

Теоретическое обоснование методики оценки физических упражнений, направленных на развитие силы, на основе измерения длины полного цикла перемещения отягощения

Чернов Даниил Викторович, кандидат педагогических наук, доцент

Лукиянец Наталья Федоровна, кандидат педагогических наук, доцент

Жаворонков Михаил Владимирович, доктор педагогических наук

Барышников Вячеслав Андреевич

Военно-космическая академия имени А. Ф. Можайского, Санкт-Петербург

Аннотация

Цель исследования – обоснование методики оценки упражнений, направленных на развитие силы, на основе измерения расстояния перемещения отягощения с использованием программного комплекса.

Методы исследования: анализ и обобщение руководящих документов и научно-методической литературы, наблюдение – протоколирование, педагогический эксперимент, методы математической статистики.

Результаты исследования и выводы. Разработана методика оценки физических упражнений, направленных на развитие силы, на основе оценки длины полного цикла перемещения отягощения с использованием программного комплекса «Цифровой арбитр». Обоснованы нормативные требования к оценке физических упражнений. Разработанная методика позволит нивелировать проблему недостаточной объективности оценивания испытуемых при выполнении физических упражнений, направленных на развитие силы, посредством учета роста-весовых показателей военнослужащих, а также решать такие задачи, как цифровизация физической подготовки и бережливое управление посредством использования программного комплекса.

Ключевые слова: физическая подготовка военнослужащих, силовые упражнения, методика оценки

Для цитирования: Теоретическое обоснование методики оценки физических упражнений, направленных на развитие силы на основе измерения длины полного цикла перемещения отягощения / Чернов Д. В., Лукиянец Н. Ф., Жаворонков М. В. Барышников В. А. DOI 10.5930/1994-4683-2026-8-50-57 // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2026. № 8 (258). С. 50–57.

Theoretical substantiation of a methodology for evaluating strength-building physical exercises based on the measurement of the full movement cycle length of the resistance

Chernov Daniil Viktorovich, candidate of pedagogical sciences, associate professor

Lukiyanets Natalya Fedorovna, candidate of pedagogical sciences, associate professor

Zhavoronkov Mikhail Vladimirovich, doctor of pedagogical sciences

Baryshnikov Vyacheslav Andreevich

Mozhaisky Military Aerospace Academy, St. Petersburg

Abstract

The purpose of the study is to substantiate a methodology for evaluating strength-building physical exercises based on the measurement of the resistance displacement distance using a software complex.

Research methods: analysis and generalization of regulatory documents and scientific and methodological literature, observation (protocolling), pedagogical experiment, mathematical statistics methods.

Research results and conclusions. A methodology for evaluating strength-building physical exercises based on the measurement of the full movement cycle length of the resistance using the software complex “Digital Arbiter” was developed. Normative requirements for the evaluation of physical exercises were substantiated. The developed methodology will make it possible to eliminate the problem of insufficient objectivity in assessing test subjects when performing strength-building physical exercises by taking into account the height and weight parameters of military personnel, as

well as to solve such tasks as digitalization of physical training and lean management through the use of the software complex.

Keywords: physical training of military personnel, strength-building exercises, methodology for evaluating

For citation: Chernov D. V., Lukyanets N. F., Zhavoronkov M. V., Baryshnikov V. A. (2026), "Theoretical substantiation of a methodology for evaluating strength-building physical exercises based on the measurement of the full movement cycle length of the resistance", *Scientific notes of P.F. Lesgaft university*, No 8 (258), pp. 50–57, DOI 10.5930/1994-4683-2026-8-50-57.

Введение. Развитию силы, как одного из ключевых физических качеств военнослужащих, уделяется особое внимание. В нормативных документах для развития и контроля силы определено большое разнообразие физических упражнений (с собственным весом, с отягощением, статические, динамические) [1, 2]. Действующая методика оценки предполагает количественно-качественный вариант оценивания – когда технически оценивается каждое действие и ведется подсчет количества правильно выполненных повторений, сумма которых переводится в баллы для оценки упражнения [3].

На сегодняшний день в научной литературе и нормативных документах отсутствуют подходы к оценке упражнений, направленных на развитие силы, по расстоянию перемещения отягощения. Актуальность выбранной темы исследования обусловлена отсутствием учета соматотипа военнослужащих при оценке физических упражнений, направленных на развитие силы, на основе количественно-качественных показателей. При этом в ранее проведенных изысканиях установлен высокий процент элементов, влияющих на субъективность оценивания упражнений, направленных на развитие силы, именно на основе количественно-качественных показателей:

1. Субъективность визуального контроля: тренерская оценка выполнения упражнений зависит от опыта и угла наблюдения, неточности в определении амплитуды, скорости и техники движения [4];

2. Ограниченность стандартных показателей: оценка только по весу отягощения и количеству повторений без учета биомеханических параметров, игнорирование индивидуальных анатомических особенностей (длина конечностей, подвижность суставов) [4, 5, 6].

Также были намечены основные пути их нивелирования, одним из которых определена разработка современной методики оценки по расстоянию, на которое перемещается отягощение, с использованием гироскопа и GPS-датчиков.

Методика и организация исследования. Исследование осуществлялось в течение 2025 года на базе Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского среди военнослужащих; выборочная совокупность испытуемых составила более 3000 человек. Применялись методы анализа и обобщения руководящих документов и научно-методической литературы, наблюдения и педагогический эксперимент, а также методы математической статистики.

Результаты исследования позволили:

- практически доказать проблему недостаточной объективности оценивания испытуемых при выполнении физических упражнений, направленных на развитие силы;
- выработать методику оценки физических упражнений на основе измерения общей длины перемещения отягощения с использованием программного комплекса, включающую описание упражнений (исходное положение, разрешенные и запрещенные технические действия, используемое спортивное оборудование и инвентарь);
- разработать и обосновать нормативные требования к физическим упражнениям на силу по методу процентилей.

В ходе исследования применялся программный комплекс «Цифровой арбитр», который крепится на тренажер и с помощью гироскопа определяет расстояние перемещения груза, а за счет индивидуальной калибровки фиксирует эту длину для каждого военнослужащего (рис. 1).

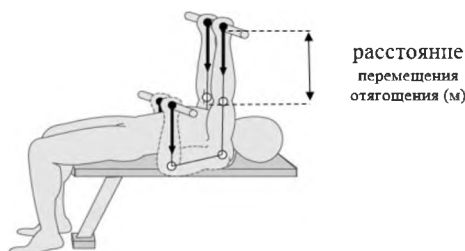
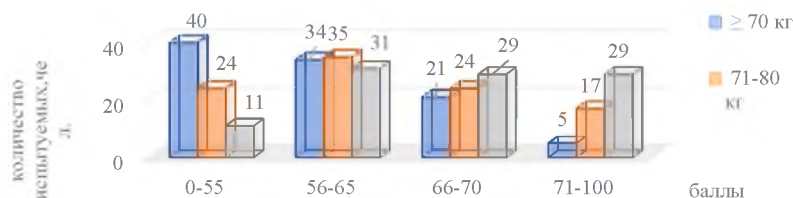
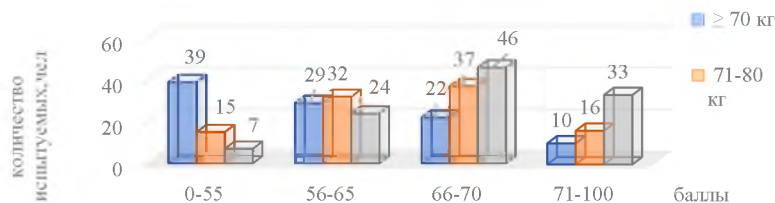


Рисунок 1 – Измерение расстояния перемещения отягощения (м)

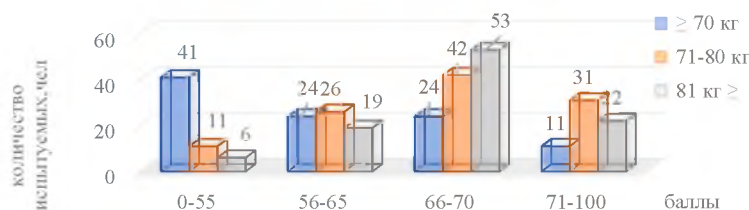
Испытуемые выполняли упражнения на силу: приседания со штангой, становая тяга, жим штанги лежа [1, 2]. Полученные данные были переведены в баллы в соответствии со шкалой оценивания из Наставления по физической подготовке и проанализированы с учетом веса испытуемых для 100 военнослужащих каждой весовой категории (рис. 2).



Приседание со штангой



Становая тяга



Жим штанги лежа

Рисунок 2 – Анализ выполнения силовых упражнений

Полученные данные позволяют отчетливо наблюдать зависимость результатов выполнения упражнений от веса испытуемых. Так, при весе военнослужащих до 70 кг только 5–11 % испытуемых показали результат более 70 баллов. Чем больше вес, тем больше баллов набирает военнослужащий, что подтверждает предположение о недостаточной объективности оценки упражнений с отягощением в действующем наставлении. При этом четко прослеживается зависимость величины общего расстояния перемещения груза от роста испытуемых (рис. 3).

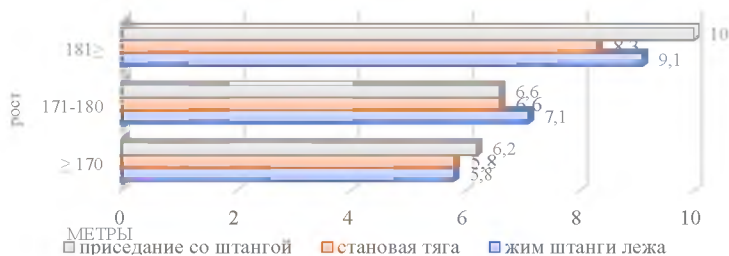


Рисунок 3 – Перемещение груза за 10 повторений максимальной амплитуды

За 10 повторений максимальной амплитуды движения у военнослужащих ростом свыше 180 см общее расстояние перемещения отягощения оказалось на 2–4 метра больше, чем у военнослужащих ростом до 170 см, и на 2–3 метра больше, чем у военнослужащих ростом до 180 см. Получается, что на 1 метр перемещенного отягощения военнослужащие затрачивали различное количество повторений и объем энергии, что в совокупности с анализом рисунка 2 подтверждает предположение о недостаточной объективности оценки упражнений с отягощением в действующем наставлении и правильность выбора концепции оценки общего расстояния перемещения отягощения.

Следующим этапом исследования является разработка экспериментальной методики оценки (табл. 1).

Таблица 1 – Методика оценки физических упражнений, направленных на развитие силы, на основе оценки общего расстояния перемещения отягощения

Название упражнений	Жим лежа	Становая тяга	Жим сидя	Приседание с отягощением
1	2	3	4	5
Описание упражнений	Исходное положение: лежа на спине, плечи и ягодицы прижаты к поверхности скамьи, ступни ног полностью прижаты к поверхности, на которой стоит тренажер, пальцы рук обхватывают рукоятки тренажера, при этом большие пальцы в замке. Рама на прямых руках. Это положение тела сохраняется во время выполнения упражнения	Исходное положение лицом к передней части тренажера. Рама тренажера, удерживается произвольным хватом двумя руками. Ноги согнуты, корпус наклонен вперед, спина прямая, ступни ног полностью прижаты к поверхности, на которой стоит тренажер. Техника выполнения: выпрямляя спину и ноги, поднять раму тренажера колени выпрямить, спину выпрямить, плечи отвести назад, после чего наклоняться вперед и сгибая ноги вернуться в исходное положение	Исходное положение сидя на скамье тренажера, плечи, низ спины и ягодицы прижаты к поверхности скамьи. Ступни ног полностью прижаты к поверхности, на которой стоит тренажер. Хват рукояток тренажера сверху, при этом большие пальцы в замке. Техника выполнения: сгибая руки, опустить раму тренажера, в результате чего нижняя сторона локтевых суставов опускается ниже верхней поверхности каждого плечевого сустава. По достижению нижней точки амплитуды движения, выполнить жим рамы тренажера вверх	Исходное положение: лицом в сторону тренажера, рама лежит горизонтально на плечах, пальцы рук обхватывают раму. Кисти рук могут находиться в любом месте на раме тренажера, спина прямая, ноги прямые. Техника выполнения: сгибая ноги в коленях и опускает туловище так, чтобы таз был ниже, чем верхняя часть коленных суставов, затем самостоятельно возвращается в вертикальное положение с полностью выпрямленными в коленях

Продолжение таблицы				
1	2	3	4	5
Вес отягощения	Собственный вес	Собственный вес	0,5 Собственного веса	Собственный вес
Спортивное оборудование				
Программное обеспечение	– учет фамилии проверяемого, веса отягощения; – автоматическое формирование протоколов (ведомостей) на основе результатов выполнения упражнений; – определение длины движения с помощью GPS датчиков; – возможность экспорта результатов выполнения упражнений в формате Word и Exel.			
Нормативные требования	25 – 12,6 50 – 15,6 75 – 18,6 100 – 22,0	25 – 12,4 50 – 15,2 75 – 17,9 100 – 21,0	25 – 12,5 50 – 19,0 75 – 22,5 100 – 26,0	25 – 10,4 50 – 12,9 75 – 15,4 100 – 18,0

Основными отличиями разработанной методики являются:

- в процессе выполнения упражнений используются тренажеры MB Barbel;
- необязательность фиксации крайних точек амплитуды движения и исходного положения в ходе выполнения упражнения, то есть возможность испытуемому самостоятельно выбирать амплитуду движения в установленных ограничениях (рис. 4 (а), (б));



Рисунок 4 (а) – Правильное положение обеих частей локтевого сустава



Рисунок 4 (б) – Неправильное положение обеих частей локтевого сустава

– учет веса испытуемого (поднимает собственный вес, округленный в сторону увеличения до 2,5 кг). Конструкция тренажеров устроена таким образом, что испытуемый поднимает 75% от установленного на тренажере веса (т.е. при весе испытуемого 100 кг ему устанавливается отягощение 100 кг, а поднимает он 75 кг);

– учет индивидуальных особенностей испытуемых различного роста, имеющих различную длину рычага (за счет индивидуальной калибровки Цифрового арбитра).

Применяемый программный комплекс позволяет фиксировать расстояние, на которое перемещен груз, в автоматическом режиме формировать ведомости и протоколы, а за счет индивидуальной калибровки контрольных точек – контролировать правильность техники выполнения упражнений.

Как это происходит? Перед выполнением упражнения проводится индивидуальная калибровка (фиксируются точки: 1 – верхнее положение, 2 – нижнее положение, 3 – положение, когда точка локтевого сустава и плечевого на одной линии). В процессе выполнения упражнения, когда отягощение опускается (жим лежа) и проходит точку 3, звучит звуковой сигнал, свидетельствующий о правильности выполнения упражнения. Как только прозвучал сигнал, можно поднимать отягощение, а если нет – нужно продолжить движение до крайней нижней точки.

Следующим этапом исследования определена разработка нормативных требований к упражнениям (балльной шкалы оценивания). Для этого проведено тестирование испытуемых при выполнении упражнений по разработанной методике. Полученные данные представлены на рисунке 5.

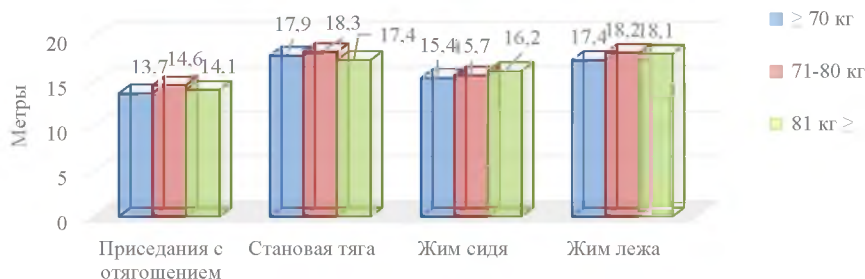


Рисунок 5 – Результаты выполнения упражнений (в метрах)

Разработка балльной шкалы осуществлялась по методу процентиля, который позволил определить фиксированный метраж каждого проверенного упражнения для баллов: 1, 50, 75 и 100. Расчет полученных данных методом центральной тенденции по коэффициенту Мэлоуна позволил определить коэффициент затраченного усилия при выполнении упражнений в метрах, что дало возможность расчета каждого последующего балла в оценке, начиная от центрального процентиля – Р-50. Отправной точкой для дальнейшего расчета стала середина выборки – 50-й процентиль по каждому упражнению (табл. 2) [7].

Таблица 2 – Соответствие баллов с метражом общего расстояния перемещения отягощения

Упражнение	Процентиль	50 баллов	Процентиль	100 баллов
Жим штанги лежа	Р 50-й	15,63 м	Р 100-й	22 м
Становая тяга со штангой		15,17 м		21 м
Приседание со штангой		12,59 м		18 м

Имея отправную точку в 50-й процентиль и «шаг» каждого упражнения, определили метраж в соответствии с каждым баллом — от 1 до 100. Для проверки расчетов было проведено сравнение:

$$P_{100-й} = P_{50-й} + J_i \quad / \quad P_{1-й} = P_{50-й} - J_i \quad (2)$$

где:

Р – процентиль, посчитанный методом процентиля на выборке;

J – шаг каждого упражнения;

i – количество шагов до 1 или до 100.

Для расчета «шага» каждого балла был рассчитан коэффициент Мэлоуна с разными антропометрическими данными (рост и вес).

В соответствии с вычисленными средними значениями роста (179 см) и веса (74 кг) для выборочной совокупности, для упражнения «Жим штанги лежа» расчет коэффициента составил:

$$k = \frac{15,63}{74 \cdot 1,79} = 0,12$$

Таким образом, был определен «шаг» — коэффициент для каждого силового упражнения (табл. 3).

Таблица 3 – Расчет процентилия по средним значениям общей длины движения

	Жим штанги лежа (м)					
Процентиль	Р 1-й	Р 25-й	Р 50-й	Р 75-й	Р 100-й	Шаг
Расстояние перемещения груза (м)	9,75	12,63	15,63	18,63	22	0,12 м
	Становая тяга со штангой (м)					
Процентиль	Р 1-й	Р 25-й	Р 50-й	Р 75-й	Р 100-й	Шаг
Общая длина перемещения груза (м)	9,78	12,42	15,17	17,92	21	0,11 м
	Приседание со штангой (м)					
Процентиль	Р 1-й	Р 25-й	Р 50-й	Р 75-й	Р 100-й	Шаг
Общая длина перемещения груза (м)	8,18	10,34	12,59	14,84	18	0,09 м

На основании вышеизложенного была разработана балльная шкала оценивания каждого физического упражнения на развитие физического качества «сила» в соотношении с количественным показателем общей длины перемещения груза для всех весовых категорий (табл. 4).

Таблица 4 – Параметры оценки физических упражнений на развитие физического качества «сила» на основе оценки общей длины перемещения груза (баллы)

Баллы	Физические упражнения / метры		
	Приседание со штангой	Становая тяга	Жим штанги лежа
25	10,4	12,4	12,6
50	12,9	15,2	15,6
75	15,4	17,9	18,6
100	18,0	21,0	22,0

Для проверки эффективности разработанные нормативные требования подлежат практической апробации.

Выводы. Полученные в ходе исследования данные позволили практически доказать прямую зависимость результатов упражнений на физическое качество «сила» от веса и роста испытуемых как один из элементов проблемы недостаточной объективности при оценивании. Расчет общей длины перемещения груза при выполнении физических упражнений – важный аспект, который помогает уравнивать при выполнении упражнений военнослужащих различного роста и веса, при этом используя единую шкалу оценивания.

Используемые принципы позволяют адаптировать подходы к тренировкам и минимизировать риск травм, что в конечном итоге приведет к более эффективным результатам в физической подготовке.

Разработанная методика оценки физических упражнений на основе оценки длины перемещения отягощения с использованием программного комплекса позволит нивелировать проблему недостаточной объективности оценивания испытуемых при выполнении физических упражнений, направленных на развитие силы, посредством учета росто-весовых показателей военнослужащих, а также решать такие задачи, как цифровизация физической подготовки и бережливое управление посредством использования программного комплекса. Разработанные нормативные требования к оценке физических упражнений, направленных на развитие физического качества «сила», на основе общей длины движения математически обоснованы и будут проверены экспериментальным путем.

Список источников

- 1 Приказ Министра обороны РФ от 20 апреля 2023 года № 230 «Об утверждении Наставления по физической подготовке в Вооруженных Силах Российской Федерации». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406972208/> (дата обращения: 05.04.2026).

References

- 1 The Minister of Defense of the Russian Federation (2023), "Order dated April 20, 2023 No. 230 "On Approval of the Manual on Physical Training in the Armed Forces of the Russian Federation", URL:

- 2 Приказ Министра обороны РФ от 8 декабря 2025 года № 802 «О внесении изменений в Наставление по физической подготовке в Вооруженных Силах Российской Федерации, утвержденное приказом министра обороны Российской Федерации от 20 апреля 2023 г. N 230». URL: <https://base.garant.ru/413490858/> (дата обращения: 05.04.2026).
- 3 Зыков Ан. В., Зыков Ал. В. Совершенствование системы физической подготовки и спорта в Вооруженных Силах Российской Федерации с учетом опыта специальной военной операции // Актуальные проблемы физической и специальной подготовки силовых структур. 2026. № 2. С. 8–13. EDN CCNVGP.
- 4 Ившичев С. М. Силовая подготовка спортсменов, специализирующихся в гребле на шлюпках, средствами гиревого спорта : автореф. дис. ... канд. пед. наук. Санкт-Петербург, 2020. 24 с.
- 5 Контроль физической подготовки в Вооруженных Силах Российской Федерации / Д. В. Чернов, В. В. Лавриненко, В. В. Попадьян [и др.]. Санкт-Петербург : Военный институт физической культуры, 2021. 72 с. ISBN 978-5-93856-596-8. EDN CVGLFT.
- 6 Чернов Д. В., Лукьянец Н. Ф. Проблема субъективизма в оценке выполнения военнослужащими физических упражнений. DOI 10.5930/1994-4683-2025-57-64 // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2025. № 5 (243). С. 57–64. EDN: LYEFKJ.
- 7 Lenz H., Sandau I., Witt M. Concurrent validity and test-retest reliability for the assessment of body segment lengths using two-dimensional video-recordings in weightlifting. DOI 10.1080/21681163.2024.2305272 // Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering: Imaging & Visualization. 2024. Vol. 12 (1). <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406972208/>. The Minister of Defense of the Russian Federation (2025), "Order No. 802 dated December 8, 2025 "On Amendments to the Manual on Physical Training in the Armed Forces of the Russian Federation, approved by Order of the Minister of Defense of the Russian Federation No. 230 dated April 20, 2023", URL: <https://base.garant.ru/413490858/>.
- 3 Zykov An. V., Zykov Al. V. (2026), "Improving the system of physical training and sport in the armed forces of the russian federation in light of the experience of the special military operation", *Actual problems of physical and special training of law enforcement agencies*, No 2, pp. 8–13.
- 4 Ivshichev S. M. (2020), "Strength training of athletes specializing in rowing on dinghies by means of kettlebell lifting", abstract of dissertation for the degree of candidate of pedagogical sciences, 24 p.
- 5 Chernov D. V., Lavrinenko V. V., Popadyin V. V. [et al.] (2021), "Control of physical training in the armed forces of the Russian Federation", St. Petersburg, Military institute of physical education, 72 p., ISBN 978-5-93856-596-8.
- 6 Chernov D. V., Lukiyanets N. F. (2025), "The problem of subjectivity in assessing the performance of physical exercises by military personnel", *Scientific notes of the P.F. Lesgaft University*, No 5 (243), pp. 57–64, DOI 10.5930/1994-4683-2025-57-64.
- 7 Lenz H., Sandau I., Witt M. (2024), "Concurrent validity and test-retest reliability for the assessment of body segment lengths using two-dimensional video-recordings in weightlifting", *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering: Imaging & Visualization*, Vol. 12 (1), doi.org/10.1080/21681163.2024.2305272.

Информация об авторах: Чернов Д.В., начальник кафедры физической подготовки, ORCID: 0009-0007-9668-9111, SPIN-код 4190-1881.

Лукьянец Н.Ф., старший научный сотрудник 61 отдела военного института (научно-исследовательского), ORCID: 0009-0000-9371-0332, SPIN-код 5027-3461.

Жаворонков М.В., старший преподаватель кафедры физической подготовки, ORCID: 0009-0009-5155-8657.

Барышников В.А., преподаватель кафедры физической подготовки, ORCID: 0009-0001-9344-4289.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 17.05.2026.

Принята к публикации 29.06.2026.