разработанный в ходе научной работы механизм расчета дистанций в спортивном зале позволит организовывать различные студенческие соревнования по циклическим видам спорта круглогодично. Это могут быть, например, Спартакиада вуза, традиционная для каждого вуза Спартакиада первокурсника, студенческие спортивно-массовые мероприятия, посвященные памятным датам и т. п. В частности, в Нижегородской академии МВД России в режиме выходного дня регулярно проводятся соревнования среди курсантов разных курсов, включающие в себя в том числе и легкоатлетическую эстафету в спортивном зале.

Список литературы

1. Зюрин Э. А., Петрук Е. Н., Матвеев А. П., Абрамова Т. Ф., Тарасова Л. В., Масягина Н. В. Теоретические и практические аспекты двигательной активности взрослого населения с учетом закономерностей и тенденций развития человека в онтогенезе : монография. М. : ОАО «Подольская фабрика офсетной печати», 2022. 480 с. EDN: LLFQWO
2. Крылова А. Т. Управление развитием физической культуры в регионах Крайнего Севера на основе информационно-аналитического мониторинга (на примере Камчатского края) : автореф. дис. ... канд. пед. наук. СПб., 2024. 26 с. EDN: LLLWEL
3. Пугачева А. Ф. Физическая подготовка обучающихся сельских школ республики Саха (Якутия) на основе национальных видов спорта и народных игр : автореф. дис. ... канд. пед. наук. Казань, 2023. 24 с. EDN: NOTJON
4. Абсарагов Г. Р. Физическое воспитание студентов вузов в различные периоды учебного процесса : автореф. дис. ... канд. пед. наук. Набережные Челны, 2010. 22 с. EDN: QGYTJZ
5. Кузнецов С. В., Волков А. Н., Воронов А. И. Теоретические и методические основы организации физической подготовки сотрудников органов внутренних дел Российской Федерации : учебник. М. : ДГСК МВД России, 2016. 328 с. EDN: ZVKHRT

6. Верхшанский Ю. В. Основы специальной физической подготовки спортсменов : учебное пособие. М. : Советский спорт, 2022. 332 с. EDN: CFCHZM
7. Верхшанский Ю. В. Физиологические основы и методические принципы тренировки в беге на выносливость. М. : Советский спорт, 2014. 80 с. EDN: VRTCNH
8. Абрамова Т. Ф., Конькова А. Ф., Озолин Н. Н. Оценка текущей неспецифической адаптационной реакции в циклических видах спорта // Научно-спортивный вестник. 1990. № 3. С. 3–6. EDN: YWTFRX
9. Орлов В. А., Татаринцева Р. Я., Априамашвили Г. Г., Писаревский И. Е., Омельчук Н. Н., Марков Д. Л., Лебедева Е. Ю., Цымбалов М. Ю., Фомина М. А Оценка функциональных резервов физического здоровья студентов // Российский научный журнал. 2014. № 3. С. 306–315. EDN: STGKAL
10. Биленко А. Г., Говорков Л. П., Ципин Л. Л. Инструментальные методы контроля физической подготовленности спортсменов : учебное пособие по направлениям 49.03.01 «Физическая культура» и 49.03.02 «Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья (адаптивная физическая культура)». СПб. : НГУ им. П. Ф. Лесгафта, 2019. 152 с. EDN: TJYWSU
11. Бутырский Е. Ю., Жабко А. П., Жукова Н. А., Цехановский В. В. Статистическое моделирование и анализ экспериментальных данных: учебник. М. : Директ-Медиа, 2025. 372 с. EDN: VIPJWS
12. Юрчук С. Ю., Орлова М. Н. Основы математического моделирования : учебное пособие. М. : Изд. дом МИСиС, 2009. 89 с. EDN: QJUZIL
13. Занковец В. Э. Энциклопедия тестирований : монография. М. : Спорт, 2016. 456 с. EDN: YMBOMB

References

1. Zyurin E. A., Petruk E. N., Matveev A. P., Abramova T. F., Tarasova L. V., Masyagina N. V. *Teoreticheskie i prakticheskie aspekty dvigatel'noi aktivnosti vzrosloga naseleniya s uchetom zakonomernosti i tendentsii razvitiia cheloveka v ontogeneze* [Theoretical and practical aspects of motor activity of the adult population, taking into account the patterns and trends of human development in ontogenesis]. Moscow, Podolsk Offset Printing Factory Publ., 2022. 480 p. (in Russian). EDN: LLFQWO
2. Krylova A. T. *Management of the Development of Physical Culture in the Regions of the Far North Based on Information and Analytical Monitoring (on the Example of the Kamchatka Territory)*. Thesis Diss. Cand. Sci. (Ped.). St. Petersburg, 2024. 26 p. (in Russian). EDN: LLLWEL
3. Pugacheva A. F. *Physical Training of Students of Rural Schools in the Republic of Sakha (Yakutia) Based of National Sports and Folk Games*. Thesis Diss. Cand. Sci. (Ped.). Kazan, 2023. 24 p. (in Russian). EDN: HOTJOH
4. Avsaragov G. R. *Physical Education of University Students in Various Periods of the Educational Process*. Thesis Diss. Cand. Sci. (Ped.). Naberezhnye Chelny, 2010. 22 p. (in Russian). EDN: QGYTJZ
5. Kuznetsov S. V., Volkov A. N., Voronov A. I. *Teoreticheskie i metodicheskie osnovy organizatsii fizicheskoi podgotovki sotrudnikov organov vnutrennikh del Rossiiskoi Federatsii: uchebnik* [Theoretical and methodological foundations of organization of physical training of employees of internal affairs bodies of the Russian Federation: Textbook]. Moscow, DGSK of the Ministry of Internal Affairs of Russia Publ., 2016. 328 p. (in Russian). EDN: ZVKHRT
6. Verkhoshansky Yu. V. *Osnovy spetsial'noi fizicheskoi podgotovki sportsmenov: uchebnoe posobie* [Fundamentals of special physical training of athletes : Textbook]. Moscow, Sovetskiy sport, 2022. 332 p. (in Russian). EDN: CFCHZM
7. Verkhoshansky Yu. V. *Fiziologicheskie osnovy i metodicheskie printsipy trenirovki v bege na vynoslivost'* [Physiological foundations and methodological principles of endurance running training]. Moscow, Sovetskiy sport, 2014. 80 p. (in Russian). EDN: VRTCNH
8. Abramova T. F., Konkova A. F., Ozolin N. N. Assessment of the current nonspecific adaptive response in cyclic sports. *Scientific and Sports Bulletin*, 1990, no. 3, pp. 3–6 (in Russian). EDN: YWTFRX
9. Orlov V. A., Tatarintseva R. Ya., Apriamashvili G. G., Pisarevsky I. E., Omelchuk N. N., Markov D. L., Lebedeva E. Yu., Tsymbalov M. Yu., Fomina M. A. Assessment of functional reserves of physical health of students. *Russian Scientific Journal*, 2014, no. 3, pp. 306–315 (in Russian). EDN: STGKAL
10. Bilenko A. G., Govorkov L. P., Tcipin L. L. *Instrumental'nye metody kontrolia fizicheskoi podgotovlennosti sportsmenov: uchebnoe posobie po napravlenijam 49.03.01 "Fizicheskaja kul'tura" i 49.03.02 "Fizicheskaja kul'tura dlja lits s otklonenijami v sostojanii zdorov'ja (adaptivnaja fizicheskaja kul'tura)"* [Instrumental methods of monitoring athletes' physical fitness: Teaching aid for the areas 49.03.01 "Physical Education" and 49.03.02 "Physical Education for People with Health Disabilities (Adaptive Physical Education)"]. St. Petersburg, P. F. Lesgaft National University Publ., 2019. 152 p. (in Russian). EDN: TJYWSU
11. Butyrskiy E. Yu., Zhabko A. P., Zhukova N. A., Tsekhanovskiy V. V. *Statisticheskoe modelirovanie i analiz eksperimental'nykh dannykh: uchebnik* [Statistical modeling and analysis of experimental data : Textbook]. Moscow, Direct-Media Publishing House, 2025. 372 p. (in Russian). EDN: VIPJWS
12. Yurchuk S. Y., Orlova M. N. *Osnovy matematicheskogo modelirovaniia: uchebnoe posobie* [Fundamentals of mathematical modeling: Textbook]. Moscow, Publishing House of MISIS, 2009. 89 p. (in Russian). EDN: QJUZIL
13. Zankovets V. E. *Entsiklopediya testirovaniia: monografiya* [Encyclopedia of testing: Monograph]. Moscow, Sport, 2016. 456 p. (in Russian). EDN: YMBOMB

Поступила в редакцию 02.07.2025; одобрена после рецензирования 15.07.2025; принятая к публикации 30.07.2025
The article was submitted 02.07.2025; approved after reviewing 15.07.2025; accepted for publication 30.07.2025