

## **Влияние симпато-адреналовой системы на психоэмоциональное состояние спортсменов в соревновательный период**

**Никитченко Сергей Юрьевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
*Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва*

**Аннотация.** Изучение влияния симпато-адреналовой системы (САС) на психоэмоциональное состояние спортсменов в соревновательный период является актуальной задачей спортивной физиологии и психофизиологии.

**Цель исследования** – оценить взаимосвязь активности САС, показателей вариабельности сердечного ритма, гормональных маркеров стресса и психоэмоционального состояния со спортивной результативностью студентов-спортсменов силовой направленности в условиях моделируемой соревновательной нагрузки.

**Методы и организация исследования.** В исследовании приняли участие 20 студентов-спортсменов 18–25 лет, специализирующихся в силовых видах спорта. Обследование проводилось в трех временных точках: за 48 часов до соревнования, непосредственно перед выступлением и через 30 минут после его завершения. Использовали методы функциональной диагностики, включающие определение слювенной  $\alpha$ -амилазы и кортизола, анализ вариабельности сердечного ритма, регистрацию частоты сердечных сокращений и артериального давления, а также психометрические опросники POMS и STAI. Спортивную результативность оценивали по объективным силовым показателям.

**Результаты исследования и выводы.** Выявлены выраженная предсоревновательная активация САС, снижение показателей вариабельности сердечного ритма и рост тревожности. Установлено, что более быстрое восстановление показателей САС и ВРЧ ассоциировано с более высокими соревновательными результатами. Сделан вывод, что адекватная регуляция САС является важным фактором оптимального психоэмоционального состояния и эффективности соревновательной деятельности спортсменов. Полученные данные позволяют рассматривать маркеры САС и HRV как потенциальные инструменты индивидуального мониторинга функциональной готовности спортсменов, требующие дальнейшей валидации в исследованиях с расширенной выборкой.

**Ключевые слова:** студенческий спорт, симпато-адреналовая система,  $\alpha$ -амилаза, кортизол, психоэмоциональное состояние, силовые виды спорта

## **Impact of the sympatho-adrenal system on psycho-emotional and autonomic responses in athletes during the competitive season**

**Nikitichenko Sergey Yuryevich**, candidate of agricultural sciences, associate professor  
*Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow*

**Abstract.** The study of the influence of the sympathoadrenal system (SAS) on the psycho-emotional state of athletes during the competitive period is a relevant issue in sports physiology and psychophysiology.

**The purpose of the study** was to assess the relationships between SAS activity, heart rate variability indicators, hormonal stress markers, psycho-emotional state, and competitive performance of strength-oriented student-athletes under simulated competitive conditions. **Methods and research design.** The study involved 20 student-athletes aged 18–25 years specializing in strength sports. Assessments were conducted at three time points: 48 hours before the competition, immediately before performance, and 30 minutes after its completion. Functional diagnostic methods were applied, including the assessment of salivary  $\alpha$ -amylase and cortisol levels, analysis of heart rate variability, measurement of heart rate and arterial blood pressure, as well as psychometric questionnaires (POMS and STAI). Athletic performance was evaluated using objective strength indicators.

**Research results and conclusions.** The findings revealed pronounced pre-competitive activation of the SAS, a decrease in heart rate variability indices, and an increase in anxiety levels. Faster recovery of SAS and HRV parameters was associated with higher competitive performance. Adequate regulation of the sympathoadrenal system is an important factor in maintaining an optimal psycho-emotional state and enhancing competitive effectiveness in athletes. The data obtained allow

us to consider the CAC and HRV markers as potential tools for individual monitoring of athletes' functional readiness, requiring further validation in studies with an expanded sample.

**Keywords:** student sports, sympathoadrenal system,  $\alpha$ -amylase, cortisol, psycho-emotional state, power sports

**Введение.** Современное спортивное соперничество характеризуется неуклонным ростом интенсивности тренировочных и соревновательных нагрузок, ужесточением требований к функциональным возможностям организма спортсмена и высокой конкуренцией на всех уровнях. В этих условиях решающее значение приобретают не только уровень физической подготовленности, силовые показатели и выносливость, но и способность спортсмена эффективно управлять своим психоэмоциональным состоянием в условиях соревновательного стресса, дефицита времени и высокой ответственности за результат. Управление стрессом и эмоциональной устойчивостью становится ключевым фактором, влияющим на точность выполнения движений, скорость реакции, технико-тактическую эффективность и, как следствие, итоговые спортивные достижения.

Для представителей силовых дисциплин – пауэрлифтинга, тяжелой атлетики, армрестлинга – соревновательный период характеризуется сочетанием кратковременных, но предельно интенсивных мышечных усилий с выраженным эмоциональным возбуждением, необходимостью точной координации движений, поддержания концентрации внимания и быстрого восстановления между подходами, попытками или поединками. Эти условия создают уникальный стрессорный контекст, при котором физическая нагрузка и психоэмоциональные реакции тесно взаимосвязаны, и успешная соревновательная деятельность зависит от гармоничного взаимодействия физиологических систем организма.

Ключевую роль в обеспечении быстрой адаптации организма к стрессовым стимулам играет симпато-адреналовая система (САС), обеспечивающая оперативную мобилизацию функциональных резервов. Активация САС сопровождается выбросом катехоламинов – адреналина и норадреналина, что приводит к увеличению сердечного выброса, повышению частоты сердечных сокращений, перераспределению кровотока, активации энергетического обмена, усилению нейромышечной передачи и мобилизации психоэмоциональных ресурсов [1]. В физиологических пределах такие реакции способствуют повышению работоспособности, концентрации и готовности к выполнению предельно интенсивных силовых действий. Однако чрезмерная или пролонгированная активация САС может иметь негативные последствия: увеличение тревожности, нарушение тонкой моторики, снижение координации движений, падение точности технических действий, ускоренное истощение функциональных резервов и замедление восстановительных процессов [2].

Несмотря на значительное количество исследований, посвященных роли гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси (НРА) и симпато-адреналовой системы в адаптации к физическим нагрузкам, проблема комплексного анализа психоэмоциональных реакций и их взаимосвязи с физиологическими маркерами САС у спортсменов силового профиля в соревновательный период остается недостаточно изученной. В научной литературе ограничено представлены данные о динамике проксимальных маркеров симпатической активации, таких как саливарная  $\alpha$ -амилаза (sAA), в предсоревновательные часы [3], о взаимосвязи реактивности САС

с показателями вариабельности сердечного ритма (HRV), а также о влиянии этих физиологических изменений на объективные показатели соревновательной результативности. Недостаточно изучена и эффективность различных стратегий предсоревновательной регуляции функционального и психоэмоционального состояния спортсменов, включая дыхательные, когнитивные и психологические техники.

Таким образом, понимание роли САС в мобилизации и регуляции психоэмоционального состояния является не только фундаментальной задачей спортивной физиологии, но и практической необходимостью для оптимизации подготовки спортсменов силового профиля. Цель настоящей работы заключается в исследовании влияния активности симпато-адреналовой системы на психоэмоциональное состояние и соревновательную результативность студентов-спортсменов силовой направленности, а также в разработке практических рекомендаций по мониторингу, регулированию и адаптации функционального состояния в соревновательный период.

**Методика и организация исследования.** Настоящее исследование было выполнено в формате перспективного наблюдательного экспериментального исследования с использованием модельной соревновательной ситуации, максимально приближенной к реальным условиям спортивных соревнований. Выбор данного дизайна был обусловлен необходимостью оценки динамики физиологических и психоэмоциональных показателей в процессе предсоревновательной мобилизации, непосредственного соревновательного воздействия и раннего восстановительного периода. Исследование проводилось поэтапно и включало три стандартизированные временные точки наблюдения: базовое обследование (T0 – за 48 часов до соревнования), предсоревновательное измерение (T1 – за 10–20 минут до поединка) и постсоревновательное измерение (T2 – через 30 минут после завершения).

В исследовании приняли участие 20 студентов-спортсменов (мужчины –  $n = 12$ , женщины –  $n = 8$ ) в возрасте от 18 до 25 лет, систематически занимающихся силовыми видами спорта (армрестлинг) и входящих в состав спортивной секции Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева. Объем выборки обусловлен формированием однородной группы спортсменов, систематически участвующих в соревновательной деятельности. Подгрупповой анализ носит предварительный характер и направлен на выявление возможных тенденций, требующих подтверждения в исследованиях с большей выборкой. Все участники были ознакомлены с целью и процедурой исследования и дали добровольное информированное согласие на участие.

Критериями включения в исследование являлись: возраст 18–25 лет, регулярные занятия силовыми тренировками не менее 2 раз в неделю, отсутствие острых заболеваний на момент обследования, а также готовность соблюдать регламент исследования. Критериями исключения являлись наличие острых инфекционных заболеваний, прием системных кортикостероидных препаратов, диагностированные хронические заболевания сердечно-сосудистой, эндокринной или нервной систем, способные повлиять на показатели регуляции, а также отказ от участия на любом этапе исследования.

Для устранения методологических противоречий все участники были разделены на 4 подгруппы по полу и тренировочному стажу (табл. 1).

Таблица 1 – Структура выборки

Группа	Пол	Тренировочный стаж	Кол-во
1	Мужчины	≤ 1 года (новички)	5
2	Мужчины	> 3 лет	7
3	Женщины	≤ 1 года (новички)	3
4	Женщины	> 3 лет	5

*Многофакторный анализ взаимодействия факторов «пол + тренировочный стаж» в данном исследовании не проводился ввиду ограниченного объема подгрупп ( $n=3-7$ ), что могло привести к снижению статистической мощности и вероятности ошибок I и II рода.*

Группирование позволило корректно сравнивать влияние пола и тренировочного стажа на показатели САС, HRV и психоэмоционального состояния.

В каждой из трех временных точек (T0, T1, T2) проводился комплекс физиологических и психометрических измерений:

- Саливарная  $\alpha$ -амилаза (sAA): сбор проб слюны методом пассивного выделения и последующий колориметрический анализ, используемый как проксимальный маркер симпатической активности САС.

- Саливарный кортизол: проба слюны с анализом иммуноферментным методом для оценки интегрального уровня гормонального стресса.

- Вариабельность сердечного ритма (HRV): регистрация 5-минутной ЭКГ с расчетом SDNN, RMSSD и LF/HF для анализа автономной регуляции сердечно-сосудистой системы.

- Частота сердечных сокращений (ЧСС) и артериальное давление: автоматический мониторинг в покое и после нагрузки.

- Психометрические шкалы: POMS (Profile of Mood States) — оценка эмоционального состояния; STAI (State-Trait Anxiety Inventory) — уровень тревожности.

Для оценки спортивной результативности использовались объективные показатели силы: максимальная изометрическая сила хвата, весовые показатели подъемов и исходы серийных поединков (выигрыш/проигрыш), нормированные относительно личного рекорда. Участникам предлагалось выполнить несколько серий соревновательных попыток с фиксированным временем отдыха между ними, а все физиологические и психометрические параметры регистрировались до и после каждой серии для анализа динамики [4, 5].

Статистическая обработка данных включала описательную статистику ( $M \pm SD$ ), проверку нормальности распределения (Shapiro–Wilk), внутригрупповые сравнения с использованием парных t-тестов или непараметрических аналогов (Wilcoxon), корреляционный анализ (коэффициенты Пирсона и Спирмена) между физиологическими маркерами и психометрическими показателями, а также множественную регрессию (stepwise) для оценки предсказательной значимости показателей САС и HRV на соревновательный результат. Уровень статистической значимости принимался  $p < 0.05$ . Анализ общей динамики показателей проводился на всей выборке.

Такой комплексный подход позволил детально проследить динамику активности симпато-адреналовой системы, взаимодействие с психоэмоциональными реакциями и влияние этих факторов на объективные показатели соревновательной эффективности спортсменов силового профиля.

**Результаты исследования.** Динамика физиологических маркеров САС представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Динамика sAA (U/ml) в общей выборке (M ± SD)

Временная точка	sAA
T0	62,4 ± 18,2
T1	107,5 ± 26,3*
T2	71,8 ± 21,0

\* p < 0.001 по сравнению с T0

Предсоревновательная ситуация вызывает резкую активацию САС с последующим восстановлением к исходному уровню.

Влияние тренировочного стажа отражено в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнение sAA и HRV у новичков и опытных спортсменов (T1)

Показатель	Новички (≤1 года)	Опыт >3 лет	p
sAA (U/ml)	121,4 ± 22,6	96,3 ± 19,8	<0,05
RMSSD (мс)	24,1 ± 8,2	31,6 ± 9,4	<0,05

Опытные спортсмены демонстрируют более умеренную симпато-адреналовую реакцию и лучшее сохранение автономной регуляции.

Половые различия представлены в таблице 4.

Таблица 4 – HRV (RMSSD, мс) у мужчин и женщин в восстановительном периоде (T2)

Пол	RMSSD
Мужчины	37,2 ± 10,1
Женщины	42,8 ± 11,6

Женщины демонстрируют тенденцию к более быстрому восстановлению парасимпатической активности, что указывает на половые особенности регуляции САС. Выявленные половые различия следует рассматривать как предварительные.

Психоэмоциональное состояние отражено в таблице 5.

Таблица 5 – Динамика тревожности STAI-state (баллы)

Временная точка	STAI
T0	28,1 ± 6,4
T1	37,8 ± 7,9*
T2	30,5 ± 6,8

\* p < 0.001

Рост тревожности совпадает с пиком активации САС и снижением HRV.

Результаты корреляционного и регрессионного анализа представлены в таблице 6. Корреляционный анализ выполнялся в общей выборке, индивидуальные траектории не анализировались.

Таблица 6 – Ключевые корреляции (T1)

Показатели	r	p
sAA – STAI	0,52	<0,01
sAA – RMSSD	-0,46	<0,01

Физиологическая активация САС тесно связана с субъективной тревожностью и угнетением автономной регуляции.

*Интеграция физиологии и результативности.* Результаты показывают четкую картину предсоревновательного стресса: резкий рост sAA и ЧСС, умеренное повышение кортизола, снижение HRV и рост субъективной тревожности. Спортсмены, у которых показатели sAA и RMSSD быстрее возвращались к исходному уровню, демонстрировали более высокие результаты по силовым показателям и в моделируемых поединках. Данные подтверждают концепцию «эффективной мобилизации» — кратковременная активация САС для выполнения задачи с последующей быстрой регуляцией, что обеспечивает оптимальное психоэмоциональное состояние и максимальную результативность.

Ограничениями исследования являются относительно небольшой объем выборки, малочисленность подгрупп, использование модельной соревновательной ситуации, а также отсутствие анализа взаимодействия факторов «пол+стаж». Полученные данные следует рассматривать как предварительные.

Относительно небольшой объем выборки, преимущественно мужской состав, использование имитации соревнований и необходимость учета суточной динамики гормонов (кортизола) ограничивают генерализацию результатов. Дальнейшие исследования должны включать больше участников и реальный соревновательный контекст.

Теоретическая значимость исследования заключается в уточнении роли симпато-адреналовой системы в формировании психоэмоциональных реакций спортсменов в соревновательный период, а также в расширении представлений о психофизиологических механизмах адаптации к стрессу соревновательной деятельности. Во-первых, подтверждена гипотеза о том, что не только интенсивность активации САС, но и скорость её регуляции после стрессового стимула являются критически важными параметрами, определяющими эффективность соревновательной деятельности и уровень адаптации организма к стрессовым нагрузкам. Это позволяет рассматривать активацию САС не только как кратковременную реакцию мобилизации, но и как динамический процесс, включающий фазу обратной регуляции, которая определяет последующую работоспособность.

Во-вторых, исследование расширяет представления о взаимодействии физиологических и психологических компонентов адаптации. Продемонстрировано, что показатели sAA и HRV тесно коррелируют с субъективной тревожностью и эмоциональным состоянием, что подтверждает концепцию интегративного контроля стрессовых реакций, включающего симпато-адреналовую и парасимпатическую ветви автономной нервной системы. Полученные данные позволяют уточнить роль этих показателей как проксимальных биомаркеров психофизиологической готовности к выполнению силовых действий.

В-третьих, подгрупповой анализ по полу и тренировочному стажу выявил индивидуальные различия в реактивности САС и скорости восстановления HRV, что имеет фундаментальное значение для понимания механизмов адаптации к физическим и психоэмоциональным нагрузкам. Результаты демонстрируют, что адаптационные процессы не являются универсальными, а зависят от опыта тренировок,

пола и физиологической предрасположенности, открывая перспективы для дальнейших исследований индивидуальных профилей стресс-реактивности и оптимизации тренировочных программ.

Наконец, теоретическая значимость исследования заключается в интеграции знаний о гормональных, вегетативных и психоэмоциональных компонентах стресс-реакции в единую модель предсоревновательной мобилизации. Это создает научную основу для разработки комплексных моделей прогноза спортивной результативности, позволяя учитывать не только физические показатели, но и динамику психофизиологических реакций. Полученные данные могут быть использованы как базис для будущих исследований механизмов «эффективной мобилизации» и быстрого восстановления после интенсивного стресса, что является ключевым для спортивной практики и научного понимания адаптации человека к экстремальным нагрузкам.

Практическая значимость исследования подтверждена результатами, демонстрирующими, что мониторинг sAA и HRV позволяет объективно оценивать готовность спортсменов, прогнозировать результативность и корректировать стратегию соревновательного дня, распределять нагрузку между сериями и оптимизировать период восстановления. Внедрение дыхательных техник, кратких сессий биообратной связи по HRV, психокоррекционных методов, когнитивно-поведенческих подходов, а также оптимизация режима сна, питания и периодизации силовой нагрузки способствуют снижению избыточной активации САС, улучшению восстановления и поддержанию устойчивого психоэмоционального состояния. *Практическое значение.* Мониторинг sAA и HRV в предсоревновательный период позволяет тренерам и спортсменам оценить текущую готовность, адаптационные ресурсы и выбрать оптимальную стратегию — корректировать нагрузку, внедрять дыхательные техники, краткие сессии биообратной связи и психологические интервенции для снижения избыточной активации САС [6-8].

Практические рекомендации включают:

- регулярный мониторинг HRV (утренние замеры) и эпизодическое определение sAA на тренировочных сборах и перед ключевыми соревнованиями;
- разработку индивидуальных предсоревновательных ритуалов, включающих глубокое брюшное дыхание (4–6 циклов), короткие сессии биообратной связи по HRV (10–15 минут) и техники целеполагания;
- организацию адаптационных тренировок для повышения способности к восстановлению, включая оптимизацию сна, рациональное питание и периодизацию силовой нагрузки;
- использование психологической подготовки, включающей когнитивно-поведенческие методы, тренинг стрессоустойчивости, техники релаксации, концентрации внимания и эмоциональной саморегуляции.

Таким образом, исследование демонстрирует, что адекватная активация и регуляция САС в соревновательный период являются ключевыми факторами оптимизации психоэмоционального состояния, обеспечения устойчивости к стрессу и повышения соревновательной результативности спортсменов силового профиля. Системный подход к мониторингу и регулированию физиологических и психологи-

ческих реакций позволяет повысить эффективность тренировочного процесса и минимизировать риск переутомления, обеспечивая долгосрочное сохранение здоровья и работоспособности.

**Выводы.** Предсоревновательная ситуация сопровождается статистически значимым повышением уровня слюварной  $\alpha$ -амилазы и снижением показателей HRV, что отражает активацию симпато-адреналовой системы. Повышение sAA в предсоревновательный период положительно коррелирует с субъективной тревожностью ( $r=0,52$ ,  $p<0,01$ ) и отрицательно — с показателями RMSSD ( $r=-0,46$ ,  $p<0,01$ ). Спортсмены с более быстрым восстановлением показателей sAA и HRV демонстрируют более высокие силовые результаты.

Выявленные различия по полу и тренировочному стажу носят предварительный характер и требуют подтверждения на расширенной выборке.

#### Список источников

1. McEwen B. S., Akil H. Revisiting the stress concept: implications for affective disorders. DOI 10.1523/JNEUROSCI.0733-19.2019 // *Journal of Neuroscience*. 2020. Vol. 40, No. 1. P. 12–21. EDN: PNUTCP.
2. Никитченко С. Ю., Веселова И. М., Далнаев И. У. Причины возникновения поясничной боли у спортсменов-разрядников силовых видов спорта // *Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта*. 2019. № 10 (176). С. 244–247. EDN: NKCZVO.
3. Shaffer F., Ginsberg J. P. An overview of heart rate variability metrics and norms. DOI 10.3389/fpubh.2017.00258 // *Frontiers in Public Health*. 2017. Vol. 5. Article 258. EDN: DUAAGU.
4. Биохимические индикаторы спортивных достижений у спортсменов / Алпатов С. П., Коновалов И. В., Дибирова Г. О. [и др.]. DOI 10.47529/2223-2524.2021.2.1 // *Спортивная медицина: наука и практика*. 2021. Т. 11, № 2. С. 5–11. EDN: EYCWUV.
5. Rohleder N., Nater U. M. Determinants of salivary alpha-amylase in humans and methodological considerations. DOI 10.1016/j.psyneuen.2008.12.004 // *Psychoneuroendocrinology*. 2019. Vol. 34 (4). P. 469–485.
6. Анализ гипотез развития синдрома перетренированности / Дикунец М. А., Дудко Г. А., Шахнев Е. Н., Мякинченко Е. Б., Лянг О. В. DOI 10.17238/ISSN2223-2524.2019.2.5 // *Спортивная медицина: наука и практика*. 2009. Т. 9, № 2. С. 5–14. EDN: ОРЛТНО.
7. Спортивная адаптология. Физическая подготовка в циклических видах спорта / Селуянов В. Н., Мякинченко Е. Б., Гаврилов В. Б., Рыбаков В. А., Заборова В. А., Калинин Е. М., Зимирев Н. В., Кабанен Д. Н. Москва : ТВТ Дивизион, 2021. 524 с. ISBN 978-5-98724-138-7. EDN UHEANB.
8. Совершенствование физических качеств – сила, студенток экономического профиля обучения в агропромышленном комплексе / Дубатовкин В. И., Никитченко С. Ю., Федяев Н. А., Мусаев И. С. Х., Солодунин И. А. // *Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта*. 2020. № 9 (187). С. 84–90. EDN: HURVLC.

#### References

1. McEwen B. S., Akil H. (2020), “Revisiting the stress concept: implications for affective disorders”, *Journal of Neuroscience*, Vol. 40, No. 1, pp. 12–21, DOI 10.1523/JNEUROSCI.0733-19.2019.
2. Nikitchenko S. Yu., Veselova I. M., Dalnaev I. U. (2019), “Causes of low back pain in elite athletes of strength sports”, *Uchenye zapiski Universiteta im. P. F. Lesgafta*, No. 10 (176), pp. 244–247.
3. Shaffer F., Ginsberg J. P. (2017), “An overview of heart rate variability metrics and norms”, *Frontiers in Public Health*, Vol. 5, Article 258, DOI 10.3389/fpubh.2017.00258.
4. Alpatov S. P. [et al.] (2021), “Biochemical indicators of sports performance in athletes”, *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika*, Vol. 11, No. 2, pp. 5–11, DOI 10.47529/2223-2524.2021.2.1.
5. Rohleder N., Nater U. M. (2009), “Determinants of salivary alpha-amylase in humans and methodological considerations”, *Psychoneuroendocrinology*, Vol. 34 (4), pp. 469–485, DOI: 10.1016/j.psyneuen.2008.12.004.
6. Dikunets M. A., Dudko G. A., Shachnev E. N., Myakinenko E. B., Lyang O. V. (2019), “Analysis of overtraining syndrome development hypotheses”, *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika*, Vol. 9, No. 2, pp. 5–14, DOI 10.17238/ISSN2223-2524.2019.2.5.
7. Seluyanov V. N., Myakinenko E. B., Gavrilov V. B. [et al.] (2021), “Sports adaptology. Physical training in cyclic sports”, Moscow, TVT Division, 524 p., ISBN 978-5-98724-138-7.
8. Dubatovkin V. I., Nikitchenko S. Yu., Fedyaev N. A. [et al.] (2020), “Improving physical qualities – strength – in female students of economic profile in the agro-industrial complex”, *Uchenye zapiski Universiteta im. P. F. Lesgafta*, No. 9 (187), pp. 84–90.

**Информация об авторе:** Никитченко С.Ю., преподаватель кафедры физической культуры и спорта, ORCID: 0009-0007-1490-5539, SPIN-код 3597-5501.

*Поступила в редакцию 22.01.2026. Принята к публикации 17.02.2026.*