

ВЕСТНИК МГПУ.

СЕРИЯ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ».

**MCU JOURNAL
OF NATURAL SCIENCES**

№ 4 (60)

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ / SCIENTIFIC JOURNAL

**Издается с 2008 года
Выходит 4 раза в год**

**Published since 2008
Quarterly**

**Москва
2025**

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

- Реморенко И. М.** доктор педагогических наук, доцент, почетный работник общего образования Российской Федерации, член-корреспондент РАО, председатель Московский городской педагогический университет, Москва, Российская Федерация
- Геворкян Е. Н.** доктор экономических наук, профессор, академик РАО, заместитель председателя Московский городской педагогический университет, Москва, Российская Федерация
- Агранат Д. Л.** доктор социологических наук, доцент, заместитель председателя Московский городской педагогический университет, Москва, Российская Федерация

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

- Страдзе А. Э.** доктор социологических наук, Московский городской педагогический университет, Москва, Российская Федерация главный редактор
- Голикова А. Н.** доктор биологических наук, доцент, Московский городской педагогический университет, Москва, Российская Федерация заместитель главного редактора
- Агамирова Е. В.** кандидат экономических наук, доцент, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Российская Федерация ответственный секретарь
- Быховская И. М.** доктор философских наук, профессор, Московский городской педагогический университет, Москва, Российская Федерация
- Воронов Л. Н.** доктор биологических наук, профессор, Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова, Чебоксары, Российская Федерация
- Городничев Р. М.** доктор биологических наук, профессор, Великолукская государственная академия физической культуры и спорта, Великие Луки, Российская Федерация
- Горская И. Ю.** доктор педагогических наук, профессор, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Омск, Российская Федерация
- Калуцков В. Н.** доктор географических наук, старший научный сотрудник (доцент), Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация
- Капилевич Л. В.** доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент Академии наук Высшей школы, член-корреспондент Международной академии информатизации, Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Российская Федерация
- Коптюг А. В.** кандидат физико-математических наук, профессор, исследовательский центр спортивных технологий, Университет Центральной Швеции, Эстерсунд, Швеция
- Курбанова Н. Н.** кандидат биологических наук, доцент, Ургенчский филиал Ташкентской медицинской академии, Ургенч, Узбекистан
- Лопатников Д. Л.** доктор географических наук, профессор, Институт географии Российской академии наук, Москва, Российская Федерация
- Луговской А. М.** доктор географических наук, кандидат биологических наук, доцент, Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Российская Федерация

- Максимов В. И.** доктор биологических наук, профессор, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Российская Федерация
- Оганджанов А. Л.** доктор педагогических наук, профессор, Московский городской педагогический университет, Москва, Российская Федерация
- Пашков С. В.** кандидат географических наук, доцент, Северо-Казахстанский государственный университет имени Манаша Козыбаева, Петропавловск, Казахстан
- Пушкина В. Н.** доктор биологических наук, профессор, Московский государственный университет спорта и туризма, Москва, Российская Федерация
- Рахимов И. И.** доктор биологических наук, профессор, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Российская Федерация
- Резанов А. Г.** доктор биологических наук, доцент, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, Московский городской педагогический университет, Москва, Российская Федерация
- Стрижак А. П.** доктор педагогических наук, профессор, Московский городской педагогический университет, Москва, Российская Федерация
- Тамбовцева Р. В.** доктор биологических наук, профессор, академик РАН, Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, Российская Федерация
- Ткачев А. В.** доктор сельскохозяйственных наук, Международная ветеринарная академия, Москва, Российская Федерация
- Федорова Е. Ю.** доктор биологических наук, доцент, Московский городской педагогический университет, Москва, Российская Федерация
- Холзер А. Н.** доктор биологических наук, доцент, школа профессиональной подготовки, Реабилитационно-восстановительный центр, Глан, Швейцария
- Шевченко Т. Н.** кандидат педагогических наук, доцент, ректор Кыргызской государственной академии физической культуры и спорта, Бишкек, Кыргызстан
- Шульгина О. В.** доктор исторических наук, кандидат географических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, Московский городской педагогический университет, Москва, Российская Федерация
- Щуров А. Г.** доктор педагогических наук, кандидат медицинских наук, профессор, заслуженный работник физической культуры Российской Федерации, Военный институт физической культуры Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

СОДЕРЖАНИЕ

Экология

- Резанов А. Г.** Соотношение полов у крякв *Anas platyrhynchos*, зимующих на Москве-реке в музее-заповеднике «Коломенское» 8
- Кузнецова Д. Д., Баранов С. Г., Зыков И. Е.** Изучение компонентов онтогенетического шума развития на примере *Tilia cordata* Mill 27
- Воронова Т. С., Гайворон Т. Д., Майнашева Г. М.** Природные, природно-антропогенные озелененные территории Москвы: историко-географические аспекты..... 40

Науки о Земле

- Шульгина О. В., Самусенко Д. Н.** Образовательная геоурбанистика как актуальное направление социально-экономической и рекреационной географии 53
- Пашков С. В., Исмагулова С. М., Жамахаев М. А.** Социально-демографический кризис сельского населения Северо-Казахстанской области 74

Биологические науки

- Милованова К. Г., Киселева С. М., Гужов Ф. А., Ильин А. А., Капилевич Л. В.** Психофизиологические показатели у студентов в условиях когнитивной деятельности на фоне фиджитал-активности..... 88
- Иккерт О. П., Шепилова В. А., Бандурова Л. С., Сабир Р., Кабачкова А. В.** Микробиотические экологические сети у детей с разным уровнем двигательной активности..... 100

Естественно-научные основы физического воспитания и спортивной тренировки

- Немцев О. Б., Мартынова М. Н., Кучеренко Ю. О.,
Немцева Н. А., Мехрикадзе В. В.** Особенности техники
беговых упражнений как фактор, определяющий
их использование при развитии физических способностей 118
- Коростик М. В., Стрижак А. П.** Реалии и перспективы
сдачи норм ГТО 133
- Панферов И. И.** Развитие вертикальной устойчивости
у рок-н-роллистов 12–14 лет на учебно-тренировочном
этапе спортивной подготовки..... 145
- Панферов А. И.** Проявление координационных способностей
у юных рок-н-роллистов 8–9 лет при введении сбивающего
фактора через анализаторные системы 158

Здоровьесберегающие технологии

- Кошкина К. С., Быков Е. В., Сверчков В. В., Чипышев А. В.**
Особенности постуральной устойчивости в зависимости
от доминирующего типа колебаний в структуре общей
мощности спектра сердечного ритма у спортсменов-инвалидов
с сенсорными нарушениями..... 169
- Пухов А. М., Сидоренко М. С., Городничев Р. М.**
Особенности проявления стресса у стрелков из лука
с поражением опорно-двигательного аппарата и здоровых
спортсменов 186
- Карпова Н. В., Богаченкова Е. Р., Тарасова А. А.,
Масленников В. А.** Изучение влияния программно-методических
комплексов занятий адаптивной верховой ездой на навыки
детей дошкольного возраста с расстройством аутистического
спектра..... 197
- Косс В. В., Винер И. А., Косс Я. О., Медведев В. Г.,
Страдзе А. Э.** Неслучайные травмы в спорте:
нейрофизиологические и биомеханические аспекты 212

Требования к оформлению статей..... 222

CONTENTS

Ecology

- Rezanov A. G.** Sex ratio in Mallards *Anas platyrhynchos* wintering on the Moskva River in the Kolomenskoye Museum-Reserve..... 8
- Kuznetsova D. D., Baranov S. G., Zykov I. E.** Study of the components of developmental ontogenetic noise using the example of *Tilia cordata* Mill..... 27
- Voronova T. S., Gaivoron T. D., Mainasheva G. M.** Moscow natural and natural-anthropogenic green areas: historical and geographical aspects..... 40

Earth Sciences

- Shulgina O. V., Samusenko D. N.** Educational geourbanistics as a relevant focus of socio-economic and recreational geography..... 53
- Pashkov S. V., Ismagulova S. M., Zhamakhaev M. A.** Socio-demographic crisis of the rural population of the North Kazakhstan region 74

Biological Sciences

- Milovanova K. G., Kiseleva S. M., Guzhov F. A., Ilyin A. A., Kapilevich L. V.** Psychophysiological indicators in students under conditions of cognitive activity against the background of phygital activity 88
- Ikkert O. P., Shepilova V. A., Bandurova L. S., Sabir R., Kabachkova A. V.** The microbiotic ecological networks in children with different levels of motor activity..... 100

Natural Science Fundamentals of Physical Education and Sports Training

- Nemtsev O. B., Martynova M. N., Kucherenko Yu. O.,
Nemtseva N. A., Mekhrikadze V. V.** Features of the running
drills technique as a factor determining their use
in the development of physical abilities 118
- Korostik M. V., Strizhak A. P.** The realities and prospects
of passing the GTO standards 133
- Panferov I. I.** Development of vertical stability in rock
and rollers 12–14 years old at the training stage of sports
training 145
- Panferov A. I.** Manifestation of coordination abilities
in young rock-n-rollers 8–9 years old with the introduction
of a confounding factor through sensory systems 158

Health-Saving Technologies

- Koshkina K. S., Bykov E. V., Sverchkov V. V., Chipyshev A. V.**
Features of postural stability depending on the dominant
type of oscillations in the structure of total power spectrum
of the heart rate spectrum in athletes with sensory
impairments 169
- Pukhov A. M., Sidorenko M. S., Gorodnichev R. M.**
Features of stress in archery with musculoskeletal disorders
and healthy athletes 186
- Karpova N. V., Bogachenkova E. R., Tarasova A. A.,
Maslennikov V. A.** The study of the influence of software
and methodological complexes of adaptive horse-riding
classes on the skills of preschool children with autism
spectrum disorder 197
- Koss V. V., Viner I. A., Koss Ya. A., Medvedev V. G.,
Stradze A. E.** Non-accidental injuries in sports:
neurophysiological and biomechanical aspects 212

Requirements for Style of Articles 222



Исследовательская статья

УДК 598.252:574.34

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-8-26

Александр Геннадиевич Резанов

Московский городской педагогический университет,
Москва, Россия

СООТНОШЕНИЕ ПОЛОВ У КРЯКВ *ANAS PLATYRHYNCHOS*, ЗИМУЮЩИХ НА МОСКВЕ-РЕКЕ В МУЗЕЕ-ЗАПОВЕДНИКЕ «КОЛОМЕНСКОЕ»

Аннотация. В статье проанализировано соотношение полов крякв *Anas platyrhynchos*, зимующих на Москве-реке в границах музея-заповедника «Коломенское» в период с зимы 2017/2018 гг. до зимы 2022/2023 гг. включительно. Представлены тренды динамики численности самцов и самок, а также тренды индекса соотношения полов (ИСП) кряквы в различные годы в рамках функционирования зимовочного орнитокомплекса. Обсуждены аспекты влияния температурного фактора на динамику ИСП и численности самцов и самок крякв на протяжении периода зимовки. Показатель ИСП у крякв в течение зимовки достаточно стабилен, хотя отмечены незначительные колебания средних показателей за зимовку (ИСП = $1,12 - 1,38 \pm 0,19 - 0,28$). К моменту расформирования зимовочного орнитокомплекса ИСП приближается к 1.

Ключевые слова: кряква, зимовка, индекс соотношения полов, влияние температуры, музей-заповедник «Коломенское»

Финансирование: исследование не имело финансовой поддержки.

Research article

UDC 598.252:574.34

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-8-26

Alexander Gennadievich RezanovMoscow City University,
Moscow, Russia**SEX RATIO IN MALLARDS *ANAS PLATYRHYNCHOS*
WINTERING ON THE MOSKVA RIVER
IN THE KOLOMENSKOYE MUSEUM-RESERVE**

Abstract. The article analyzes the sex ratio of *Anas platyrhynchos* mallards wintering on the Moskva River within the boundaries of the Kolomenskoye Museum-Reserve in the period from winter 2017/2018 to winter 2022/2023, inclusive. Trends in the dynamics of the number of males and females, as well as trends in the sex ratio index (SRI) of mallards in different years within the functioning of the wintering ornithocomplex are presented. Aspects of the influence of the temperature factor on the dynamics of the SRI and the number of male and female mallards during the wintering period are discussed. The index of the SRI in mallards during the wintering period is quite stable, although insignificant fluctuations in the average indicators for wintering were noted ($SRI = 1.12 - 1.38 \pm 0.19 - 0.28$). By the time the wintering ornithocomplex is disbanded, the SRI is approaching 1.

Keywords: mallard, wintering, sex ratio index, temperature influence, Kolomenskoye Museum-Reserve

Funding Statement: no funding was received for writing this manuscript.

Введение

Данная статья продолжает серию публикаций эколого-орнитологического направления [1; 4; 8; 9]. В Москве¹, и в частности в музее-заповеднике «Коломенское» (МЗК), кряква *Anas platyrhynchos* является самым многочисленным видом зимующих уток [10; 11], впрочем, как и в других городах [2; 6; 7; 13]. Зимовка этого вида речных уток в Москве отмечена в 127 (из 228) учетных квадратах 2×2 км (рис. 1). В отдельные годы численность зимующей в МЗК урбанизированной группировки крякв достигала максимальных показателей, поднимаясь до 1,5–2,2 тыс. птиц [11]. В период зимовки, когда утки, остающиеся в городе, целиком зависят от антропогенного фактора, наиболее ярко проявляются их синантропные тенденции.

Во-первых, именно благодаря антропогенной деятельности (сброс в водоемы и водотоки подогретых вод) обеспечивается сама возможность зимовки

¹ Атлас птиц города Москвы / ред.-сост.: М. В. Калякин, О. В. Волцит, Х. ГроотКуркамп; науч. ред. Н. С. Морозов. М.: Фитон XXI, 2014. 332 с. ISBN: 978-5-906171-52-8.

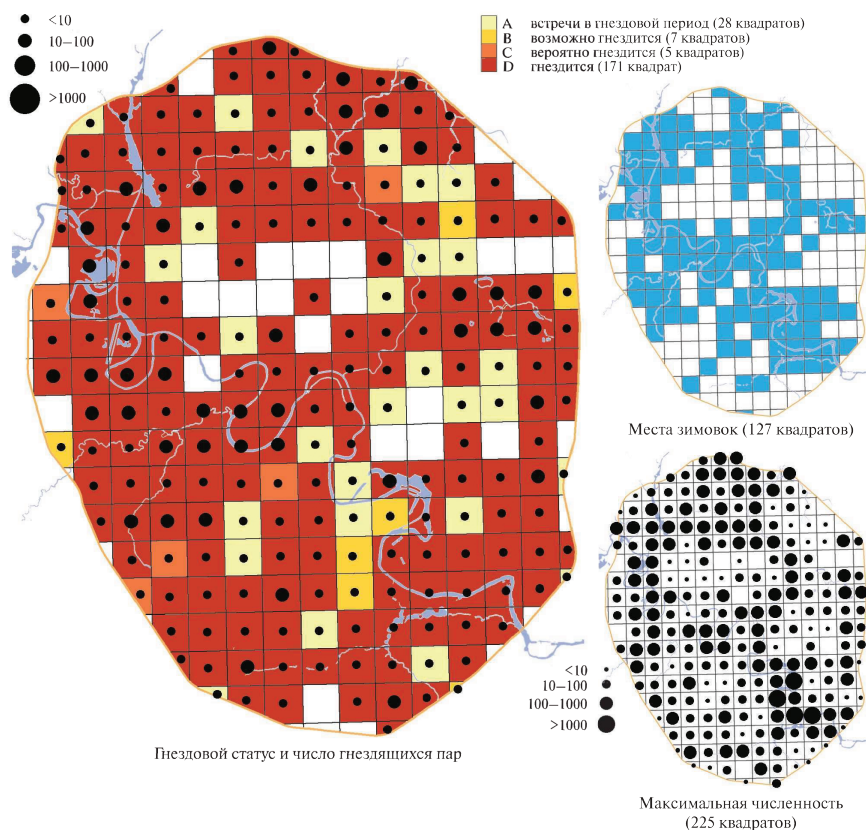


Рис. 1. Места зимовки кряквы *Anas platyrhynchos* в Москве²

водоплавающих и околоводных птиц в зоне холодных зим, с хорошо выраженным продолжительным ледоставом и снеговым покровом. Вследствие сброса подогретых вод в городе, даже в сильные морозы, остаются участки (своеобразные анклавы зоны мягких зим) незамерзающих акваторий, пригодные для зимовки уток, поганок, чаек.

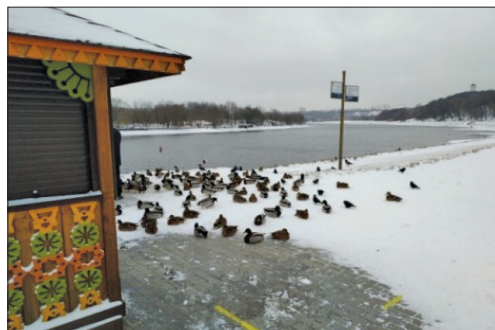
Во-вторых, что немаловажно, в местах зимовки уток осуществляется их регулярная подкормка со стороны человека. Именно в этот период крякva демонстрирует наивысший уровень антропоустойчивости — терпимости к присутствию человека, фактору беспокойства [8; 9], когда на местах постоянной подкормки (например, на набережные реки у пристани «Коломенское») утки совершенно не боятся человека, подлетая к нему вплотную. Последние годы такое поведение крякв стало обычным явлением; в отдельных случаях на подкормке регистрируются и другие виды гусеобразных *Anseriformes* — огари *Tadorna ferruginea*, чирок-свистунок *Anas crecca*, белошекая казарка *Branta leucopsis* (рис. 2).

Исследованию половой структуры популяций животных, самых различных таксономических групп, на разных стадиях их жизненного цикла (размножение,

² Калякин М. В., Волцит О. В., Гроот Куркамп Х. и др. Атлас птиц города Москвы. М.: Фитон XXI, 2014. 332 с. ISBN: 978-5-906171-52-8.



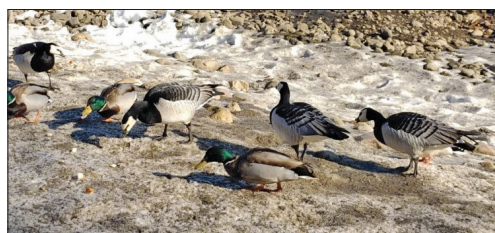
а



б



в (кряквы и 2 огари)



г

Рис. 2. Кряквы *Anas platyrhynchos*, огары *Tadorna ferruginea*, белощекие казарки *Branta leucopsis* на подкормке у пристани «Коломенское» и в устье Коломенского (Голосова) ручья. МЗК. Дата съемки: а) 06.02.2014; б) 25.12.2020; в) 12.03.2022; г) 03.03.2021

миграции, зимовка) посвящено множество публикаций. Сравнительно постоянное соотношение полов в популяциях животных, и птиц в частности, свидетельствует, наряду с другими характеристиками (возрастной состав, численность, занимаемый ареал и др.), о стабильности популяции того или иного вида в целом.

По Исакову³, у крякв образование пар происходит в осенне-зимний период: у оседлых популяций формирование пар начинается уже осенью, у перелетных — на местах зимовки⁴. В частности, сравнительно постоянные популяции водоплавающих птиц сформировались за последние десятилетия в городах европейской части России и Белоруссии. Исследователи большое внимание уделяют выявлению их полового состава на местах регулярных зимовок в различных городах и небольших населенных пунктах [3; 5; 12 и др.].

³ Исаков Ю. А. Отряд Гусеобразные *Anseres*, или *Anseriformes*. Подсемейство Утки // Птицы Советского Союза / под ред. Г. П. Деметьева, Н. А. Гладкова. М.: Советская наука, 1952. Т. IV. С. 344–635.

⁴ Gooders J., Boyer T. Ducks of Britain and the Northern Hemisphere. London: Collins & Brown, 1997. 176 p. ISBN-10: 1855855704; ISBN-13: 978-1855855700.

Материалы и методы исследования

Существуют различные подходы к обозначению соотношения полов у птиц. Один из наиболее распространенных подходов, когда число самцов принимается за 1, а число самок — относительно числа самцов. Например, на участке реки учтено 45 самцов и 40 самок. Число 45 принимаем за 1 и тогда, исходя из простой пропорции, соотношение полов записываем как $1 : 0,89$ ($n = 95$). Для статистических расчетов использовать показатель соотношения полов, особенно в сравнительном аспекте, в такой записи невозможно. На практике значительно удобнее пользоваться таким показателем, как индекс соотношения полов (ИСП) ($I\sigma\sigma : \text{♀♀}$), или sexus ratio index (Isr). В нашем примере $45\sigma\sigma / 40\text{♀♀} = 1,13$, то есть $\text{Isr} = 1,13$. ИСП использован в целом ряде публикаций для оценки соотношения полов у взрослых птиц. В работе орнитологов из Саранска (Мордовия) [12] применен показатель доли самцов (в %) в том или ином скоплении зимующих крякв.

У подавляющего большинства речных уток (*Anas spp.*) хорошо выражен окрасочный половой диморфизм (у серой утки *A. (Mareca) strepera* окрас оперения самцов и самок на большом расстоянии трудноразличим), особенно заметный зимой и весной. Самцы и самки крякв (рис. 3) хорошо различимы, что позволяет в полевых условиях с легкостью идентифицировать их даже с большого расстояния. В настоящее время для оценки соотношения самцов и самок в крупных скоплениях уток большинством исследователей используется метод фотографирования, с последующим переносом фотографий на компьютер и подсчетом полов на полученном изображении (рис. 4). После указанных процедур выявить ИСП не представляет никаких трудностей.

В данной работе приведены результаты мониторинга соотношения полов крякв на зимовке в МЗК. Был проанализирован период с зимы 2017/2018 гг. до зимы 2022/2023 гг. Показатели, полученные нашими магистрантами по соотношению полов зимующих крякв в МЗК⁵, пересчитаны на ИСП для возможности их использования в статистическом анализе. Информация, полученная в результате мониторинга, представлена в итоговой таблице (табл. 1). Также пересчитаны показатели по соотношению полов из ранее опубликованных работ по зимовке кряквы в МЗК [10]. Так, за прошлые годы соотношение полов ($\sigma\sigma : \text{♀♀}$) у крякв, зимующих на Москве-реке в МЗК, составило $1 : 0,83$ ($n = 786$) [10]. 22 февраля 2015 г. (по данным дипломницы В. М. Мартиросян) соотношение полов в скоплениях крякв на 4-километровом маршруте Москвы-реки в МЗК показало тот же результат — $1 : 0,826$ ($n = 1176$), что свидетельствует в пользу стабильности указанного показателя. Пересчет

⁵ Скавитин В. В. Фенология зимнего орнитокомплекса (Anseriformes) на реке Москве в музее-заповеднике «Коломенское». Магистерская дис. М.: МГПУ. 2021. 99 с.; Шалимова Д. С. Экология зимовки водоплавающих и околоводных птиц на р. Москве в музее-заповеднике. Магистерская дис. М.: МГПУ. 2023. 66 с.

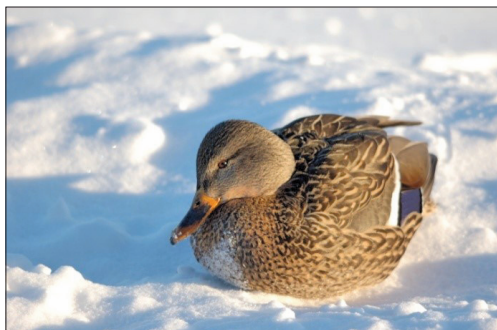


Рис. 3. Самец и самка кряквы. МЗК. Дата съемки: 22.01.2013



а



б

Рис. 4. Скопление зимующих крякв. МЗК. Дата съемки: а) 19.11.2023; б) 25.12.2023

Таблица 1

Мониторинг соотношения полов зимующих крякв в МЗК в 2017–2023 гг.⁶

Дата (дни учета)	Кряква, <i>n</i>	♂♂, <i>n</i>	♀♀, <i>n</i>	<i>t</i> , С°	<i>I</i> ♂♂:♀♀
Зима 2017/2018 гг.					
06.11.2017	660	400	260	6	1,54
12.11.2017	920	491	429	4	1,14
18.11.2017	892	491	401	2	1,22
26.11.2017	2 229	1 339	890	4	1,51
16.02.2018	1 457	807	650	–5	1,24
26.02.2018	1 636	935	701	–15	1,33
06.03.2018	1 884	1 002	882	–9	1,14
11.03.2018	1 224	720	504	5	1,43
19.03.2018	923	492	431	3	1,14
27.03.2018	732	327	405	3	0,81
09.04.2018	203	118	85	17	1,39
$I_{sr} = 1,26 \pm 0,21$ (lim 0,81–1,54; SD = 0,21; Med = 1,24; $n = 11$; $p = 0,001$)					

⁶ Составлено по наблюдениям автора и пересчитанным данным В. В. Скавитина и Д. С. Шалимовой.

Дата (дни учета)	Кряква, <i>n</i>	♂♂, <i>n</i>	♀♀, <i>n</i>	<i>t</i> , С°	<i>I</i> _{♂♂:♀♀}
Зима 2018/2019 гг.					
20.11.2018	740	450	290	–4	1,55
25.11.2018	1 322	756	566	–1	1,34
17.12.2018	1 077	620	457	–11	1,36
14.01.2019	962	450	290	–2	1,55
18.01.2019	1 105	603	290	2	2,08
27.02.2019	920	537	383	–2	1,4
06.03.2019	1 315	713	602	–5	1,18
17.03.2019	520	332	188	2	1,77
22.03.2019	507	288	219	2	1,31
28.03.2019	430	233	197	3	1,18
03.04.2019	577	320	257	9	1,25
12.04.2019	442	212	230	6	0,92
19.04.2019	342	172	170	12	1,01
$I_{sr} = 1,38 \pm 0,28$ (lim 0,92–2,08; SD = 0,31; Med = 1,34; <i>n</i> = 13; <i>p</i> = 0,001)					
Зима 2019/2020 гг.					
19.11.2019	620	342	278	1	1,23
27.11.2019	849	452	397	–1	1,14
07.12.2019	710	376	334	1	1,13
26.12.2019	1 410	784	626	0	1,25
06.01.2020	1 308	674	634	0	1,06
15.01.2020	1 657	846	811	2	1,04
26.01.2020	1 766	932	834	0	1,12
08.02.2020	1 860	987	873	–6	1,13
17.02.2020	1 317	674	643	5	1,05
26.02.2020	1 054	534	511	1	1,05
$I_{sr} = 1,12 \pm 0,07$ (lim 1,04–1,25; SD = 0,07; Med = 1,13; <i>n</i> = 10; <i>p</i> = 0,001)					
Зима 2020/2021 гг.					
28.10.2020	558	345	213	10	1,62
05.11.2020	375* (700)	233	142	–3	1,64
23.11.2020	1 164	693	471	0	1,47
28.11.2020	1 276	764	512	1	1,49
12.12.2020	1 776	945	831	–7	1,14
26.12.2020	1 628	832	796	0	1,05
09.01.2021	2 076	1 102	974	–5	1,13
18.01.2021	1 691	879	812	–16	1,08
03.02.2021	1 773	932	841	–5	1,11
15.02.2021	2 077	1 102	975	–14	1,13
27.02.2021	1 328	721	607	0	1,19
06.03.2021	1 546	843	703	–4	1,2
16.03.2021	1 003	532	471	1	1,13
25.03.2021	953	523	430	5	1,22
04.04.2021	779	423	356	5	1,19

Дата (дни учета)	Кряква, <i>n</i>	♂♂, <i>n</i>	♀♀, <i>n</i>	<i>t</i> , С°	<i>I</i> ♂♂:♀♀
15.04.2021	772	421	351	19	1,2
$I_{sr} = 1,25 \pm 0,16$ (lim 1,05–1,64; SD = 0,19; Med = 1,19; <i>n</i> = 16; <i>p</i> = 0,001)					
Зима 2022/2023 гг. (данные А. Г. Резанова, Д. С. Шалимовой)					
11.10.2022	131	—	—	11	—
19.10.2022	115	66	49	9	1,35
25.10.2022	215	—	—	8	—
26.10.2022	200	121	79	4	1,53
08.11.2022	131	71	60	4	1,18
22.11.2022	165	77	88	0	0,88
07.12.2022	400	—	—	–8	—
09.12.2022	488	283	205	4	1,38
14.12.2022	516	281	235	–5	1,2
29.12.2022	397	—	—	–3	—
16.01.2023	508	276	232	–2	1,19
23.01.2023	616	—	—	–3	—
27.01.2023	601	322	279	–2	1,15
07.02.2023	376	237	139	–5	1,71
15.02.2023	610	—	—	–3	—
21.02.2023	625	356	269	–11	1,32
06.03.2023	402	227	175	–1	1,3
20.03.2023	228	120	108	5	1,11
$I_{sr} = 1,28 \pm 0,20$ (lim 0,88–1,71; SD = 0,21; Med = 1,25; <i>n</i> = 12; <i>p</i> = 0,001)					

Примечание: * — соотношение полов подсчитано только для 375 (из 700) крякв.

полученных показателей на индекс соотношения полов показывает их полное сходство: $I_{sr} = 1,207$ и $1,21$ соответственно.

На основе имеющейся информации (см. табл. 1) была проанализирована динамика численности и динамика изменения ИСП кряквы с начала зимовки в МЗК до ее конца.

Результаты исследования

Динамика численности крякв в течение зимовки

При построении гистограмм и графиков был использован цифровой материал из работ В. В. Скавитина и Д. С. Шалимовой⁷, а также авторские данные.

⁷ Скавитин В. В. Фенология зимнего орнитокомплекса (Anseriformes) на реке Москве в музее-заповеднике «Коломенское». Магистерская дис. М.: МГПУ. 2021. 99 с.; Шалимова Д. С. Экология зимовки водоплавающих и околоводных птиц на р. Москве в музее-заповеднике. Магистерская дис. М.: МГПУ. 2023. 66 с.

Зима 2017/2018 гг. График динамики численности зимующей группировки крякв (рис. 5) в виде равнобедренной параболы, ветви которой направлены вниз, отражает формирование, стабилизацию и распад зимовочного комплекса.

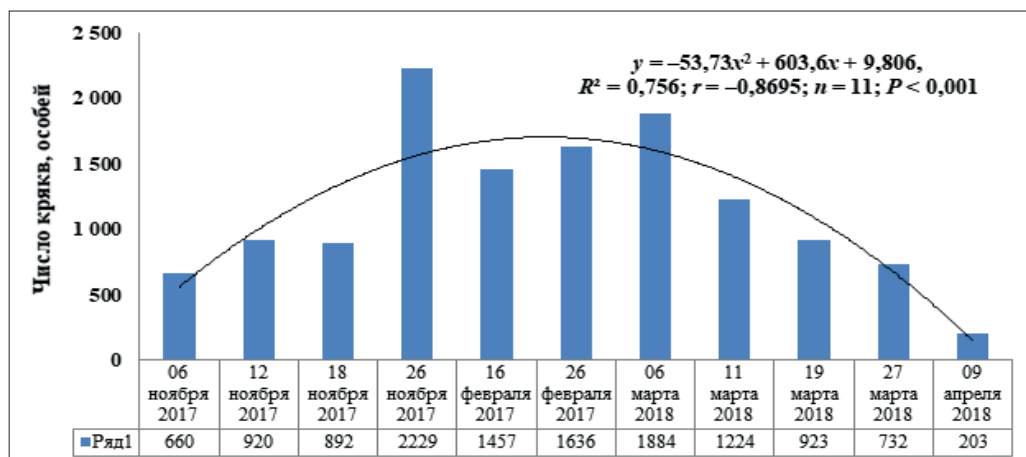


Рис. 5. Динамика численности кряквы зимой 2017/2018 гг., Москва, музей-заповедник «Коломенское»

Зима 2018/2019 гг. Что касается зимы 2018/2019 гг., то, в отличие от зимы 2017/2018 гг., к 20 ноября зимовочный комплекс уток был практически сформирован (к этому времени уже стабильно держались отрицательные температуры, см. табл. 1). Пик численности крякв (1 322 особи) был достигнут довольно рано — уже 25 ноября — ко времени наступления климатической зимы, когда еще продолжается формирование зимнего оринтокомплекса (рис. 6), а некоторые виды, такие как, например, большой крохаль *Mergus merganser*, луток *Mergellu salbellus* и другие, на зимовке в МЗК еще не появились.

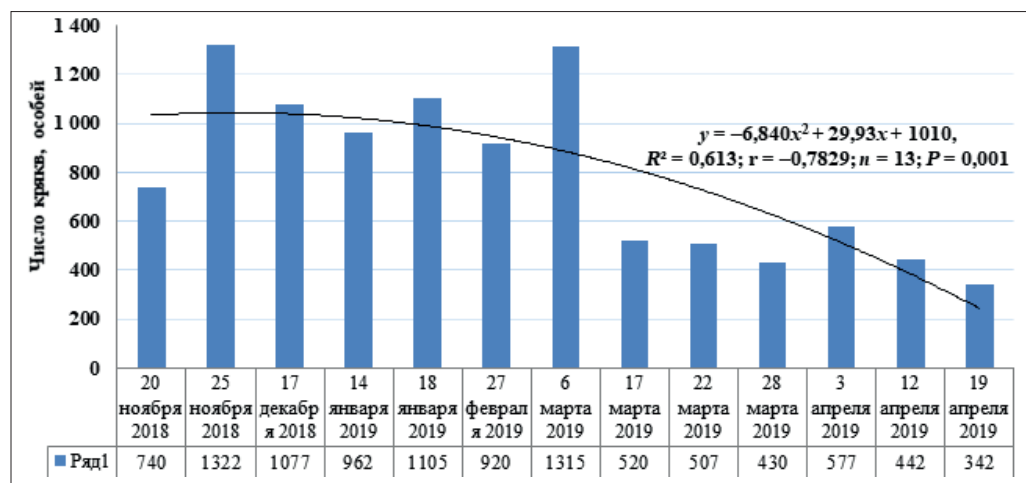


Рис. 6. Динамика численности кряквы зимой 2018/2019 гг., Москва, музей-заповедник «Коломенское»

Зима 2019/2020 гг. Динамика численности крякв на зимовке 2019/2020 гг. описывается типичной параболой, ветви которой направлены вниз. Пик численности крякв пришелся на период 15 января – 8 февраля 2020 г. (рис. 7).

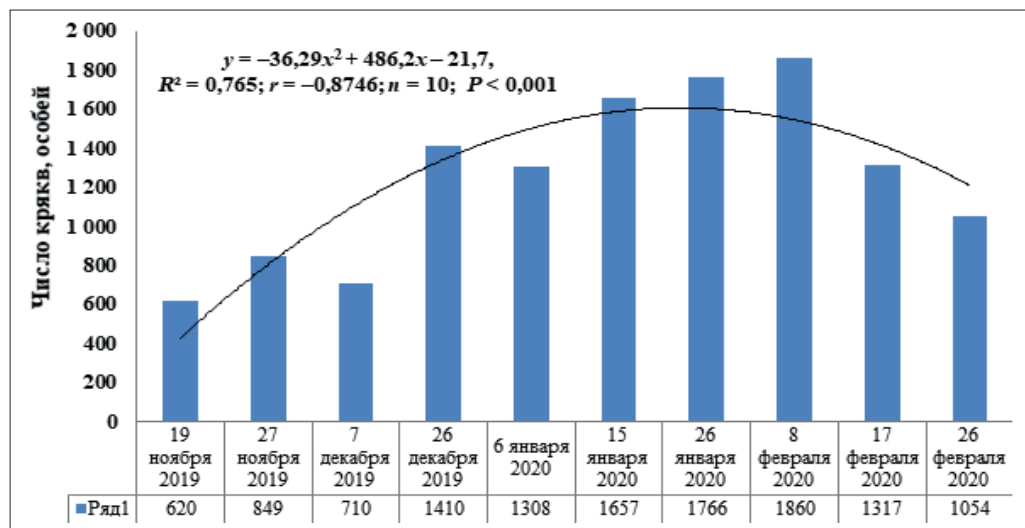


Рис. 7. Динамика численности кряквы зимой 2019/2020 гг., Москва, музей-заповедник «Коломенское»

Зима 2020/2021 гг. Зимовка крякв в МЗК зимой 2020/2021 гг. (рис. 8) длилась 5,5 месяцев, она охватывала период с конца октября по середину апреля, то есть «вышла» за пределы климатической зимы. Динамика численности описана типичной равнобедренной параболой с ветвями, направленными вниз.

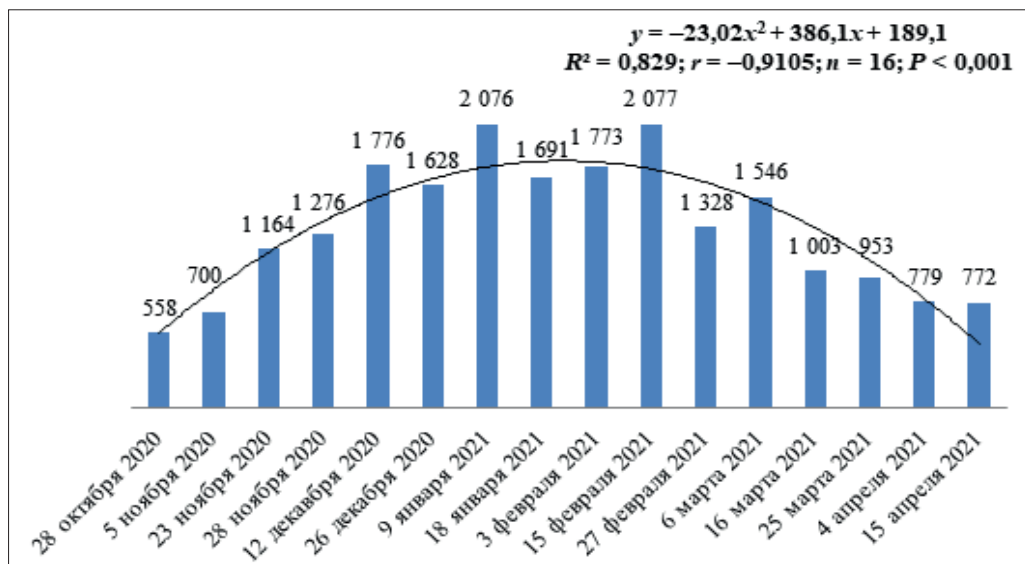


Рис. 8. Динамика численности кряквы зимой 2020/2021 гг., Москва, музей-заповедник «Коломенское»

Зима 2022/2023 гг. Наблюдения проведены в течение > 5 месяцев — с 11 октября по 20 марта. Максимум численности крякв пришелся на период с 23 января по 21 февраля, после чего был отмечен постепенный распад зимнего орнитоконплекса (рис. 9).

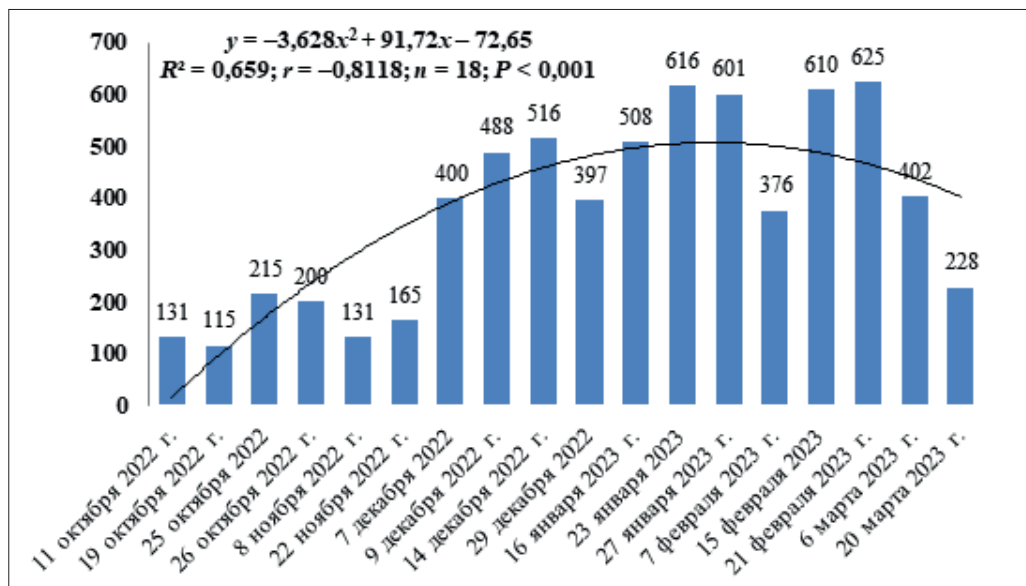


Рис. 9. Динамика численности кряквы зимой 2022/2023 гг., Москва, музей-заповедник «Коломенское»

Динамика ИСП крякв в течение зимовки

Зима 2017/2018 гг. Динамика ИСП (рис. 10) не выражена (незначительные колебания вокруг 1). Был выявлен статистически незначимый тренд ИСП, стремящийся к 1, — свидетельство окончательного завершения формирования полов на последнем временном отрезке зимовки.

Зима 2018/2019 гг. Выявлен достоверный тренд снижения ИСП и стремления показателя к 1 ($I_{sr} = 1,01$), что означает равное соотношение пар в зимующей группировке крякв (рис. 11). Можно полагать, что к завершению формирования пар у крякв, «лишние» (холостые) самцы покинули место зимовки.

Зима 2019/2020 гг. Практически в течение всего зимнего периода показатель ИСП был близок к 1, а к концу зимовки он равнялся 1,05 (см. рис. 12).

Зима 2020/2021 гг. Наиболее близкий к 1 показатель ИСП был отмечен, как ни странно, 26 декабря (1,05) и 18 января (1,08); потом наблюдался незначительный рост показателя до 1,2 (см. рис. 13).

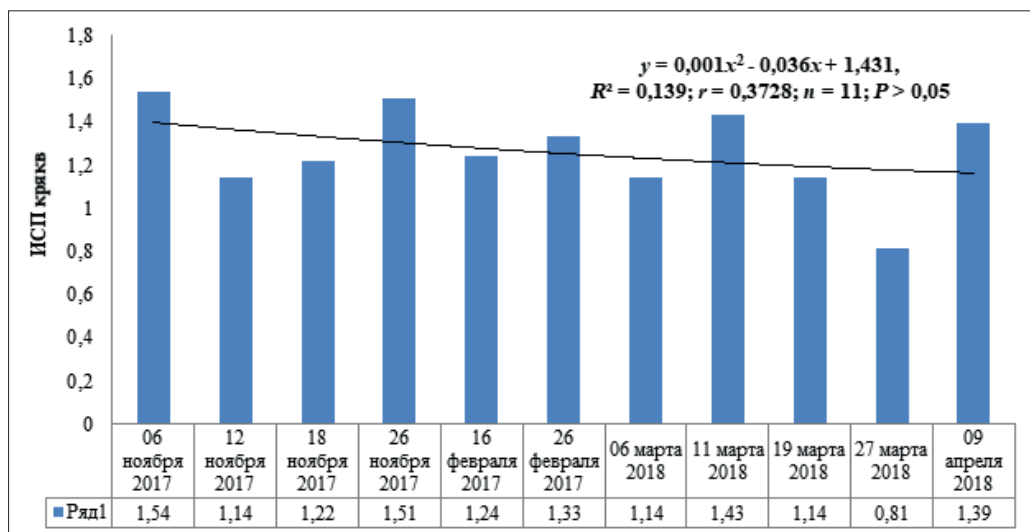


Рис. 10. Динамика ИСП кряквы зимой 2017/2018 гг.,
Москва, музей-заповедник «Коломенское»

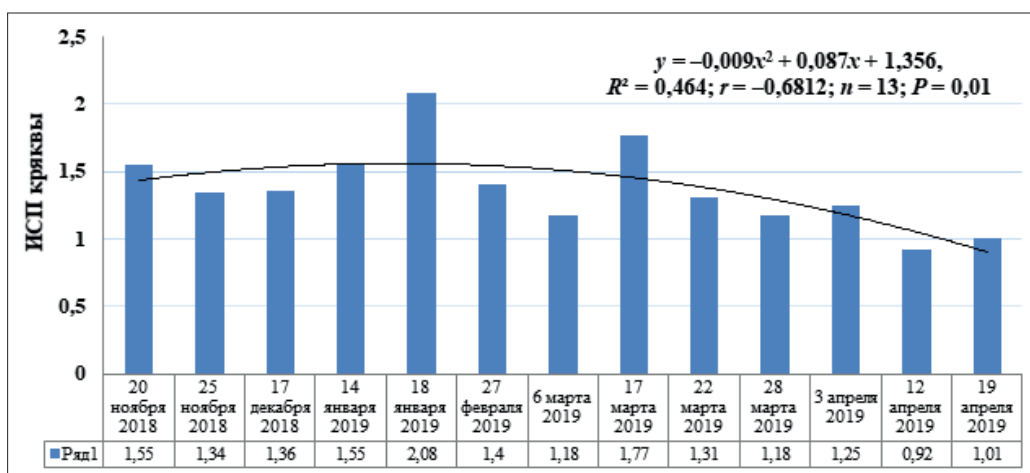


Рис. 11. Динамика ИСП кряквы зимой 2018/2019 гг.,
Москва, музей-заповедник «Коломенское»

Зима 2022/2023 гг. В течение зимовки отмечены довольно значительные флуктуации ИСП от 1,71 (7 февраля) до 0,88 (22 ноября) (см. рис. 14).

На протяжении зимовки (функционирование зимовочного орнитокомплекса выходит за рамки климатической и фенологической зимы) отмечается снижение ИСП с 1,62 до показателей, близких к 1. С 12 декабря по 15 апреля ИСП колебался в незначительных пределах (lim 1,05–1,22).

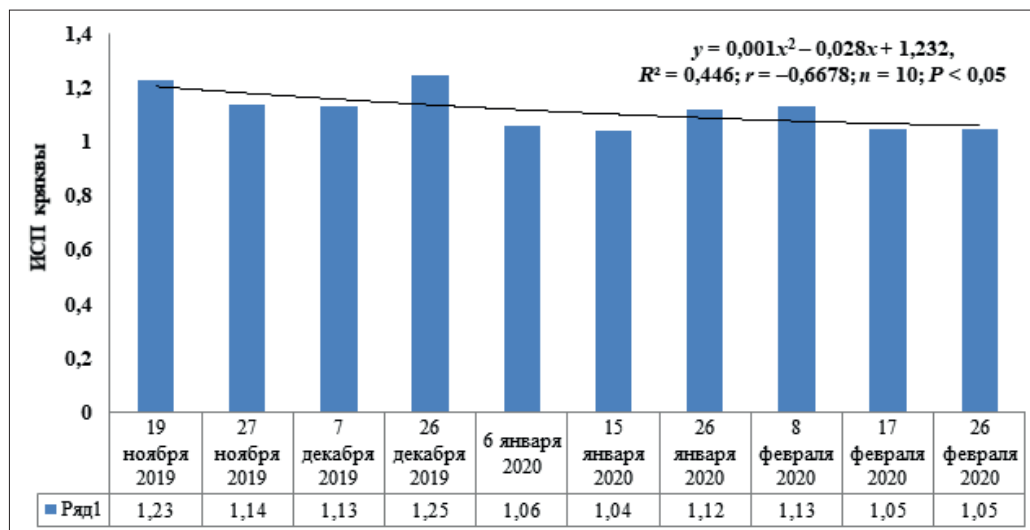


Рис. 12. Динамика ИСП кряквы зимой 2019/2020 гг.,
Москва, музей-заповедник «Коломенское»

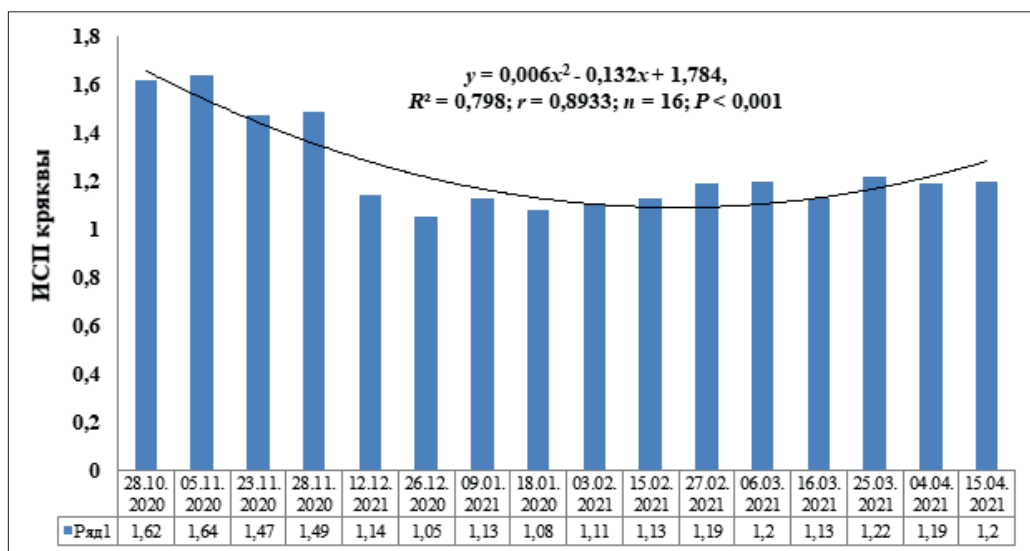


Рис. 13. Динамика ИСП кряквы зимой 2020/2021 гг.,
Москва, музей-заповедник «Коломенское»

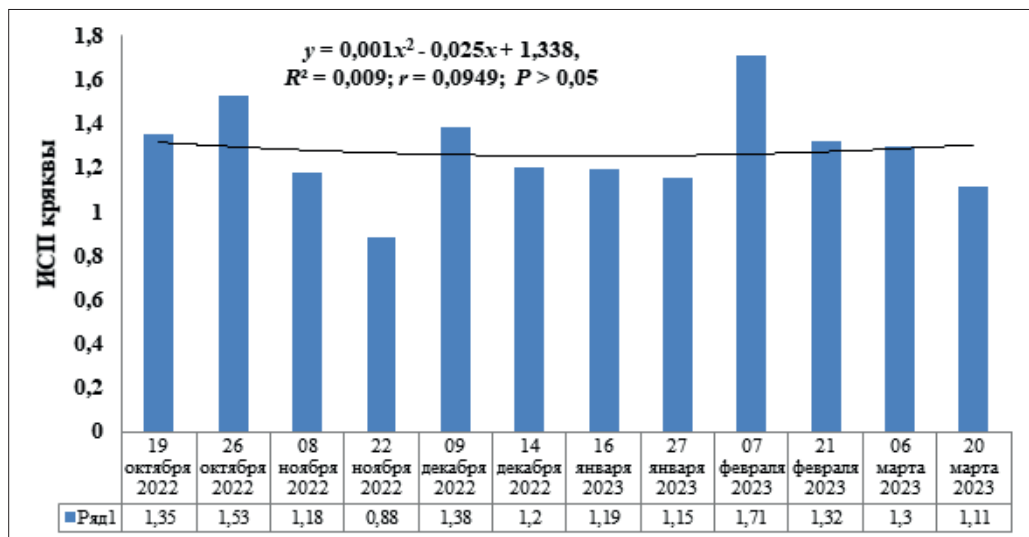


Рис. 14. Динамика ИСП кряквы зимой 2022/2023 гг., Москва, музей-заповедник «Коломенское»

Влияние температурного фактора на динамику зимовки кряквы

Влияние температуры воздуха на популяцию зимующих крякв неоднозначно. Традиционно прослеживают косвенное влияние температурного фактора на площадь незамерзающих акваторий, что, безусловно, является фактором, лимитирующим саму возможность зимовки водоплавающих птиц. Напрямую оценить влияние температурного фактора непосредственно на организм зимующих птиц в полевых условиях практически невозможно. Подразумевая несколько различные физиологические особенности самцов и самок и их реакцию на температуру окружающей среды, можно полагать, что динамика зимующих самцов и самок крякв в течение функционирования зимнего орнитокомплекса будет различной.

Также ожидаемо, что к концу зимовочного периода, когда формирование брачных пар у крякв как минимум уже завершено, ИСП будет приближаться к 1. Для иллюстрации данного положения приведены соответствующие графики по зимам 2018/2019 гг. и 2019/2020 гг. (см. рис. 15). При этом следует иметь в виду тот факт, что по мере приближения сроков окончания зимовки отмечен стабильный рост положительных температур (см. рис. 16), при котором фиксируется снижение числа зимующих самцов и самок крякв. Происходит необратимый процесс расформирования зимнего орнитокомплекса не только крякв, но и других видов, зимующих МЗК гусеобразных. На графиках (см. рис. 17) четко выражены статистически значимые тренды снижения числа зимующих самцов и самок крякв по мере роста температуры воздуха.

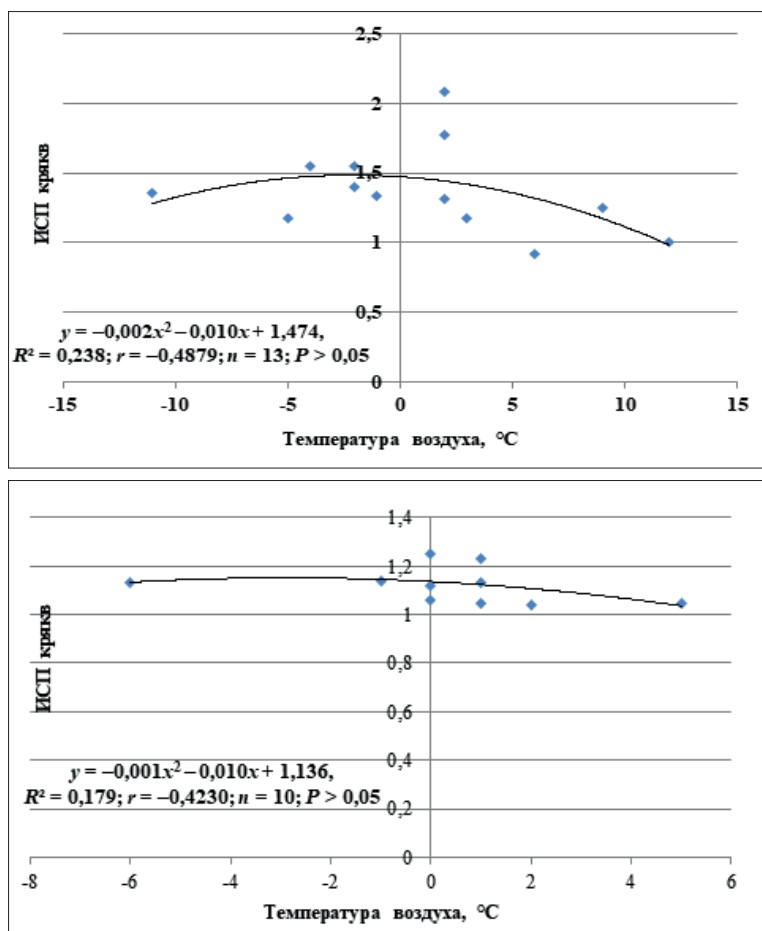


Рис. 15. ИСП кряквы при различных температурах воздуха.
МЗК, зима 2018/2019 гг. и зима 2019/2020 гг.

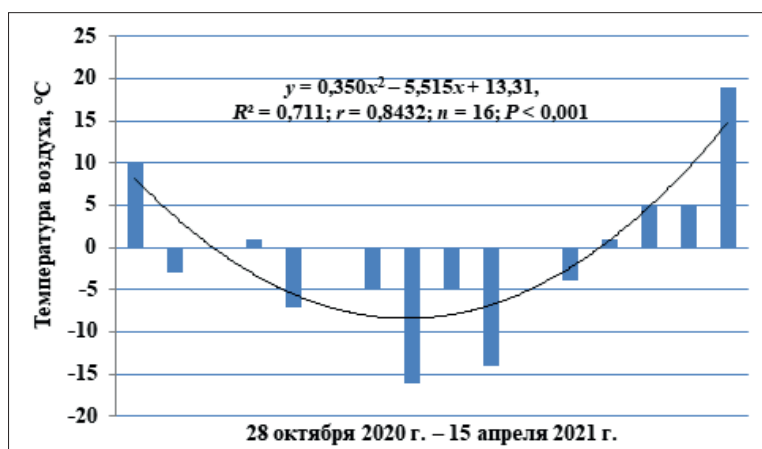


Рис. 16. Динамика температуры воздуха.
МЗК, 28 октября 2020 г. – 15 апреля 2021 г.

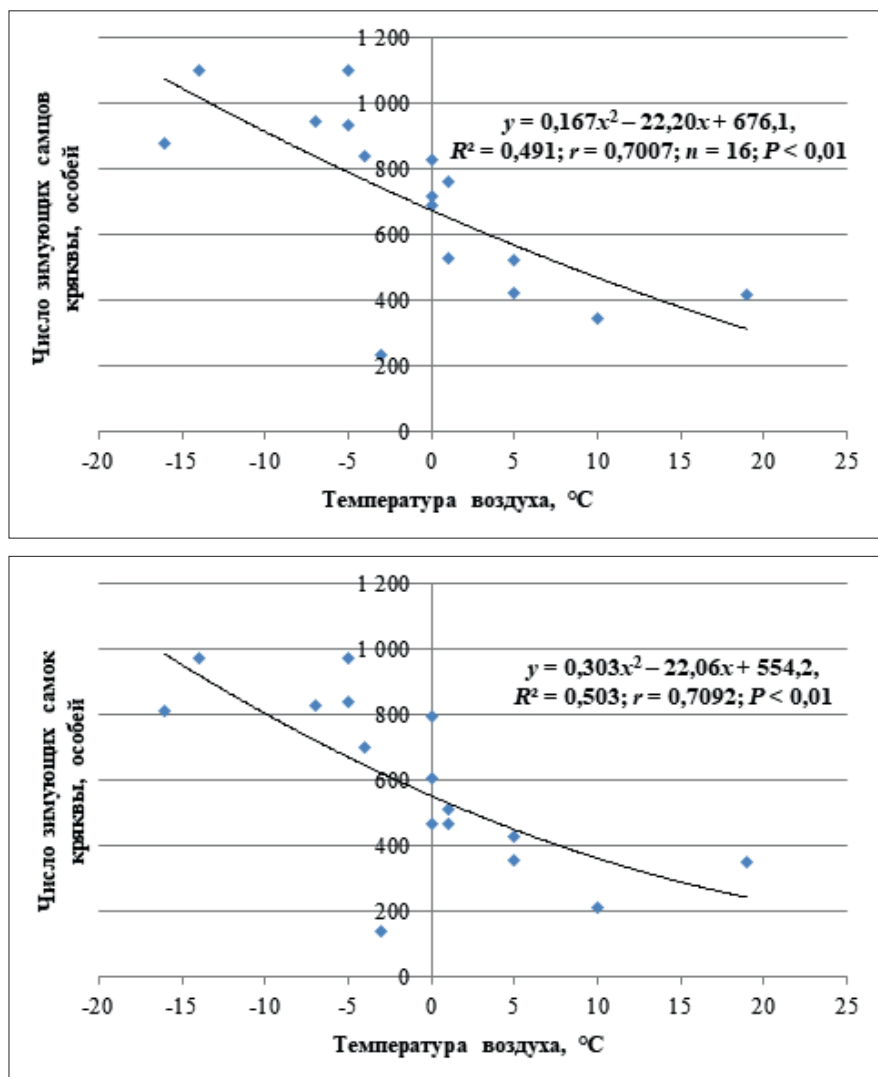


Рис. 17. Температура воздуха и динамика численности зимующих самцов и самок кряквы. МЗК, 28 октября 2020 г. – 15 апреля 2021 г.

Заключение

Динамика ИСП кряквы свидетельствует об общей динамике полового состава в течение зимовки, например резкие пики ИСП 18 января и 17 марта 2019 г. Возможно, такие флуктуации связаны с общей динамикой численности уток, вызванные увеличением или уменьшением площади и числа водотоков и водоемов Московского мегаполиса, пригодных для зимовки водоплавающих (утки, поганки и пр.), что является следствием температурных колебаний. Заметные снижения температуры приводят к сокращению площади незамерзающих акваторий, при этом наблюдается концентрация водоплавающих птиц

на акваториях, свободных ото льда. При потеплении наблюдается противоположная картина — водоплавающие птицы рассредоточиваются на огромных площадях. При слабых колебаниях температуры воздуха рассматриваемые изменения численности уток на местах конкретных зимовок прослеживаются менее четко и тренды численности слабо выражены.

Температура воздуха (при незначительных минусовых показателях) как таковая не оказывала непосредственного влияния на динамику численности птиц, но она являлась своеобразным маркером: тренд роста температуры в целом совпадал с приближением конца (завершения, расформирования) зимовки. С другой стороны, у разных полов может быть физиологически отличная устойчивость к низким отрицательным температурам. Однако в условиях мягких зим (при отсутствии экстремально низких температур) выявить подобные различия не представляется возможным.

Список источников

1. Захарова Н. Ю. Видовое разнообразие хищных птиц в условиях мозаичного ландшафта на Верхнем Дону // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2017. № 1 (25). С. 47–53. EDN: YHCJDT.
2. Кузнецова Ю. А., Малкова Е. А. Динамика зимней численности городских популяций крякв *Anas platyrhynchos* // Colloquium-Journal. 2019. № 26-3 (50). С. 11–13. <https://doi.org/10.24411/2520-6990-2019-10939>. EDN: VYNVZJ.
3. Москвичев А. Н. Соотношение полов среди крякв *Anas platyrhynchos*, зимующих в Ульяновской области // Русский орнитологический журнал. 2023. Т. 32, № 2274. С. 672–674. EDN: XIDPXP.
4. Налобина А. Н. Экологическое благополучие в контексте устойчивого развития Москвы: обзор научных публикаций в журнале «Вестник МГПУ Серия «Естественные науки» // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2024. № 4 (56). С. 10–17. <https://doi.org/10.24412/2076-9091-2024-456-10-17>. EDN: WMCJEK.
5. Натыканец В. В., Журавлев Д. В. Соотношение полов у речных уток, гнездящихся на территории Беларуси (кряква *Anas platyrhynchos*, чирок-трескунок *Anas querquedula*, широконоска *Anas clypeata*) // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия биологических наук. 2012. № 1. С. 102–104. EDN: XVANXP.
6. Подковыркин Б. А. Городская популяция кряквы *Anas platyrhynchos* в Ленинграде // Русский орнитологический журнал. 2010. Т. 19. № 564. С. 680–682. EDN: KHFSOV.
7. Пушкова А. Е., Мосолова Е. Ю. Городская популяция кряквы (*Anas platyrhynchos*) в Саратове: зимовка, гнездование, степень синантропизации // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2023. Т. 23. № 4. С. 479–490. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2023-23-4-479-490>. EDN: SAKWZP.
8. Резанов А. А. Усовершенствованная методика оценки непосредственной антропоустойчивости птиц // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2018. № 2 (30). С. 23–39. EDN: XOUHXF.
9. Резанов А. А., Резанов А. Г. Пути синантропизации птиц в условиях мегаполиса // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2023. № 1 (49). С. 57–73. <https://doi.org/10.25688/2076-9091.2023.49.1.5>. EDN: DSLEED.

10. Резанов А. Г. Зимовка кряквы *Anas platyrhynchos* на Москве-реке в музее-заповеднике Коломенское в период с 1984 по 2015 годы // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2015. № 4 (20). С. 50–66. EDN: VHJAFR.
11. Резанов А. Г. Зимовка кряквы *Anas platyrhynchos* на реке Москве в музее-заповеднике «Коломенское»: мониторинг численности в 1984–2024 годах // Русский орнитологический журнал. 2024. Т. 33, № 2399. С. 1092–1096. EDN: QBEYSE.
12. Спиридонов С. Н., Долгачева И. С. Формирование зимовок кряквы в г. Саранске // Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П. Г. Смирнова. 2013. № 11. С. 273–277. EDN: PWKHWN.
13. Юдкин В. А., Юдкин Д. В., Бобков Ю. В. Зимовка кряквы *Anas platyrhynchos* в Новосибирске // Русский орнитологический журнал. 2018. Т. 27. № 1604. С. 2107–2108. EDN: YVGALT.

References

1. Zakharova N. Yu. Species diversity of birds of prey in the mosaic landscape of the upper Don. MCU Journal of Natural Sciences. 2017;(1):47–53. <https://doi.org/10.24412/2076-9091-2024-456-10-17>. EDN: YHCJDT. (In Russ.).
2. Kuznetsova Yu. A., Malkova E. A. Dynamics of winter abundance of urban populations of mallards *Anas platyrhynchos*. Colloquium-Journal. 2019;(26-3):11–13. <https://doi.org/10.24411/2520-6990-2019-10939>. EDN: VYNVZJ. (In Russ.).
3. Moskvichev A. N. Sex ratio among mallards *Anas platyrhynchos* wintering in the Ulyanovsk region. Russian Ornithological Journal. 2023;32(2274):672–674. EDN: XIDPXP. (In Russ.).
4. Nalobina A. N. Ecological well-being in the context of sustainable development of Moscow: a review of scientific publications in the journal “MCU Journal of Natural Sciences”. MCU Journal of Natural Sciences 2024;(4):10–17. <https://doi.org/10.24412/2076-9091-2024-456-10-17>. EDN: WMCJEK. (In Russ.).
5. Nattykanets V. V., Zhuravlev D. V. Sex ratio in dabbling ducks nesting in Belarus (mallard *Anas platyrhynchos*, garganey *Anas querquedula*, shoveler *Anas clypeata*). Bulletin of the National Academy of Sciences of Belarus. Series of biological sciences. 2012;(1):102–104. EDN: XVAHXP. (In Russ.).
6. Podkovyrkin B. A. Urban population of mallard *Anas platyrhynchos* in Leningrad. Russian Ornithological Journal. 2010;19(564):680–682. EDN: KHFSOV. (In Russ.).
7. Pushkova A. E., Mosolova E. Yu. Urban population of mallard (*Anas platyrhynchos*) in Saratov: wintering, nesting, degree of synanthropization. Bulletin of Saratov University. New series. Series: Chemistry. Biology. Ecology. 2023;23(4):479–490. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2023-23-4-479-490>. EDN: SAKWZP. (In Russ.).
8. Rezanov A. A. Improved methodology for assessing the direct anthropotolerance of birds. MCU Journal of Natural Sciences. 2018;(2):23–39. EDN: XOUIHF. (In Russ.).
9. Rezanov A. A., Rezanov A. G. Ways of synanthropization of birds in a megalopolis. Bulletin of the Moscow State Pedagogical University. Series: Natural Sciences. 2023;(1):57–73. <https://doi.org/10.25688/2076-9091.2023.49.1.5>. EDN: DSLEED. (In Russ.).
10. Rezanov A. G. Wintering of mallard *Anas platyrhynchos* on the Moskva River in the Kolomenskoye Museum-Reserve in the period from 1984 to 2015. MCU Journal of Natural Sciences. 2015;(4):50–66. EDN: VHJAFR. (In Russ.).

11. Rezanov A.G. Wintering of the mallard *Anas platyrhynchos* on the Moscow River in the Kolomenskoye Museum-Reserve: monitoring of numbers in 1984–2024. Russian Ornithological Journal. 2024;33(2399):1092–1096. EDN: QBSEYSE. (In Russ.).
12. Spiridonov S. N., Dolgacheva I. S. Formation of wintering grounds of mallards in the city of Saransk. Works of the Mordovian State Nature Reserve named after P. G. Smidovich. 2013;(11):273–277. EDN: PWKHWN. (In Russ.).
13. Yudkin V. A., Yudkin D. V., Bobkov Yu. V. Wintering of the Mallard *Anas platyrhynchos* in Novosibirsk. Russian Ornithological Journal. 2018;27(1604):2107–2108. EDN: YVGALT. (In Russ.).

Информация об авторе / Information about the author:

Резанов Александр Геннадиевич — доктор биологических наук, доцент, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, профессор Московского городского педагогического университета, Москва, Россия.

Alexander Gennadievich Rezanov — Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, Professor of the Moscow City University, Moscow, Russia.

RezanovAG@mgpu.ru, <https://orcid.org/0009-0002-3433-7624>

Статья поступила в редакцию: 15.05.2025;
одобрена после доработки: 02.09.2025;
принята к публикации: 29.10.2025.

The article was submitted: 15.05.2025;
approved after reviewing: 02.09.2025;
accepted for publication: 29.10.2025.

Исследовательская статья

УДК 581.5:57.042:574.21

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-27-39

Дарья Дмитриевна Кузнецова¹,
Сергей Геннадьевич Баранов^{2, 3},
Игорь Евгеньевич Зыков¹

¹ Государственный гуманитарно-технологический университет,
Орехово-Зуево, Россия

² Владимирский государственный университет
им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых,
Владимир, Россия

³ Приволжский исследовательский медицинский университет,
Нижний Новгород, Россия

ИЗУЧЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ ОНТОГЕНЕТИЧЕСКОГО ШУМА РАЗВИТИЯ НА ПРИМЕРЕ *TILIA CORDATA* MILL

Аннотация. В статье рассмотрены два региона распространения липы мелко-листной (*Tilia cordata* Mill.): Кольский полуостров и Московская область. Был проведен сбор листовых пластин для определения флуктуирующей асимметрии билатерально симметричных признаков (ФА, FA), шума онтогенетического развития как доли вариации признаков лишенной флуктуирующей асимметрии (DN) и фитнеса (меры коррелированности признаков). Использованы методы кластеризации и моделирования величины ФА нейронными сетями (многослойный перцептрон с автоматическим поиском нейросети). Кластеризация позволила разделить популяции на 2 группы, различающиеся по величине ФА и фитнеса. В пяти северных популяциях получено сочетание низкого фитнеса и высокой ФА. Напротив, в московских популяциях моделирование показало повышенную величину ФА при высоком фитнесе листовых пластин. Повышенная асимметрия, низкий фитнес и высокий уровень шума онтогенетического развития ($p < 0,001$) в северной части ареала липы авторы связывают, прежде всего, с высокой изменчивостью листовых пластин из-за специфических климатических условий, влияющих на их формирование. В обоих регионах уровень онтогенетического шума, варьировал выше, чем уровень ФА или фитнеса. В московских популяциях моделирование выявило положительную связь ФА и фитнеса и отрицательную связь ФА с шумом развития. В северных популяциях, имеющих большую дисперсию мерных признаков и более мелкие листья, отмечена самая высокая нестабильность развития, для моделирования уровня которой может быть использован шум онтогенетического развития как детерминированный генотипический компонент.

Ключевые слова: нестабильность развития, фитнес, онтогенетический шум, флуктуирующая асимметрия

Финансирование: исследование не имело финансовой поддержки.

Research article

UDC 581.5:57.042:574.21

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-27-39

Darya Dmitrievna Kuznetsova¹,
Sergey Gennadievich Baranov^{2, 3},
Igor Evgenievich Zykov¹

¹ State Humanitarian Technological University,
Orehovo-Zuevo, Russia

² Vladimir State University,
Vladimir, Russia

³ Privolzhsky Research Medical University,
Nizhny Novgorod, Russia

STUDY OF THE COMPONENTS OF DEVELOPMENTAL ONTOGENETIC NOISE USING THE EXAMPLE OF *TILIA CORDATA* MILL

Abstract. Two regions of the distribution of small-leaved linden (*Tilia cordata* Mill.) have been considered: the Kola Peninsula and the Moscow region. Leaf collection was carried out to determine the fluctuating asymmetry of bilaterally symmetrical traits (FA), the noise of ontogenetic development as a fraction of trait variation devoid of fluctuating asymmetry (DN), and fitness (a measure of trait correlation). Research methods included clustering techniques and neural network modeling of FA values (multilayer perceptron with automatic neural network search). Clustering allowed the separation of populations into two groups differing in FA and fitness. In five northern populations, a combination of low fitness and high FA was observed. Conversely, in Moscow populations, modeling revealed elevated FA values alongside high leaf fitness. The authors attribute the increased asymmetry, low fitness, and high level of ontogenetic development noise ($p < 0.001$) in the northern part of the linden's range primarily to high variability of leaf plates due to specific climatic conditions affecting their formation. In both regions, the level of ontogenetic noise was found to be much greater in variance than the level of FA or fitness. In Moscow populations, modeling revealed a positive correlation between FA and fitness and a negative correlation between FA and developmental noise. Northern populations, characterized by greater variance in measured traits and smaller leaves, exhibited the highest developmental instability. For modeling the level of this instability, ontogenetic development noise can be used as a determined genotypic component.

Keywords: developmental instability, fitness, ontogenetic noise, fluctuating asymmetry

Funding Statement: no funding was received for writing this manuscript.

Введение

Предыдущие исследования показывают, что популяционная изменчивость индекса флуктуирующей асимметрии (ФА, случайные, ненаправленные отклонения от совершенной симметрии билатеральных признаков) выше в северных широтах (Кольский полуостров) по сравнению со средней полосой России. Для шести пластических признаков продемонстрирована связь: низкий фитнес – малая величина признака – высокая асимметрия [1]. В Северо-Западном регионе наблюдались более высокий коэффициент вариации и индекс шума развития, тогда как в Московском регионе был выше индекс фитнеса ($p \ll 0,05$). Индекс ФА, который существенно выше в Северо-Западном регионе, может отражать скорее генетический компонент флуктуационной изменчивости мерных признаков [2]. Общим выводом служит положение о преимущественном влиянии физико-географических условий на нестабильность развития по сравнению с антропогенным воздействием.

Под онтогенетическим шумом развития (developmental noise) понимают случайные, негенетические вариации в развитии организма, которые возникают в процессе реализации генотипа в фенотипе. Считается, что эти отклонения плохо предсказуемы и являются сырьем для естественного отбора, предоставляя альтернативные фенотипы, на которые может действовать отбор. Прослежена связь между мутациями, отбором и стабильностью развития [10], а также влияние случайности на экспрессию генов [9].

Онтогенетический шум развития имеет, по крайней мере, две причинные основы: детерминистскую и стохастическую (осцилляторную), которые могут иметь как генетическое, так и фенотипическое происхождение. Детерминистская причинность, вероятно, является скорее генетически обусловленной, тогда как стохастическая причинность в большей степени зависит от случайных экзогенных факторов, таких как резкие климатические изменения.

Тестирование шума развития включает различные подходы. Наиболее полный обзор [5] охватывает широкий спектр методов для разных типов данных. Особое внимание уделяется влиянию ошибок измерения и способам их минимизации [6; 7].

Наиболее распространенным способом тестирования шума развития является вычитание ФА из общего значения шума развития, который принимается за единицу. При этом ФА относим к стохастическому, случайному компоненту, а остаток — к детерминистическому компоненту шума развития.

В фокусе нашего внимания было определение детерминистического компонента шума развития в генетически близких популяциях. Повышение ФА рассматривается как следствие того, что организм испытывает стресс или не имеет достаточной буферизации (canalization) для противостояния случайным помехам в процессе развития.

Возможно, генетический шум развития блокирует нежелательные пульсации ФА. В таких случаях мы не видим ожидаемого увеличения ФА при повышении

индустриального или иного стресса. Альтернативные точки зрения объясняют это растянутостью во времени ответной реакции (феномены гистерезиса и феноменологического усиления). Таким образом, генетический шум развития, выступая в роли буфера, может нейтрализовать нежелательные биохимические процессы, приводящие к разбалансировке морфогенеза на билатеральных структурах. Доля детерминистской и стохастической частей онтогенетического шума зависит и от таксономического положения вида, и от его эволюционного креода развития.

В данной работе предлагается изучение влияния онтогенетического шума и фитнеса на величину ФА как меры нестабильности развития. Для этого были выбраны популяции липы мелколистной средней полосы европейской части России, расположенные на площади протяженностью не менее 150 км и на расстоянии не менее 20 км друг от друга с предполагаемой одинаковой нестабильностью развития.

Существует несколько мнений относительно природы и проявления фитнеса растительного организма. Чаще под этим понятием понимают относительный репродуктивный успех генотипа или фенотипа в популяции. С акцентом на выживаемость и успешную репродукцию этот термин трактуется как мера способности организма выживать и успешно размножаться в данной среде. Как вклад в генофонд будущих поколений растений, термин «фитнес» включает устойчивость к стрессовым факторам, конкурентоспособность, эффективность использования ресурсов и успешность размножения [4; 8].

Мы рассматриваем фитнес как адаптационный признак в контексте стабильности развития популяции. Известно, что в популяциях древесных растений значение ФА увеличивается под действием антропогенного стресса в одной трети случаев, в других случаях ФА не изменялась или снижалась. Генетически обусловленный шум развития может проявляться повышением ФА на периферии ареала, что мы и наблюдали при изучении популяций липы на Кольском полуострове [2].

Целью работы является ответ на вопрос: влияет ли степень коррелированности признаков и онтогенетического шума на стабильность развития популяции? В задачу работы входит изучение уровня стабильности развития в отдельно взятом регионе и влияния на него двух морфологических характеристик. В качестве контроля служат популяции на Кольском полуострове и популяции в Московском регионе, изученные в 2024 году.

Материалы и методы исследования

Для исследования были использованы сборы листовых пластин липы мелколистной 2024 года из Орехово-Зуевского округа Московской области, включая городские популяции в районе АО «Карболит», Государственного

гуманитарно-технологического университета (ГГТУ), вблизи АЗС «Роснефть» и в д. Давыдово, в которой находится производственная компания по производству шин ООО «Давыдово», а также материалы условно экологически чистых территорий: береговая линия реки Клязьма в 5 км от д. Щербинино, Орехово-Зуевского городского округа и с территории Крутовского заказника Петушинского района Владимирской области. Сборы листовых пластин шириной $6,45 \pm 0,1$ см были проведены по общепринятой методике [3] в период плодоношения (август) на участках со сходным рельефом. Принято во внимание техногенное влияние в городе, например, со стороны АО «Карболит».

После сканирования (300 dpi) проведено измерение шести билатерально-симметричных метрических признаков: 1 — ширины середины листа; 2 — расстояния между основаниями первой жилки 1-го порядка и второй жилки 2-го порядка; 3 — расстояния между основаниями второй и третьей жилок 2-го порядка; 4 — расстояния между основаниями первой и второй жилок 1-го порядка; 5 — расстояния между основанием второй жилки 1-го порядка и основанием первой жилки 2-го порядка на первой жилке 1-го порядка; 6 — угла между центральной и 1-й жилкой 1-го порядка.

Результаты измерений (см) были занесены в таблицы Excel. Проверка на направленную асимметрию проведена парным t -тестом:

$$H_0 : L = R,$$

на антисимметрию — с помощью коэффициента корреляции между L и R по каждому признаку, где L и R — величины левого и правого билатерально симметричного признака. Индекс флуктуирующей асимметрии рассчитан по формуле:

$$FA_2 = |L - R| / (L + R).$$

Коэффициент корреляции между величинами парных признаков был рассчитан методом Пирсона, так как распределение большинства выборок (90 %, тест Колмогорова – Смирнова) было нормальным.

Показатель фитнеса (FS) определен как среднее арифметическое коэффициентов корреляции между шестью билатеральными признаками. Таким образом, под термином «фитнес» мы подразумеваем гармоничное развитие всех изучаемых билатерально-симметричных признаков для каждой особи растения и рассчитываемого по формуле:

$$FS = \frac{\sum R}{i(i-1)},$$

где FS — индекс фитнеса листовых пластин; i — число билатерально симметричных признаков, $\sum R$ — сумма всех коэффициентов корреляции.

Известно, что шум развития включает фенотипический и генотипический компоненты и отражает вариацию пластической изменчивости. Вариация

признаков, как правило, влияет на величину ФА, поэтому величину ФА мы относим к значению ковариации CV.

Для определения индекса шума развития использована доля вариации признаков по формуле:

$$DN = (1 - FA / CV) / ((L + R) / 2),$$

где DN — индекс шума развития, FA — индекс FA_2 , CV — коэффициент ковариации величины признака, $(L + R) / 2$ — средний размер признака.

Показатели FA , FS и DN определены по всем признакам для каждой особи, которая служит репрезентативной единицей. С учетом шести ценопопуляций (10 деревьев в каждой) и четырех факторов, общая таблица занимает 240 ячеек ($6 \times 10 \times 4$). Одна категория факторов (популяция) номинальная, три категории (FA , FS и DN) имеют цифровые значения.

В программе STATISTICA 14 был выполнен кластерный анализ и моделирование с помощью нейросети. В кластерном анализе (Standart classification regression tree model) использовался метод рекурсивного разделения (recursive partitioning), в котором протекает последовательное разделение данных на подмножества значений FA , FS и DN , до достижения момента разделения со статистически значимым различием ($p \leq 0,001$).

В разделе Data mining, вкладка Automated neural work был использован многослойный персептрон (MLP), предсказывающий значение зависимой переменной, в нашем случае — ФА, сгруппированной по популяциям на основе двух предикторов (фитнес и шум развития).

Для поиска оптимальной архитектуры и параметров сети был применен модуль автоматизированного поиска сети (ANS). В качестве входных нейронов использовано 5–10 значений на каждый влияющий фактор. Из двадцати нейросетей выбраны пять наиболее оптимальных, и для их обучения использован алгоритм BFGS (Broyden – Fletcher – Goldfarb – Shanno) с 200 циклами до достижения нормальной выборки.

Этот алгоритм является методом оптимизации для поиска минимума функции ошибки. Приближение к минимальной ошибке ($m = 0,0001$) выполнено на каждой итерации с использованием информации о градиенте, вычисленном на предыдущих шагах. Таким образом, для уменьшения ошибки между предсказуемым и фактическим значением проведена корректировка весов нейронной сети. Под «весом сети» мы понимаем силу связей между нейронами. Корректировка весов привела к поиску наибольшего прогнозируемого значения. Во всех статистических методах уровень значимости нулевой гипотезы принят равным $p = 0,001$.

Результаты исследования

Предварительный анализ. Направленная асимметрия и антисимметрия не выявлены ни по одному из признаков. Величина ФА варьирует от $0,057 \pm 0,002$ (ГГТУ) до $0,065 \pm 0,002$ (АО «Карболит») и $0,065 \pm 0,005$ (ООО «Давыдово»). В однофакторном дисперсионном анализе значения ФА и шума развития статистически значимо не различаются.

Шум развития варьирует по величине и имеет отрицательные значения от $-59,1$ (д. Крутово) до $-2,7$ (АО «Карболит»), то есть в зоне техногенного влияния шум развития повышен, но не отличается статистически.

Фитнес популяций, то есть степень коррелированности признаков, различается ($p = 0,004$, $F = 3,9$; $df = 5$; $n = 60$): наименьшее значение отмечено в популяции АЗС «Роснефть» ($0,14 \pm 0,04$), наибольшее — в популяции д. Крутово ($0,3 \pm 0,05$). Между тремя показателями (ФА, FS, DN) значимой корреляционной связи не установлено.

Для разбиения на группы по зависимой переменной ФА предпринят кластерный анализ (вкладка datamining — k -means). В результате получено два кластера: первый — 53,3 % деревьев, преимущественно из популяции д. Щербинино и второй — 46,7 % деревьев, преимущественно из популяции АО «Карболит». В таблице 1 представлены результаты дисперсионного анализа двух кластерных группировок.

Таблица 1

Результаты дисперсионного анализа двух кластерных группировок

	<i>Between SS</i>	<i>df</i>	<i>Within SS</i>	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>
<i>FS</i>	0,35	1	0,7	58	29,625	0,000
<i>DN</i>	12 056	1	296 161	58	2,361	0,130
<i>FA</i>	0,00	1	0,0	58	24,404	0,000

Как следует из таблицы 1, кластеры различаются по фитнесу и ФА. Кластер «Карболит» характеризуется более высокими значениями шума развития, пониженным фитнесом и повышенной величиной ФА, кластер «д. Щербинино» — сниженным шумом развития, более высоким значением фитнеса и пониженной величиной ФА. По значимости факторов, оказывающих влияние на величину ФА, в терминах среднего расстояния между множествами, наибольшее значение имеет фактор шума развития (1), затем — популяционный фактор (0,64), а наименьшее — фактор фитнеса (0,43). По значимости популяционных характеристик показатели расположились в порядке убывания: ФА (1,0), фитнес (0,98) и шум развития (0,86). Результаты средних значений представлены в таблице 2.

Выразив в процентах шум развития, величину индексов фитнеса и ФА, мы получили картину распределения этих показателей между двумя кластерами (см. рис. 1).

Таблица 2

Средние значения показателей в кластерах

Кластер	Фитнес	Шум развития	<i>FA</i>	Количество особей	Процент (%)
д. Щербинино	0,278	–31,52	0,057	32	53,33
Карболит	0,125	–3,106	0,067	28	46,67

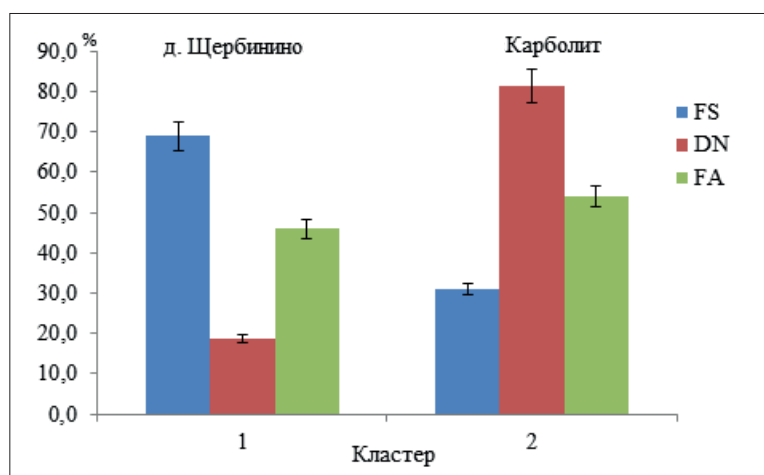


Рис. 1. Распределение в % *FS* (фитнес), *DN* (шум развития) и *FA* (флуктуирующая асимметрия) среди двух кластеров (планки погрешностей взяты с относительными ошибками)

Низкий фитнес и высокий шум развития ассоциируются в кластере «Карболит» с высокой флуктуирующей асимметрией. Здесь мы предполагаем менее координированное и нестабильное развитие: низкий *FS*, высокий *DN* — высокая флуктуирующая асимметрия. Листья в этом кластере, соответственно, менее симметричны. Такой анализ не позволяет делать вывод о различии между двумя популяциями, напротив, он свидетельствует о близости различных популяций, даже находящихся на значительном расстоянии. Например, популяция д. Крутово целиком принадлежит кластеру «д. Щербинино». Популяции ООО «Давыдово», АЗС «Роснефть» и ГГТУ поровну или почти поровну распределились между двумя кластерами. Следовательно, все 6 ценопопуляций по признаку *ФА* можно отнести к одной группе, по трем признакам (*ФА*, *DN* и *FS*) — к двум группам.

Использование нейросети. Регрессионный анализ (как полиномиальный, так и линейный) не выявил значимого влияния фитнеса и шума развития на *ФА*, поэтому был использован метод машинного обучения с помощью нейросети.

Цель обучения нейронной сети — минимизация суммы квадратов разностей между предсказанными (output) и фактическими (target) значениями. Модель создана для определения влияния шума развития и фитнеса на величину флуктуирующей асимметрии всех популяций.

Согласно результатам машинного обучения, высокое прогнозируемое значение ФА определено снижением шума развития (DN) и увеличением фитнеса листовых пластин (рис. 2). Противоречие с результатами кластерного анализа мы объясняем тем, что нейросеть обучается на предыдущих итерациях и обладает большими ресурсами для прогнозирования.

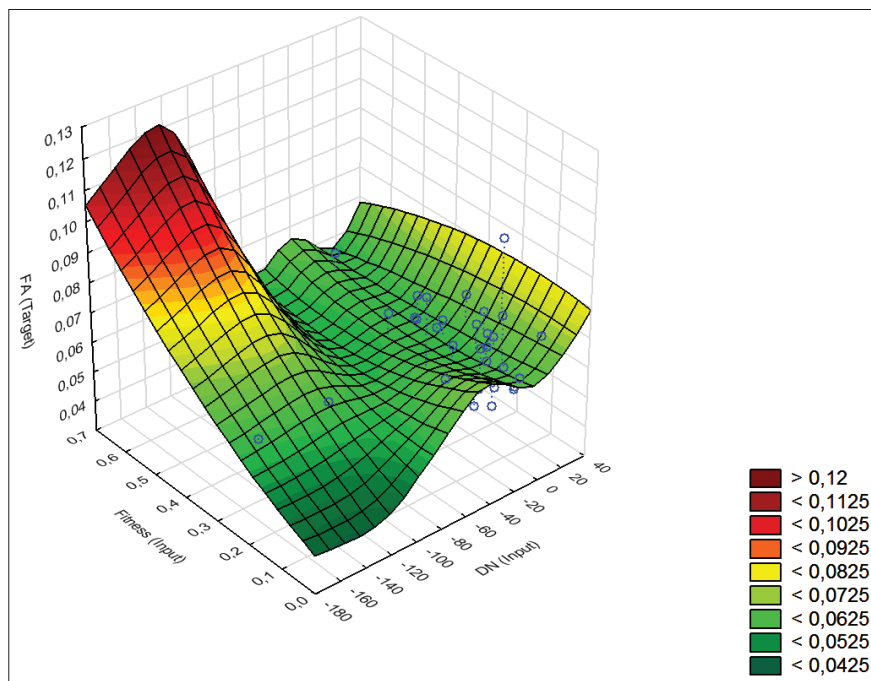


Рис. 2. Графическое изображение профиля ФА в зависимости от двух факторов (*FS* и *DN*) по результатам машинного обучения нейросети. Во вкладке — величина ФА (цветовое обозначение)

Кластерный анализ показал, насколько различаются популяции в фитнесе. Далее продемонстрирована возможность использования машинного обучения для поиска факторов, способствующих повышению ФА как индикатора нестабильности развития. Считаем, что метод был хорошо верифицируем, так как популяции, не отличавшиеся по величине ФА листовой пластинки, располагаются в достаточной близости и составляют группу ценопопуляций, генетически близких по сравнению с популяциями Кольского полуострова. Последние характеризуются снижением размеров листовых пластин, увеличением их пластической изменчивости, индекса ФА и величины шума развития [2], имеющих детерминистский компонент и предположительно — генетическую природу [1]. Климатические условия года сбора маргинальной части ареала распространения липы, по нашему мнению, оказывают влияние на шум развития и, следовательно, на величину ФА.

Обращает на себя внимание высокий эксцесс распределения значений ФА в районе ГГТУ в 2022 году (0,2) по сравнению с 2024 годом (0,05). Его величина

зависит от различия вариации $L-R$ самого крупного признака — ширины половины листа, для которого установлена направленная асимметрия. Хотя признак был исключен из вычисления ФА, он внес вклад в высокий эксцесс интегрального показателя. Показатель ФА = 0,059 не отличается от такового в 2024 году (ФА = 0,058; вычисления по пяти линейным признакам, $m = 0,002$). Таким образом, стабильность развития в районе ГГТУ остается неизменной и соответствует третьему баллу нарушения стабильности развития из пяти.

Существует множество попыток определить шум развития исходя из свойства пластической изменчивости. Например, моделирование на основе молекулярно-генетических данных показывает негативную корреляцию между ФА и пластической изменчивостью в случае генетической независимости обоих генов.

Видовую генотипическую особенность *Tilia cordata* в виде повышенной одновременно пластической и флуктуационной изменчивости мы рассматриваем как «плату» за адаптацию в условиях климатических стрессовых факторов.

Если ФА рассматривать как проявление стохастического компонента шума развития, то под шумом развития в большей степени следует понимать его генотипический компонент. Тем не менее гены, ответственные за буферизацию, участвуют в механизмах, которые снижают чувствительность развития или же в регуляции экспрессии других генов, влияющих на флуктуационные фенотипические колебания в морфологических структурах. Вместе с тем хотя генотип и определяет границы развития, но сам процесс развития не может считаться строго детерминированным из-за эпигенетических и средовых воздействий, которые также могут влиять на степень детерминированности развития. Например, некоторые гены, кодирующие белки, могут компенсировать случайные возмущения, то есть сам генотип может предопределять устойчивость (или неустойчивость) к шуму развития.

Исходя из определения ФА как случайного отклонения от идеальной асимметрии, случайные события, даже на молекулярном уровне, могут привести к разным результатам, даже при одинаковом генотипе. Проведенная работа показывает, что детерминистический компонент шума развития в значительной степени определяется генотипом (если считать два региона географически достаточно изолированными). В нашем случае различие в генотипе двух географических областей косвенно можно связать с различным проявлением шума развития. В Северо-Западном регионе наблюдается прямая связь с ФА, в средней полосе она обратная, что, возможно, свидетельствует о независимом расположении генов, отвечающих за эти два свойства. В качестве рекомендаций и последующих проектов мы считаем уместным использовать асимметрию формы для более полного понимания стохастической реакции организма на среду.

Выводы

1. Ценопопуляции липы мелколистной на площади ареала приблизительно 3 000 км² не отличаются по уровню нестабильности развития, но имеют высокое различие по уровню фитнеса листовых пластин и уровню шума онтогенетического развития.
2. Моделирование с использованием нейронных сетей позволяет выявить положительную связь ФА и фитнеса и отрицательную связь ФА с шумом развития особей *Tilia cordata* в центральной части ареала.
3. Установленная зависимость отличается от таковой в популяциях маргинальной части ареала липы (Кольский полуостров), где выявлена положительная связь между ФА и шумом развития.
4. Полученные результаты позволяют предположить, что генетический (шум развития) и фенотипический компоненты шума развития (ФА) могут оказывать различное влияние на стабильность развития в зависимости от условий среды.

Список источников

1. Баранов С. Г. Листовая пластина липы мелколистной: низкий фитнес, малая величина и высокая асимметрия / С. Г. Баранов, И. Е. Зыков, Л. В. Федорова и др. // Международный научно-исследовательский журнал. 2024. № 7 (145). <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.145.118>. EDN: AGLKJQ.
2. Зыков И. Е. Адаптивная изменчивость листовых пластин липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) / И. Е. Зыков, С. Г. Баранов, И. Н. Липпонен и др. // Успехи современного естествознания. 2022. № 7. С. 7–13. <https://doi.org/10.17513/use.37849>. EDN: ZBGGAK.
3. Федорова Т. А. Флуктуирующая асимметрия листа липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) как биоиндикационный параметр оценки качества среды // Вестник Курганского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2013. № 3 (30). С. 41–43. EDN: RSWOSF.
4. Franks S. J., Weber J. J., Aitken S. N. Evolutionary and plastic responses to climate change in terrestrial plant populations // *Evolutionary Applications*. 2014. Vol. 7, Iss. 1. P. 123–139. <https://doi.org/10.1111/eva.12112>
5. Klingenberg C. P. Analyzing fluctuating asymmetry with geometric morphometrics: Concepts, methods, and applications // *Symmetry*. 2015. Vol. 7. № 2. P. 843–934. <https://doi.org/10.3390/sym7020843>. EDN: UQZERH.
6. Leung B., Forbes M. R., Houle D. Fluctuating asymmetry as a bioindicator of stress: comparing efficacy of analyses involving multiple traits // *The American Naturalist*. 2000. Vol. 155. № 1. P. 101–115. <https://doi.org/10.1086/303298>.
7. Palme R., Strobeck C. Fluctuating asymmetry analyses revisited // *Developmental Instability: Causes and Consequences* / Michal Polak (ed.). New York: Oxford University Press, 2003. P. 279–319. <https://doi.org/10.1093/oso/9780195143454.003.0017>
8. Purrington C. B. Costs of resistance // *Current Opinion in Plant Biology*. 2000. Vol. 3. Iss. 4. P. 305–308. [https://doi.org/10.1016/S1369-5266\(00\)00085-6](https://doi.org/10.1016/S1369-5266(00)00085-6).

9. Raj A., van Oudenaarden A. Nature, nurture, or chance: stochastic gene expression and its consequences // *Cell*. 2008. Vol. 135, Iss. 2. P. 216–226. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2008.09.050>
10. Siegal M. L., Bergman A. Waddington's canalization revisited: Developmental stability and evolution // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2002. Vol. 99. № 16. P. 10528–10532. <https://doi.org/10.1073/pnas.102303999>

References

1. Baranov S. G., Zykov I. E., Fedorova L. V. et al. Leaf blade of small-leaved linden: low fitness, small size, and high asymmetry. *International Research Journal*. 2024;(7):118. <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.145.118>. EDN: AGLKJQ. (In Russ.).
2. Zykov I. E., Baranov S. G., Lipponen I. N. et al. Adaptive variability of leaf blades of small-leaved linden (*Tilia cordata* Mill.) *Advances in Modern Natural Science*. 2022;(7):7–13. <https://doi.org/10.17513/use.37849>. EDN: ZBGGAk. (In Russ.).
3. Fedorova T. A. Fluctuating asymmetry of the leaf of small-leaved linden (*Tilia cordata* Mill.) as a bioindication parameter for assessing environmental quality. *Bulletin of Kurgan State University. Series: Natural Sciences*. 2013;3:41–43. EDN: RSWOSF. (In Russ.).
4. Franks S. J., Weber J. J., Aitken S. N. Evolutionary and plastic responses to climate change in terrestrial plant populations. *Evolutionary Applications*. 2014;7(1):123–139. <https://doi.org/10.1111/eva.12112>
5. Klingenberg C. P. Analyzing fluctuating asymmetry with geometric morphometrics: Concepts, methods, and applications. *Symmetry*. 2015;7(2):843–934. <https://doi.org/10.3390/sym7020843>. EDN: UQZERH.
6. Leung B., Forbes M. R., Houle D. Fluctuating asymmetry as a bioindicator of stress: comparing efficacy of analyses involving multiple traits. *The American Naturalist*. 2000;155(1):101–115. <https://doi.org/10.1086/303298>
7. Palme R., Strobeck C. Fluctuating asymmetry analyses revisited. In: Polak M, editor. *Developmental Instability: Causes and Consequences*. New York: Oxford University Press; 2003:279–319. <https://doi.org/10.1093/oso/9780195143454.003.0017>
8. Purrington C. B. Costs of resistance. *Current Opinion in Plant Biology*. 2000;3(4):305–308. [https://doi.org/10.1016/S1369-5266\(00\)00085-6](https://doi.org/10.1016/S1369-5266(00)00085-6)
9. Raj A., van Oudenaarden A. Nature, nurture, or chance: stochastic gene expression and its consequences. *Cell*. 2008;135(2):216–226. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2008.09.050>
10. Siegal M. L., Bergman A. Waddington's canalization revisited: Developmental stability and evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2002;99(16):10528–10532. <https://doi.org/10.1073/pnas.102303999>

Информация об авторах / Information about the authors:

Кузнецова Дарья Дмитриевна — аспирант, старший преподаватель кафедры биологии, экологии и химии, Государственный гуманитарно-технологический университет, Орехово-Зуево, Россия.

Kuznetsova Darya Dmitrievna — Postgraduate Student, Senior Lecturer at the Department of Biology, Ecology and Chemistry, State Humanitarian Technological University, Orekhovo-Zuevo, Russia.

daria.kuznetsova1915@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7422-8751>

Баранов Сергей Геннадьевич — кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биологического и географического образования, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Владимир, Россия; доцент кафедры эпидемиологии и микробиологии, Приволжский исследовательский медицинский университет, Нижний Новгород, Россия.

Baranov Sergey Gennadievich — Candidate of Biological Sciences (PhD equivalent), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Biological and Geographical Education, Vladimir State University, Vladimir, Russia; Associate Professor at the Department of Epidemiology and Microbiology, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia.

bar.serg58@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7778-4689>

Зыков Игорь Евгеньевич — кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биологии, экологии и химии, Государственный гуманитарно-технологический университет, Орехово-Зуево, Россия.

Zykov Igor Evgenievich — Candidate of Biological Sciences (PhD equivalent), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Biology, Ecology and Chemistry, State Humanitarian Technological University, Orekhovo-Zuevo, Russia.

zykov-oz@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6027-3700>

Вклад авторов:

Дарья Дмитриевна Кузнецова — выбор методологии исследования, проведение исследования, редактирование и доработка текста, руководство проектом.

Сергей Геннадьевич Баранов — формальный анализ, визуализация, написание первоначального варианта.

Игорь Евгеньевич Зыков — концептуализация, редактирование и доработка текста, курирование.

Authors' contributions:

Darya Dmitrievna Kuznetsova — selection of research methodology, conducting research, editing and refining the text, and project management.

Sergey Gennadievich Baranov — formal analysis, visualization, and writing the initial version.

Igor Evgenievich Zykov — conceptualization, editing and refinement of the text, and supervision.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare no relevant conflict of interest.

Статья поступила в редакцию: 07.08.2025;
одобрена после доработки: 02.09.2025;
принята к публикации: 24.10.2025.

The article was submitted: 07.08.2025;
approved after reviewing: 02.09.2025;
accepted for publication: 24.10.2025.

Исследовательская статья

УДК 502

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-40-52

Татьяна Сергеевна Воронова¹,
Татьяна Дмитриевна Гайворон¹,
Галина Макаровна Майнашева¹

¹ Московский городской педагогический университет,
Москва, Россия

ПРИРОДНЫЕ, ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ОЗЕЛЕНЕННЫЕ ТЕРРИТОРИИ МОСКВЫ: ИСТОРИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Аннотация. В Москве значительное внимание уделялось и продолжает уделяться озеленению городского пространства. Это касается в первую очередь создания лесопарковых территорий, в том числе и особо охраняемых. В связи с этим данная статья посвящена рассмотрению историко-географических аспектов создания и развития природных, природно-антропогенных территорий Москвы разного статуса — особо охраняемых территорий, особо охраняемых зеленых территорий, зеленых насаждений, созданных человеком, — парков, садов, скверов, за последние 100 лет. Материалами для написания статьи послужили нормативно-правовые документы, научные статьи, данные официальной статистики, картографические материалы. Методологическая база была представлена статистическим, сравнительно-географическим, сравнительно-историческим, картографическим, полевыми и другими методами. На основе проведенного анализа было отмечено увеличение площадей зеленых насаждений в результате расширения территории города и создания новых объектов зеленой инфраструктуры. Показано значение всех типов озелененных территорий в функционировании природно-экологического каркаса города. Определена необходимость не только сохранения существующих зеленых насаждений, но и создание новых, в том числе с использованием новейших методов озеленения, например ландшафтной геопластики.

Ключевые слова: зеленые насаждения, особо охраняемые природные территории (ООПТ), особо охраняемые зеленые территории (ООЗТ), природные, условно природные, антропогенные ландшафты, природно-экологический каркас города

Финансирование: исследование не имело финансовой поддержки.

Research article

UDC 502

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-40-52

Tatiana Sergeevna Voronova¹,
Tatiana Dmitrievna Gaivoron¹,
Galina Makarovna Mainasheva¹

¹ Moscow City University,
Moscow, Russia

MOSCOW NATURAL AND NATURAL-ANTHROPOGENIC GREEN AREAS: HISTORICAL AND GEOGRAPHICAL ASPECTS

Abstract. In Moscow, significant attention has been paid and continues to be paid to the greening of urban spaces. This primarily concerns the creation of forest parks, including specially protected areas. Consequently the article is devoted to the history of the creation and development of Moscow's natural, man-made territories of various status — specially protected areas, specially protected green areas, green spaces, man-made parks, gardens, squares over the past 100 years. The materials for writing the article were legal documents, scientific articles, official statistics, and cartographic materials. The methodological framework included statistical, comparative-geographical, comparative-historical, cartographic, field, and other methods. An increase the green spaces areas was noted as a result of the expansion of the city's territory and the creation of new green infrastructure facilities. The importance of all types of green areas in the functioning of the natural and ecological framework of the city is shown. It was noted that it is necessary not only to preserve existing green spaces, but also to create new ones, including using the latest methods of landscaping, for example, landscape geoplastics.

Keywords: green spaces, specially protected natural areas, specially protected green areas, natural, conditionally natural, anthropogenic landscapes, natural and ecological framework of the city

Funding Statement: no funding was received for writing this manuscript.

Введение

Несмотря на интенсивное развитие Москвы, которое особенно проявилось с 1960 года после значительного расширения границ города и внедрения массового жилищного строительства, в границах города сохранилась близкая к естественной, относительно дикая природа — более 100 природных комплексов разного характера и размера (леса и лесопарки, луга, болота, реки и озера) [10, с. 45–46; 11, с. 206].

Значительные площади природных и природно-антропогенных комплексов заняты зелеными насаждениями. В совокупности они составляют природный

(экологический) каркас города, наиболее крупными элементами которого являются леса и лесопарки. Природно-экологический каркас — это система взаимосвязанных зеленых клиньев, санитарно-защитных, водно-парковых рекреационных, водозащитных и противоэрозионных зон, лесопарковых поясов, скверов и парков, внутри дворовых и уличных посадок деревьев, а также разнообразных газонов, цветников и прочих фитомодулей [5, с. 35].

Москва считается одним из наиболее озелененных городов мира. Согласно некоторым рейтингам, в 2022 г. город занимал 6-е место среди наиболее крупных городов мира по площадям, занятым зелеными зонами¹. А по площади озелененных территорий (в том числе ООПТ и ООЗТ), приходящейся на одного человека, Москва занимает лидирующие позиции. По данным Росстата, площадь зеленых насаждений в Москве в пределах городской черты в 2022 г. составила 91,6 тыс. га² (35,8 % от общей площади городских земель), а в 2023 г. — 113,4 тыс. га³ (44,3 % от площади города). В настоящее время в совокупности площади природных территорий Москвы составляют чуть менее половины от общей площади города.

Материалы и методы исследования

В качестве методической базы для данного исследования были использованы научные материалы и результаты прикладных исследований. Теоретическими материалами послужили:

- нормативно-правовые документы;
- научные исследования по сходной тематике [1–3; 8; 9];
- доклады о состоянии окружающей природной среды в Москве за 2022–2023 гг.;
- данные официальной статистики по Москве, отражающие наличие и долю природных территорий в городской среде.

Прикладные аспекты работы представлены результатами геоэкологических исследований в природных территориях Москвы.

Основными методами, использованными в работе, были: наблюдение, статистический анализ, сравнительно-географический анализ, сравнительно-

¹ UN-Habitat. City Prosperity Index (CPI). 2022. URL: <https://data.unhabitat.org/documents/2b18c-2738585490b8319c17c5625c0a1/explore>. UN-Habitat. City Prosperity Index (CPI): A Comparison of 29 World Cities (дата обращения: 10.05.2025).

² Московский статистический ежегодник: статистический сборник / Федеральная служба государственной статистики. Управление Федеральной службы государственной статистики по г. Москве и Московской области (Мосстат). М., 2023. 242 с. С. 19. URL: [https://77.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/2023%20год\(6\).pdf](https://77.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/2023%20год(6).pdf) (дата обращения: 07.05.2025).

³ Московский статистический ежегодник: статистический сборник / Федеральная служба государственной статистики. Управление Федеральной службы государственной статистики по г. Москве и Московской области (Мосстат). М., 2024. 234 с. С. 19. URL: [https://77.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/2024%20год\(7\).pdf](https://77.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/2024%20год(7).pdf) (дата обращения: 07.05.2025).

исторический анализ, картографический анализ, комплекс методов полевых исследований.

Результаты исследования

Одной из особенностей Москвы как мегаполиса является наличие значительных площадей озелененных территорий. В большей степени они представлены лесопарковыми зонами, ряд из которых со временем приобрели статус особо охраняемых. Причем доля площадей, занятых озелененными территориями в Москве, в разные годы значительно варьировала. На диаграмме рисунка 1 представлена динамика доли озелененных территорий Москвы за последние 100 лет.

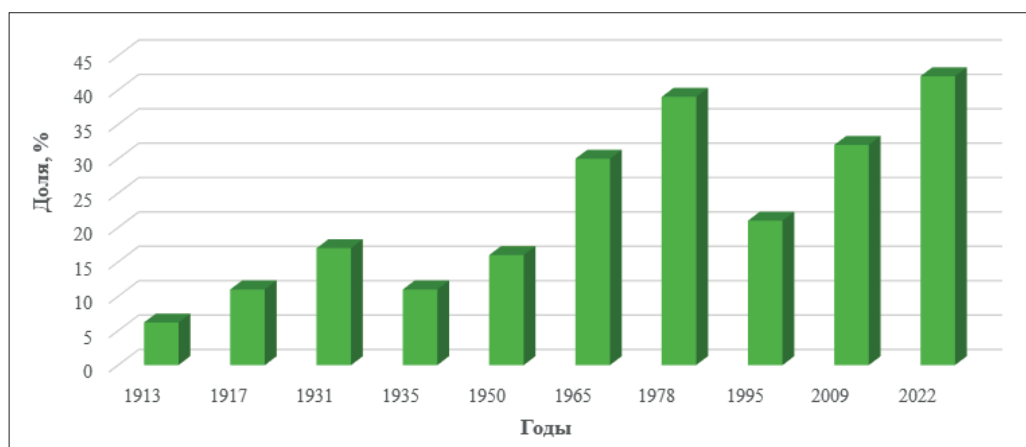


Рис. 1. Изменение доли озелененных территорий Москвы с 1913 по 2022 г. (с учетом ООПТ)⁴

⁴ Составлено на основе: Атлас Московской области / ред. коллегия: С. Е. Губерман и др. М.: Мособлисполком, 1933. С 52; Московский статистический ежегодник: статистический сборник / Федеральная служба государственной статистики. Управление Федеральной службы государственной статистики по г. Москве и Московской области (Мосстат). М., 2023. 242 с. С. 19. URL: [https://77.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/2023%20год\(6\).pdf](https://77.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/2023%20год(6).pdf) (дата обращения: 07.05.2025); Москва: Энциклопедия / гл. ред. С. О. Шмидт; сост.: М. И. Андреев, В. М. Карев. М.: Большая Российская энциклопедия, 1997. С. 588; Москва Энциклопедия / А. Л. Нарочницкий (гл. ред.) и др. М.: Советская энциклопедия, 1980. С. 467; Ковалев А. П. Путеводитель по Москве. М.: Издательство министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1963. С. 4–5. URL: <http://bse.uaio.ru/63/05.htm> (дата обращения: 20.06.2025); Москва в цифрах: статистический ежегодник / Статистическое управление города Москвы. М.: Статистика, 1979. 117 с. С. 7. URL: https://istmat.org/files/uploads/53988/moskva_v_cifrah_1979.pdf (дата обращения: 07.05.2025); [Докладная записка Московского комитета ВКП(б) и Моссовета]. Основы реконструкции города Москвы // Генеральный план реконструкции города Москвы. Т. 1: Постановления и материалы. М.: Московский рабочий, 1936. 166 с. С. 77; Смирнов В. Я. Озеленение столицы в 1951 г. // Городское хозяйство Москвы: ежемесячный журнал Исполкома Московского городского Совета народных депутатов. 1951. № 4. С. 9–11.; Сытин П. В. Коммунальное хозяйство (благоустройство) Москвы. М., 1926. 244 с. С. 52.

Стоит отметить, что с 1913 по 2022 г. площади озелененных территорий Москвы не имели четкой тенденции к увеличению. Например, в 1931 г. площадь озелененных территорий составляла 17 % от всей площади города, а в 1935 г. снизилась до 11 %. В 1950 г. площадь зеленых насаждений увеличилась до 16 %, а в 1963 г. снизилась до 14 %. Этот факт, скорее всего, связан с расширением границ города и интенсивным жилищным строительством. Начиная с 1970-х гг. площади озелененных территорий города увеличиваются. В целом же доля озелененных территорий Москвы за последние 100 лет увеличилась примерно в 7 раз. Анализ различных источников показал, что такая ситуация, вероятнее всего, связана с изменениями площади, границ города и застройкой территории. Значительно увеличились площади озелененных территорий города в 2012 г. за счет лесных зон Новой Москвы.

Стоит отметить, что озеленению Москвы и созданию вокруг города лесозащитного пояса начали уделять внимание еще в Генеральном плане реконструкции Москвы 1935 г. Существовавшие скверы и бульвары сохранялись и намечались новые широкие бульвары, набережные, парковые кольца [6, с. 58] и т. д. Так, из существующих зеленых массивов путем их расширения, реконструкции, обводнения планировалось создать 12 общегородских парков общей площадью более 11 тыс. га.⁵ А уже в 1983 г. одной из природных территорий — Лосиному Острову — был присвоен статус особо охраняемой природной территории (ООПТ). В последующие годы статус особо охраняемых получили еще более 140 объектов. На диаграмме рисунка 2 показаны периоды образования ООПТ Москвы с 1983 по 2023 г.

Как показывает диаграмма (рис. 2), наибольшее количество ООПТ было создано в 1991 и 2020 гг. — по 33, и чуть менее — 24 ООПТ — в 2007 г. В среднем же за год-два создавались 1–2 ООПТ. Стоит отметить, что в некоторые временные промежутки не было создано ни одной ООПТ, например, в 1993–1997, 1999–2002 и 2011–2014 гг.

Несмотря на то, что в Москве уделяется значительное внимание сохранению природных территорий, в конце 2024 г. вышло постановление правительства Москвы от 27 декабря 2024 г. № 3160-ПП⁶, согласно которому все особо охраняемые природные территории Москвы регионального значения переведены в статус особо охраняемых зеленых территорий. С 2012 по 2024 г. статус ООЗТ имели только лесные массивы на территории Новой Москвы. Статус ООПТ сохранили национальный парк «Лосиный Остров» федерального значения,

⁵ [Докладная записка Московского комитета ВКП(б) и Моссовета]. Основы реконструкции города Москвы // Генеральный план реконструкции города Москвы. Т. 1: Постановления и материалы. М.: Московский рабочий, 1936. 166 с. С. 74.

⁶ О преобразовании особо охраняемых природных территорий регионального значения города Москвы в особо охраняемые зеленые территории города Москвы: Постановление от 27 декабря 2024 года № 3160-ПП // Вестник Москвы. № 72. Т. 4. 2024. URL: <https://vestnikmoscow.mos.ru/wp-content/uploads/2024/12/zhurnal-vestnik-moskvy-%E2%84%96-72-tom-4.pdf> (дата обращения: 10.05.2025).

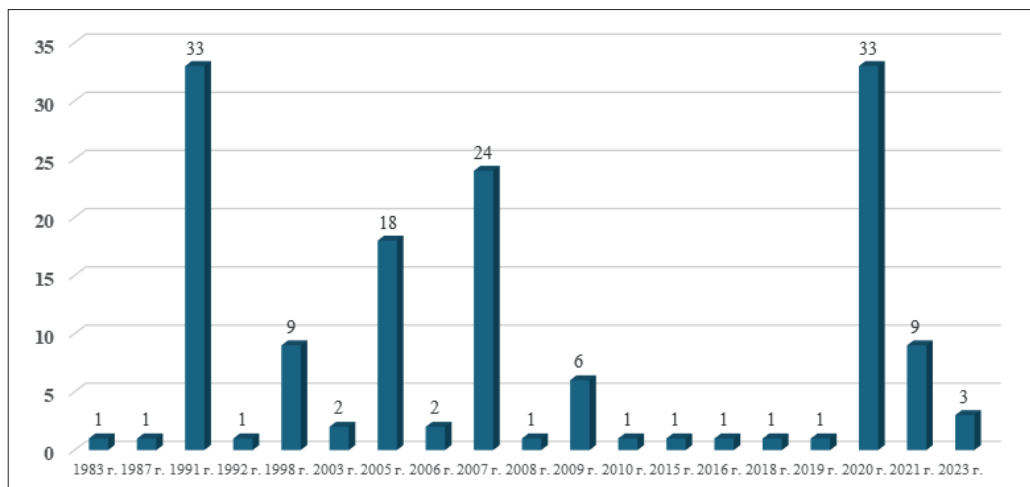


Рис. 2. Количество ООПТ Москвы, созданных в период с 1983 по 2023 г.⁷

и расположенный в нем липняк. Таким образом, все городские природные и природно-антропогенные территории можно отнести к трем категориям: озелененные территории, не имеющие статуса природных (парки, скверы, цветники, и др.); особо охраняемые природные территории (ООПТ); особо охраняемые зеленые территории (ООЗТ). Среди особо охраняемых территорий Москвы есть как уникальные природные сообщества сохранившихся участков естественной растительности, характерной для средних широт, так и те, что были созданы человеком, но при этом приобрели статус особо охраняемых. Примерами объектов второй группы являются Захарковский сад (относится к природно-историческому парку «Тушинский»), Ботанический сад имени П. И. Травникова, Бирюлевский дендропарк (относится к природно-историческому парку «Царицыно»).

В целом объекты города, относящиеся к особо охраняемым, можно отнести к двум категориям, как это представлено на схеме (см. рис. 3).

Находясь в урбанизированной среде, ООПТ испытывают антропогенную нагрузку. Это приводит к тому, что природные геосистемы преобразуются в природно-антропогенные [4, с. 80], как, например, в Измайловском лесопарке (см. рис. 4). Но не всегда эти преобразования носят негативный характер. Так, в Захарковском саду, который расположен в природно-историческом парке «Тушинский», сохранились участки яблоневого сада, посаженного в 50-е гг. XX века (см. рис. 5). Сад органично вписался в ландшафт природно-исторического парка. В настоящее время благодаря природоохранным мероприятиям сад сохраняется.

⁷ Составлено на основе данных: О преобразовании особо охраняемых природных территорий регионального значения города Москвы в особо охраняемые зеленые территории города Москвы: Постановление от 27 декабря 2024 года № 3160-ПП // Вестник Москвы. № 72. Т. 4. 2024. URL: <https://vestnikmoscow.mos.ru/wp-content/uploads/2024/12/zhurnal-vestnik-moskvy-%E2%84%96-72-tom-4.pdf> (дата обращения: 10.05.2025); Интерактивная карта особо охраняемых природных территорий России // Ассоциация работников запоедного дела. URL: <https://карта.оцк.рф/> (дата обращения: 10.05.2025).



Рис. 3. Охраняемые территории Москвы



Рис. 4. Антропогенно-природная лесная экосистема в Измайловском природно-историческом парке



Рис. 5. Антропогенный ландшафт в Захарковском саду

Еще одним примером природно-антропогенного ландшафта, при этом имеющим статус особо охраняемой территории, является Бирюлевский дендропарк (создан в 1938 г.), входящий в природно-исторический парк «Царицыно». Предметом охраны является исторический ландшафт и коллекция растений на маточных площадках, за которыми ведется постоянный уход. На территории произрастает около 250 видов древесно-кустарниковой растительности, привезенных со всех уголков нашей Родины, а также из Японии, Канады и Северной Америки⁸.

⁸ Сведения о парковых территориях города Москвы: Бирюлевский дендропарк // Официальный портал Мэра и Правительства Москвы. 2023. URL: <https://www.mos.ru/kultura/function/uchrezhdeniya/parkovye-territorii-moskvy/biryulevskii-dendropark/> (дата обращения: 10.05.2025).

Не менее уникальной охраняемой территорией Москвы является Ботанический сад имени П. И. Травникова, созданный в 1958 г., который в 1989 г. получил статус памятника природы, созданного руками человека. Это один из немногих памятников природы, расположенных в Центральном административном округе Москвы. Это специализированный общественный сад, в котором на сравнительно небольшой по площади территории в 0,265 га сосредоточено более 330 видов и сортов растений. Исторически сад Травникова был создан как сад непрерывного цветения, или всесезонный сад, с целью создания и поддержания ботанических коллекций для изучения, сохранения и демонстрации разнообразия растительного мира⁹. Большая часть растительности ботанического сада представлена культурными формами, устойчивыми в городской среде, но встречаются и представители природных флор различных регионов России, а также растения, естественным местообитанием которых является Подмосковье.

Среди озелененных территорий, созданных человеком, но, в отличие от упомянутых выше, не имеющих статус особо охраняемых, хотя также являющихся уникальными для Москвы, стоит отметить яблоневые сады в музее-заповеднике «Коломенское» (рис. 6).



Источник: Официальный сайт МГОМЗ «Коломенское – Измайлово».
URL: <https://www.mgomz.ru/ru/pages/sady-kolomenskogo>

Рис. 6. Цветущий сад в музее-заповеднике «Коломенское»

⁹ Разработка материалов, обосновывающих придание части территории города Москвы статуса особо охраняемой природной территории, Ботанический сад «Сад имени П. И. Травникова»: пояснительная записка // ГУП «НИИПИ Генплана Москвы». М., 2014. 79 с. URL: <https://hamovniki.mos.ru/upload/iblock/9c9/sad-travnikova.pdf> (дата обращения: 10.05.2025).

Сады были разбиты еще в XVII веке, когда Коломенское было загородной резиденцией государственных правителей. Здесь расположено пять садов, три из которых сохранились еще с XVII века, а два были высажены в 2000-х гг. Помимо яблонь, из древесных пород в садах растут миндаль степной, груши, вишни, черемуха.

Проектом, который позволил интегрировать зеленые пространства в урбанизированную среду, является парк «Зарядье», открытый в 2017 г. Ботаническая коллекция представлена видами, произрастающими в различных природных зонах нашей страны — от тундровых до степных ландшафтов. Здесь природные зоны России были созданы с помощью ландшафтной геопластики. Это позволяет ознакомиться с основными биомами России и приемами ландшафтной геопластики как в образовательных, так и в ознакомительных целях.

Выводы

Благодаря значительной площади озелененных территорий, в том числе ООПТ, ООЗТ, парков, скверов, садов, Москва относится к наиболее зеленым городам мира. При этом за последние 100 лет доля озелененных территорий Москвы значительно варьировала, однако в целом их площади увеличивались.

Начиная с Генерального плана реконструкции Москвы 1935 г. значительное внимание уделялось сохранению и расширению площадей зеленых насаждений. В 1983 г. статус национального парка получил «Лосиный Остров», в последующие годы статус особо охраняемых получили еще более 140 объектов. Наибольшее количество ООПТ было создано в 1991, 2007, 2020 гг. (около 20–30 ООПТ).

В конце 2024 г. правительством Москвы было принято постановление, согласно которому все особо охраняемые природные территории Москвы регионального значения переведены в статус особо охраняемых зеленых территорий (кроме Лосиног острова и липняка, расположенного там же, имеющих статус федеральных)¹⁰, что может осложнить функционирование природно-экологического каркаса территории города. Таким образом, на сегодняшний момент в Москве имеется 2 ООПТ, 146 ООЗТ, а также парки, скверы и другие озелененные территории.

Все зеленые территории города, условно природные, природно-антропогенные, созданные человеком, выполняют ряд важнейших функций — рекреационные, оздоровительные, природоохранные, эколого-образовательные,

¹⁰ О преобразовании особо охраняемых природных территорий регионального значения города Москвы в особо охраняемые зеленые территории города Москвы: Постановление от 27 декабря 2024 года № 3160-ПП // Вестник Москвы. № 72. Т. 4, 28.12.2024. URL: <https://vestnikmoscow.mos.ru/wp-content/uploads/2024/12/zhurnal-vestnik-moskvy-%E2%84%96-72-tom-4.pdf> (дата обращения: 10.05.2025).

что свидетельствует о необходимости их сохранения и расширения. Также природные территории города являются определенными натуральными «учебными пособиями» [7].

Список источников

1. Беглярова Э. С., Матвеева Т. И., Соколова С. А. Аспекты экологической реабилитации природных комплексов малых рек на примере реки Чермянки Московского мегаполиса // *Природообустройство*. 2019. № 3. С. 98–103. EDN: SGFHLV.
2. Бускин И. В. Экологическое развитие Москвы: зеленые территории города // *Вестник Университета Правительства Москвы*. 2023. № 3 (61). С. 3–8. EDN: QZOUAD.
3. Волкова Л. Б., Соболев Н. А. Разнотравный газон в современной концепции озеленения городов (на примере Москвы) // *Вестник Московского государственного университета леса — Лесной вестник*. 2015. Т. 19. № 5. С. 145–152. EDN: UHVTVV.
4. Воронова Т. С., Гайворон Т. Д., Майнашева Г. М. Особенности природно-антропогенных геосистем охраняемых территорий Москвы // *Астраханский вестник экологического образования*. 2023. № 5 (77). С. 79–83. <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2023-5-79-83>. EDN: JFMFAU.
5. Горецкая А. Г., Топорина В. А. Исследование природно-экологического каркаса города // *Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки»*. 2022. № 2 (46). С. 34–47. <https://doi.org/10.25688/2076-9091.2022.46.2.04>. EDN: AMKBQO.
6. Горлов В. Н. Проблемы зеленого пояса Москвы в советский период // *Вестник Московского государственного лингвистического университета. Общественные науки*. 2023. Вып. 3 (852). С. 57–64. https://doi.org/10.52070/2500-347X_2023_3_852_57. EDN: ZXTVBW.
7. Захарова Н. Ю., Кузнецова И. С., Кропова Ю. Г. Биоиндикация загрязнения воздуха района Нагатино-Садовники методом лишеноиндикации // *Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки»*. 2024. № 2 (54). С. 10–22. <https://doi.org/10.25688/2076-9091.2024.54.2.01>. EDN: QQDGSC.
8. Поляшова Д. В. Проблемы городского озеленения Москвы // *Colloquium-Journal*. 2020. № 16-2 (68). С. 7–8. <https://doi.org/10.24411/2520-6990-2020-11967>. EDN: AFCSGL.
9. Развитие сети ООПТ Москвы: актуальные тенденции / Г. Д. Мухин, Н. Б. Леонова, Н. Л. Марголина, А. А. Пакина // *Проблемы региональной экологии*. 2015. № 6. С. 67–71. EDN: VOGDUP.
10. Шульгина О. В. Природно-культурное наследие Москвы как феномен крупнейшего исторического города и образовательный ресурс // *Природное наследие и разнообразие Москвы как часть историко-культурного и урбанистического потенциала мегаполиса: материалы II открытой городской научно-практической конференции, Москва, 04–05 апреля 2024 года*. Москва: Лика, 2024. С. 44–48. EDN: KHGDLT.
11. Шульгина О. В. Природное наследие в историко-культурном пространстве Москвы: роль в восприятии образа мегаполиса // *Природное наследие и разнообразие Москвы как часть историко-культурного и урбанистического потенциала мегаполиса: сборник статей по материалам открытой городской научно-практической конференции, Москва, 01–02 декабря 2022 года*. Москва: МГПУ, 2023. С. 205–209. EDN: ZZORON.

References

1. Beglyarova E. S., Matveeva T. I., Sokolova S. A. Aspects of ecological rehabilitation of natural complexes of small rivers on the example of the Chermnyanka River of the Moscow metropolis. *Nature management*. 2019;(3):98–103. EDN: SGFHLX. (In Russ.).
2. Buskin I. V. Ecological development of Moscow: green areas of the city. *Bulletin of the Moscow Government University*. 2023;(3):3–8. EDN: QZOUAD. (In Russ.).
3. Volkova L. B., Sobolev N. A. Mixed-grass lawn in the modern concept of urban greening (on the example of Moscow). *Bulletin of the Moscow State Forest University — Forest Bulletin*. 2015;19(5):145–152. EDN: UHVTVV. (In Russ.).
4. Voronova T. S., Gaivoron T. D., Mainasheva G. M. Features of natural and anthropogenic geosystems of protected areas of Moscow. *Astrakhan Bulletin of Environmental Education*. 2023;(5):79–83. <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2023-5-79-83>. EDN: JFMFAU. (In Russ.).
5. Goretskaya A. G., Toporina V. A. Study of the natural and ecological framework of the city. *MCU Journal of Natural Sciences*. 2022;(2):34–47. <https://doi.org/10.25688/2076-9091.2022.46.2.04>. EDN: AMKBQO. (In Russ.).
6. Gorlov V. N. Problems of Moscow's Green Belt in the Soviet Period. *Bulletin of the Moscow State Linguistic University. Social Sciences*. 2023;3:57–64. https://doi.org/10.52070/2500-347X_2023_3_852_57. EDN: ZXTVBW. (In Russ.).
7. Zakharova N. Yu., Kuznetsova I. S., Kropova Yu. G. Bioindication of air pollution in the Nagatino-Sadovniki region by the method of lichen indication. *MCU Journal of Natural Sciences*. 2024;(2):10–22. <https://doi.org/10.25688/2076-9091.2024.54.2.01>. EDN: QQDGSC. (In Russ.).
8. Polyashova D. V. Problems of Urban Greening in Moscow. *Colloquium-Journal*. 2020;(16-2):7–8. <https://doi.org/10.24411/2520-6990-2020-11967>. EDN: AFCSGL. (In Russ.).
9. Mukhin G. D., Leonova N. B., Margolina N. L., Pakina A. A. Development of the Moscow network of specially protected natural areas: current trends. *Problems of regional ecology*. 2015;(6):67–71. EDN: VOGDUP. (In Russ.).
10. Shulgina O. V. Natural and cultural heritage of Moscow as a phenomenon of the largest historical city and an educational resource. In: *Natural heritage and diversity of Moscow as part of the historical, cultural and urban potential of the metropolis: Proceedings of the II open city scientific and practical conference, Moscow, April 4–5, 2024*. Moscow: Lika. 2024:44–48. EDN: KHGDLT. (In Russ.).
11. Shulgina O. V. Natural heritage in the historical and cultural space of Moscow: the role in the perception of the image of the metropolis. In: *Natural heritage and diversity of Moscow as part of the historical, cultural and urban potential of the metropolis: Collection of articles based on the materials of the open city scientific and practical conference, Moscow, December 1–2, 2022*. Moscow: Moscow City University; 2023:205–209. EDN: ZZORON. (In Russ.).

Информация об авторах / Information about the authors:

Воронова Татьяна Сергеевна — кандидат географических наук, доцент, доцент департамента естествознания Института естествознания и спортивных технологий, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия.

Voronova Tatiana Sergeevna — Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Natural Science at the Institute of Natural Science and Sports Technology, Moscow City University, Moscow, Russia.

voronova.t@mgpu.ru, <https://orcid.org/0009-0000-0962-2357>

Гайворон Татьяна Дмитриевна — кандидат географических наук, доцент, доцент департамента естествознания Института естествознания и спортивных технологий, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия.

Gaivoron Tatiana Dmitrievna — Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Natural Science, Institute of Natural Science and Sports Technology, Moscow City University, Moscow, Russia.

gaivoron.t@mgpu.ru, <https://orcid.org/0009-0007-7889-8075>

Майнашева Галина Макаровна — кандидат биологических наук, доцент, доцент департамента естествознания Института естествознания и спортивных технологий, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия.

Mainasheva Galina Makarovna — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Natural Science at the Institute of Natural Science and Sports Technology, Moscow City University, Moscow, Russia.

mainashevaGM@mgpu.ru, <https://orcid.org/0009-0002-2658-2267>

Вклад авторов:

Татьяна Сергеевна Воронова — концептуализация, разработка методологии, формальный анализ, проведение исследования, написание первоначального варианта текста, визуализация (рис. 1–3), координация работы.

Татьяна Дмитриевна Гайворон — разработка методологии, проведение исследования, исправление и дополнение текста, визуализация (фото, рис. 5).

Галина Макаровна Майнашева — проведение исследования, дополнение текста, визуализация (фото, рис. 4).

Authors' contributions:

Tatiana Sergeevna Voronova — conceptualization, methodology development, formal analysis, research, writing the initial version of the text, visualization (Fig. 1–3), and work coordination.

Tatiana Dmitrievna Gaivoron — methodology development, conducting research, correction and addition of text, visualization (photo, Fig. 5).

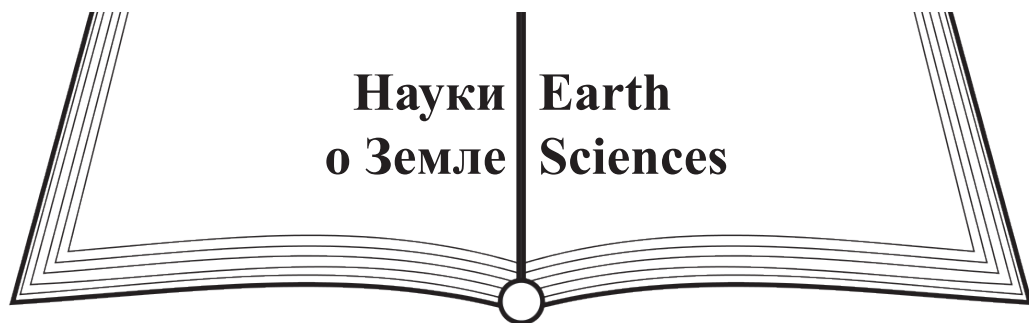
Galina Makarovna Mainasheva — conducting research, adding text, and visualization (photo, Fig. 4).

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare no relevant conflict of interest.

Статья поступила в редакцию: 13.05.2025;
одобрена после доработки: 22.06.2025;
принята к публикации: 29.10.2025.

The article was submitted: 13.05.2025;
approved after reviewing: 22.06.2025;
accepted for publication: 29.10.2025.



Исследовательская статья

УДК 908+910.1/3:913

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-53-73

**Ольга Владимировна Шульгина¹,
Дмитрий Николаевич Самусенко¹**

¹ Московский городской педагогический университет,
Москва, Россия

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ГЕОУРБАНИСТИКА КАК АКТУАЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И РЕКРЕАЦИОННОЙ ГЕОГРАФИИ

Аннотация. Социально-экономическая и рекреационная (общественная) география является активно развивающейся ветвью географической науки, создающей на стыке с другими науками новые, практико-ориентированные направления, в том числе связанные с потребностью совершенствования географического образования. Цель исследования — изучить теоретические основы образовательной геоурбанистики как актуального направления социально-экономической и рекреационной географии.

В основу исследования положен анализ публикаций известных географов разных лет; многолетний опыт научно-педагогической и экспертной деятельности авторов; современные тренды научной и практической географической деятельности. Основными методами исследования были выбраны исторический, позволивший изучить логическую последовательность возникновения и развития геоурбанистики в целом; аналитический, позволивший обосновать новое направление — образовательную геоурбанистику; системно-структурный, позволивший выявить место образовательной геоурбанистики в системе географических наук.

Ключевые периоды развития геоурбанистики в России связаны с деятельностью выдающихся ученых (с XIX в. до наших дней): К. И. Арсеньева, В. П. Семёнова-Тян-Шанского, Н. Н. Баранского, Р. М. Кабо, Г. М. Лаппо, Е. Н. Перцика и др. Образовательная геоурбанистика как новое направление геоурбанистики, входящей

в состав социально-экономической географии, охватывает проблемы территориальной организации системы образования в городах, влияния образования на городскую среду, использования элементов городской среды для развития и совершенствования образования. Данное направление занимает особое место в системе географических наук и тесно связано с рекреационной географией. Основные подходы и методы исследования в образовательной георурбанистике: территориальный (пространственный), комплексный, проблемный, конструктивный и прогнозный подходы; методы — сравнительно-географический, районирования, картографический, экспедиционный, моделирования, геоинформационный. Таким образом, образовательная георурбанистика представляет собой синтез географической науки и образовательных технологий. Она способствует формированию понимания сложных взаимосвязей в городской среде, а также развивает навыки, необходимые для решения актуальных городских проблем, способствует усилению краеведческого компонента в образовании.

Ключевые слова: образовательная георурбанистика, географическое образование, социально-экономическая география, краеведение, роль МГПУ

Благодарности: статья выполнена в рамках государственного задания Департамента образования и науки города Москвы на 2025 г. по теме: «Образовательная георурбанистика как направление развития социально-экономической и рекреационной географии в условиях трансформации национальной системы образования».

Research article

UDC 908+910.1/.3:913

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-53-73

Olga Vladimirovna Shulgina¹,
Dmitry Nikolaevich Samusenko¹

¹ Moscow City University,
Moscow, Russia

EDUCATIONAL GEOURBANISTICS AS A RELEVANT FOCUS OF SOCIO-ECONOMIC AND RECREATIONAL GEOGRAPHY

Abstract. Socio-economic and recreational (public) geography is an actively developing branch of geographical science, creating new, practice-oriented directions at the junction with other sciences, including those related to the need to improve geographical education. The purpose of the study is to substantiate the theoretical foundations of educational geo-urban studies as an actual field of socio-economic and recreational geography.

The research is based on an analysis of publications by famous geographers from different years.; many years of experience in scientific, pedagogical and expert activities of the authors; current trends in scientific and practical geographical activities. The main research methods are historical, which allowed us to study the logical sequence of the emergence and development of geo-urban studies in general; analytical, which allowed us

to substantiate a new direction — educational geo-urban studies; system-structural, which allowed us to identify the place of educational geo-urban studies in the system of geographical sciences.

The key periods of the development of geo-urban studies in Russia are associated with the activities of outstanding scientists from the 19th century to the present day: K. I. Arsenyev, V. P. Semenov-Tyan-Shansky, N. N. Baransky, R. M. Kabo, G. M. Lappo, E. N. Perchik et al. Educational geo-urban studies as a new direction of geo-urban studies, which is part of socio-economic geography, covers the problems of the territorial organization of the education system in cities, the impact of education on the urban environment, the use of elements of the urban environment for the development and improvement of education. This field occupies a special place in the system of geographical sciences and is closely related to recreational geography. The main research approaches and methods in educational geo-urban studies are territorial (spatial), complex, problematic, constructive and predictive approaches; methods are comparative geographical, zoning, cartographic, expeditionary, modeling, geoinformation. Thus, educational geo-urban studies is a synthesis of geographical science and educational technologies. It contributes to the formation of an understanding of complex interrelationships in the urban environment, as well as develops the skills necessary to solve urgent urban problems, and helps strengthen the local history component in education.

Keywords: educational geourbanistics, geographical education, socio-economic geography, local history, the role of Moscow City University

Acknowledgements: the article was prepared within the framework of the state assignment of the Department of Education and Science of the City of Moscow for 2025 on the topic: “Educational geo-urban studies as a direction for the development of socio-economic and recreational geography in the context of the transformation of the national education system”.

Введение

Потребность в выделении особого направления — образовательной геурбанистики в социально-экономической и рекреационной географии связана с возросшей ролью образования как важнейшей составляющей условий жизни населения и значимого фактора экономического развития городов. Это наиболее характерно для мегаполисов и столичных центров, ставших одновременно и известными столицами образования, а также накопивших за длительную историю своего развития множество разнообразных ресурсов, которые используются или могут быть использованы в образовательной деятельности.

Не менее важным стимулом развития образовательной геурбанистики, как и геурбанистики в целом, стало всевозрастающее внимание к всестороннему изучению городов как опорных центров пространственного развития страны. Система «опорных населенных пунктов, которые формируют системы расселения, инфраструктуры и экономики Российской Федерации и обеспечивают развитие прилегающих к ним территорий», названа первым из приоритетов

Стратегии пространственного развития России¹. И, конечно, важнейшими в перечне этих населенных пунктов являются города — ядра агломераций, крупнейшим из которых в нашей стране является Москва.

Материалы и методы исследования

Чтобы лучше понять сущность и место образовательной геоурбанистики в системе географических наук, целесообразно обратиться к истокам геоурбанистики, которую часто называют географией городов, реже — географическим градоведением [13].

Основы геоурбанистики в нашей стране начали зарождаться еще в XVIII в., когда города не изучались как отдельные объекты, а включались в состав комплексных географических исследований. Первым опытом такого исследования была работа видного государственного деятеля, российского географа и картографа XVIII в. И. К. Кирилова «Цветущее состояние Всероссийского государства, в каковое начал, привел и оставил неизреченными трудами Петр Великий», подготовленная в 1727 г. в виде двух книг, но изданная лишь в 1831 г. историком М. Погодиным.

Однако основная заслуга в возникновении географии городов как особого вида комплексных географических исследований принадлежит К. И. Арсеньеву, по праву считающемуся первым отечественным профессиональным экономико-географом России. Фундаментальный труд К. И. Арсеньева «Гидрографическо статистическое обозрение городов Российской империи с показанием всех перемен, происшедших в составе и числе оных в течение двух веков от начала XVII столетия и доныне» (1832–1834 гг.), положил начало комплексному и систематическому изучению российских городов².

Географическое изучение городов стало с тех пор развиваться по нарастающей. Увеличивалось количество научных трудов, прославивших их авторов как классиков геоурбанистики: В. П. Семенов-Тянь-Шанский (1827–1914); Р. М. Кабо (1886–1957), Н. Н. Баранский (1881–1963); Ю. Г. Саушкин (1911–1982); Г. М. Лаппо (1923–2020); Е. Н. Перцик (1931–2020) и др. Особенно активно исследования велись в XX в.

¹ Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года: распоряжение Правительства РФ от 13.02.2019 № 207-п. URL: https://www.economy.gov.ru/material/file/3b8e3a39329ce7949978d271195fdb6d/strategiya_prostranstvennogo_razvitiya_rf_na_period_do_2030_goda_s_prognozom_do_2036_goda.pdf (дата обращения: 08.05.2025).

² Арсеньев К. И. Гидрографическо-статистическое описание городов Российской империи с показанием всех перемен, происшедших в составе и числе оных в течение двух веков от начала XVII столетия и доныне // Журнал Министерства внутренних дел. СПб., 1832. Ч. VI, № 2. С. 9–30; Там же. № 3. С. 5–28; Там же. № 4. С. 1–25; Там же. № 5. С. 1–27; Там же. Ч. VII, № 7. С. 1–48; Там же. № 9. С. 1–40; Там же. 1834. Ч. XII, № 4. С. 1–43; Там же. № 5. С. 129–190.

Геоурбанистика как научное направление социально-экономической географии сформировалось в XIX–XX вв., пройдя в своем развитии несколько ключевых этапов (периодов) (табл. 1) [11].

Таблица 1

**Характеристика исторических периодов развития
отечественной геоурбанистики [11]**

Периоды, годы	Основная характеристика периода	Ведущие исследователи
Первый период (XIX в.)	Формирование географии городов в рамках социально-экономической географии, выявление пространственных особенностей размещения городов	К. И. Арсеньев, П. Крюков
Второй период (1900–1930-е гг.)	Определение базовых концепций развития городского пространства; изучение территориальной структуры городов России; исследование промышленной специализации; определение транспортной доступности городской среды; город как историко-культурное и социальное пространство	В. П. Семенов-Тянь-Шанский, М. Г. Диканский, П. М. Греве, Н. П. Анциферов и др.
Третий период (1940–1950-е гг.)	Создание отечественной научной школы географии городов. Развитие классификаций городов, выявление их основных функций, районирование территории, исследования каркаса расселения, определение типов планировочной структуры городского пространства	Н. Н. Баранский, О. А. Константинов, Ю. Г. Саушкин. Р. М. Кабо, Л. Е. Пофа, П. М. Маергойз и др.
Четвертый период (1960–1980-е гг.)	Значительное увеличение урбанистических исследований в науке; дальнейшее изучение структуры расселения, пространственной организации городов и крупных агломераций, особенностей их планировочной и транспортной систем, анализ процессов урбанизации в различных городах мира	Г. М. Лаппо, Е. Н. Перцик, Б. С. Хорев, В. Л. Глазычев, В. Г. Давидович, В. В. Покшишевский и др.

Исследования в области геоурбанистики не утратили актуальности и в XXI в.: труды классиков этого направления вдохновляют современных ученых на дальнейшее изучение городской среды, рассматриваются традиционные и новые аспекты геоурбанистики. Успеху таких исследований во многом способствуют наличие открытых городских баз данных и применение геоинформационных методов их анализа. Результаты исследований обсуждаются широкой научной общественностью на научно-практических конференциях разных уровней. Издаются (и переиздаются) труды известных ученых, выпускаются учебники для вузов, сборники материалов конференций.

Геоурбанистика занимает особое место в системе общественно-географических дисциплин и традиционно считается разделом географии населения. Однако в связи с тем, что предмет исследования геоурбанистики значительно шире, существует и иная точка зрения о ее месте в системе общественно-географических наук, согласно которой геоурбанистике уделяется более значительная роль и она выделяется в самостоятельную дисциплину. Именно этой точки зрения мы будем придерживаться в данной работе.

Согласно представлениям отечественного географа С. А. Тархова, геоурбанистика по значимости стоит на втором месте после страноведения и регионоведения, перед географией населения, социальной географией, географией культуры, исторической и политической географией, географией хозяйства, географией природопользования, географией туризма, которая изучает территориальные рекреационные системы [16].

Такое положение геоурбанистики в системе общественно-географических дисциплин более соответствует ее содержанию, которое, как и страноведение и регионоведение, охватывает весь комплекс географических сведений о городах, включая внутреннюю микрогеографию городских пространств, а также анализ особенностей размещения отдельных городов. В этой связи структура страноведческой и регионоведческой характеристик вполне применима к городам, изучаемым геоурбанистикой.

Это еще более оправданно, когда речь идет о крупнейших городах, в частности о Москве, которая по размеру своей территории (2 561 км²) и численности населения (13,3 млн человек) превосходит около двух десятков зарубежных стран (Сингапур, Андорра, Гренада, Лихтенштейн, Сан-Марино, Монако и др.), а по численности населения — все отдельно взятые субъекты Российской Федерации. К тому же пространственная структура Москвы за почти девять веков ее существования столь усложнилась и наполнилась таким количеством элементов не только внутригородского, но и общероссийского, и даже межгосударственного значения, что делает уместным применение к исследованию нашего города методов страноведческого и уж точно регионоведческого анализа.

И, подобно различным типам страноведения, которое в зависимости от объекта, предмета и цели изучения может подразделяться на научное, учебное, географическое, геоинформационное, туристское, лингвострановедение и т. п., в геоурбанистике также можно выделить различные типы или направления.

Приведем в качестве примеров следующие работы: работа Г. М. Лаппо по литературной геоурбанистике (1997) [9]; работа С. Н. Оводова по военной геоурбанистике (2006) [14]. Есть также близкие по сюжету работы, посвященные урбанистике в целом: работы В. П. Соломина (2014) [15] и Т. В. Шоломовой по философской урбанистике (2019) [19]; работа И. М. Лисовец по культурологической урбанистике (2014); работа О. С. Глозмана по подземной

урбанистике (2016) [5]; работа Е. Ю. Леонтьевой по сенсорной урбанистике (2023) [10]; работа О. А. Гамаюнова по экологической урбанистике (2024) [4]. В этом ряду отметим некоторое преобладание работ по образовательной урбанистике, среди которых можно назвать следующие: работы А. Н. Шевелева по образовательной урбанистике (2015) и историко-образовательной урбанистике (2022) [18]; работы М. В. Буланова, А. Н. Россинской, Е. А. Асоновой (2021) [3]; В. А. Гончаровой (2022) [6]; Е. Ю. Игнатьевой и др. (2022) [7]; М. А. Федоровой (2023) [17]; Л. П. Илларионовой (2024); С. Н. Горычевой и др. (2025); и др.

Результаты исследования

В последние годы наметился довольно устойчивый интерес к образовательной урбанистике. Здесь уместно отметить различия между двумя связанными между собой, но в то же время существенно различающимися направлениями: урбанистика и геоурбанистика. Эти направления (и термины, их определяющие) различаются по ряду аспектов, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2

Сущностные различия урбанистики и геоурбанистики, трактовка образовательной составляющей

№	Параметры сравнения	Урбанистика	Геоурбанистика
1	Место в системе наук (согласно номенклатуре научных специальностей ВАК. Отрасль науки, по которой присуждается ученая степень)	Нет единой трактовки. Собираательный термин, обозначающий исследования городского развития. Интенсивно развивающаяся междисциплинарная область знаний, изучающая процессы урбанизации. Наука о городской среде, развивается на стыке архитектуры, социологии, экономики, географии, экологии и государственного управления. (Градостроительство. Архитектура)	Отрасль социально-экономической географии, развивающаяся на стыке с урбанистикой (Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география. Географические науки)
2	Предмет изучения	Городская среда в аспекте выявления проблем и разработки предложений по повышению комфортности и обеспечению высокого качества жизни горожан (городское планирование)	Городские поселения, их сети и системы, процессы урбанизации; классификация и типология городов, глобальные (мировые) города, модели урбанизированных систем; пространственное развитие городов

№	Параметры сравнения	Урбанистика	Геоурбанистика
3	Трактовка образовательной составляющей	Образовательная урбанистика — изучение городской среды в образовательных целях, выявление образовательного потенциала города и разработка методики работы педагога в городе	Образовательная геоурбанистика — направление геоурбанистики, охватывающее проблемы: территориальной организации системы образования в городах, влияния образования на городскую среду; использования элементов городской среды для развития и совершенствования образования

Геоурбанистика (география городов, географическое градоведение) — раздел социально-экономической географии, изучающий городские поселения, их сети и системы, а также процессы урбанизации. Охватывает широкий круг вопросов, включая сущность и проблемы урбанизации, формы городского расселения (городские агломерации, мегалополисы и др.); классификацию и типологию городов, глобальные (мировые) города, модели урбанизированных систем; пространственное развитие городов; управление процессами урбанизации и др.

Ранее уже было сказано, что геоурбанистика может как охватывать весь комплекс перечисленных аспектов, так и концентрироваться на отдельных проблемах и тогда это направление может иметь свое специфическое название (литературная геоурбанистика, экологическая геоурбанистика и т. п.)

В современных условиях пристальное внимание уделяется исследованию условий жизни населения, одним из индикаторов которых является доступность и качество образования. В связи с этим в данной работе геоурбанистика рассмотрена не в целом, а с точки зрения развития образования как важнейшей части социального комплекса Москвы. Мы будем называть это направление образовательной геоурбанистикой и дадим ему следующее определение: образовательная геоурбанистика — направление геоурбанистики, охватывающее проблемы: территориальной организации системы образования в городах; влияния образования на городскую среду; использования элементов городской среды для развития и совершенствования образования. Место образовательной геоурбанистики в системе географических наук представлено на рисунке 1.

К этому следует добавить, что образовательная геоурбанистика взаимосвязана со всем комплексом географических наук, и отметить особую важность ее взаимосвязей с рекреационной географией, а точнее, с географией туризма. Образовательный туризм и образовательная геоурбанистика в своем развитии опираются на очень близкую ресурсную базу, зачастую — на аналогичное методическое обеспечение. Это позволяет заключить, что образовательная

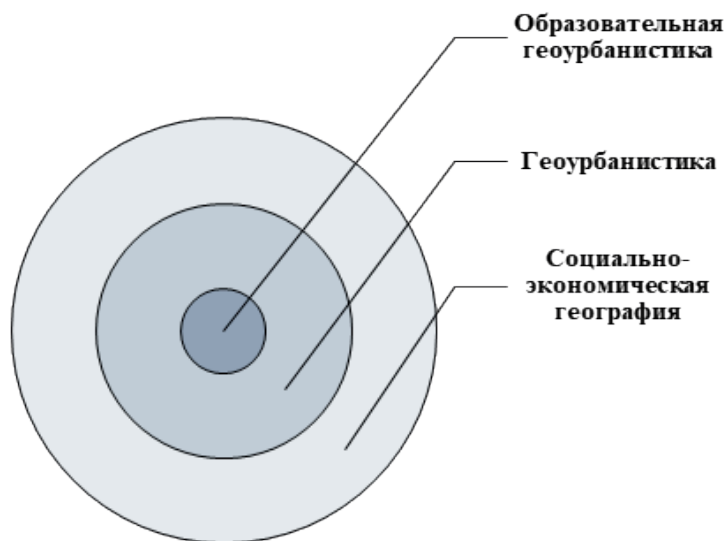


Рис. 1. Образовательная геоурбанистика в системе географических наук

геоурбанистика может рассматриваться как своеобразное направление рекреационной географии в городской среде.

Подходы и методы исследования в образовательной геоурбанистике

Для образовательной геоурбанистики характерно использование широкого круга подходов и методов исследования. Одним из самых важных при изучении городских систем выступает *территориальный (пространственный) подход*. Территориальность — одно из важнейших свойств в географии. Она определяет пространственные отношения между различными объектами, регулирует их размещение и служит механизмом, лимитирующим их численность. Город выступает как центр расселения населения, концентрируя в себе разнообразные объекты и виды деятельности на ограниченной территории. *Исторический подход* помогает объяснить развитие территории. Без него нельзя перейти от функции описания явлений к функции объяснения.

Говоря об *экологическом подходе*, важно отметить, что географическое мышление учитывает связь социально-экономических объектов с географической средой. В настоящее время экологический императив очевиден. Для образовательной геоурбанистики важной задачей является выявление взаимосвязей природной среды с особенностями хозяйства, расселения, образа жизни.

Важное значение для целей географического изучения городов приобретает *типологический подход*. С помощью него в каждом городе выявляются

наиболее существенные и общие признаки, по которым они распределяются по типологическим группам.

Поскольку город представляет собой высокоантропогенизированную среду, вписанную в природное пространство, применение *комплексного подхода* позволяет учитывать взаимосвязи между природными и социально-экономическими системами, что способствует более глубокому анализу географических явлений. Логическим развитием комплексного подхода стал *системный подход*. Это связано с тем, что город уже изначально является системой и проявляется это в двух аспектах: 1) взаимоотношения между населением и различными объектами внутри города (внутренняя среда); 2) взаимодействие жителей города с внешним социумом (внешняя среда). Кроме того, город обладает еще одним важным свойством, присущим системам, — эмерджентностью, то есть несводимостью свойств системы к сумме свойств отдельных элементов.

Сущность *проблемного подхода* заключается в акценте на изучении и решении актуальных проблем, которые возникают в результате взаимодействия человека и окружающей среды. Этот подход позволяет глубже понять сложные процессы, происходящие в пространстве, и выявить причины и следствия различных явлений.

Важным аспектом *конструктивного подхода* применительно к образовательной геоурбанистике является процесс рефлексии, когда исследователи анализируют свои результаты и методы, что способствует постоянному улучшению и развитию научного знания. В свою очередь, это позволяет географам быть более гибкими в своих исследованиях и находить новые решения для возникающих проблем урбанизированных территорий. Применение *прогнозного подхода* в образовательной геоурбанистике необходимо для понимания и предсказания будущих изменений в городских системах.

Если подход — это общее направление или философия, которая определяет, как исследуется или рассматривается определенная проблема, то метод — это конкретный способ или техника, используемая для достижения определенной цели или решения задачи. Методы условно можно разделить на эмпирические (методы наблюдения) и теоретические (методы обобщения).

К эмпирическим методам следует отнести классический *экспедиционный (полевой) метод*, который применяется со времени зарождения географии и является первоисточником всех географических знаний. В частности, при реализации полевого метода могут проводиться наблюдения за поведением людей в городском пространстве, а также участие в жизни местного сообщества (например, при проведении этногеографических исследований). В городских условиях также могут проводиться экспериментальные исследования, направленные на изучение влияния различных факторов на поведение людей и функционирование городской инфраструктуры (транспорта, общественных пространств, предприятий и т. д.). Опросы, анкетирование и глубинные

интервью позволяют осуществлять сбор данных о мнениях, предпочтениях и поведении жителей городов, принадлежащих разным демографическим и социальным группам.

Говоря о теоретических методах или методах обобщения, стоит начать со *сравнительно-географического метода*. Особая ценность сравнительно-географического метода заключается в том, что он помогает лучше дифференцировать многообразие географических типов человеческой деятельности в городской среде.

В качестве наиболее эффективного метода характеристики разнообразных свойств территории в образовательной геоурбанистике выступает *метод районирования* — выделение участков земной поверхности, которые по своим свойствам отличаются от окружающих территорий. Поскольку городское пространство по своей сути является гетерогенным, важным аспектом городской географии становятся так называемые вернакулярные районы. Эти районы могут не совпадать с официальными границами и часто имеют свои уникальные названия и характеристики, основанные на культурных и социальных аспектах. Такие районы могут быть названы по близости к известным учреждениям, например район Пединститута или район школы № 1502. А такие названия, как Немецкая слобода или Черемушки, могут указывать на исторические корни и культурное наследие. Исследование вернакулярных районов помогает лучше понять, как люди воспринимают и взаимодействуют с окружающим пространством [8]. А их образовательный потенциал может быть реализован в краеведческих курсах.

В свою очередь, *картографический метод* основывается на географической привязке информации, что позволяет учитывать пространственные отношения и распределение объектов. С помощью картографического метода можно проводить анализ пространственных закономерностей, выявлять тенденции и зависимости, которые при обычном анализе (без пространственной привязки) не наблюдаются.

Довольно разнообразна группа количественных методов. Наиболее часто используемыми являются статистические методы. К ним можно отнести *метод временных рядов*, используемый для анализа данных, собранных в последовательности во времени; *метод ранжирования*, используемый для анализа данных, который основывается на упорядочивании значений и присвоении им рангов; *частотный анализ*, используемый для изучения распределения и частоты появления различных значений или категорий в наборе данных; *метод баллов*, который подразумевает цифровую оценку географических объектов и процессов; *корреляционный анализ*, используемый для изучения и количественной оценки взаимосвязи между двумя или более переменными; *регрессионный анализ*, сущность которого заключается в определении того, как изменения в независимых переменных влияют на зависимую переменную; *факторный анализ*, позволяющий исследовать, как различные переменные

связаны друг с другом и какие латентные (скрытые) факторы могут объяснять наблюдаемые данные; *кластерный анализ* — метод, представляющий собой процесс группировки набора объектов (наблюдений) в несколько кластеров на основе максимального сходства объектов.

Метод моделирования облегчает исследование, делает его менее трудоемким и более наглядным. Кроме того, он дает ключ к познанию таких объектов, которые не поддаются непосредственному измерению. В сфере образовательной геоурбанистики может применяться моделирование сетей и систем населенных пунктов, систем городов, да и самих городов и агломераций, которые также рассматриваются как сложные системы. Также стоит выделить математико-картографическое моделирование, под которым понимается синтез математических и картографических моделей для целей конструирования или анализа тематического содержания карт.

Аэрокосмические (дистанционные) методы позволяют получать данные с большой площади, обеспечивая высокую точность и детализацию. Они также позволяют проводить исследования в труднодоступных или опасных местах, где традиционные методы могут быть неэффективными или небезопасными. Обработка данных, полученных при помощи аэрокосмических методов, как правило, осуществляется при помощи *геоинформационных методов*. Они, в свою очередь, позволяют интегрировать географическую информацию с другими типами данных, что делает их мощным инструментом для решения различных задач. Это во многом принципиально новые методы исследований, связанные с развитием кибернетики, электронно-вычислительной техники и обусловившие «количественную революцию» не только в технических, но и в естественных и гуманитарных науках. Важно отметить, что при помощи геоинформационного программного обеспечения, такого как QGIS и GeoDa, оптимизируется не только процесс анализа, но и процесс картографирования, упрощается макетирование картографической семиотики.

Методы исследований в образовательной геоурбанистике разнообразны и могут быть адаптированы в зависимости от конкретных целей и задач исследования. Комбинирование различных методов позволяет получить более полное и глубокое понимание сложных взаимодействий между географическими и урбанистическими процессами.

Структура образовательной геоурбанистики

Образовательная геоурбанистика решает несколько задач, каждая из которых занимает свое особое место в структуре данного направления (рис. 2).

Каждое из перечисленных направлений исследования способствует совершенствованию географического образования и усилению его краеведческой (москвоведческой) составляющей.



Рис. 2. Структура (направления исследований) образовательной геоурбанистики

Территориальная организация системы образования Москвы

Территориальная организация — важнейшее понятие в социально-экономической географии [1]. Под территориальной организацией системы образования понимается определенная пространственная упорядоченность функционирующих территориальных структур (сети учебных заведений различного типа) за счет объективных процессов организации (самоорганизации и административного управления). Ее географическое изучение предусматривает пространственный анализ сети образовательных учреждений разных уровней и профилей: детских садов, школ, колледжей, вузов, образовательных центров, учреждений системы дополнительного образования и др. Этот анализ включает в себя выявление факторов и региональных особенностей развития системы образования, оценку состояния системы образования в целом и на уровне отдельных округов, потребности населения в образовании, а также демографические ресурсы округов Москвы, которые должны учитываться при планировании развития столичного образования и использовании элементов городской среды для развития и совершенствования образования.

Влияние образования на городскую среду

Образование оказывает значительное и многогранное влияние на пространственное развитие городской среды. В данном процессе особенно значительна роль высших учебных заведений³. Развитие системы высшего образования способствует повышению квалификации рабочей силы, что положительно

³ Оценка вклада региональных систем высшего образования в социально-экономическое развитие регионов России / О. В. Лешуков, Д. Г. Евсеева, А. Д. Громов, Д. П. Платонова // Современная аналитика образования. 2017. № 3 (11). 30 с. URL: <https://ioe.hse.ru/pubs/share/direct/408112764.pdf> (дата обращения: 08.05.2025).

сказывается на привлечении инвестиций и способствует региональному развитию. Мультипликативный эффект от данного процесса приводит к тому, что городские районы с высоким уровнем образования часто имеют более низкий уровень безработицы, более высокие доходы и, как следствие, снижается уровень различных правонарушений, делая городскую среду более безопасной. В свою очередь, это делает город более привлекательным для жителей и туристов. Образовательные учреждения служат местами для взаимодействия различных социальных групп, что положительно сказывается на социальной интеграции. Кроме того, образование влияет на градостроительные решения, так как образовательные учреждения требуют определенной инфраструктуры (например, транспорт, жилье, общественные пространства), что может изменить облик города.

Образовательные ресурсы города

Город представляет собой уникальное пространство, наполненное объектами и явлениями, которые могут рассматриваться в качестве образовательных ресурсов (табл. 1). Важно отметить, что городской объект или явление становится образовательным, если горожанин наделяет его образовательной ценностью, используя для своих формальных, неформальных и информальных образовательных практик. Образовательная ресурсность определяется не только особенностями самого объекта, но и особенностями человека, его использующего [3]. В таблице 3 представлена классификация образовательных ресурсов города.

Таблица 3

Классификация образовательных ресурсов города

Категория	Вид
Объекты	
Образование и наука	Вузы, ссузы, школы, учреждения дополнительного образования, НИИ, НИЦ, библиотеки
Культура	Театры, музеи, галереи, культурные центры
Промышленность и сфера услуг	Заводы, фабрики, органы государственного и муниципального управления
Городские пространства	Парки, скверы, улицы, площади, транспортная инфраструктура
Явления и процессы	
События	Праздники, фестивали, ярмарки
Инициативы и проекты	Социальные, экономические, экологические, культурные

Прежде всего, стоит отметить непосредственно образовательные учреждения, научные институты и центры, которые могут организовывать открытые лекции, семинары и просветительские мероприятия. Значительная роль

в организации подобных событий отводится вузам. Библиотеки также часто проводят образовательные мероприятия и выставки. Кроме того, в них можно получить доступ к книгам, научным статьям и другим информационным ресурсам. Спортивные сооружения, расположенные в черте города, могут быть использованы для развития физических навыков и укрепления здоровья через спортивные мероприятия и тренировки.

Музеи, галереи, театры и культурные центры предлагают экспозиции и программы, способствующие изучению истории, науки, искусства и культуры. К этой же категории можно отнести памятники, являющиеся объектами исторического и культурного наследия [2].

Особое место среди образовательных ресурсов занимают многочисленные предприятия промышленности и сферы услуг. Экскурсии на такие объекты позволяют глубже изучить специфику функционирования отдельных отраслей экономики, на конкретных примерах пронаблюдать влияние факторов размещения предприятий и ознакомиться с технологическими процессами. Многие из таких предприятий являются градообразующими или градообслуживающими. Кроме того, возможность посещения подобных объектов положительно сказывается на развитии индустриального туризма.

Не последнее место занимает и сама территория города, представленная сетью улиц, площадей, скверов, парков и прочих открытых пространств. Топонимия города обладает значительным образовательным потенциалом, который может использоваться для реализации краеведческих курсов, а парки и природные зоны — для проведения натурных наблюдений в рамках реализации курсов естественно-научной направленности. Изучение транспортных систем в целом и общественного транспорта в частности позволяет глубже понять особенности его пространственной организации и специфику влияния на городскую жизнь.

Кроме объектов, городская среда, как правило, насыщена различными явлениями и процессами. К таковым можно отнести различные события (сезонные ярмарки, праздники, фестивали и т. д.), инициативы и проекты (культурные, социальные, экологические, экономические и т. д.). Использование этих явлений и процессов в образовательных целях может способствовать лучшему пониманию специфики города как системы значительно обогатить учебный процесс, сделать его более практическим и интерактивным, а также способствовать развитию критического мышления и социальной активности (например, в формате волонтерской деятельности).

Методы использования в образовании городских ресурсов

Использование городских ресурсов в образовании может быть реализовано через различные методы и подходы. В целом они корреспондируются с конвенциональными методами научного исследования.

Прежде всего стоит отметить полевой метод, который может быть реализован посредством образовательных экскурсий и практик. В ходе полевых

исследований осуществляется изучение типов использования территории: селитебного, рекреационного, промышленного, инфраструктурного и т. д. Особое внимание уделяется особенностям территориального управления, поскольку города являются узловыми элементами опорного каркаса территории, а многие из них являются также центрами принятия решений. Оценивается работа транспортных и других коммуникаций. Выявляются особенности и проблемы социально-экономического развития, а также влияние на эти особенности пространственного фактора. В ходе полевых исследований может осуществляться отработка умений проведения социальных опросов и интервью.

Кроме полевого метода, довольно многогранны возможности использования различных методов обобщения. В эпоху цифровизации практически отсутствует проблема доступа к первичным данным. Данные могут быть подвергнуты обучающимися статистическому анализу для выявления закономерностей и тенденций развития различных подсистем и отдельных компонентов городской среды. Особая роль в данном процессе отводится геоинформационным методам исследования, которые широко используются для анализа городских данных и визуализации информации о городской среде, в том числе посредством тематического картографирования. При помощи картографических методов обучающиеся имеют возможность выявлять пространственные особенности развития городской среды. В дальнейшем различия территориальной организации объектов, процессов и явлений могут быть сопоставлены при помощи сравнительно-географического метода. В образовательной деятельности это может найти отражение в проектной деятельности, связанной с городскими проблемами, такими как экология, транспорт, социально-экономическое развитие, или в краеведческой деятельности. Привлечение студентов к разработке решений для реальных городских задач позволяет более комплексно подойти к изучению проблем урбанизации, что особенно важно в контексте развития экологической, экономической, политической и географической культуры [12].

Городские ресурсы в синтезе с технологиями виртуальной и дополненной реальности могут быть также использованы для создания виртуальных экскурсий и интерактивных образовательных программ.

Довольно сложно переоценить важность перечисленных выше подходов и методов в образовательной деятельности. Однако необходимо отметить, что их реализация становится возможной при условии разработки или совершенствования учебных планов, которые включают изучение городской среды в контексте различных предметов. Более того, объединение различных дисциплин (например, географии, экологии, экономики, социологии и т. д.) позволит более комплексно подойти к изучению городских проблем.

Важным условием достижения эффективности использования городских ресурсов в образовательной деятельности является установление партнерских отношений с местными организациями (образовательными, культурными и пр.), которые, с одной стороны, могут облегчить доступ к соответствующим

ресурсам в образовательных и исследовательских целях, что может быть применено для реализации образовательных проектов для горожан. С другой стороны, они могут обеспечить возможность прохождения учебных стажировок и практик для студентов.

Заключение

Подводя итог, разумно отметить, что образовательная геоурбанистика представляет собой синтез географической науки и образовательных технологий. Она способствует формированию у обучающихся понимания сложных взаимосвязей в городской среде, а также развивает навыки, необходимые для решения актуальных городских проблем, способствует усилению краеведческого компонента в образовании. Образовательная геоурбанистика также помогает подготовить специалистов, имеющих конкурентные преимущества на рынке труда в условиях быстро меняющихся социально-экономических и образовательных парадигм.

Москва, как известно, занимает лидирующие позиции в стране во многих сферах, в том числе и в сфере образования. Наличие в Москве городского вуза — Московского городского педагогического университета (МГПУ), за 30-летний период превратившегося в известный научно-образовательный центр, способствует развитию исследований городской среды, в том числе и в области геоурбанистики с акцентом на образование.

Список источников

1. Бакланов П. Я. Территориальная организация и пространственное развитие: соотношение понятий и процессов // Геосистемы восточных районов России: особенности их структур и пространственного развития: сборник научных статей. Владивосток: Дальнаука, 2019. С. 10–16. <https://doi.org/10.35735/tig.2019.32.61.001>. EDN: IVYUTO.
2. Быховская И. М. Прикладной вектор культурологии: искомое и сущее // Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств. 2011. № 14. С. 21–40. EDN: NQSWAZ.
3. Буланов М. В., Россинская А. Н., Асонова Е. А. Образовательная урбанистика: опыт описания ключевых понятий // Научно-педагогическое обозрение. 2021. № 6 (40). С. 236–245. <https://doi.org/10.23951/2307-6127-2021-6-236-245>. EDN: PIPRLY.
4. Гамаюнов О. А. Экологическая урбанистика - инновационный подход к планированию городской среды // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2024. № 4. С. 45–51. EDN: CMANIR.
5. Глозман О. С. Тенденции подземной урбанизации // Academia. Архитектура и строительство. 2017. № 2. С. 79–83. EDN: YRGKRF.
6. Гончарова В. А. Содержание профессиональной подготовки учителей английского языка с позиции образовательной урбанистики // Alma Mater (Вестник высшей школы). 2022. № 1. С. 73–80. <https://doi.org/10.20339/AM.01-22.073>. EDN: DZXHOI.

7. Игнатьева Е. Ю., Горычева С. Н., Звяглова М. В. Образовательная урбанистика в контексте дидактики // Перспективы науки и образования. 2022. № 4 (58). С. 42–57. <https://doi.org/10.32744/pse.2022.4.3>. EDN: HRHLWW.
8. Калущков В. Н. О типах районов в культурной географии // Культурная и гуманитарная география. 2013. Т. 2. № 1. С. 3–9. EDN: PXBAYB.
9. Лаппо Г. М. Литературная геоурбанистика // Экономическая и социальная география на пороге XXI века. Смоленск: Смоленский гуманитарный университет, 1997. С. 97–109. EDN: VNYEGO.
10. Леонтьева Е. Ю. Сенсорная урбанистика: введение в предметное поле // Социология города. 2023. № 3. С. 71–84. https://doi.org/10.35211/19943520_2023_3_71. EDN: CSDMBM.
11. Меринова Ю. Ю., Кузьменко Д. Р. История развития отечественной геоурбанистики в XIX–XX веках // Успехи современного естествознания. 2023. № 9. С. 48–53. <https://doi.org/10.17513/use.38102>. EDN: TXGUEB.
12. Налобина А. Н. Экологическое благополучие в контексте устойчивого развития Москвы: обзор научных публикаций в журнале «Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки» // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2024. № 4 (56). С. 10–17. <https://doi.org/10.24412/2076-9091-2024-456-10-17>. EDN: WMCJEK.
13. Обедков А. П. Отечественная научная школа географического градоведения: лидеры и направления научных исследований // Историческая демография. 2020. № 1 (25). С. 59–80. <https://doi.org/10.19110/2304-5922-2020-1-59-80>. EDN: MAZBTG.
14. Олесик Н. С. Военная геоурбанистика и военная география // Военная мысль. 2006. № 4. С. 38–47. EDN: HTPTXL.
15. Соломин В. П., Летягин Л. Н., Игнатьев Д. Ю. Образовательный универсум города: педагогические аспекты философской урбанистики // Нижегородское образование. 2014. № 2. С. 124–129. EDN: SIUTAT.
16. Тархов С. А. Социально-экономическая география: ее сущность, предмет изучения и методы // Региональные исследования. 2013. № 3 (41). С. 9–13. EDN: RNFLIF.
17. Федорова М. А., Чурилова И. Н., Винникова Т. А. Подготовка студентов-переводчиков с позиций образовательной урбанистики // Ярославский педагогический вестник. 2023. № 1 (130). С. 66–74. https://doi.org/10.20323/1813_145X_2023_1_130_66_74. EDN: OOWCWM.
18. Шевелев А. Н. Методологические подходы современной образовательной урбанистики // Непрерывное образование. 2015. № 3 (13). С. 75–89. EDN: VXUHRB.
19. Шоломова Т. В. Философская урбанистика и педагогическое петербурговедение в контексте университетского образования // Идеи и идеалы. 2019. Т. 11. № 4-1. С. 205–216. <https://doi.org/10.17212/2075-0862-2019-11.4.1-205-216>. EDN: MWGQJF.

References

1. Baklanov P. Ya. Territorial organization and spatial development: the relationship between concepts and processes. In: Geosystems of the eastern regions of Russia: features of their structures and spatial development. Vladivostok: Dalnauka Publishing House. 2019:10–16. EDN: IVYUTO. (In Russ.).
2. Bykhovskaya I. M. Applied vector of cultural studies: the sought and the existing. Bulletin of the Kemerovo State University of Culture and Arts. 2011;(14):21–40. EDN: NQSWAZ. (In Russ.).

3. Bulanov M. V., Rossinskaya A. N., Asonova E. A. Educational Urbanism: An Experience of Describing Key Concepts. *Scientific and Pedagogical Review*. 2021;(6):236–245. <https://doi.org/10.23951/2307-6127-2021-6-236-245>. EDN: PIPRLY. (In Russ.).
4. Gamayunov O. A. Ecological Urbanism: An Innovative Approach to Urban Planning. *Bulletin of the Kerch State Marine Technological University*. 2024;(4):45–51. EDN: CMANIR. (In Russ.).
5. Glizman O. S. Underground Urbanization Trends. *Academia. Architecture and Construction*. 2017;(2):79–83. EDN: YRGKRF. (In Russ.).
6. Goncharova V. A. Contents of Professional Training of English Language Teachers from the Perspective of Educational Urbanism. *Alma Mater (Higher School Bulletin)*. 2022;(1):73–80. <https://doi.org/10.20339/AM.01-22.073>. EDN: DZXHOI. (In Russ.).
7. Ignatieva E. Yu., Gorycheva S. N., Zvyaglova M. V. Educational urbanism in the context of didactics. *Perspectives of science and education*. 2022;(4):42–57. <https://doi.org/10.32744/pse.2022.4.3>. EDN: HRHLWW. (In Russ.).
8. Kalutskov V. N. On the Types of Districts in Cultural Geography. *Cultural and Humanitarian Geography*. 2013;2(1):3–9. EDN: PXBAYB. (In Russ.).
9. Lappo G. M. Literary Geourbanistics. *Economic and Social Geography on the Threshold of the 21st Century*. Smolensk: Smolensk Humanitarian University; 1997:97–109. EDN: VNYEGO. (In Russ.).
10. Leontyeva E. Yu. Sensory Urbanism: Introduction to the Subject Field. *Sociology of the City*. 2023;(3):71–84. https://doi.org/10.35211/19943520_2023_3_71. EDN: CSDMBM. (In Russ.).
11. Merinova Yu. Yu., Kuzmenko D. R. History of the Development of Domestic Geourbanistics in the 19th – 20th Centuries. *Advances in Modern Natural Science*. 2023;(9):48–53. <https://doi.org/10.17513/use.38102>. EDN: TXGUEB. (In Russ.).
12. Nalobina A. N. Environmental well-being in the context of Moscow's sustainable development: review of scientific publications in the journal of "MCU Journal of Natural Sciences". *MCU Journal of Natural Sciences*. 2024;(4):10–17. <https://doi.org/10.24412/2076-9091-2024-456-10-17>. EDN: WMCJEK.
13. Obedkov A. P. Domestic Scientific School of Geographical Urban Studies: Leaders and Directions of Scientific Research. *Historical Demography*. 2020;(1):59–80. <https://doi.org/10.19110/2304-5922-2020-1-59-80>. EDN: MAZBTG. (In Russ.).
14. Olesik N. S. Military Geourbanistics and Military Geography. *Military Thought*. 2006;(4):38–47. EDN: HTPTXL. (In Russ.).
15. Solomin V. P., Letyagin L. N., Ignatiev D. Yu. Educational Universe of the City: Pedagogical Aspects of Philosophical Urban Studies. *Nizhny Novgorod Education*. 2014;(2):124–129. EDN: SIUTAT. (In Russ.).
16. Tarkhov S. A. Socio-Economic Geography: Its Essence, Subject of Study, and Methods. *Regional Studies*. 2013;(3):9–13. EDN: RNFLIF. (In Russ.).
17. Fedorova M. A., Churilova I. N., Vinnikova T. A. Training of student translators from the standpoint of educational urban studies. *Yaroslavl Pedagogical Bulletin*. 2023;(1):66–74. https://doi.org/10.20323/1813_145X_2023_1_130_66_74. EDN: OOWCWM. (In Russ.).
18. Shevelev A. N. Methodological approaches to modern educational urban studies. *Continuous education*. 2015;(3):75–89. EDN: VXUHRB. (In Russ.).
19. Sholomova T. V. Philosophical urban studies and pedagogical St. Petersburg studies in the context of university education. *Ideas and ideals*. 2019;11(4-1):205–216. <https://doi.org/10.17212/2075-0862-2019-11.4.1-205-216>. EDN: MWGQJF. (In Russ.).

Информация об авторах / Information about the authors:

Шульгина Ольга Владимировна — доктор исторических наук, кандидат географических наук, доцент, профессор департамента образовательного проектирования Института естествознания и спортивных технологий, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия

Shulgina Olga Vladimirovna — Doctor of Historical Sciences, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Educational Design, Institute of Natural Science and Sports Technologies, Moscow City University, Moscow, Russia.

shulginaov@mgpu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7036-4035>

Самусенко Дмитрий Николаевич — кандидат географических наук, доцент, доцент департамента естествознания Института естествознания и спортивных технологий, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия.

Samusenko Dmitry Nikolaevich — Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Natural Science, Institute of Natural Science and Sports Technologies, Moscow City University, Moscow, Russia.

samusenkodn@mgpu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2887-1126>

Вклад авторов:

Ольга Владимировна Шульгина — общее руководство и координация работы, концептуализация исследования, включая формулировку идеи, постановку целей и задач, разработка дизайна и методов исследования, сбор и обработка исторических данных, визуализация (разработка и оформление таблицы 2 «Сущностные различия урбанистики и геоурбанистики, трактовка образовательной составляющей», совместная разработка рисунка 1 «Образовательная геоурбанистика в системе географических наук» и рисунка 2 «Структура (направления исследований) образовательной геоурбанистики»), привлечение финансирования.

Дмитрий Николаевич Самусенко — сбор и обработка современных литературных источников по теме исследования, подготовка черновика рукописи, исправление и дополнение текста, формулировка выводов, визуализация (разработка и оформление таблицы 3 «Классификация образовательных ресурсов города», совместная разработка рисунка 1 «Образовательная геоурбанистика в системе географических наук» и рисунка 2 «Структура (направления исследований) образовательной геоурбанистики»).

Authors' contributions:

Olga Vladimirovna Shulgina — general management and coordination of the work, conceptualization of the research, including formulation of the idea, setting goals and objectives, development of the design and methods of the research, collection and processing of historical data, visualization (development and design of Table 2 “Essential differences between urban studies and geo-urban studies, interpretation of the educational component”,

joint development of Figure 1 “Educational geo-urban studies in the system of geographical sciences” and Figure 2 “Structure (directions of research) of educational geo-urban studies”), attracting funding.

Dmitry Nikolaevich Samusenko — collection and processing of modern literary sources on the research topic, preparation of a draft manuscript, correction and addition of the text, formulation of conclusions, visualization (development and design of Table 3 “Classification of educational resources of the city”, joint development of Figure 1 “Educational geo-urban studies in the system of geographical sciences” and Figure 2 “Structure (directions of research) of educational geo-urban studies”).

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare no relevant conflict of interest.

Статья поступила в редакцию: 14.05.2025;
одобрена после доработки: 21.05.2025;
принята к публикации: 23.09.2025.

The article was submitted: 14.05.2025;
approved after reviewing: 21.05.2025;
accepted for publication: 23.09.2025.

Исследовательская статья

УДК 911.273

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-74-87

Сергей Владимирович Пашков¹,
Салтанат Макановна Исмагулова¹,
Марат Амантаевич Жамахаев¹

¹ Северо-Казахстанский университет им. Манаша Козыбаева,
Петропавловск, Казахстан

СОЦИАЛЬНО-ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ КРИЗИС СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Актуальность работы обусловлена постсоветской деградацией сельского экистического пространства типичного аграрного региона Северного Казахстана — Северо-Казахстанской области. Постсоветские глубинные социально-экономические процессы вызвали массовую внешнюю и внутреннюю миграцию населения, отрицательный естественный прирост населения. Целью исследования является анализ детерминант, обусловивших масштабный социально-демографический кризис сельской местности Северо-Казахстанской области. Были выбраны следующие методы исследования: методы кабинетного анализа, статистического анализа, историко-географический, геоинформационный методы. Анализ основных демографических показателей и возрастной структуры населения, претерпевшей кардинальные изменения в виде трехкратного роста лиц пожилого возраста, свидетельствует об устойчивой депопуляции. В статье предлагаются административные меры вмешательства, способные стабилизировать ситуацию в среднесрочной перспективе.

Ключевые слова: сельская депопуляция, Северо-Казахстанская область, отрицательный прирост населения, мелкоселенность, социально-демографический кризис

Финансирование: исследование не имело финансовой поддержки.

Research article

UDC 911.273

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-74-87

Sergey Vladimirovich Pashkov¹,
Saltanat Makanovna Ismagulova¹,
Marat Amantayevich Zhamakhaev¹

¹ Manash Kozybaev North Kazakhstan University,
Petropavlovsk, Kazakhstan

SOCIO-DEMOGRAPHIC CRISIS OF THE RURAL POPULATION OF THE NORTH KAZAKHSTAN REGION

Abstract. The relevance of the work is due to the post-Soviet degradation of the rural ecological space of a typical agricultural region of Northern Kazakhstan — the North Kazakhstan region. The post-Soviet deep socio-economic processes caused massive external and internal migration of the population, negative natural population growth. The purpose of the study is to analyze the determinants that caused the large-scale socio-demographic crisis in rural areas of the North Kazakhstan region. The following research methods were chosen: basket analysis, historical-geographical, geoinformation, statistical analysis. An analysis of the main demographic indicators and the age structure of the population, which has undergone drastic changes in the form of a threefold increase in people of living age, indicates a steady depopulation. Administrative intervention measures are proposed that can stabilize the situation in the medium term.

Keywords: rural depopulation, North Kazakhstan region, negative population growth, small-scale population, socio-demographic crisis

Funding Statement: no funding was received for writing this manuscript.

Введение

Мировой процесс урбанизации, затронувший в полной мере и Республику Казахстан, обуславливает концентрацию населения в крупных городах и административных центрах, что предопределяет отток сельского населения, деградацию периферийных территорий и падение уровня жизни в сельской местности. Это создает новые вызовы для пространственного развития, особенно аграрных регионов, и инициирует необходимость анализа территориальной структуры и устойчивости сельских поселений.

Северо-Казахстанская область (СКО) относится к наиболее староосвоенным регионам Республики Казахстан, история развития которых неразрывно связана с этапами сельскохозяйственного освоения и заселения территории Северного Казахстана с середины XVIII в. При этом максимальная интенсивность распахки новых земель пришлась на периоды столыпинской (1906–

1911 гг.) и хрущевской (1954–1959 гг.) аграрных кампаний, сопровождавшихся масштабной миграцией населения из центральных районов России и Украины, возникновением и усложнением сети сельских населенных пунктов. В результате сформировался зерновой пояс Северного Казахстана, где СКО, с наиболее плодородными почвами и продуктивными лесостепными и степными агроландшафтами, играет и по сей день роль ключевого звена. По значимости и вкладу аграрного сектора в ВРП область не имеет себе равных в Казахстане, его доля стабильно находится в пределах 40–45 %. Численность населения СКО неуклонно росла вплоть до 1989 г., составив рекордные 912 тысяч человек с одной из максимальных по стране плотности — 9,3 чел/км².

Однако последовавшие известные геополитические и социально-экономические преобразования в стране, связанные с распадом СССР, создали объективные предпосылки для трансформации национальной экономики, и в частности сельского хозяйства. Исследуемая территория стала зоной максимальной депопуляции в Казахстане (численность населения сократилась за постсоветский период более чем на 60 %), испытывающей значительные социально-демографические потрясения, вызванные миграционным оттоком и отрицательным естественным приростом, что предопределяет необходимость комплексного анализа и оценки состояния ее современного населения.

Несмотря на чрезвычайную актуальность исследуемого вопроса и наличие отдельных публикаций [5; 8], посвященных проблемам сельского населения, наблюдается недостаточность комплексных геодемографических исследований региона. Наиболее важным представляется выявление ключевых тенденций в пространственном распределении и динамике численности сельского населения, исследование социально-экономических факторов, влияющих на устойчивое развитие сельских территорий аграрных регионов.

Целью исследования является анализ детерминант, обусловивших масштабный социально-демографический кризис сельской местности СКО. Дополнительную ценность исследованию придает тот факт, что СКО является одной из наименее урбанизированных (50 %), следовательно, сокращение сельского населения подрывает устойчивость не только сельскохозяйственной отрасли и сельской местности, но и всего региона. Ограничением исследования является отсутствие низовой статистической информации, которая позволила бы полновесно оценить естественное и миграционное движение населения на уровне ключевых сельских округов.

Материалы и методы исследования

Проблеме деградации сельского экистического пространства посвящено множество социально-демографических исследований, поскольку она охватила

большую часть постсоветского пространства, остро проявившись в районах целинного освоения Казахстана и России, где в советский период вследствие экстенсивности сельскохозяйственного инварианта сельской экономики сформировались непомерно избыточные трудовые ресурсы. Ограниченное их использование в течение короткого по продолжительности периода полевых работ обусловило низкий уровень доходов наемных рабочих монополизированного (сельскохозяйственного) сельского рынка труда, что вылилось в отток экономически активного населения как за пределы страны, так и во внутренние районы.

Дополнительным катализирующим фактором «вымывания» молодежи, роста числа лиц пожилого возраста и в итоге деградации сельской местности является закрытие в малолюдных селах объектов социальной сферы: школ, больниц (фельдшерско-акушерских пунктов), аптек, детских садов, «очагов культуры» — клубов и библиотек [8], создающих необходимые условия для полноценной жизни сельского населения и поддержания высокого уровня человеческого капитала [5].

Постсоветское развитие сельских территорий отличает феномен замкнутого цикла негативных социально-экономических корреляций, в котором демографический фактор обуславливает экономическую стагнацию, а та, в свою очередь, негативно влияет на основные демографические процессы (естественная убыль, старение населения) [10].

Миграционное поведение сельского населения находится в прямой зависимости от успешности антикризисных мер, принимаемых центральными и региональными властями, эвентуально способных переломить неблагоприятную социально-демографическую ситуацию [3].

Устойчивость депопуляции населения аграрных территорий требует актуализации существующих мер стимулирования рождаемости и снижения уровня смертности с учетом региональных особенностей [9].

В немногочисленных исследованиях по сельской депопуляции Казахстана факторы избыточности трудовых ресурсов, а также низкий и нестабильный доход в сельскохозяйственных предприятиях определены детерминантами оттока экономически активного населения в областной центр и крупные города страны [2].

В работе были использованы статистические данные Бюро национальной статистики за 2000–2023 гг. (с момента завершения социально-экономического кризиса), работы казахстанских и российских авторов, личные наблюдения авторов. Применялись следующие методы исследования: метод кабинетного анализа, историко-географический, геоинформационный методы, метод статистического анализа. Математико-статистическая обработка данных проводилась стандартными методами в приложении Microsoft Excel.

Результаты исследования

Распад СССР и смена социально-экономической формации, повлекшие за собой катастрофическое снижение государственной поддержки сельского хозяйства в 90-х гг., привели к физическому и стоимостному обвалу сельскохозяйственного производства, что результировалось в сокращение рабочих мест и ухудшение качества жизни на селе. Одновременно транспортная и социальная инфраструктура сельской местности, ввиду ограниченности ресурсов из-за разгосударствления совхозно-колхозной системы и приватизации предприятий сельскохозяйственного профиля, начали деградировать, что способствовало дальнейшему оттоку населения и уменьшению как количества, так и средней плотности сельских населенных пунктов (СНП) региона в сравнении с позднесоветским периодом (табл. 1).

Таблица 1

**Сравнение средней плотности сельских населенных пунктов
Северо-Казахстанской области в 1991 и 2023 гг.
(в разрезе административных районов)¹**

Район	1991 г.		2023 г.	
	Кол-во СНП	Средняя плотность (чел.)	Кол-во СНП	Средняя плотность (чел.)
Айыртауский	89	853	76	405
Акжарский	30	1 266	24	529
Аккайынский	43	933	32	545
Г. Мусрепова	78	902	62	549
Есильский	61	799	53	387
Жамбылский	63	768	48	358
Кызылжарский	80	692	69	674
М. Жумабаева	75	861	62	424
Мамлютский	45	780	37	456
Тайыншинский	101	881	81	475
Тимирязевский	29	850	22	428
Уалихановский	36	1 002	27	453
Шал акына	44	960	41	420

Анализ динамики численности сельского населения СКО в разрезе административных районов продемонстрировал ее снижение в 2–3 раза по сравнению с 1989 г. (согласно последней Всесоюзной переписи населения), за исключением Кызылжарского района. Благодаря пригородному положению определенный вклад в стабилизацию и наметившийся рост численности

¹ Рассчитано и составлено по: Демографическая статистика // Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. URL: <https://stat.gov.kz/ru/industries/social-statistics/demography/> (дата обращения: 01.10.2025).

населения района вносит также активная покупка жителями областного центра домов в близлежащих (5–10 км от Петропавловска) селах под дачи на летний период, что сезонно увеличивает численность жителей данных сел. За постсоветский период в районе сформировалась возрастная структура населения, выгодно отличающаяся от прочих районов наибольшей долей детей и граждан трудоспособного возраста, и минимальной — лиц пожилого возраста. В то же время самые отдаленные от областного центра Акжарский и Уалихановский районы выделяются максимальным отрицательным сальдо миграции, что и обусловило трехкратную потерю населения за анализируемый период (табл. 2).

Таблица 2

**Регрессивная динамика численности сельского населения
Северо-Казахстанской области в 1989–2023 гг.
(в разрезе административных районов)²**

Район	1989 г.	1999 г.	2009 г.	2019 г.	2023 г.
Айыртауский	75 933	58 468	44 277	36 951	30 821
Аккайынский	40 105	31 755	22 994	18 972	17 449
Акжарский	37 978	27 310	19 043	15 702	12 703
Мамлютский	35 108	29 082	21 382	17 845	16 884
М. Жумабаева	64 559	49 751	37 070	29 924	26 293
Есильский	48 735	38 372	28 635	22 356	20 520
Кызылжарский	55 364	50 167	44 472	44 214	46 474
Г. Мусрепова	70 404	54 724	45 617	40 850	34 560
Тайыншинский	88 974	67 231	50 875	43 140	38 510
Жамбылский	48 374	36 989	25 499	19 447	17 187
Тимирязевский	24 646	20 116	14 046	11 290	9 413
Уалихановский	39 080	26 043	18 037	16 293	12 231
Шал акына	42 255	32 389	23 210	18 577	17 215

Социально-демографические показатели являются одними из наиболее важных и объективных критериев развития страны и ее отдельных регионов. К числу наиболее значимых демографических данных относят естественное движение и миграцию населения.

В 1992–1998 гг. Казахстан охватил масштабный социально-экономический кризис, обусловленный структурный и функциональной перестройкой национальной экономики. Именно на этот период пришелся наиболее массовый отток некоренного населения, обусловленный феноменом осознания национальной идентичности, преимущественно в Российскую Федерацию [6] и ФРГ. И хотя в это время в СКО фиксировался встречный поток иммигрантов-казахов из России, их число было несопоставимо меньше. В результате отрицательное сальдо миграции достигало 16 000–18 000 чел/год. С 1999 г., ознаменовавшегося началом экономического роста, миграционный

² Рассчитано и составлено по: Демографическая статистика.

потенциал области, и сельских районов в частности, значительно ослаб и отныне стала доминировать сельско-городская миграция, приведшая к существенному сокращению численности сельских жителей и сильно активизировавшая процесс депопуляции (табл. 3).

Таблица 3

**Миграция сельского населения Северо-Казахстанской области в 2000–2023 гг.
(в разрезе административных районов)³**

Район	Миграционный прирост, убыль (чел.)	Миграционный обмен (%)
Айыртауский	–18 720	–6,9
Акжарский	–11 964	–4,4
Аккайынский	–7 523	–2,8
Г. Мусрепова	–13 882	–5,1
Есильский	–11 660	–4,3
Жамбылский	–13 154	–4,9
Кызылжарский	700	0,3
М. Жумабаева	–13 470	–5,0
Мамлютский	–6 527	–2,4
Тайыншинский	–19 340	–7,1
Тимирязевский	–6 859	–2,5
Уалихановский	–8 253	–3,0
Шал акына	–10 661	–3,9
Итого	–141 313	–4,1

Кроме того, для региона также характерна внутрисельская миграция, свойственная не только Казахстану, но и России [1], — переток населения из периферийных и малолюдных деревень (бывших отделений совхозов), численностью 50–100 человек, в крупные села (центральные усадьбы хозяйств) и, прежде всего, в районный центр, что стало фоновым явлением всего постсоветского периода для всех без исключения административных районов области.

Рождаемость, являясь одним из важнейших показателей естественного движения населения, характеризуется в СКО как разнонаправленной динамикой по годам, так и значительной дифференциацией в разрезе административных районов. Детерминирующим фактором выступает национальный состав населения: так, в районах с наибольшей долей славянского этноса зафиксирован минимальный уровень рождаемости (М. Жумабаева и Кызылжарский районы) и, напротив, Уалихановскому и Акжарскому районам, с максимальным процентом казахов в структуре населения, присущ традиционно высокий (по областным, но отнюдь не республиканским меркам) показатель рождаемости (рис. 1).

³ Рассчитано и составлено по: Демографическая статистика.

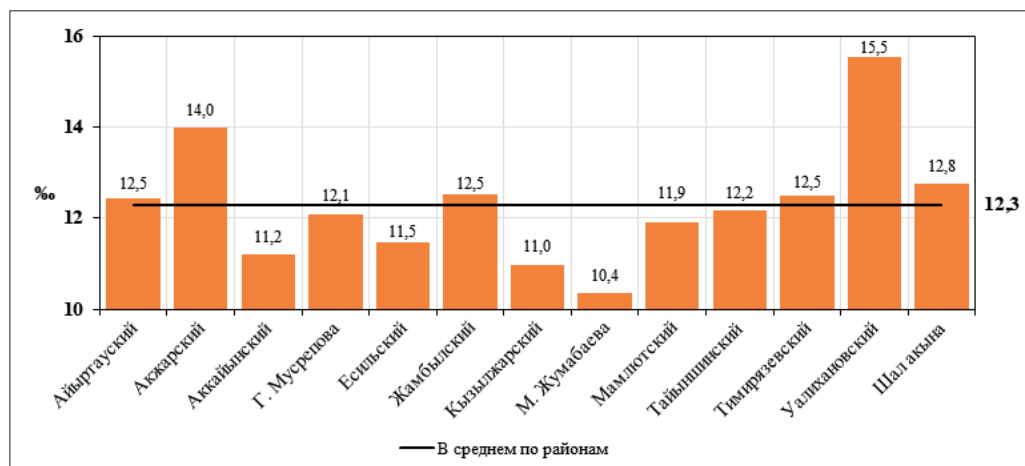


Рис. 1. Среднеголетняя рождаемость сельского населения Северо-Казахстанской области в 2000–2023 гг. (в разрезе административных районов)⁴

Показатели смертности не только коррелируют с такими важными социально-экономическими показателями, как обеспеченность населения медицинским персоналом и больничными койками [11], но и находятся в прямой зависимости от возрастной структуры сельского населения. В административных районах с максимальной долей лиц пожилого возраста предсказуемо фиксируется высший показатель смертности (Аккайынский район) и, напротив, в Уалихановском и Акжарском районах, с наибольшей долей детей и лиц среднего возраста, отмечаются ее минимальные показатели (рис. 2).

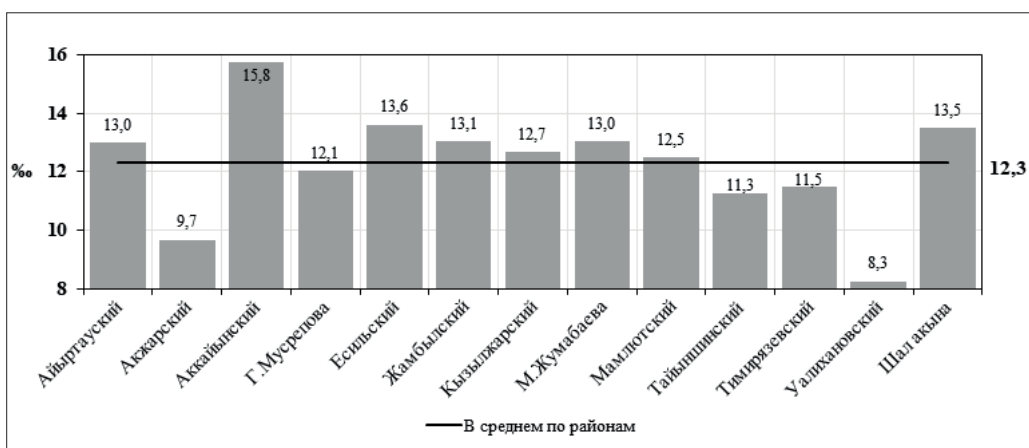


Рис. 2. Среднеголетний показатель смертности сельского населения Северо-Казахстанской области в 2000–2023 гг. (в разрезе административных районов)⁵

⁴ Рассчитано и составлено по: Демографическая статистика.

⁵ Рассчитано и составлено по: Там же.

Анализ естественного движения сельского населения области продемонстрировал разнонаправленную динамику, свидетельствующую о волнах (периодах), обусловленных сугубо социально-экономическими факторами. Этап положительного естественного прироста продолжался (с небольшим перерывом) до 2018 г., что является отражением высокой позднесоветской рождаемости, а сменившийся отрицательный тренд стал следствием начавшегося оттока населения в начале 1990-х гг. (рис. 3).

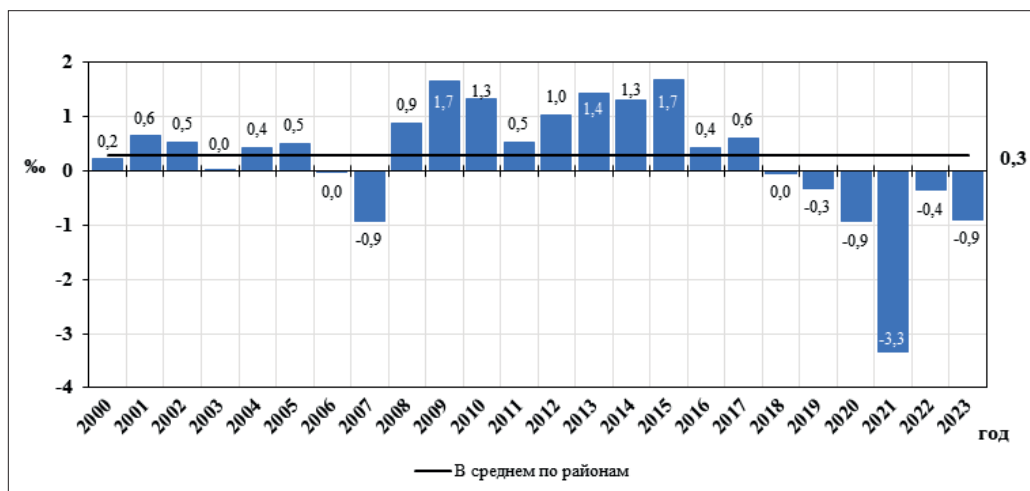


Рис. 3. Динамика естественного прироста сельского населения Северо-Казахстанской области в 2000–2023 гг. (в %)⁶

Синергия рассмотренных выше социально-демографических процессов обусловила старение сельского населения СКО, фиксирующееся непрерывно с 2009 г. во всех административных районах. Наибольших показателей доля лиц пожилого возраста (> 65 лет) достигает в районах с минимальной рождаемостью и максимальным миграционным потенциалом, в то время как наименьшие показатели предсказуемо характерны для районов с наивысшей рождаемостью (табл. 4).

Таким образом, вся сельская местность, за исключением Акжарского и Уалихановского районов, в соответствии со шкалой демографического старения Боже-Гарнье – Россета, относится к территориям с очень высоким уровнем демографической старости (> 18 %).

Заключение

Сельская местность в СКО столкнулась с постсоветской деградацией локальных систем расселения, что вызвано как долговременным миграционным

⁶ Рассчитано и составлено по: Демографическая статистика.

Таблица 4

**Сравнение коэффициента старения сельского населения
Северо-Казахстанской области в 2009 и 2023 гг.
(в разрезе административных районов, в %)**

Районы	Оба пола		В том числе			
			мужчины		женщины	
	годы					
	2009	2023	2009	2023	2009	2023
Айыртауский	14,2	21,7	11,1	17,8	17,2	25,6
Акжарский	9,8	15,5	7,7	13,2	11,9	17,9
Аккайынский	15,1	22,8	11,9	18,6	18,2	26,9
Г. Мусрепова	12,7	18,8	9,8	15,8	15,3	21,6
Есильский	15,1	22,5	11,5	18,5	18,5	26,3
Жамбылский	13,9	20,9	10,9	17,2	16,7	24,6
Кызылжарский	14,9	22,4	11,4	18,3	18,3	26,5
М. Жумабаева	14,2	22,8	10,2	18,1	18,1	27,6
Мамлютский	14,1	22,1	10,3	18,2	17,9	26,3
Тайыншинский	12,7	20,1	9,6	16,6	15,8	23,7
Тимирязевский	11,2	18,6	8,5	15,6	13,8	21,6
Уалихановский	9,1	13,4	7,2	10,8	10,9	16,0
Шал акына	15,0	22,4	11,5	18,1	18,6	27,0
В среднем	13,2	21,3	10,1	16,7	16,2	24,0

вымыванием населения, так и болезненной структурной перестройкой монофункциональной сельскохозяйственной экономики. В свою очередь, это обусловило социально-демографическую поляризацию сельского пространства области по принципу центр-периферийного контраста: пригородный Кызылжарский район является единственной зоной относительного демографического благополучия на фоне депопуляции остальной территории области. Отрицательный естественный прирост — фоновое явление для районов с преобладанием славянского населения (вся область, за исключением двух юго-восточных районов), является не менее значимой угрозой, чем миграция, поскольку несет в себе долгосрочную угрозу не только убыли, но и старения населения. Переселенцы из южных регионов страны, а также репатрианты (каз. — кандасы) из Китая, Узбекистана и Монголии, несмотря на предоставляемое в сельской местности жилье (всем семьям выдаются сертификаты экономической мобильности для покупки жилья), солидные подъемные и гарантированное трудоустройство, выбирают СКО в качестве нового места жительства в последнюю очередь, при этом процент оттока переселенцев максимальный по стране.

Сохранившиеся с советского периода сельские доплаты работникам бюджетной сферы (25 %), льготная ипотека, а также установление медицинским работникам и учителям подъемных выплат (до 8 млн тенге) в отдаленных

⁷ Рассчитано и составлено по: Демографическая статистика.

районах не оказывают практического воздействия на приток квалифицированных кадров из города в периферийную сельскую местность. Осознав бесперспективность указанных мер, местные власти сворачивают данные программы и сокращают их финансирование, перенаправляя освободившиеся средства на поддержку сельскохозяйственного сектора экономики области. Приоритетным для государства направлением является создание крупных молочно-товарных ферм и откормочных комплексов животноводства, а также продолжающийся технологический апгрейд земледелия в надежде на эвентуальный рост производительности труда от интенсификации производства и сопутствующее этому увеличение доходов наемных рабочих, что позволит замедлить отток трудовых ресурсов и остановить сельскую депопуляцию.

Список источников

1. Аверкиева К. В. Внутрисельская миграция населения и локальные процессы трансформации сельской местности в лесной зоне староосвоенного Нечерноземья // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2021. Т. 85. № 6. С. 828–841. <https://doi.org/10.31857/S2587556621060066>. EDN: TDHUEA.
2. Амирова Г. К., Бодаухан К., Дауренбеков К. К. Қазақстандағы ауылдық депопуляция: реттеу тетіктері // Аграрлық нарық проблемалары. 2024. № 3. С. 217–228. <https://doi.org/10.46666/2024-3.2708-9991.20>. EDN: YGSIKU.
3. Гайдукова Г. Н. О миграционном аспекте поведения сельского населения как элементе моделирования демографического поведения // Социология и право. 2024. Т. 16. № 4. С. 473–481. <https://doi.org/10.35854/2219-6242-2024-4-473-481>. EDN: DCTZKV.
4. Жамахаев М. А., Исмагулова С. М., Седельников И. А. Демографо-статистический анализ сельского населения Северо-Казахстанской области на современном этапе // Актуальные проблемы естественных наук: материалы Международной научно-практической конференции. Петропавловск: Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева, 2024. С. 191–196. EDN: CWEWLZ.
5. Иванова С. В. Интегральная оценка обеспеченности объектами социальной инфраструктуры сельских территорий Псковской области // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2009. № 12. С. 117–121. EDN: KLSVQN.
6. Курылев К. П. Миграция русского населения из Казахстана в Россию в постсоветский период: причины, характер, возможности для научно-промышленной кооперации // Вопросы истории. 2022. № 6-2. С. 44–57. <https://doi.org/10.31166/VoprosyIstorii202206Statyi53>. EDN: LKYDDO.
7. Лебедева Т. В. О проведении геодемографических исследований в Северо-Казахстанской области // Актуальные проблемы естественных наук: материалы Международной научно-практической конференции. Петропавловск: Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева, 2025. С. 199–204.
8. Пономарева А. В., Колядинцев Д. В. Депопуляция сельского населения Воронежской области на примере Острогожского района // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2007. № 1. С. 71–77. EDN: IBVCSJ.

9. Соколов А. А., Руднева О. С. Пространственные особенности современных демографических процессов в степных регионах России // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2024. № 3. С. 74–81. <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/3/74-81>. EDN: SQQBRQ.

10. Суший С. Я. Сельские территории Волгоградской области: проблемы демографического развития (последняя треть XX – начало XXI вв.) // Село России. 2019. № 2. С. 5–28. <https://doi.org/10.22162/2658-5987-2019-2-5-28>. EDN: SXDOLY.

11. Шилова А. К. Социально-экономический анализ смертности сельского населения Северо-Казахстанской области / А. К. Шилова, Г. З. Мажитова, С. В. Пашков, М. М. Тайжанова // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2024. № 2. С. 536–547. EDN: WKSUBP.

References

1. Averkieva K. V. Intra-rural migration of the population and local processes transform the countryside into a forest zone of the old-developed Non-Black Earth Region. News of the Russian Academy of Sciences. Geographical series. 2021;85(6):828–841. <https://doi.org/10.31857/S2587556621060066>. EDN: TDHUEA. (In Russ.).

2. Amirova G. K., Bodauhan K., Daurenbekov K. K. Rural depopulation in Kazakhstan: regulation mechanisms. Problems of the agricultural market. 2024;(3):217–228. <https://doi.org/10.46666/2024-3.2708-9991.20>. EDN: IGSIKU. (In Kazakh.)

3. Gaidukova G. N. The migration aspect of agricultural development as an elementary measurement of demographic behavior. Sociology and Law. 2024;16(4):473–481. <https://doi.org/10.35854/2219-6242-2024-4-473-481>. EDN: DCTZKV. (In Russ.).

4. Zhamakhayev M. A., Ismagulova S. M., Sedelnikov I. A. Demographic and statistical analysis of agriculture in the North Kazakhstan region at the present stage. In: Actual problems of science design: Proceedings of the international scientific and practical conference. Petropavlovsk: North Kazakhstan University named after M. Kozybaeva. 2024:191–196. EDN: CWEWLZ. (In Russ.).

5. Ivanova S. V. Integral provision of objects with social emissions in the Pskov region. News of the St. Petersburg employee of agrarian university. 2009;(12):117–121. EDN: KLSVQN. (In Russ.).

6. Kurylev K. P. Migration of the Russian population from Kazakhstan to Russia in the post-Soviet period: reasons, nature, opportunities for scientific and industrial cooperation. Questions of history. 2022;(6-2):44–57. <https://doi.org/10.31166/VoprosyIstorii-202206Statyi53>. EDN: LKYDDO. (In Russ.).

7. Lebedeva T. V. On conducting geodemographic studies in the North Kazakhstan region. In: Actual problems of modern science: Proceedings of the international scientific and practical conference. Petropavlovsk: North Kazakhstan University named after M. Kozybaev. 2025:199–204. (In Russ.).

8. Ponomareva A. V., Kolyadintsev D. V. Depopulation of the rural population of the Voronezh region by the type of the Ostrogozhsky district. Bulletin of the Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology. 2007;(1):71–77. EDN: IBVCSJ. (In Russ.).

9. Sokolov A. A., Rudneva O. S. Spatial features of modern demographic processes in the steppe regions of Russia. Bulletin of the Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology. 2024;(3):74–81. <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/3/74-81>. EDN: SQQBRQ. (In Russ.).

10. Sushchy S. Ya. Rural areas of the Volgograd region: problems of demographic development (the last third of the 20th – early 21st centuries). Village of Russia. 2019;(2):5–28. <https://doi.org/10.22162/2658-5987-2019-2-5-28>. EDN: SXDOLY. (In Russ.).

11. Shilova A. K., Mazhitova G. Z., Pashkov S. V., Taizhanova M. M. Socio-economic analysis of mortality of the rural population of the North Kazakhstan region. Bulletin of Tula State University. Earth Sciences. 2024;(2):536–547. EDN: WKSUBP. (In Russ.).

Информация об авторах / Information about the authors:

Пашков Сергей Владимирович — кандидат географических наук, доцент, профессор кафедры географии и экологии, Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева, Петропавловск, Казахстан.

Pashkov Sergey Vladimirovich — Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Geography and Ecology, Manash Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Kazakhstan.

sergp2001@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3801-6126>

Исмагулова Салтанат Макановна — доктор философии, доцент кафедры географии и экологии, Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева, Петропавловск, Казахстан.

Ismagulova Saltanat Makanovna — Doctor of Philosophy, Associate Professor of the Department of Geography and Ecology, Manash Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Kazakhstan.

saltamalikova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3654-7756>

Жамахаев Марат Амантаевич — магистрант специальности географии, Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева, Петропавловск, Казахстан.

Zhamakhaev Marat Amantaevich — Master's student in Geography, Manash Kozybaev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Kazakhstan.

zak19961996@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0006-6585-0817>

Вклад авторов:

Сергей Владимирович Пашков — концептуализация, редактирование текста, координация работы.

Салтанат Макановна Исмагулова — концептуализация, разработка методологии и дизайна исследования, формальный анализ, написание первоначального варианта текста.

Марат Амантаевич Жамахаев — визуализация, проведение исследования, статистическая обработка данных, написание первоначального варианта текста.

Authors' contributions:

Sergey Vladimirovich Pashkov — conceptualization, text editing, and work coordination.

Saltanat Makanovna Ismagulova — conceptualization, development of research methodology and design, formal analysis, writing the initial text.

Marat Amantaevich Zhamakhaev — visualization, conducting research, statistical data processing, writing the initial version of the text.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare no relevant conflict of interest.

Статья поступила в редакцию: 02.10.2025;
одобрена после доработки: 22.10.2025;
принята к публикации: 22.10.2025.

The article was submitted: 02.10.2025;
approved after reviewing: 22.10.2025;
accepted for publication: 22.10.2025.



Исследовательская статья

УДК 612.821: 796.011.3

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-88-99

**Ксения Геннадьевна Милованова¹,
Светлана Михайловна Киселева¹,
Федор Александрович Гужов²,
Александр Александрович Ильин²,
Леонид Владимирович Капилевич^{1, 2, 3}**

¹ Национальный исследовательский
Томский государственный университет,
Томск, Россия

² Томский университет систем управления
и радиоэлектроники,
Томск, Россия

³ Томский политехнический университет,
Томск, Россия

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ У СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ КОГНИТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ФОНЕ ФИДЖИТАЛ-АКТИВНОСТИ

Аннотация. В статье исследовалось влияние фиджитал-активности на психофизиологические показатели студентов в условиях когнитивной деятельности. В исследовании приняли участие 50 студентов Томского государственного университета (ТГУ) мужского пола в возрасте от 19 до 21 года включительно. У всех участников до и после выполнения физической нагрузки и фиджитал-активности регистрировались показатели вариабельности сердечного ритма, а также они выполняли психофизиологические тесты: теппинг-тест, оценка реакции на движущийся объект и простая зрительно-моторная реакция. Анализ результатов психофизиологических показателей до и после нагрузок в обеих группах выявил статистически значимые улучшения. Физическая нагрузка достоверно увеличила скорость двигательных реакций, сократила

© Милованова К. Г., Киселева С. М., Гужов Ф. А., Ильин А. А.,
Капилевич Л. В., 2025

время реакции в тестах ПЗМР и РДО, а также повысила стабильность работы нервной системы. Фиджитал-нагрузка оказала схожий эффект, но с более выраженным влиянием на точность выполнения заданий, что указывает на ее положительное воздействие на когнитивные функции. Наиболее значимым результатом стало увеличение парасимпатической активности (RMSSD) после VR-сеанса, что свидетельствует о стимуляции восстановительных процессов. Это позволяет рассматривать фиджитал-спорт как перспективное средство для поддержания психофизиологического состояния студентов в условиях учебной нагрузки, сочетающее физическую активность с когнитивным развитием. Сочетание физической активности с цифровыми технологиями создает уникальные условия для развития когнитивных функций и моторных навыков, что делает этот вид деятельности особенно ценным в современной образовательной среде.

Ключевые слова: фиджитал-активность, физические нагрузки, психофизиологические показатели, вариабельность сердечного ритма

Финансирование: исследование не имело финансовой поддержки.

Research article

UDC 612.821: 796.011.3

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-88-99

Ksenia Gennadyevna Milovanova¹,
Svetlana Mikhailovna Kiseleva¹,
Fedor Aleksandrovich Guzhov²,
Ilyin Aleksandr Aleksandrovich²,
Leonid Vladimirovich Kapilevich^{1, 2, 3}

¹ National Research Tomsk State University,
Tomsk, Russia

² Tomsk University of Control Systems
and Radioelectronics,
Tomsk, Russia

³ Tomsk Polytechnic University,
Tomsk, Russia

PSYCHOPHYSIOLOGICAL INDICATORS IN STUDENTS UNDER CONDITIONS OF COGNITIVE ACTIVITY AGAINST THE BACKGROUND OF PHYGITAL ACTIVITY

Abstract. The influence of phygital activity on the psychophysiological indicators of students under cognitive activity conditions was studied. The study involved 50 male TSU students. The age of the participants ranged from 19 to 21 years inclusive. All participants had their heart rate variability recorded and psychological tests performed before and after physical activity and phygital activity: tapping test, assessment of reaction to a moving object and simple visual-motor reaction. Analysis of the results of psychophysiological indicators before and after exercise in both groups revealed statistically significant

improvements. Physical activity significantly increased the speed of motor reactions, reduced reaction time in the PZMR and RDO tests, and also increased the stability of the nervous system. Phyigital load had a similar effect, but with a more pronounced effect on the accuracy of task performance, which indicates its positive impact on cognitive functions. The most significant result was an increase in parasympathetic activity (RMSSD) after the VR session, indicating stimulation of recovery processes. This allows us to consider phyigital sports as a promising means of maintaining the psychophysiological state of students under academic load, combining physical activity with cognitive development. The combination of physical activity with digital technologies creates unique conditions for the development of cognitive functions and motor skills, which makes this type of activity especially valuable in the modern educational environment.

Keywords: phyigital activity, physical activity, psychophysiological indicators, heart rate variability

Funding Statement: no funding was received for writing this manuscript.

Введение

Фиджитал-спорт (от *англ.* physical + digital) — это новая форма спортивной деятельности, которая сочетает элементы физической активности с использованием цифровых технологий [6]. В фиджитал-спорте участники могут соревноваться друг с другом, используя специальные устройства, приложения или виртуальную реальность. В отличие от традиционного киберспорта, где основное внимание уделяется когнитивным навыкам, фиджитал-спорт требует комплексного развития физических и технических способностей спортсмена.

Занятия фиджитал-спортом способствуют снижению уровня стресса и тревожности, повышению мотивации и вовлеченности, а также улучшению когнитивных функций. Кроме того, участие в таких видах спорта укрепляет социальные связи и способствует развитию технологической грамотности. В условиях современного мира, где малоподвижный образ жизни становится нормой, фиджитал-спорт открывает новые возможности для поддержания физического и психологического здоровья молодежи [1; 4].

Фиджитал-спорт за счет интеграции спорта и технологий позволяет каждому участнику находить баланс между физической активностью и другими аспектами жизни [3; 5; 7]. Это направление представляет собой важный инструмент в борьбе с негативными последствиями малоподвижного образа жизни и способствует формированию культуры здоровья в современном обществе. Фиджитал-спорт помогает создать условия, при которых физическая активность становится неотъемлемой частью жизни, что в конечном счете ведет к улучшению общего благополучия и повышению качества жизни каждого человека [2; 8].

Цель исследования — определить влияние фиджитал-активности на психофизиологические показатели студентов в условиях когнитивной деятельности.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на базе Томского государственного университета (ТГУ) в лаборатории менеджмента здоровья и физической активности. В исследовании приняли участие 50 студентов мужского пола в возрасте от 19 до 21 года включительно.

Критерии включения: стандартный уровень физической активности (не занимается дополнительно физической активностью помимо посещения учебных занятий по физической культуре), отсутствие противопоказаний к VR-технологиям и умеренным физическим нагрузкам.

Критерии исключения: принимает психотропные препараты, наличие сердечно-сосудистых заболеваний, заболеваний опорно-двигательного аппарата, эпилепсии.

Все участники подписали информированное согласие, а также согласие на обработку персональных данных и были ознакомлены с базовыми аспектами исследования.

Этапы исследования были организованы следующим образом. На первом, базовом этапе проводилась первичная оценка психофизиологического состояния студентов. Участники заполняли анкеты, после чего регистрировались показатели вариабельности сердечного ритма (ВРС) и выполнялись психологические тесты: теппинг-тест, оценка реакции на движущийся объект и простая зрительно-моторная реакция. Эти данные служили контрольными значениями для последующего сравнения.

Второй этап был посвящен изучению влияния комбинированной физической и когнитивной нагрузки. После выполнения заданной физической нагрузки и когнитивных задач у испытуемых повторно фиксировались параметры вариабельности сердечного ритма и проводились те же психологические тесты.

Третий этап исследования имел аналогичную структуру, но вместо обычной физической нагрузки использовалась фиджитал-активность. После выполнения заданий в виртуальной среде и когнитивных тестов снова регистрировались показатели вариабельности сердечного ритма и психологические параметры.

Анализ вариабельности ритма сердца (ВРС) выполнялся в покое, а также при проведении ортостатической и клиностатической проб. Исследование выполнялось на приборе для комплексного исследования автономной нервной системы ВНС-спектр фирмы «Нейрософт» (г. Иваново, РФ).

Оценка психокогнитивных функций проводилась на программно-аппартном комплексе «Психотест». В исследовании были задействованы следующие методики: экспресс-методика «Теппинг-тест», простая зрительно-моторная реакция (ПЗМР), методика «Реакция на движущийся объект».

Физическая нагрузка в исследовании представляла собой комбинированные упражнения с использованием гантелей массой 0,5 кг каждая. Все участники выполняли одинаковый комплекс упражнений в течение 10 минут без изменения интенсивности или сложности на протяжении всего периода исследования.

Фиджитал-нагрузка строилась на основе ритмической VR-игры Audio Trip. Техническая реализация включала систему HTC Vive Pro 2 с контроллерами. Для сравнения показателей до и после нагрузок применялся критерий Вилкоксона, для сравнения влияния разных типов нагрузок — критерий Манна – Уитни. Уровень статистической значимости был установлен на уровне $p \leq 0,05$.

Результаты исследования

Для анализа данных по результатам теппинг-теста был выбран показатель среднего количества ударов в секунду, который отражает общую скорость двигательной реакции (табл.).

Таблица

Результаты тестов и измерений (ср. знач. \pm ошибка среднего)

Показатели	До ФН	После ФН	До VR	После VR
Среднее количество ударов в секунду в теппинг-тесте	6,31 \pm 1,00	7,56 \pm 1,67*	6,84 \pm 1,20	8,73 \pm 1,43*#
Среднее значение времени реакции в тесте ПЗМР	222,3 \pm 28,2	200,4 \pm 13,1*	206,5 \pm 18,1	201,4 \pm 20,8*
Среднеквадратичное отклонение в тесте ПЗМР	119,6 \pm 38,7	89,2 \pm 28,2*	96,5 \pm 20,4	73,8 \pm 11,5*#
Количество совершенных ошибок в тесте ПЗМР	3,1 \pm 2,1	2 \pm 0,9*	3,1 \pm 1,5	1,6 \pm 1,3*
Среднее время реакции РДО	24,7 \pm 25,3	11,2 \pm 8,5*	24,6 \pm 27,1	14,8 \pm 12,7*#
Количество отрицательных реакций в тесте РДО	11,6 \pm 6,8	9,9 \pm 6,3*	7,3 \pm 4,3	10,2 \pm 4,7*
Показатели RMSSD	50,6 \pm 3,4	45,1 \pm 3,5*	30,4 \pm 3,2	60,7 \pm 3,3*#

Примечания: ФН — физическая нагрузка, VR — нагрузка в виртуальной реальности (фиджитал); * — достоверность изменений после нагрузки ($p < 0,05$); # — достоверность различий между видами нагрузки ($p < 0,05$).

Сравнение показателей обеих групп с разной нагрузкой до ее начала выявило отсутствие статистически значимых различий ($W = 1,02$; $p > 0,05$). Данный анализ позволяет считать данные группы сравнимыми и обеспечивает основу для дальнейшего анализа влияния разных нагрузок на показатели среднего количества ударов в секунду.

Результаты статистического анализа показали, что физическая нагрузка повышает среднее количество ударов в секунду на уровне значимости $p = 0,05$ ($W = 1,97$). Физическая нагрузка достоверно увеличила скорость движения.

Показатели среднего количества ударов в секунду до и после фиджитал-нагрузки также имеют статистически значимые различия ($W = 2,83$; $p = 0,05$), то есть фиджитал-нагрузка увеличила показатель среднего количества ударов в секунду.

Сравнение показателей обеих групп с разной нагрузкой после ее проведения выявило отсутствие статистически значимых различий ($W = 1,54$; $p > 0,05$) для уровня значимости $p = 0,05$ (доверительный интервал 95 %). Данный анализ показывает, что оба вида нагрузки одинаково влияют на показатели среднего количества ударов в секунду.

Для исследования результатов теста ПЗМР был выбран показатель «Среднее значение времени реакции» — основной интегральный показатель скорости обработки сенсорной информации и моторного ответа, позволяющий оценить общее состояние ЦНС. Данный показатель представлен в таблице.

Сравнение показателей обеих групп с разной нагрузкой до ее начала выявило отсутствие статистически значимых различий ($W = 1,05$; $p > 0,05$). Данный анализ позволяет считать данные группы сравнимыми и обеспечивает основу для дальнейшего анализа влияния разных нагрузок на показатели среднего значения времени реакции.

Результаты статистического анализа показали, что физическая нагрузка понижает среднее значение времени реакции на уровне значимости $p = 0,05$ ($W = 1,96$). Физическая нагрузка достоверно повысила скорость реакции.

Показатели среднего значения времени реакции до и после фиджитал-нагрузки также имеют статистически значимые различия ($W = 1,96$; $p = 0,05$), то есть фиджитал-нагрузка повысила скорость реакции.

Сравнение показателей обеих групп с разной нагрузкой после ее проведения выявило отсутствие статистически значимых различий ($W = 1,02$; $p > 0,05$). Расчетное значение критерия составило 1,54, при критическом 1,96 % для уровня значимости $p = 0,05$ (доверительный интервал — 95 %). Данный анализ показывает, что оба вида нагрузки одинаково влияют на показатели среднего значения времени реакции.

Среднеквадратичное отклонение времени реакции показывает, насколько стабильно человек реагирует на раздражители. Когда стандартное отклонение небольшое, это значит, что человек реагирует на все сигналы примерно с одинаковой скоростью. Его нервная система работает стабильно, без резких скачков. Большое отклонение указывает на то, что реакция то ускоряется,

то замедляется — нервная система работает менее устойчиво. Показатели среднеквадратичного отклонения представлены в таблице 1.

Сравнение показателей обеих групп с разной нагрузкой до ее начала выявило отсутствие статистически значимых различий ($W = 1,37$; $p > 0,05$). Данный анализ позволяет считать данные группы сравнимыми и обеспечивает основу для дальнейшего анализа влияния разных нагрузок на показатели среднеквадратичного отклонения.

Результаты статистического анализа показали, что физическая нагрузка понижает среднеквадратичное отклонение на уровне значимости $p = 0,05$ ($W = 2$), то есть физическая нагрузка достоверно улучшила стабильность работы нервной системы.

Показатели среднеквадратичного отклонения до и после фиджитал-нагрузки также имеют статистически значимые различия ($W = 2,64$; $p = 0,05$), то есть фиджитал-нагрузка улучшила стабильность работы нервной системы.

Сравнение показателей обеих групп с разной нагрузкой после ее проведения выявило отсутствие статистически значимых различий ($W = 0,98$; $p > 0,05$) для уровня значимости $p = 0,05$ (доверительный интервал — 95 %). Данный анализ показывает, что оба вида нагрузки одинаково влияют на показатели среднеквадратичного отклонения.

Количество совершенных ошибок — ложных нажатий — отражает точность выполнения задания (см. табл.).

Сравнение показателей обеих групп с разной нагрузкой до ее начала выявило отсутствие статистически значимых различий ($W = 0,3$; $p > 0,05$). Данный анализ позволяет считать данные группы сравнимыми и обеспечивает основу для дальнейшего анализа влияния разных нагрузок на показатели количества ошибок.

Результаты статистического анализа до и после физической нагрузки выявили отсутствие статистически значимых различий на уровне значимости $p = 0,05$ ($W = 1,5$), то есть физическая нагрузка не повлияла на количество ошибок в тесте.

Количество ошибок до и после фиджитал-нагрузки имеют статистически значимые различия ($W = 2,3$; $p = 0,05$), то есть фиджитал-нагрузка улучшила внимательность прохождения теста.

Сравнение показателей обеих групп с разной нагрузкой после ее проведения выявило отсутствие статистически значимых различий ($W = 0,6$; $p > 0,05$) для уровня значимости $p = 0,05$ (доверительный интервал — 95 %). Данный анализ выявил более явное влияние фиджитал-нагрузки на количество ошибок в тесте.

Для оценки эффективности реакции на движущийся объект были выбраны два ключевых показателя, которые наиболее точно отражают особенности сенсомоторного реагирования.

Среднее время реакции характеризует общую функциональную готовность нервной системы к реагированию на динамические стимулы, результаты среднего значения и стандартного отклонения представлены в таблице.

Сравнение показателей обеих групп с разной нагрузкой до ее начала выявило отсутствие статистически значимых различий ($W = 1,02$; $p > 0,05$). Данный анализ позволяет считать данные группы сравнимыми и обеспечивает основу для дальнейшего анализа влияния разных нагрузок на показатели среднего количество ударов в секунду.

Результаты статистического анализа показали, что физическая нагрузка понижает среднее время реакции на уровне значимости $p = 0,05$ ($W = 2,08$), что указывает на достоверное улучшение скорости реагирования на движущийся объект под влиянием физической активности.

Аналогичный положительный эффект наблюдался и после фиджитал-нагрузки, где показатель $W = 2,83$ при $p = 0,05$, что демонстрирует даже более выраженное сокращение времени реакции по сравнению с физической нагрузкой.

Сравнение показателей обеих групп с разной нагрузкой после ее проведения выявило отсутствие статистически значимых различий ($W = 1,54$; $p > 0,05$) для уровня значимости $p = 0,05$ (доверительный интервал — 95 %). Это свидетельствует о том, что оба вида нагрузки оказывают сопоставимое влияние на временные показатели реакции в тесте РДО.

Количество отрицательных реакций отражает точность ответа на движущий объект, значения данного показателя представлены в таблице.

Сравнение показателей обеих групп с разной нагрузкой до ее начала выявило отсутствие статистически значимых различий ($W = 1,4$; $p > 0,05$). Данный анализ позволяет считать данные группы сравнимыми и обеспечивает основу для дальнейшего анализа влияния разных нагрузок на показатели количества ошибок.

Результаты статистического анализа до и после физической нагрузки выявили отсутствие статистически значимых различий на уровне значимости $p = 0,05$ ($W = 1,8$). Физическая нагрузка не повлияла на количество ошибок в тесте.

Количество ошибок до и после фиджитал-нагрузки имеет статистически значимые различия ($W = 2,3$; $p = 0,05$), то есть фиджитал-нагрузка улучшила внимательность прохождения теста.

Сравнение показателей обеих групп с разной нагрузкой после ее проведения выявило отсутствие статистически значимых различий ($W = 0,4$; $p > 0,05$) для уровня значимости $p = 0,05$ (доверительный интервал — 95 %). Данный анализ показывает, что фиджитал-нагрузка способна сокращать количество отрицательных ответов в тесте РДО.

Для комплексной оценки влияния различных видов нагрузки на психофизиологическое состояние испытуемых был проведен анализ показателя RMSSD (Root Mean Square of Successive Differences), отражающего парасимпатическую активность вегетативной нервной системы. Данный показатель был выбран как наиболее чувствительный маркер восстановительных процессов организма после нагрузок различного характера (см. табл.).

Сравнение показателей обеих групп с разной нагрузкой до ее начала выявило отсутствие статистически значимых различий ($W = 1,5$; $p > 0,05$). Данный анализ

позволяет считать данные группы сравнимыми и обеспечивает основу для дальнейшего анализа влияния разных нагрузок на показатели среднего количества ударов в секунду.

Результаты статистического анализа показали, что физическая нагрузка понижает RMSSD на уровне значимости $p = 0,05$ ($W = 3,07$), что указывает на достоверное снижение парасимпатической активности, подтверждая адекватную адаптацию к физическим нагрузкам.

Показатель RMSSD напротив увеличился ($W = 3,7$ при $p = 0,05$), что демонстрирует более выраженное изменение.

Сравнение показателей обеих групп с разной нагрузкой после ее проведения выявило статистически значимые различия ($W = 3,7$; $p > 0,05$) для уровня значимости $p = 0,05$ (доверительный интервал — 95 %). Это свидетельствует о том, что оба вида нагрузки оказывают различное влияние на показатель RMSSD.

Заключение

Анализ результатов психофизиологических показателей до и после нагрузок в обеих группах выявил статистически значимые улучшения. Физическая нагрузка достоверно увеличила скорость двигательных реакций, сократила время реакции в тестах ПЗМР и РДО, а также повысила стабильность работы нервной системы. Фиджитал-нагрузка оказала схожий эффект, но с более выраженным влиянием на точность выполнения заданий, что указывает на ее положительное воздействие на когнитивные функции.

Оценка влияния фиджитал-нагрузки на психофизиологические показатели студентов в условиях когнитивной деятельности подтвердила ее эффективность. Наиболее значимым результатом стало увеличение парасимпатической активности (RMSSD) после VR-сеанса, что свидетельствует о стимуляции восстановительных процессов. Это позволяет рассматривать фиджитал-спорт как перспективное средство для поддержания психофизиологического состояния студентов в условиях учебной нагрузки, сочетающее физическую активность с когнитивным развитием.

Полученные результаты подтверждают перспективность использования фиджитал-спорта как эффективного средства для поддержания психофизиологического состояния студентов. Сочетание физической активности с цифровыми технологиями создает уникальные условия для развития когнитивных функций и моторных навыков, что делает этот вид деятельности особенно ценным в современной образовательной среде.

Список источников

1. Варакосин Д. А., Цинис А. В., Малышев Р. А. Воздействие занятий фиджитал спортом на психологическое здоровье студентов // Научный Лидер. 2024. № 48 (198). С. 181–187. EDN: HBZUZI.
2. Гильманшин Р. А. Роль фиджитал-спорта в реализации Стратегии 2030 // Физическая культура, спорт, туризм: наука, образование, информационные технологии: Материалы Всероссийской с международным участием заочной научно-практической конференции, Казань, 22–23 марта 2023 года. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023. С. 294–298. EDN: EKWSSQ.
3. Голубник А. А., Королева О. Ю. Модель развития фиджитал-спорта в университете // Мир науки. Педагогика и психология. 2023. Т. 11. № 5. Ст. 38. EDN: UTLNEE.
4. Карвунис Ю. А. Психофизиологические характеристики у киберспортсменов при напряженной игровой деятельности / Ю. А. Карвунис, Н. А. Карвунис, Ю. Г. Калининкова, Л. В. Капилевич // Теория и практика физической культуры. 2023. № 8. С. 42–43. EDN: BHHYPN.
5. Лубышева Л. И. Фиджитал-спорт — инновационный проект развития внеучебной деятельности студентов // Теория и практика физической культуры. 2023. № 7. С. 101. EDN: OFGYFF.
6. Романюк В. А. Фиджитал-спорт: будущее спорта России // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 108-9. С. 108–112. <https://doi.org/10.18411/tmio-04-2024-503>. EDN: FRKAHM.
7. Чижик А. А., Лесникова Г. Н. Влияние фиджитал-спорта на здоровьесбережение студенческой молодежи // Вестник науки. 2024. Т. 1. № 5 (74). С. 718–723. EDN: ISOYRW.
8. Pope N., Kuhn K.-A. L., Forster J. J. H., eds. Digital Sport for Performance Enhancement and Competitive Evolution: Intelligent Gaming Technologies. Hershey, PA: IGI Global Scientific Publishing; 2009. 414 p. <https://doi.org/10.4018/978-1-60566-406-4>

References

1. Varakosin D. A., Tsinis A. V., Malyshev R. A. The Impact of Phyigital Sports on the Psychological Health of Students. Scientific Leader. 2024;(48):181–187. EDN: HBZUZI. (In Russ.).
2. Gilmanshin R. A. The Role of Phyigital Sports in the Implementation of Strategy 2030. In: Physical Education, Sports, Tourism: Science, Education, Information Technology. Kazan: Kazan State Power Engineering University. 2023:294–298. EDN: EKWSSQ. (In Russ.).
3. Golubnik A. A., Koroleva O. Yu. Model for the Development of Phyigital Sports at the University. The World of Science. Pedagogy and Psychology. 2023;11 (5):38. EDN: UTLNEE. (In Russ.).
4. Karvunis Yu. A., Karvunis N. A., Kalinnikova Yu. G., Kapilevich L. V. Psychophysiological Characteristics of Cyber-Athletes During Strenuous Gaming Activity. Theory and Practice of Physical Education. 2023;(8):42–43. EDN: BHHYPN. (In Russ.).
5. Lubysheva L. I. Phyigital sport — an innovative project for the development of students' extracurricular activities. Theory and Practice of Physical Education. 2023;(7):101. EDN: OFGYFF. (In Russ.).

6. Romanyuk V. A. Phygital sport: the future of Russian sports. Trends in the development of science and education. 2024;(108-9):108–112. <https://doi.org/10.18411/trnio-04-2024-503>. EDN: FRKAHM. (In Russ.).
7. Chizhik A. A., Lesnikova G. N. The influence of phygital sport on the health of student youth. Science Bulletin. 2024;1(5):718–723. EDN: ISOYRW. (In Russ.).
8. Pope N., Kuhn K.-A. L., Forster J. J. H., eds. Digital Sport for Performance Enhancement and Competitive Evolution: Intelligent Gaming Technologies. Hershey, PA: IGI Global Scientific Publishing; 2009. 414 p. <https://doi.org/10.4018/978-1-60566-406-4>

Информация об авторах / Information about the authors:

Милованова Ксения Геннадьевна — кандидат биологических наук, доцент кафедры спортивно-оздоровительного туризма, спортивной физиологии и медицины факультета физической культуры, Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия.

Milovanova Ksenia Gennadyevna — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Sports and Health Tourism, Sports Physiology and Medicine of the Faculty of Physical Education, National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia.

naffys@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3038-3298>

Киселева Светлана Михайловна — студентка факультета физической культуры Национального исследовательского, Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия.

Kiseleva Svetlana Mikhailovna — Student of the Faculty of Physical Education, National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia.

kiselevasveta701@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-1852-7615>

Гужов Федор Александрович — кандидат биологических наук, доцент кафедры физического воспитания и спорта, Томский университет систем управления и радиоэлектроники, Томск, Россия.

Guzhov Fedor Aleksandrovich — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Education and Sports, Tomsk University of Control Systems and Radioelectronics, Tomsk, Russia.

fedorguzhov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5809-0067>

Ильин Александр Александрович — кандидат педагогических наук, доцент, профессор кафедры физического воспитания и спорта, Томский университет систем управления и радиоэлектроники, Томск, Россия.

Ilyin Aleksandr Aleksandrovich — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, professor of the department of physical education and sports, Tomsk University of Control Systems and Radioelectronics, Tomsk, Russia.

ilinsan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3884-8341>

Капилевич Леонид Владимирович — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой спортивно-оздоровительного туризма, спортивной физиологии и медицины факультета физической культуры, Национальный исследовательский Томский государственный университет; профессор отделения физической культуры, Томский политехнический университет; профессор кафедры физического воспитания и спорта, Томский университет систем управления и радиоэлектроники, Томск, Россия.

Kapilevich Leonid Vladimirovich — Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Sports and Health Tourism, Sports Physiology and Medicine of the Faculty of Physical Education of the National Research Tomsk State University, Professor of the Department of Physical Education of Tomsk Polytechnic University, Professor of the Department of Physical Education and Sports of Tomsk University of Control Systems and Radioelectronics, Tomsk, Russia.

kapil@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2316-576X>

Вклад авторов:

Ксения Геннадьевна Милованова — концептуализация, проведение исследования, формальный анализ, визуализация, написание первоначального варианта текста.

Светлана Михайловна Киселева — проведение исследования, формальный анализ, визуализация.

Федор Александрович Гужов — проведение исследования, формальный анализ, визуализация.

Александр Александрович Ильин — методология (валидация), редактирование текста, курирование.

Леонид Владимирович Капилевич — разработка методологии и дизайна исследования, редактирование текста, руководство проектом.

Authors' contributions:

Ksenia Gennadyevna Milovanova — conceptualization, research, formal analysis, visualization, and initial writing.

Svetlana Mikhailovna Kiseleva — research, formal analysis, and visualization.

Fedor Aleksandrovich Guzhov — research, formal analysis, and visualization.

Aleksandr Aleksandrovich Ilyin — methodology (validation), text editing, and supervision.

Leonid Vladimirovich Kapilevich — research methodology and design development, text editing, and project management.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare no relevant conflict of interest.

Статья поступила в редакцию: 24.06.2025;
одобрена после доработки: 30.09.2025;
принята к публикации: 20.10.2025.

The article was submitted: 24.06.2025;
approved after reviewing: 30.09.2025;
accepted for publication: 20.10.2025.

Исследовательская статья

УДК 613.95+338.48-52+579.6

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-100-117

Ольга Павловна Иккерт¹,
Валерия Анатольевна Шепилова^{1, 2},
Лилия Сергеевна Бандурова¹,
Римшах Сабир¹,
Анастасия Владимировна Кабачкова^{1, 2}

¹ Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Томск, Россия

² Сибирский государственный медицинский университет,
Томск, Россия

МИКРОБИОТИЧЕСКИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СЕТИ У ДЕТЕЙ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Аннотация. Кишечная микробиота играет важную роль в поддержании метаболического здоровья человека. Физическая активность влияет на ее состав и разнообразие, однако механизмы ее воздействия на структуру экологических взаимодействий между микроорганизмами, особенно в детском возрасте, остаются малоизученными. Целью исследования являлось проведение сравнительного анализа структуры и взаимодействий микробных сетей кишечной микробиоты у детей с разным уровнем физической активности. В исследовании участвовали 24 здоровых ребенка 8–10 лет, разделенных на две группы: контрольная (К, только уроки физкультуры в школе) и активно занимающиеся спортом (С, физкультура и дополнительно тхэквондо). Методом полногеномного секвенирования (Nanopore) был проанализирован состав микробиоты. Были построены и проанализированы корреляционные микробные сети на основе значимых положительных корреляций Спирмена, рассчитаны топологические параметры: количество узлов и модулей, степень центральности, центральность посредничества и модульность. У детей группы С выявлена значительно более сложная и интегрированная структура микробной сети: больше узлов и модулей, выше степень центральности ключевых таксонов и модульность. Сеть группы С характеризовалась развитыми кооперативными взаимодействиями и наличием таксонов-«мостов» с ненулевой центральностью посредничества, соединяющих функциональные модули. В группе К сеть была менее устойчивой, с признаками изоляции модулей и внутримодульной конкуренцией.

Ключевые слова: кишечная микробиота, физическая активность, сетевой анализ, конкуренция микроорганизмов, короткоцепочечные жирные кислоты, метаболическое здоровье

Финансирование: исследование проведено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 24-25-00304).

Research article

UDC 613.95+338.48-52+579.6

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-100-117

Olga Pavlovna Ikkert¹,
Valeria Anatolyevna Shepilova^{1, 2},
Liliya Sergeevna Bandurova¹,
Rimshah Sabir¹,
Anastasia Vladimirovna Kabachkova^{1, 2}

¹ National Research Tomsk State University,
Tomsk, Russian Federation

² Siberian State Medical University,
Tomsk, Russian Federation

THE MICROBIOTIC ECOLOGICAL NETWORKS IN CHILDREN WITH DIFFERENT LEVELS OF MOTOR ACTIVITY

Abstract. The gut microbiota plays an important role in maintaining human metabolic health. Physical activity influences its composition and diversity; however, the mechanisms by which it affects the structure of ecological interactions between microorganisms, especially in childhood, remain poorly understood. The aim of the study was to conduct a comparative analysis of the structure and interactions of microbial networks in the gut microbiota of children with different levels of physical activity. The study involved 24 healthy children aged 8–10 years, divided into two groups: a control group (K, only physical education classes at school) and a group of active athletes (C, physical education plus additional taekwondo training). The microbiota composition was analyzed using whole-genome sequencing (Nanopore). Correlation-based microbial networks were constructed and analyzed using significant positive Spearman correlations. Topological parameters were calculated: number of nodes and modules, degree centrality, betweenness centrality, and modularity. Children in group C exhibited a significantly more complex and integrated microbial network structure: more nodes and modules, higher degree centrality of key taxa, and higher modularity. The network of group C was characterized by developed cooperative interactions and the presence of taxa acting as “bridges” with non-zero betweenness centrality, connecting functional modules. In group K, the network was less resilient, showing signs of module isolation and intra-modular competition.

Keywords: gut microbiota, physical activity, network analysis, microbial competition, short-chain fatty acids, metabolic health

Funding Statement: the research was supported by a grant from the Russian Science Foundation (project no. 24-25-00304).

Введение

Кишечная микробиота представляет собой сложную экосистему, состоящую из триллионов микроорганизмов, включая бактерии, археи, вирусы и грибы, которые играют ключевую роль в поддержании здоровья человека. Она участвует в процессах пищеварения, синтезе

витаминов, регуляции иммунной функции и взаимодействии с нервной системой, что подчеркивает ее важность для общего метаболического состояния организма [7; 9].

Физическая активность признана одним из ключевых факторов, влияющих на состав и разнообразие кишечной микробиоты. Регулярные физические нагрузки способствуют увеличению производства короткоцепочечных жирных кислот (КЦЖК), таких как бутират, пропионат и ацетат, которые оказывают положительное влияние на метаболическое здоровье и целостность кишечного барьера [1]. Исследования показывают, что у спортсменов наблюдается более разнообразная и стабильная микробиота по сравнению с лицами, ведущими малоподвижный образ жизни [2; 4]. У детей, занимающихся спортом, наблюдается более высокая степень симбиотических взаимодействий между микроорганизмами, что может способствовать улучшению метаболического здоровья и снижению риска развития различных заболеваний [3; 8].

Особый интерес представляет изучение микробных взаимодействий через призму сетевого анализа. Этот подход позволяет выявить ключевые таксоны-интеграторы, определить структуру микробных сообществ и оценить устойчивость экосистемы в целом. У детей, находящихся в критическом периоде развития, как иммунной системы, так и микробного сообщества, физическая активность может оказывать влияние на становление микробиоты. Однако механизмы, с помощью которых физическая активность модулирует микробные сети у детей, остаются недостаточно изученными. Большинство существующих исследований сосредоточено на взрослых популяциях, в то время как детская микробиота обладает уникальными особенностями, включая повышенную пластичность и чувствительность к внешним воздействиям.

Целью данного исследования является сравнительный анализ структуры и особенностей взаимодействий микробных сетей кишечной микробиоты у детей с разным уровнем двигательной активности.

Материалы и методы исследования

Дизайн и участники исследования

В нашем исследовании приняли участие здоровые дети обоих полов в возрасте от 8 до 10 лет, разделенные на две группы: 1-я группа (контрольная группа, или К) состояла из 12 детей, которые посещали только уроки физкультуры в школе; 2-я группа (группа занимающихся спортом, или С) состояла из 12 детей, которые занимались физкультурой в школе и дополнительно посещали занятия боевыми искусствами (тхэквондо) более двух лет. Уроки физкультуры в школе проводились два раза в неделю, а занятия боевыми искусствами — 2–3 раза в неделю. Группы были однородны по полу, возрасту и антропометрическим

параметрам и не имели симптомов острых вирусных или бактериальных инфекций на момент сбора образцов кала. Никто из участников не принимал антибиотики, пробиотики или пребиотики в течение двух месяцев до начала исследования. У всех детей был схожий рацион питания: завтрак, обед, полдник и ужин, примерно в одинаковое время, а также полноценный ночной сон продолжительностью 8–9 часов в школьные дни и до 10 часов в выходные дни.

Исследование было одобрено комитетом по биоэтике Биологического института и экспертной комиссией по рассмотрению материалов, предназначенных для открытой публикации Национального исследовательского Томского государственного университета. Информированные согласия были получены заранее как от родителей или законных представителей, так и от детей.

Сбор образцов и извлечение ДНК. Сбор образцов кала был проведен в Томске (Россия) в весенний период (апрель – май 2024 г.). Пробы собирали в утреннее время в стерильные пластиковые контейнеры объемом 50 мл и временно хранили при температуре 2–4 °C не более четырех часов до момента транспортировки в лабораторию. В лабораторных условиях образцы немедленно были аликвотированы в заранее промаркированные криопробирки и заморожены при –80 °C для последующей экстракции ДНК.

Выделение тотальной геномной ДНК выполняли с использованием набора MagPure Stool DNA LQ Kit (Magen, Китай) в строгом соответствии с протоколом производителя. Концентрацию и чистоту полученных препаратов ДНК оценивали на спектрофотометре NanoPhotometer® NP80 Tech Specs (Implen GmbH, Германия). Все образцы ДНК были доставлены в замороженном состоянии для проведения секвенирования в лабораторию «Геномед» (Медико-генетический центр, Лаборатория молекулярной патологии, Москва, Россия).

Секвенирование ампликонов и биоинформатический анализ. Секвенирование библиотеки ампликонов проводили на платформе PromethION/MinION (Oxford Nanopore Technology). Образцы подвергались ферментативной очистке и контролю качества перед секвенированием. Гипервариабельный участок гена 16S рРНК V1–V9 амплифицировали методом полимеразной цепной реакции и секвенировали.

Оценка качества каждого образца проводилась с помощью FastQC v0.12.0, а агрегированные результаты визуализировались с помощью MultiQC v1.29. Последовательности адаптеров удалялись с помощью Porechop v0.2.4, инструмента, разработанного для работы с данными Oxford Nanopore. Чтения длиной от 1 300 до 1 900 пар оснований сохранялись для дальнейшего анализа с помощью SeqKit v2.10.0, а дополнительная фильтрация проводилась с помощью Fastp v1.0.1. Выравнивание прочтений проводилось с помощью Minimap2 по базе данных, включающей записи из NCBI 16S RefSeq и rrnDB. Таксономическая классификация проводилась с помощью Eml 10. Чтобы снизить влияние редких таксонов и потенциальных артефактов, виды с относительной численностью ниже 0,1 % были исключены из результатов.

Все данные секвенирования были представлены в архиве прочтений последовательностей NCBI (SRA) под регистрационным номером BioProject PRJNA1195688.

Анализ топологических свойств микробных сетей

Экологические взаимодействия между таксонами микробиоты оценивали на основе анализа корреляционных сетей. Для этого была рассчитана матрица парных ранговых корреляций Спирмена между относительной численностью всех обнаруженных видов. Перед анализом данные по относительной численности были нормализованы с использованием функции `decostand` (метод = «total») в пакете `vegan` (v2.6-4) для *R*.

Статистическая значимость корреляций определялась при уровне $p < 0,05$ после поправки на множественные сравнения с помощью метода оценки доли ложных открытий (False Discovery Rate, FDR). Для последующего построения сетей учитывались только статистически значимые корреляции с коэффициентом $|r| > 0,5$. Полученные p -values для всех пар корреляций были скорректированы с помощью метода Бенджамини – Хохберга для учета множественных сравнений. Уровень значимости был установлен на $q < 0,01$.

На основе отфильтрованной матрицы положительных корреляций был построен неориентированный взвешенный граф, где узлы представляют собой бактериальные таксоны, а ребра — значимые положительные корреляции между таксонами, а их толщина пропорциональна величине коэффициента корреляции. Для характеристики топологической структуры сетей были рассчитаны стандартные метрики: плотность ребер и модульность. Для каждого узла рассчитывалось количество его непосредственных связей, то есть центральность узлов по степени и доля кратчайших путей между всеми парами узлов в сети, которые проходят через данный узел (центральность посредничества). Это показатель того, насколько узел является мостом между различными частями сети. Для выявления плотно связанных групп таксонов (модулей) внутри графа был применен алгоритм Лувена для модульной оптимизации. Это позволило разделить всю сеть на отдельные сообщества (модули). Весь анализ выполнялся в среде *R* версии 4.4.2. Анализ был сфокусирован на топологических расчетах и выделении модулей. Визуализация графов не проводилась, что позволило сконцентрироваться на статистических свойствах сетевой структуры.

Потенциальная конкуренция выявлялась на основе двух независимых подходов: внутримодульной и межмодульной конкуренции. Внутримодульную конкуренцию принимали для сообществ, где наблюдалась высокая концентрация таксономически и функционально близких видов с высокой степенью центральности, но с крайне низкими значениями центральности посредничества, что указывало на их изоляцию от остальной сети. Межмодульная конкуренция постулировалась в случаях, когда функционально близкие таксоны были

распределены по разным структурным сообществам (модулям). В этом случае конкуренция предположительно происходит между целыми сообществами, представленными разными модулями.

Результаты исследования

Топологические особенности микробных сетей

Микробные сети кишечника у детей демонстрируют значительные структурные различия в зависимости от уровня физической активности. Анализ выявил значительные различия в структуре микробных сетей между группами, в частности у физически активных детей (группа С) микробные экосистемы более сложные и связанные. Так, у детей, не занимающихся дополнительно спортом (группа К), сеть имеет 74 узла (основных таксонов) и 20 стабильных микробных сообществ (модулей). В отличие от этого, у детей, профессионально занимающихся спортом (группа С), сеть значительно сложнее и включает 109 узлов (основных таксонов) и 31 сообщество (табл. 1).

Таблица 1

**Сравнение характеристик микробных сетей у детей
с разной физической активностью**

Группа наблюдения	Контроль (только уроки физкультуры)	Спорт (уроки физкультуры и дополнительные занятия)
Число узлов (таксонов)	74	109
Число модулей (сообществ)	20	31
Максимальная степень центральности	14 (например, <i>Prevotella</i> spp.)	24 (например, <i>Acutalibacter muris</i>)
Центральность посредничества	низкая (в основном 0)	умеренная (отдельные таксоны > 1)
Размер модулей (сообществ)	1–8 таксонов	1–13 таксонов
Модульность сети (плотность взаимосвязей)	0,64	0,75
Связи между узлами (таксонами)	598	776

В микробных сетях обеих групп идентифицированы ключевые таксоны, выступающие в роли узлов с высокой степенью центральности. В группе К такими узлами являются представители родов *Prevotella*, *Butyrivibrio*, *Bacteroides* и *Blautia*, со степенью центральности до 14. Особого внимания заслуживает

наличие нескольких штаммов *Prevotella* (штаммы 190, 193, 194), выступающих в роли хабов-узлов, играющих особо важную роль в организации сети. Помимо степени центральности, важное значение имеет центральность посредничества, которая характеризует способность узлов (таксонов) быть мостами между различными сообществами сети. В этой группе большинство таксонов имеют низкие значения посредничества (близкие к 0), за исключением немногих примеров, таких как *Coprobacillus cateniformis* (посредничество 12) и *Faecalibacterium prausnitzii* (посредничество 5). Вероятно, в этой группе ограниченная интеграция между сообществами.

Ключевыми структурными элементами сети в группе С выступают таксоны с исключительно высокой степенью центральности (до 24), представленные многочисленными видами *Bacteroides*, *Acutalibacter muris*, *Christensenella timonensis* и *Ruminococcus*. Эти таксоны выполняют роль интеграторов сети, обеспечивая стабильность и функциональную целостность сообщества через многочисленные связи с другими членами микробиоты. Наличие таксонов с умеренно высокой центральностью посредничества (> 1), таких как *Sporobacter termitidis*, *Subdoligranulum variable* и *Akkermansia muciniphila*, говорит о развитой системе функциональной интеграции между различными модулями сети. Хотя у большинства таксонов посредничество также низкое, как и у группы К, некоторые узлы, например, *Oscillibacter valericigenes* (посредничество 1,83), демонстрируют более высокие значения, подчеркивая их роль в соединении различных модулей сети. Такие узлы-посредники критически важны для общей связности и функциональной координации микробного сообщества, обеспечивая эффективный обмен метаболитами и информацией между разными экологическими нишами.

В обеих группах также можно отметить высокую модульную структуру, где тесно связанные таксоны образуют отдельные сообщества. В группе К отмечена умеренная степень модульности, при этом размер сообществ варьирует от 1 до 8 таксонов. Основную роль все-таки играют большие сообщества, например сообщество 3 включает *Bacteroides intestinalis*, *Blautia obeum*, *Parabacteroides* sp. и др., а сообщество 11 объединяет различные штаммы *Prevotella*, *Mitsuokella jalaludinii* и *Butyrivibrio hungatei* (табл. 2). А вот в группе С модульная организация более выражена, с размерами сообществ от 1 до 13 таксонов, и включает сложные модули с участием *Clostridium*, а особенно пробиотических штаммов *Akkermansia*, *Christensenella*, и других родов (табл. 3).

Высокая степень центральности и модульность сети у физически активных детей (группа С) говорит о лучшей потенциальной роли в поддержании метаболического баланса, функциональной специализации и устойчивости к внешним воздействиям, так как нарушения в пределах модуля реже распространяются на всю сеть. А вот разные таксоны, ключевые в микробиоте, указывают на различные экологические стратегии организации микробных сообществ. Вероятно, это связано не только с физической нагрузкой, но и с различиями в диете, состоянием здоровья или другими факторами окружающей среды.

Таблица 2

Ключевые микробные сообщества кишечной микробиоты детей, посещающих только уроки физкультуры в школе

Модуль (сообщество)	Доминирующие таксоны
1	NA (неопределенные таксоны)
2	<i>Butyricimonas virosa</i> , <i>Prevotellamassilia timonensis</i> , <i>Acutalibacter muris</i> .
3	<i>Bacteroides intestinalis</i> , <i>Blautia obeum</i> , <i>Eubacterium oxidoreducens</i> , <i>Parabacteroides chongii</i> , <i>Parabacteroides sp.</i> , <i>Agathobaculum desmolans</i>
4	Виды <i>Alistipes</i> , виды <i>Barnesiella</i> , виды <i>Parasutterella</i> . и др.
5	<i>Eisenbergiella Massiliensis</i> , <i>Alistipes indistinctus</i>
6	<i>Bacteroides mediterraneensis</i> , <i>Phocaeicola coprocola</i> , <i>Allisonella histaminiformans</i> .
7	<i>Bacteroides clarus</i> , <i>Bacteroides eggerthii</i> , <i>Eubacterium ramulus</i> , <i>Azospirillum sp.</i>
8	<i>Clostridium sp.</i> , <i>Oxalobacter formigenes</i> и др.
9	<i>Desulfovibrio piger</i> , бактeрии <i>Peptostreptococcaceae sp.</i> , <i>Bifidobacterium longum</i>
10	<i>Blautia sp.</i> , <i>Blautia glacerasea</i> , <i>Coprococcus catus</i> , <i>Faecalibacterium prausnitzii</i> .
11	<i>Duodenibacillus Massiliensis</i> , <i>Emergencia timonensis</i> , <i>Marseilla Massiliensis</i> , <i>Mitsuokella jalaludinii</i> , <i>Prevotella spp.</i> , <i>Butyrivibrio hungatei</i> .
12	<i>Eubacteriales...81</i> , <i>Fusobacterium mortiferum</i> , <i>Porphyromonas asaccharolytica</i> , <i>Prevotella sp.</i> , <i>Campylobacter hominis</i>
13	<i>Muribaculum intestinale</i> , <i>Prevotella sp....195</i> , <i>Clostridium merdae</i>
14	<i>Allofournierella Massiliensis</i> , <i>Acetivibrio sp.</i> , <i>Hungatella effluvii</i> и др.
15	<i>Dialister Massiliensis</i> , <i>Dialister Hominis</i>
16	Осцилоспировые, <i>Dorea formicigenerans</i>
17	<i>Lachnospiraceae...149</i> , <i>Eubacterium ruminantium</i> .
18	<i>Faecalicatena orotica</i> , <i>Faecalicatena fissicatena</i>
19	<i>Sporobacter termitidis</i> , <i>Papillibacter cinnamivorans</i>
20	<i>Turicibacter sp.</i> , <i>Ruminiclostridium sp.</i>

Таблица 3

Ключевые микробные модули кишечной микробиоты детей, дополнительно занимающихся в спортивной секции более двух лет

Модуль (сообщество)	Доминирующие таксоны
1	<i>Abyssivirga alkaniphila</i> , <i>Clostridium saudiense</i> , <i>Clostridium tertium</i> , <i>Intestinibacter bartlettii</i> , [<i>Clostridium</i>] <i>leptum</i>
2	NA (неопределенные таксоны)
3	<i>Blautia sp.</i> , <i>Agathobacter rectalis</i>
4	<i>Acutalibacter muris</i> , <i>Aminipila luticellarii</i> , <i>Bacteroides rodentium</i> , <i>Bacteroides sp.</i> , <i>Bifidobacterium pseudocatenulatum</i> , <i>Christensenella timonensis</i> , <i>Cloacibacillus evryensis</i> , <i>Desulfovibrio desulfuricans</i> , <i>Nitratidesulfovibrio</i>

Модуль (сообщество)	Доминирующие таксоны
	<i>vulgaris</i> , <i>Paraprevotella xylaniphila</i> , <i>Ruminiclostridium cellobioparum</i> , <i>Ruminococcus callidus</i> , [<i>Ruminococcus</i>] <i>torques</i>
5	<i>Parabacteroides johnsonii</i> , <i>Acidaminococcus fermentans</i>
6	<i>Bacteroides Finegoldii</i> , <i>Bacteroides intestinalis</i> , <i>Parabacteroides goldsteinii</i> , <i>Veillonella parvula</i> , <i>Agathobaculum Butyriciproducens</i>
7	<i>Bacteroides mediterraneensis</i> , <i>Agathobaculum desmolans</i>
8	<i>Caproiciproducens sp.</i> , <i>Christensenella minuta</i> , <i>Clostridium sp.</i> , <i>Emergencia timonensis</i> , <i>Akkermansia muciniphila</i> .
9	<i>Alistipes ihumii</i> , <i>Clostridium beijerinckii</i> , <i>Clostridium paraputrificum</i> , <i>Faecalicatena contorta</i> , <i>Alistipes communis</i>
10	<i>Colidextribacter Massiliensis</i> , <i>Paludihabitans psychrotolerans</i> , <i>Merdimmobilis hominis</i> , <i>Alistipes shahii</i>
11	<i>Pseudobutyrvibrio xylanivorans</i> , <i>Allisonella histaminiformans</i>
12	<i>Eubacterium xylanophilum</i> , <i>Anaerostipes hadrus</i>
13	<i>Dialister Massiliensis</i> , <i>Duncaniella sp.</i> , <i>D. succinatiphilus.</i> , <i>Mitsuokella jalaludinii</i> , <i>Anaerostipes rhamnosivorans</i> .
14	<i>Desulfovibrio piger</i> , <i>Ihubacter Massiliensis</i> , <i>Anaerotruncus Rubiinfantis</i> .
15	<i>Odoribacter splanchnicus</i> , <i>Phocaeicola Massiliensis</i> , <i>Bacteroides eggerthii</i> .
16	<i>Bacteroides xylanisolvens</i> , <i>Ruminococcus bromii</i> , <i>Bacteroides thetaiotaomicron</i>
17	<i>Phocaeicola dorei</i> , <i>Bacteroides uniformis</i>
18	<i>Escherichia coli</i> , <i>Barnesiella intestinihominis</i>
19	<i>Muribaculum intestinale</i> , <i>Prevotellamassilia timonensis</i> , <i>Bifidobacterium catenulatum</i> .
20	<i>Blautia Producta</i> , <i>Faecalimonas umbilicata</i> , <i>Blautia glacerasea</i> .
21	<i>Dorea formicigenerans</i> , <i>Blautia wexlerae</i>
22	<i>Lachnospira pectinoschiza</i> , <i>Catenibacterium mitsuokai</i>
23	<i>Eubacterium oxidoreducens</i> , <i>Coprococcus eutactus</i>
24	<i>Oscillibacter valericigenes</i> , <i>Sporobacter termitidis</i> , <i>Subdoligranulum variabile</i> , <i>Oscillibacter sp.</i> , <i>Papillibacter cinnamivorans</i> , <i>Neglecta timonensis</i> , <i>Dorea longicatena</i> , <i>Gemmiger formicilis</i>
25	<i>Eubacterium ramulus</i> , <i>Faecalitalea cylindroides</i> , <i>Acetivibrio thermocellus</i> , <i>Odoribacterlanus</i> , <i>Peptococcus niger</i> , <i>Ruminiclostridium sp.</i> , <i>Terrisporobacter mayombeii</i> , <i>Turicibacter sp.</i> , <i>Erysipelotrichaceae</i> ...114
26	<i>Phascolarctobacterium succinatutens</i> , <i>Faecalibacterium prausnitzii</i>
27	<i>Ruthenibacterium lactatiformans</i> , <i>Flintibacter sp.</i>
28	<i>Phocaeicola coprocola</i> , <i>Prevotella sp.</i> ...195, <i>Succinivibrio dextrinosolvens</i> , <i>Holdemanella bififormis</i>
29	<i>Phocaeicola plebeius</i> , <i>Parasutterella excrementihominis</i>
30	<i>Ruminococcus bovis</i> , <i>Phascolarctobacterium faecium</i>
31	<i>Roseburia inulinivorans</i> , <i>Roseburia hominis</i>

Анализ выявил существенные структурные различия между микробными сетями детей с разным уровнем физической активности. Сеть группы К

характеризуется чертами замкнутой организации с преобладанием локальных взаимодействий и выраженной конкуренцией за ресурсы. Высокая плотность связей при умеренной модульности предполагает наличие устойчивого, но функционально ограниченного сообщества. Напротив, сеть группы С демонстрирует черты открытой высокоорганизованной системы с развитой функциональной специализацией и интеграцией. Высокая модульность при меньшей плотности связей указывает на наличие специализированных функциональных сообществ, способных к эффективному кооперированию. Наличие *Akkermansia muciniphila* как ключевого вида-интегратора подчеркивает важность сохранения целостности слизистого барьера в условиях повышенной физической активности.

Полученные данные полностью согласуются с современными экологическими теориями и литературными данными. Исследования показывают, что сложные и высокомодульные сети характерны для более устойчивых и здоровых микробных сообществ [5]. Например, в работах по микробиому человека высокая модульность и наличие узлов с высокой степенью центральности ассоциируются с устойчивостью к дисбиозу и метаболическим здоровьем [5]. Выявленные различия в сетевой структуре групп К и С подтверждают гипотезу о том, что физическая активность способствует усилению кооперативных взаимодействий между микробами, например через перекрестное питание и выработку метаболитов [5; 6].

Положительные и отрицательные взаимодействия в микробных сетях

Неориентированный взвешенный граф был построен на основе положительных корреляций, поэтому отдельные модули обнаруживали именно по положительным внутримодульным связям. В анализе сетей на основе корреляций «отрицательная связь» в матрице корреляций интерпретируется как потенциальный антагонизм или конкуренция. Явные «отрицательные ребра» на графе мы увидели только у нескольких сообществ в обеих группах. Однако в большей степени о конкуренции мы судили по косвенным признакам: таксономической и функциональной близости видов, оказавшихся в разных сообществах (модулях), или по высокой концентрации потенциальных конкурентов в одном кластере с признаками изоляции (высокая степень, нулевое посредничество). На основе литературных данных и функциональной аннотации доминирующих таксонов мы также определили функциональную классификацию микробных сообществ (модулей). Обобщенные данные представлены в таблице 4.

Абсолютно положительную корреляцию в группе К мы наблюдали в сообществе 2 между *Butyricimonas virosa* и *Acutalibacter muris* ($r = 1,0$). Оба организма могут быть метаболически взаимозависимы. Например, один продуцирует промежуточный метаболит (сукцинат, лактат), который использует другой для производства конечного продукта (пропионата, ацетата). Это классический синтрофный или кросс-фидинговый тип взаимодействия.

Таблица 4

**Сравнительный анализ сетевых взаимодействий
и функциональных свойств микробных сообществ**

Группа наблюдения	Контроль (только уроки физкультуры)	Спорт (уроки физкультуры и дополнительные занятия)
Корреляционные связи, кол-во связей с пояснением		
Сильнейшие отрицательные связи	Одна связь конкуренция за ресурсы между важными бутират-продуцентами: <i>Faecalibacterium prausnitzii</i> ↔ <i>Coprococcus catus</i> ($r = -0,87$)	Две связи конкуренция между доминирующими видами: <i>Phascolarctobacterium succinatutens</i> ↔ ↔ <i>Faecalibacterium prausnitzii</i> ($r = -0,94$); <i>Ruminococcus bromii</i> ↔ ↔ <i>Bacteroides thetaiotaomicron</i> ($r = -0,91$)
Сильнейшие положительные связи	220 внутри 13 сообществ например, <i>Butyricimonas virosa</i> ↔ ↔ <i>Acutalibacter muris</i> , <i>Parabacteroides sp.</i> ↔ ↔ <i>Agathobaculum desmolans</i> , <i>Prevotella sp.</i> ↔ ↔ <i>Butyrivibrio hungatei</i>	324 связей внутри и между 20 сообществ например, <i>Christensenella minuta</i> ↔ ↔ <i>Bacteroides thetaiotaomicron</i> , <i>Akkermansia muciniphila</i> ↔ ↔ <i>Christensenella timonensis</i> , <i>Christensenella timonensis</i> ↔ ↔ <i>Ruminococcus torques</i>
Функциональные типы модулей, кол-во модулей с указанием номера сообщества		
Сахаролитические	5 (2, 5, 10, 16, 17).	14 (3, 12, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 28, 30, 31)
Протеолитические	3 (9, 12, 15)	4 (9, 14, 18 — частично, 1)
Синтрофные	2 (14, 16)	7 (6, 12, 21, 22, 26, 27, 28, 30)
Специализированные	5 (4, 6, 7, 8, 19)	8 (7, 8, 11, 24, 25, 29)
Смешанные	5 (3, 6, 11, 13, 20)	7 (1, 4, 5, 6, 13, 15, 25)
Барьерные / иммуномоду- лирующие	4 (2, 4, 10, 17)	9 (включены в другие типы, например 3, 10, 17, 19, 26, 31)
Условно-патогенные	3 (9, 12, 15)	нет

Примечание: функциональные типы: сахаролитический — ферментация углеводов (клетчатка, крахмал, олигосахариды) происходит с образованием КЦЖК; протеолитический — расщепление белков и аминокислот происходит с образованием аммиака, фенолов, индолов, сероводорода; смешанный — сочетание сахаролиза и протеолиза; синтрофный — зависимость от метаболитов других микробов (например, образование одними микроорганизмами H_2 , формиата, лактата и потребление другими); специализированный — узконаправленный метаболизм (расщепление оксалата, желчных кислот, полифенолов и др.); условно-патогенный / воспалительный — ассоциирован с дисбиозом, воспалением, патологиями при дисбалансе; иммуномодулирующий/барьерный — влияние на иммунитет и эпителиальную целостность вне зависимости от метаболизма.

Также симбиотическую кооперацию (положительную связь) наблюдали внутри крупных сообществ. В сообществе 11 разные штаммы *Prevotella* и *Butyrivibrio hungatei* кооперируются в разложении сложных растительных полисахаридов. Хотя штаммы *Prevotella* конкурируют друг с другом, вместе как модуль они могут более эффективно расщеплять разные компоненты клетчатки, а *Butyrivibrio* может использовать продукты этого расщепления. Также виды *Bacteroides*, *Parabacteroides* и *Blautia obeum* внутри своего сообщества (сообщество 3) могут иметь взаимовыгодные отношения по переработке различных углеводов. В целом сильную положительную корреляцию наблюдали в 13 сообществах (около 65 % от общего числа сообществ), а общее количество связей с $r = 1,0$ было равно 220. Остальные сообщества также взаимодействовали друг с другом, но кооперация уже была ниже 1,0.

В этой же группе явную и сильную конкуренцию за ресурсы (пищевые волокна, лактат, ацетат) наблюдали между важными бутират-продуцентами *Faecalibacterium prausnitzii* и *Coprococcus catus* ($r = -0,87$) в сообществе 10. Такая конкуренция, скорее всего, связана не только с физической активностью, но и с питанием, так как лактат и ацетат чаще всего образуются при потреблении растительной клетчатки.

В сообществах 3, 11 и 14 уже по косвенным признакам также наблюдали конкуренцию, особенно между филогенетически или функционально близкими видами. Например, различные *Prevotella* spp. в сообществе 11 однозначно конкурируют за растительные полисахариды; в сообществе 14 целлюлозолитики *Acetivibrio alkalicellulosi*, *A. thermocellus*, *Ruminiclostridium cellobioparum* конкурируют за целлюлозу; штаммы *Bacteroides* и *Parabacteroides* конкурируют за сходные ниши и ресурсы, такие как сложные полисахариды, в сообществе 3. Чрезвычайно высокая степень центральности в эти сообщества при нулевой центральности посредничества является индикатором того, что сообщества имеют много связей в пределах собственного сообщества. Сочетание высокой степени и нулевого посредничества — это классический признак «провинциального хаба». Такие таксоны доминируют в своей локальной нише, но их взаимодействия с внешним миром ограничены. Это часто является следствием того, что вся энергия тратится на конкуренцию внутри своего сообщества.

Во второй группе (C) выявлены сильные положительные связи, где $r = 1,0$, было почти в 1,5 раза больше, чем в первой группе, и составляло 324. Особую связь можно отметить между *Christensenella minuta* (сообщество 8) и *Bacteroides thetaiotaomicron* (сообщество 16); *Akkermansia muciniphila* (сообщество 8) и тремя бактериями *Christensenella timonensis* (сообщество 4), *Faecalibacterium prausnitzii* (сообщества 26), штаммами *Roseburia* (сообщества 31) и др. Они не только сами с кем-то кооперируются, но и соединяют разные функциональные модули, обеспечивая обмен метаболитами между ними. Например, *Bacteroides thetaiotaomicron* (расщепляет полисахариды) может поставлять субстраты для бутират-продуцентов из другого модуля. Или огромное сообщество 4 с таксонами-гигантами (степень 24) не могло бы сформироваться без тесной

внутренней кооперации. Виды *Bacteroides*, *Ruminococcus*, *Christensenella*, вероятно, образуют высокоинтегрированный консорциум по переработке широкого спектра субстратов, растительных полисахаридов, целлюлозы, лактата. В сообществе 6 *Bifidobacterium pseudocatenulatum* и *Christensenella timonensis* демонстрируют взаимодополняющие функции в метаболизме олигосахаридов. Сильная положительная корреляция внутри модулей была у 20 сообществ, что так же, как и в группе К, составляла 65 % от общего числа сообществ.

Однако, в отличие от группы К, где конкуренция была сконцентрирована внутри крупных модулей, в группе С структура сети — более сложная и интегрированная. Потенциальная конкуренция как симбиотические отношения здесь чаще возникает не внутри сообществ, а между таксонами из разных, но функционально близких сообществ, что является признаком более зрелой и сбалансированной экосистемы. При этом сами сообщества были связаны мостами (имели ненулевое посредничество). Это классический признак того, что конкуренция переместилась на более высокий, межмодульный уровень.

Наличие сильных отрицательных связей во второй группе, которое наблюдали между бактериями *Phascolarctobacterium succinatutens* и *Faecalibacterium prausnitzii* ($r = -0,94$) внутри сообщества 26, а также между *Ruminococcus bromii* и *Bacteroides thetaiotaomicron* ($r = -0,91$) внутри сообщества 16, указывает на сохранение элементов конкуренции между доминантными видами.

Также были обнаружены отрицательные связи между сообществами 4, 16 и 28. Вероятно, здесь идет конкуренция между различными видами *Bacteroides*, *Ruminococcus* и другими ксилан-ферментирующими бактериями (например, *P. xylaniphila*, *S. dextrinosolvens*) за доступ к сложным растительным полисахаридам. Небольшую конкуренцию наблюдали между сообществами 26, 31, 12 и 13, где находятся разные ключевые производители бутирата. Скорее всего, тут происходит нишевое разделение (бактерии используют разные субстраты для производства одного и того же метаболита), но также не исключается и конкуренция за конечный продукт или экологическое пространство.

Несмотря на различия в таксономическом составе, обе группы продемонстрировали схожие принципы функциональной архитектуры: доминирование сахаролитических и синтрофных модулей, наличие специализированных ниш (метаболизм слизи, полифенолов, желчных кислот, оксалатов) и строгий баланс между комменсальными, иммуномодулирующими и потенциально патогенными группами. Это подтверждает, что здоровая микробиота функционирует не как набор отдельных видов, а как интегрированная метаболическая сеть, где ключевую роль играют не только «звездные» симбионты (например, *Faecalibacterium prausnitzii*, *Akkermansia muciniphila*, *Roseburia* spp.), но и функциональные модули, объединяющие микроорганизмы с комплементарными ролями.

В обеих группах более 40 % модулей классифицированы как сахаролитические, с высокой представленностью продуцентов бутирата (*Blautia*, *Faecalibacterium*, *Roseburia*, *Eubacterium*, *Lachnospiraceae*, *Oscillospiraceae*).

Эти модули обеспечивают энергетическое питание колоноцитов, поддержание эпителиального барьера, подавление воспаления через ингибирование NF-κB и стимуляцию Treg-клеток.

В обеих группах выявлены модули с выраженной синтрофией — потребление промежуточных метаболитов (лактат, сукцинат, формиат, H₂) видами вроде *Anaerostipes*, *Phascolarctobacterium*, *Dorea*, *Ruthenibacterium*, что предотвращает закисление среды и накопление токсичных продуктов, способствует эффективному превращению сложных субстратов в КЦЖК, повышает устойчивость микробного сообщества к диетическим и иммунным возмущениям.

А вот наличие протеолитических и условно-патогенных модулей в группе К не следует рассматривать исключительно как патогенные. В нормальной концентрации они участвуют в рециркуляции азота, поддерживают pH и окислительно-восстановительный потенциал, стимулируют иммунный надзор. Проблема может возникнуть при дисбиозе — когда сахаролитические и барьерные модули ослаблены, а протеолитические — расцветают. Это приводит к накоплению аммиака, фенолов, H₂S, вследствие чего может быть поврежден эпителий кишечника, что повлечет системное воспаление.

Заключение

Полученные данные свидетельствуют о том, что физическая активность способствует формированию более сложной и структурно организованной микробной сети, характеризующейся развитыми механизмами функциональной специализации и интеграции. Эти структурные особенности могут лежать в основе улучшенных метаболических характеристик и повышенной устойчивости микробного сообщества у физически активных детей.

Были обнаружены положительные и отрицательные связи в группе детей, посещающих только уроки физкультуры в школе (К), но они часто локальны и изолированы внутри своих сообществ. Наблюдается слабое развитие метаболических мостов между сообществами. Низкая центральность посредничества означает, что эти коалиции слабо связаны друг с другом, что создает менее устойчивую систему в целом. При этом для детей, дополнительно занимающихся спортом более двух лет (С), характерна более сложная и зрелая картина экологических взаимодействий. Выявлены многочисленные примеры метаболического кросс-финдинга, особенно между производителями ацетата, бутирата, сукцината и др. А вместо очевидной внутримодульной конкуренции наблюдается межмодульная, сочетающаяся с признаками нишевого разделения. Это отражает более устойчивую и сбалансированную экосистему, способную поддерживать высокое разнообразие за счет снижения прямой конкуренции через специализацию и наличие соединяющих мостов. Основные горячие точки потенциальной конкуренции находятся между функциональными

группами, рассеянными по нескольким сообществам (за полисахариды), а также между бутират-продуцентами из других сообществ.

Интересно отметить, что микробиота спортсменов не становится протеолитической, как это предполагалось, ведь у них в рационе больше белка. Скорее всего, это связано тем, что их организм успешно справляется с перевариванием белка сам и ферменты более активные. Главной задачей микробиоты спортсменов становится помощь в обеспечении тела энергией из углеводов, что и приводит к преобладанию сахаролитических видов бактерий. Это признак не только адаптации и здоровья кишечной экосистемы, но симбиотических взаимодействий организма человека и микробиоты.

Двигательная активность, включающая только занятия физической культурой в школе дважды в неделю, ассоциируется с пониженной многообразностью и изменчивой сетью взаимодействий микробиот и наличием достаточного количества протеолитических микроорганизмов. Такая микробиота имеет меньшую сложность сети и меньшие взаимозаимные конкуренции, что может приводить к снижению стабильности микробного сообщества.

Список источников

1. Буйваленко А. В., Покровская Е. В. Взаимодействие микробиома кишечника и пероральных сахароснижающих препаратов: обзор литератур // Проблемы эндокринологии. 2022. Т. 68. № 2. С. 66–71. <https://doi.org/10.14341/probl12835>. EDN: TZRUDM.
2. Allen J. M. Exercise Alters Gut Microbiota Composition and Function in Lean and Obese Humans / J. M. Allen, L. J. Mailing, G. M. Niemi et al. // *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2018. Vol. 50. Iss. 4. P. 747–757. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001495>
3. Cani P. D. Changes in gut microbiota control inflammation in obese mice through a mechanism involving GLP-2-driven improvement of gut permeability / P. D. Cani, S. Possemiers, T. Van de Wiele et al. // *Gut*. 2009. Vol. 58, Iss. 8. P. 1091–1103. <https://doi.org/10.1136/gut.2008.165886>
4. Effects of Exercise on Gut Microbiota of Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis / L. Min, A. Ablitip, R. Wang et al. // *Nutrients*. 2024. Vol. 16. № 7. P. 1070. <https://doi.org/10.3390/nu16071070>. EDN: OVALH.
5. Fabbrini M. Connect the dots: sketching out microbiome interactions through networking approaches / M. Fabbrini, D. Scicchitano, M. Candela et al. // *Microbiome Research Reports*. 2023. Vol. 2. № 4. <https://doi.org/10.20517/mrr.2023.25>. EDN: SLCIRJ.
6. Kajihara K. T., Hynson N. A. Networks as tools for defining emergent properties of microbiomes and their stability // *Microbiome*. 2024. Vol. 12. № 1. P. 184. <https://doi.org/10.1186/s40168-024-01868-z>. EDN: RSFSBG.
7. Ley R. E. Evolution of Mammals and Their Gut Microbes / R. E. Ley, M. Hamady, C. Lozupone et al. // *Science*. 2008. Vol. 320. Iss. 5883. P. 1647–1651. <https://doi.org/10.1126/science.1155725>
8. Monda V. Exercise modifies the gut microbiota with positive health effects / V. Monda, I. Villano, A. Messina et al. // *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2017. Vol. 2017. Iss. 1. Art. 3831972. <https://doi.org/10.1155/2017/3831972>

9. Turnbaugh P. J. The human microbiome project / P. J. Turnbaugh, R. E. Ley, M. Hamady et al. // Nature. 2007. Vol. 449. Iss. 7164. P. 804–810. <https://doi.org/10.1038/nature06244>

References

1. Buivalenko A. V., Pokrovskaya E. V. Interaction of the intestinal microbiome and oral hypoglycemic drugs: a literature review. Problems of Endocrinology. 2022;68(2):66–71. <https://doi.org/10.14341/probl12835>. EDN: TZRUDM. (In Russ.).
2. Allen J. M., Mailing L. J., Niemiro G. M., Moore R., Cook M. D., White B. A., Holscher H. D., Woods J. A. Exercise Alters Gut Microbiota Composition and Function in Lean and Obese Humans. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2018;50(4):747–757. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001495>
3. Cani P. D., Possemiers S., Van de Wiele T. et al. Changes in gut microbiota control inflammation in obese mice through a mechanism involving GLP-2-driven improvement of gut permeability. Gut. 2009;58(8):1091–1103. <https://doi.org/10.1136/gut.2008.165886>
4. Min L., Ablitip A., Wang R., Luciana T., Wei M., Ma X. Effects of Exercise on Gut Microbiota of Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. Nutrients. 2024;16(7):1070. <https://doi.org/10.3390/nu16071070>. EDN: OVALLH.
5. Fabbri M., Scicchitano D., Candela M., Turrone S., Rampelli S. Connect the dots: sketching out microbiome interactions through networking approaches. Microbiome Research Reports. 2023;2(4):25. <https://doi.org/10.20517/mrr.2023.25>. EDN: SLCIRJ.
6. Kajihara K. T., Hynson N. A. Networks as tools for defining emergent properties of microbiomes and their stability. Microbiome. 2024;12(1):184. <https://doi.org/10.1186/s40168-024-01868-z>. EDN: RSFSBG.
7. Ley R. E., Hamady M., Lozupone C., Turnbaugh P. J., Ramey R. R., Bircher J. S. et al. Evolution of Mammals and Their Gut Microbes. Science. 2008;320(5883):1647–1651. <https://doi.org/10.1126/science.1155725>
8. Monda V., Villano I., Messina A., Valenzano A., Esposito T., Moscatelli F. et al. Exercise modifies the gut microbiota with positive health effects // Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2017. Vol. 2017. Iss. 1. Art. 3831972. <https://doi.org/10.1155/2017/3831972>
9. Turnbaugh P. J., Ley R. E., Hamady M., Fraser-Liggett C. M., Knight R., Gordon J. I. The human microbiome project. Nature. 2007;449(7164):804–810. <https://doi.org/10.1038/nature06244>

Информация об авторах / Information about the authors:

Иккерт Ольга Павловна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории менеджмента здоровья и физической активности Научного управления; доцент кафедры биотехнологии и биоинформатики Высшей инженерной школы агробиотехнологий, Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия.

Ikkert Olga Pavlovna — Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Health and Physical Activity Management, Scientific Management; Associate Professor, Department of Biotechnology and Bioinformatics, Higher Engineering School of Agrobiotechnology, National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia.

but310@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0251-5713>

Шепилова Валерия Анатольевна — младший научный сотрудник лаборатории менеджмента здоровья и физической активности Научного управления; преподаватель кафедры ветеринарии и зоотехнии Высшей инженерной школы агробиотехнологий, Национальный исследовательский Томский государственный университет; ассистент кафедры фундаментальной психологии и поведенческой медицины, Сибирский государственный медицинский университет, Томск, Россия.

Shepilova Valeria Anatolyevna — Junior Researcher, Laboratory of Health and Physical Activity Management, Scientific Administration; Lecturer, Department of Veterinary Science and Animal Science, Higher Engineering School of Agrobiotechnology, National Research Tomsk State University; Assistant, Department of Fundamental Psychology and Behavioral Medicine, Siberian State Medical University, Tomsk, Russia.

shepilova.valeria@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0007-2066-2131>

Бандурова Лилия Сергеевна — студентка факультета физической культуры; лаборант лаборатории менеджмента здоровья и физической активности Научного управления, Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия.

Bandurova Liliya Sergeevna — Student of the Faculty of Physical Education; Laboratory Assistant of the Laboratory of Health Management and Physical Activity of the Scientific Department, National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia.

bandurova.lilia@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0002-7511-6844>

Сабир Римшах — младший научный сотрудник лаборатории исследования и применения сверхкритических флюидных технологий в агропищевых биотехнологиях Высшей инженерной школы агробиотехнологий, Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия.

Sabir Rimshah — Junior Researcher at the Laboratory of Research and Application of Supercritical Fluid Technologies in Agro-Food Biotechnology, Graduate School of Agrobiotechnology, National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia.

rimshah.sabir@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-7135-6593>

Кабачкова Анастасия Владимировна — доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры спортивно-оздоровительного туризма, спортивной физиологии и медицины факультета физической культуры; ведущий научный сотрудник лаборатории менеджмента здоровья и физической активности Научного управления, Национальный исследовательский Томский государственный университет; профессор кафедры фундаментальной психологии и поведенческой медицины, Сибирский государственный медицинский университет, Томск, Россия.

Kabachkova Anastasia Vladimirovna — Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Sports and Health Tourism, Sports Physiology and Medicine of the Faculty of Physical Education; Leading Researcher of the Laboratory of Health Management and Physical Activity of the Scientific Department, National Research Tomsk State University; Professor of the Department of Fundamental Psychology and Behavioral Medicine, Siberian State Medical University, Tomsk, Russia.

kabachkova.av@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1691-0132>

Вклад авторов:

Ольга Павловна Иккерт — формулировка идеи, интерпретация результатов, биоинформационный анализ и анализ топологических микробных сетей, написание текста рукописи.

Валерия Анатольевна Шепилова — формулировка идеи, сбор биологических образцов, написание текста рукописи.

Лилия Сергеевна Бандурова — сбор биологических образцов, обработка анкетных данных.

Римшах Сабир — обработка биологических проб (выделение ДНК и подготовка к секвенированию), биоинформационный анализ, статистический анализ.

Анастасия Владимировна Кабачкова — планирование исследования, привлечение финансирования, утверждение итогового текста рукописи.

Authors' contributions:

Olga Pavlovna Ikkert — formulation of the idea, interpretation of results, bioinformatics analysis and analysis of topological microbial networks, writing the manuscript.

Valeria Anatolyevna Shepilova — formulation of the idea, collection of biological samples, writing of the manuscript.

Liliya Sergeevna Bandurova — collection of biological samples, processing of questionnaire data.

Rimshah Sabir — processing of biological samples (DNA extraction and preparation for sequencing), bioinformatics analysis, statistical analysis.

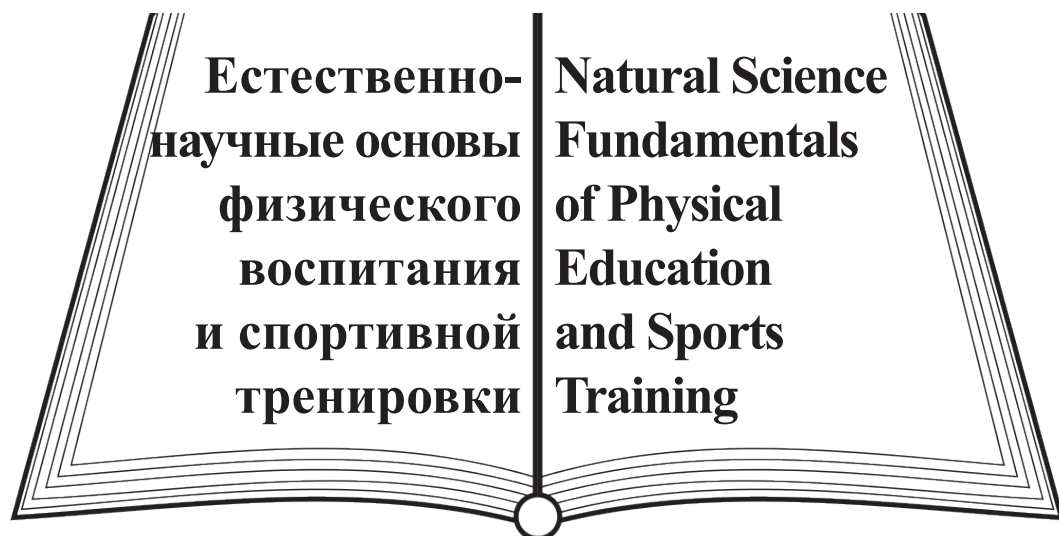
Anastasia Vladimirovna Kabachkova — research planning, funding, approval of the final manuscript.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare no relevant conflict of interest.

Статья поступила в редакцию: 24.06.2025;
одобрена после доработки: 15.09.2025;
принята к публикации: 20.10.2025.

The article was submitted: 24.06.2025;
approved after reviewing: 15.09.2025;
accepted for publication: 20.10.2025.



Исследовательская статья

УДК 796.42

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-118-132

**Олег Борисович Немцев¹,
Марина Николаевна Мартынова²,
Юлия Олеговна Кучеренко³,
Наталья Алексеевна Немцева¹,
Виталий Варламович Мехрикадзе⁴**

¹ Адыгейский государственный университет,
Майкоп, Россия

² Центр спортивной подготовки сборных команд Республики Адыгея,
Майкоп, Россия

³ Филиал Российской академии народного хозяйства и государственной
службы при Президенте Российской Федерации,
Санкт-Петербург, Россия

⁴ Московская государственная академия физической культуры,
Малаховка, Россия

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИКИ БЕГОВЫХ УПРАЖНЕНИЙ КАК ФАКТОР, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ РАЗВИТИИ ФИЗИЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ

Аннотация. Целью исследования являлось изучение особенностей техники беговых упражнений, определяющих логику их использования при развитии физических способностей. 7 студентов (возраст $21,0 \pm 1,3$ года, рост $1,82 \pm 0,04$ м, вес $72,9 \pm 5,2$ кг)

© Немцев О. Б., Мартынова М. Н., Кучеренко Ю. О., Немцева Н. А.,
Мехрикадзе В. В., 2025

и 9 студенток (возраст $19,4 \pm 0,9$ года, рост $1,71 \pm 0,06$ м, вес $59,8 \pm 6,2$ кг), специализирующихся в различных видах легкой атлетики, выполняли комплексы бега с различной скоростью и беговых упражнений. Применялся двумерный видеоанализ (видео съемка со скоростью 240 кадров в секунду, программное обеспечение Kinovea 0.9.5). Однофакторный дисперсионный анализ и *t*-критерий для связанных выборок использовались для сравнения выборочных средних. Было установлено, что упражнение «семенящий бег» выполнялось испытуемыми с наименьшей скоростью передвижения среди всех рассматривавшихся беговых упражнений, разминочного и быстрого бега. Нога в семенящем беге ставилась достоверно ближе к проекции общего центра масс тела (ОЦМТ), под достоверно наибольшим углом. Это позволяет предполагать наименьшую амортизационную нагрузку в этом упражнении. Наибольшая скорость передвижения среди изучавшихся беговых упражнений и недостоверные отличия расстояния от проекции ОЦМТ до точки касания опоры с быстрым бегом отмечены в беге прыжками и беге на прямых ногах. Это дает основания оценивать амортизационные нагрузки на опорно-двигательный аппарат в этих упражнениях значительными. Не зафиксировано достоверных различий в скорости передвижения в разминочном беге, беге с захлестом голени и беге с высоким подниманием колена. При этом в названных беговых упражнениях нога ставилась на опору под достоверно большими углами, чем в разминочном беге, что позволяет считать амортизационную нагрузку на опорно-двигательный аппарат в них щадящей. Результаты исследования позволяют обоснованно использовать беговые упражнения для развития физических способностей.

Ключевые слова: скорость передвижения, угол постановки ноги, общий центр масс тела, амортизация

Финансирование: исследование не имело финансовой поддержки.

Research article

UDC 796.42

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-118-132

Oleg Borisovich Nemtsev¹,
Marina Nikolaevna Martynova²,
Yulia Olegovna Kucherenko³,
Natalia Alekseevna Nemtseva¹,
Vitaliy Varlamovich Mekhrikadze⁴

¹ Adyghe State University,
Maykop, Russia

² Center for sports training of the Republic of Adygea teams,
Maykop, Russia

³ Russian Academy of National Economy and Public Administration
under the President of the Russian Federation,
St. Petersburg, Russia

⁴ Moscow State Academy of Physical Culture,
Malakhovka, Russia

FEATURES OF THE RUNNING DRILLS TECHNIQUE AS A FACTOR DETERMINING THEIR USE IN THE DEVELOPMENT OF PHYSICAL ABILITIES

Abstract. The aim of this study was to investigate the features of the running drills technique that determine the logic of their use in the development of physical abilities. 7 male students (age 21.0 ± 1.3 years, height 1.82 ± 0.04 m, weight 72.9 ± 5.2 kg) and 9 female students (age 19.4 ± 0.9 years, height 1.71 ± 0.06 m, weight 59.8 ± 6.2 kg) performed a set of running at different speeds and running drills. Two-dimensional video analysis was used (video recording at 240 frames per second, Kinovea 0.9.5 software). One-way ANOVA and related-samples *t*-test were used to compare sample means. It was found that the drill “ankling drill” was performed by the subjects with the lowest speed among all the running drills, warming-up and fast running considered. The leg in “ankling drill” was placed significantly closer to the projection of the center of mass (COM), at a significantly largest angle. This suggests the least load in the absorption phase of this exercise. The highest speed among the studied running drills and non-significant differences in the distance from the projection of the COM to the point of contact with the support with fast running were noted in “deer run” and “straight leg running”. This gives grounds to estimate that the absorption loads on the musculoskeletal system in these drills are great. No significant differences were found in the speed in warm-up running, “butt kicks skip”, and “high knee skip”. Moreover, in the named running exercises, the foot was placed on the support at significantly greater angles than in warm-up running, which allows to consider the absorption load on the musculoskeletal system in them to be gentle. The results of the study allow for the justified use of running drills for the development of physical qualities.

Keywords: speed of movement, angle of leg placement, center of mass of the human body, absorption

Funding Statement: no funding was received for writing this manuscript.

Введение

Одним из значимых механизмов в технике бега с различной скоростью является амортизация при взаимодействии с опорой, суть которой — в гашении ударных усилий и накоплении энергии в упругих элементах опорно-двигательного аппарата человека [6]. В связи с тем, что общий центр масс тела бегуна движется по горизонтали и вертикали, при контакте с опорой происходит амортизация движения ОЦМТ в горизонтальном и вертикальном направлениях [5]. Вертикальная амортизация возникает при любом движении человека, в котором присутствует фаза полета, в настоящем исследовании она не рассматривается. Рядом авторов отмечается, что постановка стопы ближе к горизонтальной проекции ОЦМТ позволяет снизить величину тормозящих сил в горизонтальном направлении и, соответственно, уменьшить потери скорости горизонтального перемещения ОЦМТ до момента вертикали [3; 4]. Однако такая постановка ноги в значительной степени уменьшает возможности накопления энергии в мышечно-связочном аппарате спортсмена и ее отдачи после момента вертикали, что может приводить к уменьшению длины шага [2]. Характер усилий, проявляемых при амортизации в беге при взаимодействии с опорой, во многом определяет использование бега с различной скоростью при развитии физических способностей. В то же время особенности техники специальных беговых упражнений — беговых локомоций, широко используемых как в тренировке квалифицированных легкоатлетов, так и в физическом воспитании, определяющие величину усилий при амортизации и само наличие соответствующей фазы, практически не изучены. Это не позволяет осознанно применять беговые упражнения в решении задач физической подготовки в спортивной тренировке и физическом воспитании лиц разного пола, возраста и уровня подготовленности. В связи с этим целью исследования являлось выявление особенностей техники беговых упражнений, определяющих логику их использования при развитии физических способностей.

Материалы и методы исследования

Для достижения цели исследования был проведен эксперимент, в котором приняли участие студенты: 7 юношей (возраст $21,0 \pm 1,3$ года, рост $1,82 \pm 0,04$ м, вес $72,9 \pm 5,2$ кг) и 9 девушек (возраст $19,4 \pm 0,9$ года, рост $1,71 \pm 0,06$ м, вес $59,8 \pm 6,2$ кг) университета физической культуры, специализирующихся в беге на короткие и средние дистанции, барьерном беге, многоборье, прыжках в высоту, и обученных технике беговых упражнений. Каждый испытуемый выполнял индивидуальную разминку, состоявшую из медленного бега (МедлБег) 800 метров и упражнений на гибкость. Затем выполнялись беговые упражнения (бег с захлестом голени, бег с высоким подниманием колена, бег на прямых ногах, бег

прыжками, семенящий бег — рис. 1) и «ускорение» (быстрый бег — БысБег) на дистанции 30 метров.



Рис. 1. Беговые упражнения, изучавшиеся в исследовании:

1 — бег с захлестом голени (Захлест), 2 — бег с высоким подниманием колена (БегВысКол), 3 — бег на прямых ногах (БегПрН), 4 — бег прыжками (БегПр), 5 — семенящий бег (СемБег)

Для фиксации особенностей фазы амортизации в исследуемых беговых локомоциях проводились видеосъемка и последующий плоскостной видеоанализ их техники. Видеосъемка разминочного (медленного) бега осуществлялась на 600-м метре дистанции, на беговых упражнениях и «ускорении» — на 24-м метре. Использовалась видеокамера Casio EX-ZR800 со скоростью съемки 240 кадров в секунду, которая устанавливалась в 20 метрах от центра дорожки, по которой выполнялись упражнения, так, чтобы ее оптическая ось была перпендикулярна плоскости движения испытуемого. Двумерный видеоанализ осуществлялся при помощи программного обеспечения Kinovea 0.9.5. Определялись следующие характеристики: 1) расстояние от точки касания опоры стопой до горизонтальной проекции общего центра масс тела, 2) угол приземления (угол между горизонтальным лучом из центра голеностопного сустава опорной ноги, направленным против движения спортсмена, и лучом из центра голеностопного сустава через ОЦМТ в момент касания опоры), 3) скорость передвижения (частное разницы координат носков ног спортсмена в моменты двух последовательных касаний опоры и времени между этими моментами). Первый и второй из названных показателей косвенно характеризуют

величину тормозных сил при амортизации — в исследовании использовались оба эти показателя в связи с тем, что изменение угла в коленном суставе при касании опоры, а также способ постановки стопы могут являться источником специфики амортизационных процессов. Момент вертикали, до которого от касания следовала фаза амортизации, а после — фаза собственно отталкивания, определялся как момент, когда горизонтальная проекция ОЦМТ находилась посередине от носка до середины пятого плюснефалангового сустава стопы опорной ноги.

Анализ данных при помощи критерия Шапиро – Уилка показал, что рассматриваемые выборки имеют нормальное распределение. Поэтому для оценки достоверности различий исследуемых показателей в группах выборок рассматриваемых беговых локомоций использовался однофакторный дисперсионный анализ. Затем проводилось попарное сравнение выборочных средних при помощи *t*-критерия Стьюдента для связанных выборок и применялась поправка на множественное сравнение Холма – Бонферрони. Величины размера эффекта Коэна (*d*) для количественной оценки различий длительности амортизации и собственно отталкивания в изучавшихся упражнениях определялись при помощи онлайн-калькулятора (www.psychometrica.de/effect_size.html) и оценивались в соответствии со следующей шкалой: 0,2 — малый эффект, 0,5 — средний эффект, 0,8 и более — большой эффект [1]. Сила взаимосвязи длительности амортизации и собственно отталкивания в беге с разной скоростью и беговых упражнениях оценивалась при помощи корреляции Пирсона.

Результаты исследования

Как видно из рисунка 2, рассматриваемые беговые упражнения по скорости передвижения испытуемых в горизонтальном направлении можно разделить на четыре группы, содержащие от одного до трех упражнений, каждое из которых достоверно отличается от упражнений из других групп по этому показателю, причем внутри каждой группы такие различия отсутствуют ($p > 0,05$): 1) семенящий бег — самое медленное упражнение (p во всех случаях = 0,000); 2) бег с захлестом голени, медленный (разминочный) бег и бег с высоким подниманием колена ($p = 0,000 - 0,009$); 3) бег на прямых ногах и бег прыжками ($p = 0,000 - 0,006$); 4) быстрый бег ($p = 0,000$). Таким образом, были отобраны беговые упражнения, имеющие, как и бег с различной скоростью, фазы опоры и полета, достоверно более медленные, чем бег с максимальной скоростью, достоверно или недостоверно отличающиеся по скорости передвижения от медленного (разминочного) бега.

Как видно из рисунка 3, во всех исследовавшихся беговых локомоциях нога ставилась впереди горизонтальной проекции ОЦМТ, что подтверждает наличие в этих упражнениях фазы амортизации. Также из рисунка 3 видно, что при наличии достоверных различий этого показателя по группе упражнений

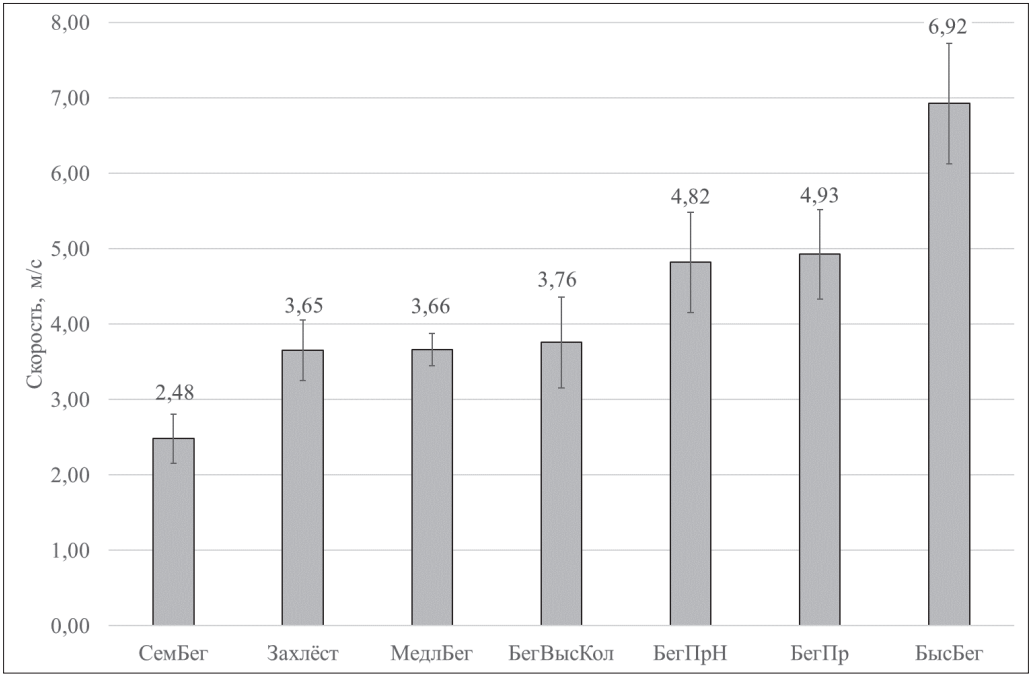


Рис. 2. Скорость горизонтального передвижения при выполнении изучаемых беговых упражнений

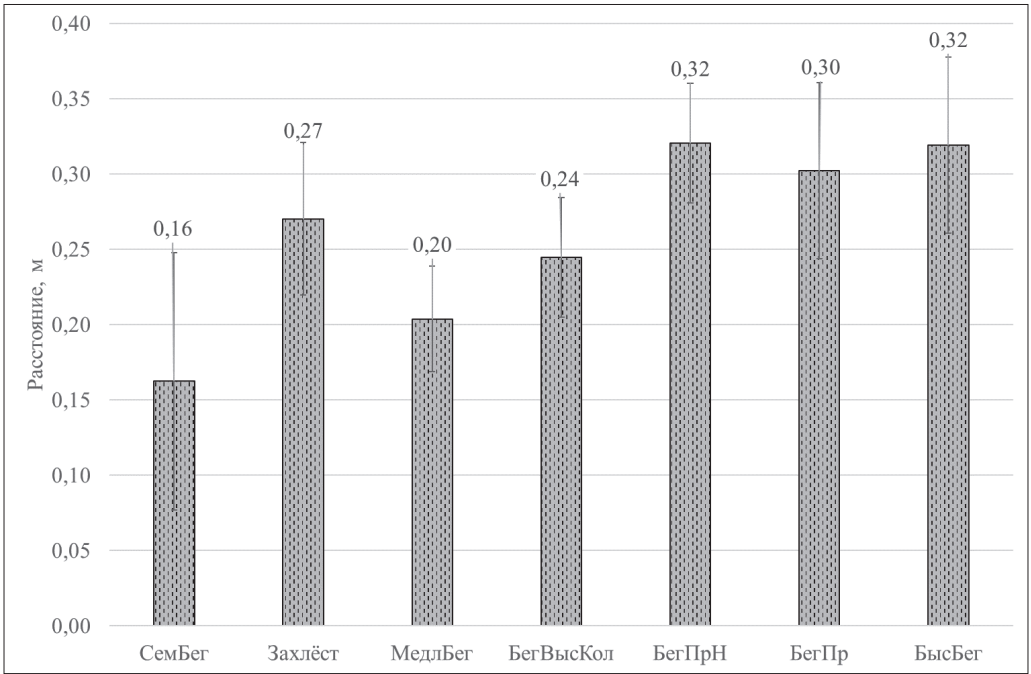


Рис. 3. Расстояние от горизонтальной проекции ОЦМТ до точки касания опоры в исследовавшихся беговых локомоциях

в целом ($p = 0,000$) имеются подгруппы, внутри которых различия этого показателя несущественны, и эти подгруппы не всегда совпадают с выделенными при исследовании скорости передвижения (см. рис. 2).

Так, наименьшее расстояние от горизонтальной проекции ОЦМТ до точки касания опоры зафиксировано в самом медленном упражнении — семенящем беге ($p = 0,172$ при сравнении показателя в семенящем и медленном беге, $p = 0,000 - 0,002$ при сравнении с другими упражнениями) и одним из самых медленных упражнений — медленном беге ($p = 0,000 - 0,021$). Наибольшие величины этого показателя техники отмечены в самых «быстрых» исследованных локомоциях: быстром беге, беге на прямых ногах и беге прыжками ($p > 0,05$ внутри группы, $p = 0,000 - 0,030$ при сравнении с этим показателем в медленном беге и беге с высоким подниманием колена).

Наибольшая скорость передвижения в быстром беге, беге прыжками и беге на прямых ногах и наибольшее расстояние от точки касания опоры до горизонтальной проекции ОЦМТ позволяют ожидать наибольших величин силы амортизации, направленной против движения ОЦМТ. В то же время, в группу «быстрых» упражнений по расстоянию от горизонтальной проекции ОЦМТ до точки касания опоры попало и одно из самых медленных упражнений — бег с захлестом голени, в котором названный показатель достоверно не отличался от зарегистрированных в беге прыжками ($p = 0,119$) и быстром беге ($p = 0,104$). Различия этого расстояния в беге с высоким подниманием колена и беге с захлестом голени также недостоверны ($p = 0,099$).

Несколько иначе оказались сгруппированы изучавшиеся упражнения по углу постановки ноги на опору. Так, из рисунка 4 видно, что наибольшие величины этого показателя зафиксированы в семенящем беге и беге с высоким подниманием колена ($p = 0,157$; $p = 0,000 - 0,003$ при сравнении с остальными упражнениями).

Достоверно более острым, чем в семенящем беге и беге с высоким подниманием колена, однако и достоверно менее острым, чем в остальных упражнениях, оказался угол постановки ноги на опору в беге с захлестом голени ($p = 0,000 - 0,003$). Под наиболее острым углом нога ставилась на опору в беге прыжками и быстром беге ($p = 0,135$; $p = 0,000 - 0,037$ при сравнении с другими упражнениями). Под одинаковым углом ставилась нога на опору в медленном беге и беге на прямых ногах ($p = 0,820$; $p = 0,000 - 0,037$ при сравнении с другими упражнениями). Различные группы исследуемых локомоций по расстоянию от горизонтальной проекции ОЦМТ и углу постановки ноги на опору подтверждают неидентичность этих показателей: так, например, постановка стопы на переднюю и всю внешнюю часть при близком угле постановки ноги может приводить к значительным различиям в расстоянии от проекции ОЦМТ до точки касания опоры.

Все наблюдавшиеся беговые локомоции строились испытуемыми по единой схеме: после начала контакта с опорой следовала фаза амортизации, затем,

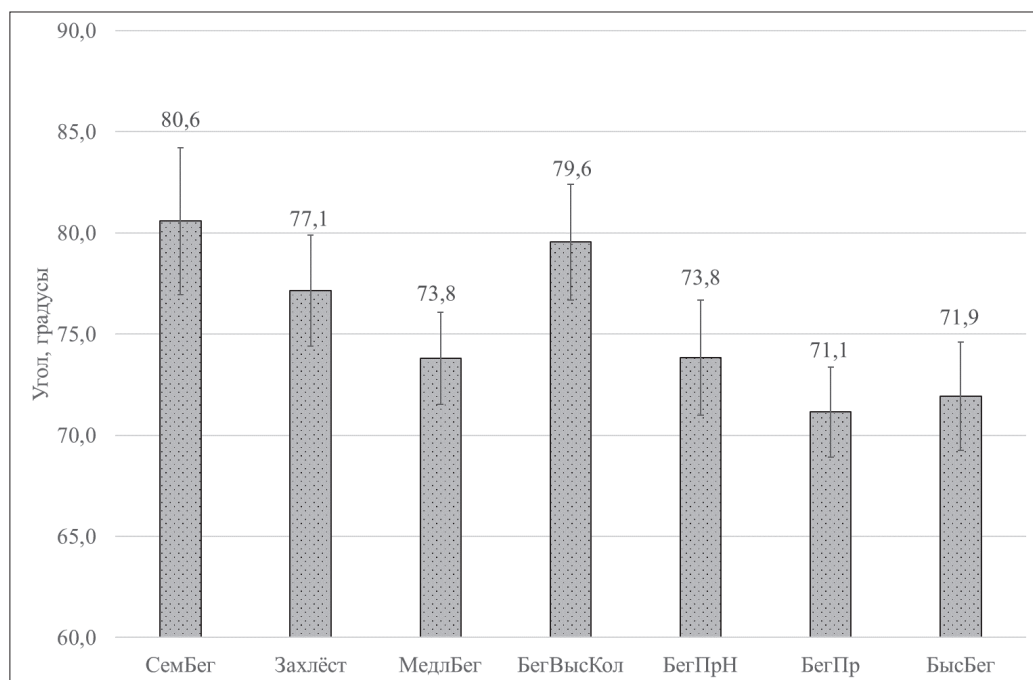


Рис. 4. Угол постановки ноги на опору в исследовавшихся беговых локомоциях

после прохождения проекцией ОЦМТ точки опоры, фаза собственно отталкивания. При этом во всех видах бега и беговых упражнениях длительность амортизации (когда горизонтальная составляющая силы реакции опоры направлена против движения ОЦМТ) оказалась достоверно короче длительности собственно отталкивания (когда горизонтальная составляющая силы реакции опоры направлена в сторону движения ОЦМТ) — во всех случаях $p = 0,000$ (рис. 5). Величины d -критерия размера эффекта Коэна составили от 1,605 (в беге с захлестом голени) до 3,468 (в семенящем беге), что дает основания считать наблюдаемые эффекты большими и подтверждает значимость различий времени амортизации и отталкивания в изучавшихся упражнениях. При этом корреляция между длительностью амортизации и собственно отталкивания в рассматривавшихся видах бега и беговых упражнениях позволяет говорить о наличии лишь слабой зависимости или ее отсутствии ($r =$ от 0,033 в беге прыжками до 0,375 в медленном беге). Это дает основания считать специфичными соответствующие биомеханические механизмы, которые во многом определяются индивидуальными особенностями испытуемых. Так, на рисунке 6 видно, что зависимость длительности амортизации и собственно отталкивания в быстром беге — упражнении, в котором подразумевается высокая степень обученности испытуемых — можно расценить лишь как слабую.

Из рисунка 5 также видно, что наименьшие величины времени амортизации и собственно отталкивания отмечены в быстром беге ($p = 0,002 - 0,000$ для фазы амортизации и $0,001 - 0,000$ для фазы собственно отталкивания

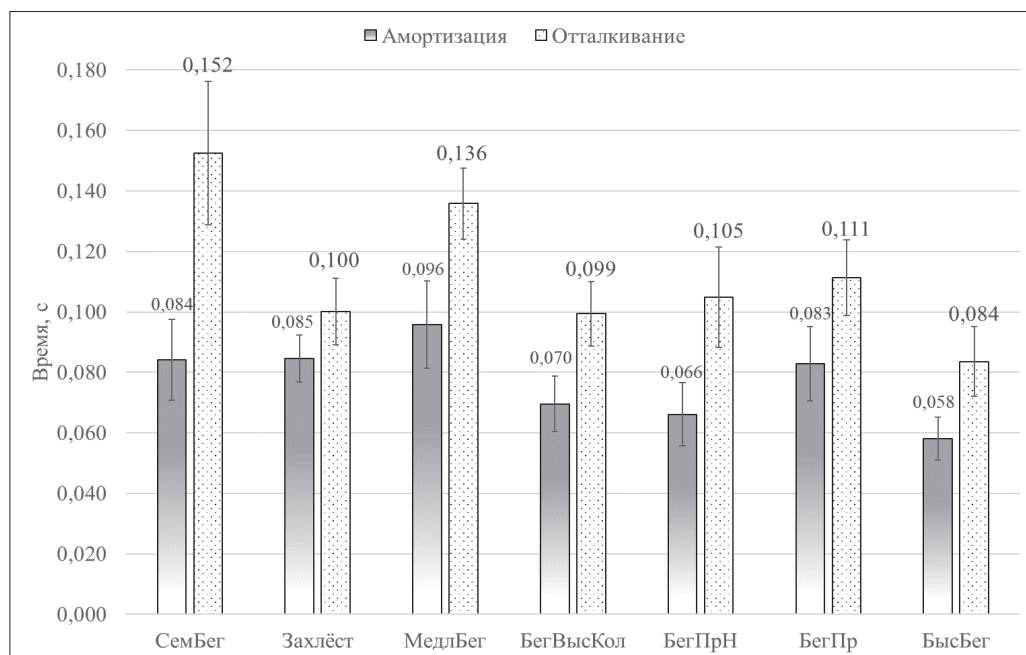


Рис. 5. Длительность амортизации и собственно отталкивания в беге с разной скоростью и беговых упражнениях

при сравнении с медленным бегом и беговыми упражнениями) — упражнении, выполнявшемся с наибольшей скоростью передвижения. Дольше, чем в остальных исследовавшихся упражнениях, фаза амортизации длилась в медленном беге (рис. 5, $p = 0,025 - 0,000$).

Далее выделяется группа упражнений с «долгой» амортизацией: «медленные» (рис. 2) семенящий бег, бег с захлестом голени и «быстрый» бег прыжками — внутри группы длительность амортизации отличается недостоверно ($p > 0,05$); при этом она достоверно больше, чем в остальных упражнениях ($p = 0,049 - 0,000$), за исключением медленного бега. Более короткая амортизация зафиксирована в беге с высоким подниманием колена и беге на прямых ногах (рис. 5, $p = 0,244$ между ними и $0,001 - 0,000$ при сравнении с упражнениями с «долгой» амортизацией), которые, напомним, достоверно различаются по скорости передвижения (см. рис. 2).

Как видно из рисунка 6, самая большая длительность собственно отталкивания отмечена в семенящем беге и медленном беге, которая при этом достоверно различается как в названных упражнениях ($p = 0,024$), так и при сравнении с остальными упражнениями (p во всех случаях = $0,000$). В более медленном (см. рис. 2) беге с захлестом голени длительность отталкивания оказалась достоверно меньше, чем в быстром (см. рис. 2) беге прыжками ($p = 0,002$), и она не имела достоверных различий с ее величиной в более быстрых (см. рис. 2) беге на прямых ногах ($p = 0,257$) и беге с высоким подниманием колена ($p = 0,690$).

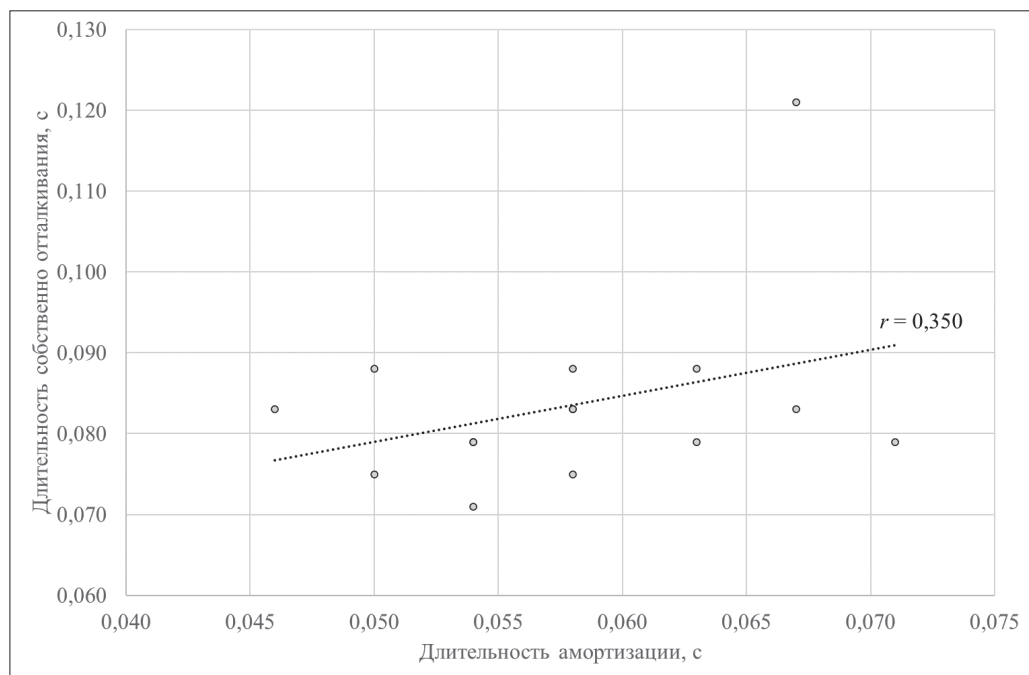


Рис. 6. Корреляция длительности амортизации и собственно отталкивания в быстром беге

В то же время, как видно из рисунка 7, отношение длительности амортизации к длительности собственно отталкивания в большинстве исследованных локомоций различается недостоверно. Так, из рисунка 7 видно, что названное отношение в медленном и быстром беге, беге с высоким подниманием колена и беге прыжками находится в границах 0,70–0,75 (все различия недостоверны, p = от 0,245 до 0,954). Несколько меньше это отношение в беге на прямых ногах — оно достоверно отличается от соответствующей величины в беге прыжками (p = 0,005) и не имеет достоверных различий с остальными упражнениями из названной выше группы (p > 0,05). Наибольшие различия длительности амортизации и собственно отталкивания зафиксированы в семенящем беге, где фаза амортизации составила 56 % от фазы собственно отталкивания (рис. 7, p = 0,093 при сравнении с бегом на прямых ногах и от 0,033 до 0,000 при сравнении с остальными упражнениями). Также ярко выраженные отличия отмечены в соотношении длительности амортизации и отталкивания в беге с захлестом голени — соответствующая величина оказалась достоверно больше, чем во всех остальных изучавшихся упражнениях — 85 % (p = от 0,040 до 0,000).

Таким образом, бег с разной скоростью, бег с высоким подниманием колена, бег на прямых ногах и бег прыжками могут иметь разную длительность амортизации и собственно отталкивания при контакте с опорой, однако соотношение этих фаз в названных локомоциях схоже, в то время как в семенящем беге фаза

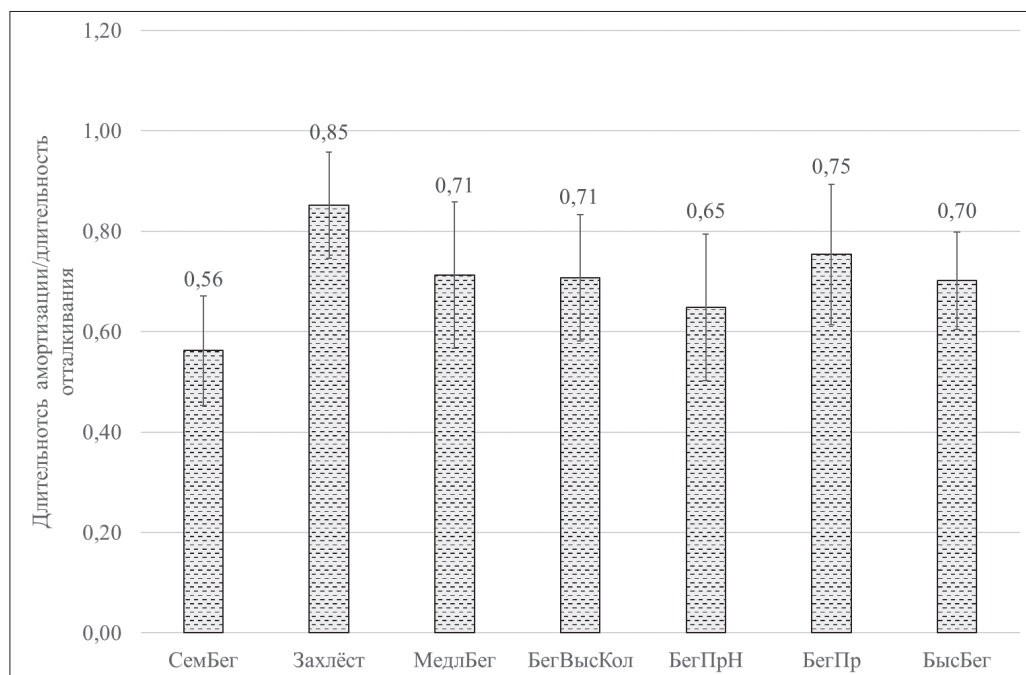


Рис. 7. Соотношение длительности амортизации и собственно отталкивания в беге с разной скоростью и в беговых упражнениях

амортизации существенно короче, чем фаза собственно отталкивания, при сравнении с остальными изучавшимися упражнениями, а в беге с захлестом голени, наоборот, существенно длиннее относительно фазы собственно отталкивания.

Заключение

Таким образом, различные скорость передвижения, углы постановки ноги на опору и расстояние от точки касания опоры до проекции ОЦМТ позволяют предполагать существенные различия в величинах сил амортизации в медленном и быстром беге и исследовавшихся беговых упражнениях. Различия скорости передвижения и техники выполнения, обнаруженные в исследовании, косвенно определяющие амортизационные механизмы, позволяют обоснованно использовать рассматривавшиеся упражнения в процессе развития двигательных способностей. Наименьшая скорость передвижения и расстояние от горизонтальной проекции ОЦМТ до точки касания опоры, а также наибольший угол постановки ноги на опору в семенящем беге позволяют считать это упражнение наиболее экономичным, оказывающим меньшую амортизационную нагрузку на нижние конечности, и рассматривать место этого упражнения не только в технической подготовке в спорте, но и в процессе развития общей выносливости в физическом воспитании лиц, имеющих

невысокий уровень двигательной подготовленности. Бег прыжками и бег на прямых ногах выполняются с достоверно более высокой скоростью передвижения, чем остальные беговые упражнения, при постановке ноги на опору далеко впереди проекции ОЦМТ. Это дает основания предполагать амортизационную нагрузку на опорно-двигательный аппарат в этих упражнениях высокой и рекомендовать их для развития скоростно-силовых способностей у лиц, прошедших предварительную подготовку. Дополнить знания, полученные в исследовании, позволили бы экспериментальные работы с измерением силовых характеристик взаимодействия с опорой в беговых упражнениях с применением тензоплатформы.

Список источников

1. Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2nd ed. New York: Lawrence Erlbaum Associates. 1988. 567 p. ISBN: 0-8058-0283-5
2. Derrick T. R., Hamill J., Caldwell G. E. Energy absorption of impacts during running at various stride lengths // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1998. Vol. 30. Iss. 1. P. 128–135. <https://doi.org/10.1097/00005768-199801000-00018>
3. Foot strike pattern, step rate, and trunk posture combined gait modifications to reduce impact loading during running / Y. Huang, H. Xia, P. B. Shull et al. // *Journal of Biomechanics*. 2019. Vol. 86. P. 102–109. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2019.01.058>. EDN: TDJTPR.
4. Moore I. S. Is There an Economical Running Technique? A Review of Modifiable Biomechanical Factors Affecting Running Economy // *Sports Medicine*. 2016. Vol. 46. № 6. P. 793–807. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0474-4>. EDN: WSPOOJ.
5. Novacheck T. F. The biomechanics of running // *Gait and Posture*. 1998. Vol. 7. № 1. P. 77–95. [https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(97\)00038-6](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(97)00038-6). EDN: YDCFKJ.
6. The biomechanics of running and running styles: a synthesis / B. T. Van Oeveren, C. J. De Ruiter, P. J. Beek, Ja. H. Van Dieën // *Sports Biomechanics*. 2024. Vol. 23. № 4. P. 516–554. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1873411>. EDN: AFPNBW.

References

1. Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2nd ed. New York: Lawrence Erlbaum Associates. 1988. 567 p. ISBN 0-8058-0283-5
2. Derrick T. R., Hamill J., Caldwell G. E. Energy absorption of impacts during running at various stride lengths. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1998;30(1):128–135. <https://doi.org/10.1097/00005768-199801000-00018>.
3. Huang Y., Xia H., Chen G., Cheng S., Cheung R. T., Shull P. B. Foot strike pattern, step rate, and trunk posture combined gait modifications to reduce impact loading during running. *Journal of Biomechanics*. 2019;86:102–109. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2019.01.058>. EDN: TDJTPR.
4. Moore I. S. Is There an Economical Running Technique? A Review of Modifiable Biomechanical Factors Affecting Running Economy. *Sports Medicine*. 2016;46(6):793–807. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0474-4>. EDN: WSPOOJ.
5. Novacheck T. F. The biomechanics of running. *Gait and Posture*. 1998;7(1):77–95. [https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(97\)00038-6](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(97)00038-6). EDN: YDCFKJ.

6. Van Oeveren B. T., de Ruiter C. J., Beek P. J., van Dieën J. H. The biomechanics of running and running styles: a synthesis. *Sports Biomechanics*. 2024;23(4):516–554. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1873411>. EDN: AFPNBW.

Информация об авторах / Information about the authors:

Немцев Олег Борисович — доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры спортивных дисциплин, Адыгейский государственный университет, Майкоп, Россия.

Nemtsev Oleg Borisovich — Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Sports Disciplines, Adygea State University, Maykop, Russia.

oleg.nemtsev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0609-359X>

Мартынова Марина Николаевна — спортсмен-инструктор, Центр спортивной подготовки сборных команд Республики Адыгея, Майкоп, Россия.

Martynova Marina Nikolaevna — Athlete-instructor, Center for Sports Training of the Republic of Adygea Teams, Maykop, Russia

marinamart1998@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8079-344X>

Кучеренко Юлия Олеговна — преподаватель кафедры физической культуры и спорта, филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия.

Kucherenko Yulia Olegovna — Teacher of the Department of Physical Culture and Sports, Branch of the Presidential Academy of National Economy and Public Administration, St. Petersburg, Russia.

jokucher@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-9910-2174>

Немцева Наталья Алексеевна — кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры физического воспитания, Адыгейский государственный университет, Майкоп, Россия.

Nemtseva Natalia Alekseevna — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physical Education, Adygea State University, Maykop, Russia.

nanemceva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3810-1336>

Мехрикадзе Виталий Варламович — кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры теории и методики легкой атлетики, Московская государственная академия физической культуры, Малаховка, Россия.

Mekhrikadze Vitaliy Varlamovich — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Theory and Methodology of Track and Field, Moscow State Academy of Physical Culture, Malakhovka, Russia.

vitaliyvarl@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7314-5727>

Вклад авторов:

Немцев Олег Борисович — формулирование идеи исследования, разработка дизайна и подбор методов исследования, подготовка черновика рукописи.

Марина Николаевна Мартынова — формулирование цели и подбор методов исследования, проведение эксперимента, статистическая обработка результатов, подготовка черновика рукописи.

Юлия Олеговна Кучеренко — статистический анализ, критическое осмысление, исправление и дополнение текста.

Наталья Алексеевна Немцева — статистическая обработка данных, подготовка таблиц и рисунков, исправление и дополнение текста.

Виталий Варламович Мехрикадзе — проведение эксперимента, критический анализ, исправление и дополнение текста.

Authors' contributions:

Oleg Borisovich Nemtsev — formulation of the research idea, development of the design and selection of research methods, preparation of a draft manuscript.

Marina Nikolaevna Martynova — formulation of the study purpose and selection of research methods, conducting the experiment, statistical processing of the results, preparation of a draft manuscript.

Yulia Olegovna Kucherenko — statistical analysis, critical understanding, correction and addition of text.

Natalia Alekseevna Nemtseva — statistical data processing, preparation of tables and figures, correction and addition of text.

Vitaliy Varlamovich Mekhrikadze — conducting an experiment, critical analysis, correction and addition of the text.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare no relevant conflict of interest.

Статья поступила в редакцию: 28.05.2025;
одобрена после доработки: 05.10.2025;
принята к публикации: 21.10.2025.

The article was submitted: 28.05.2025;
approved after reviewing: 05.10.2025;
accepted for publication: 21.10.2025.

Исследовательская статья

УДК 373.21

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-133-144

Михаил Вадимович Коростик¹,**Анатолий Петрович Стрижак¹**¹ Московский городской педагогический университет,

Москва, Россия

РЕАЛИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ СДАЧИ НОРМ ГТО

Аннотация. В статье рассматривается проблема подготовки обучающихся старшей школы к сдаче нормативов ГТО. Показано, что, несмотря на наличие научных исследований и методических рекомендаций по подготовке обучающихся образовательных учреждений к сдаче нормативных требований, есть существенные лимитирующие факторы в технологии развития двигательных способностей, определяющих результат. Выявлены факторы, объясняющие рассогласования между двигательной деятельностью, предшествующей сдаче нормативных требований, и двигательной деятельностью в тестовых упражнениях. Обоснованы компоненты технологии двигательной деятельности, определяющие качество подготовки к сдаче нормативов ГТО.

Ключевые слова: ГТО, двигательная деятельность, физическая подготовленность, критерии, режимы, адекватность

Финансирование: исследование не имело финансовой поддержки.

Research article

UDC 373.21

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-133-144

Michail Vadimovich Korostik¹,**Anatoly Petrovich Strizhak¹**¹ Moscow City University,

Moscow, Russia

**THE REALITIES AND PROSPECTS
OF PASSING THE GTO STANDARDS**

Abstract. The article discusses the problem of preparing high school students to pass the GTO standards. It is shown that despite the availability of scientific research and methodological recommendations for preparing students of educational institutions to meet regulatory requirements, there are significant limiting factors in the technology of developing motor abilities that determine the result. The factors explaining the discrepancies

between the motor activity preceding the passing of regulatory requirements and the motor activity in the test exercises are revealed. The components of motor activity technology that determine the quality of preparation for passing the TRP standards are substantiated.

Keywords: GTO, motor activity, physical fitness, criteria, modes, adequacy

Funding Statement: no funding was received for writing this manuscript.

Введение

Всероссийский физкультурно-спортивный комплекс ГТО имеет вековую историю: от БГТО СССР для обучающихся учебных заведений и одной ступени ГТО для граждан страны старше 16 лет до 18 ступеней в текущее время; от сугубо практической направленности (умения водить трактор, ездить на лошади и велосипеде, переносить ящик с патронами и другими специальными двигательными навыками) до гармоничного и всестороннего развития личности, формирования здорового образа жизни, здоровья нации.

ВФСК ГТО — это госпрограмма, госзаказ, успешное выполнение которого сопряжено с:

- уровнем профессионального мастерства педагогов по предмету «Физическая культура» в образовательных учреждениях страны;
- уровнем профессионального мастерства педагогов учебных заведений, готовящих студентов к профессиональной деятельности в сфере физической культуры и спорта;
- теорией и практикой физического воспитания;
- технологией развития двигательных качеств и способностей;
- уровнем профессионализма специалистов, формирующих нормативно-правовые основы ГТО и др. [6; 11].

Проблеме выполнения нормативных требований ГТО посвящено значительное количество научных и научно-методических работ [1–5; 10; 12 и др.]. Есть мнение, что при подготовке обучающихся старшей школы к сдаче норм ГТО необходимо использовать внеурочные формы двигательной деятельности [3; 7–9].

Составным компонентом Программы Всероссийского спортивного комплекса ГТО являются методические рекомендации по объему двигательной активности и образовательной деятельности по физической культуре во внеурочное время при подготовке к сдаче нормативных требований: 18 ступеней — 18 методических рекомендаций.

В таблицах 1 и 2 представлены методические рекомендации для старшеклассников.

Методические рекомендации представлены в виде набора компонентов двигательной активности, которые рассматриваются как нормативная величина, обеспечивающая успешное развитие двигательных способностей, выполнение нормативов и получение знака ГТО.

Таблица 1

**Методические рекомендации по двигательной активности
во внеурочное время при подготовке к сдаче норм ГТО V ступени**

№	Направленность подготовки	Время, мин. (в течение недели)
1	Утренняя гимнастика	120
2	Образовательная деятельность по ФК	135
3	Физкультминутки и динамические паузы	40
4	Игровая и соревновательная деятельность на перемене	50
5	Организованные занятия в спортивных секциях, участие в спортивных соревнованиях	90
6	Самостоятельные занятия физической культурой в выходные дни	60
<i>Общее время двигательная активности — не менее 10 часов в неделю</i>		

Таблица 2

**Методические рекомендации по двигательной активности
во внеурочное время при подготовке к сдаче норм ГТО VI ступени**

№	Направленность подготовки	Время, мин. (в течение недели)
1	Утренняя гимнастика	120
2	Образовательная деятельность по ФК	135
3	Физкультминутки и динамические паузы	40
4	Игровая и соревновательная деятельность на перемене	50
5	Организованные занятия в спортивных секциях, участие в спортивных соревнованиях	120
6	Самостоятельные занятия физической культурой в выходные дни	90
<i>Общее время двигательная активности — не менее 11 часов в неделю</i>		

Создается впечатление, что все хорошо, есть нормативно-правовые и организационные основы, есть методические рекомендации по подготовке, но итоги участия обучающихся в сдаче норм ГТО говорят об обратном, о наличии существенных лимитирующих факторов: процент выполнения нормативных требований в стране не превышает 60 %.

Цель исследования — поиск путей повышения качества подготовки обучающихся старшей школы к сдаче нормативных требований ГТО.

Качество подготовки в современной системе физического воспитания и спортивной тренировки сопряжено с концепцией адекватности, с применением средств, режимов и объемов двигательной деятельности, которые по силе психофизиологического воздействия адекватны уровню подготовленности занимающихся и планируемому результату в применяемом упражнении.

На основании научных данных, практического опыта и личного участия в организации и подготовке обучающихся к сдаче нормативных требований,

мы пришли к мнению, что путь к успешной сдаче нормативов ГТО сопряжен с организацией дополнительного физического воспитания с учетом индивидуального подхода в подборе и применении средств и режимов развития двигательных способностей.

Задачи исследования:

- 1) оценить уровень готовности обучающихся старшей школы к выполнению нормативов золотого, серебряного и бронзового знаков на основе контрольного тестирования в упражнениях ГТО;
- 2) установить фактурную структуру физической подготовленности обучающихся;
- 3) выявить лимитирующие факторы в развитии двигательных способностей старшеклассников с предстоящим решением задач по индивидуализации подготовки к сдаче нормативных требований.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на базе школы № 1861 «Загорье» (Москва). В нем приняли участие 240 обучающихся: 56 девушек, готовящихся к выполнению ГТО V ступени, и 72 — VI; юношей, готовящихся к выполнению ГТО V ступени — 41, VI — 71. Применялся комплекс следующих методов: теоретический анализ научно-методической литературы, педагогические наблюдения, хронометрирование, педагогическое тестирование, экспертная оценка, методы математической статистики (Excel, Stadia 8.0/prof).

Нам нужно было понять (выявить) причинно-следственные связи между низкой подготовленностью обучающихся школы к сдаче нормативных требований ГТО и факторами, предопределившие (обусловившие) реалии. В ходе изучения научно-методической литературы, педагогических наблюдений, хронометрирования, личного участия в организации и проведении мероприятий по сдаче норм ГТО мы утвердилось во мнении, что в системе подготовки обучающихся есть лимитирующие факторы.

В качестве отправной точки и в рамках первой задачи нашего исследования было принято решение оценить уровень готовности обучающихся старших классов к сдаче нормативных требований ГТО V и VI ступеней: бег 60 м, прыжок в длину с места, наклон вперед из положения стоя, сгибание и разгибание рук в упоре лежа (девушки), подтягивание на высокой перекладине (юноши), метание мяча, метание спортивного снаряда, бег на 2 000 м (девушки) и 3 000 м (юноши). По результатам тестирования нужно было принять управленческое решение:

- 1) при подготовке к сдаче нормативных требований ориентироваться на методику развития двигательных способностей обучающихся в рамках предмета «Физическая культура»;

- 2) вводить коррекцию в структуру и содержание двигательной деятельности обучающихся на занятиях по физкультуре;
- 3) организовывать дополнительные занятия целенаправленного развития двигательных качеств и способностей во внеурочное время.

Результаты исследования

Результаты тестирования показали, что к выполнению нормативных требований V и VI ступени значительное количество обучающихся старшей школы не готово (рис.).

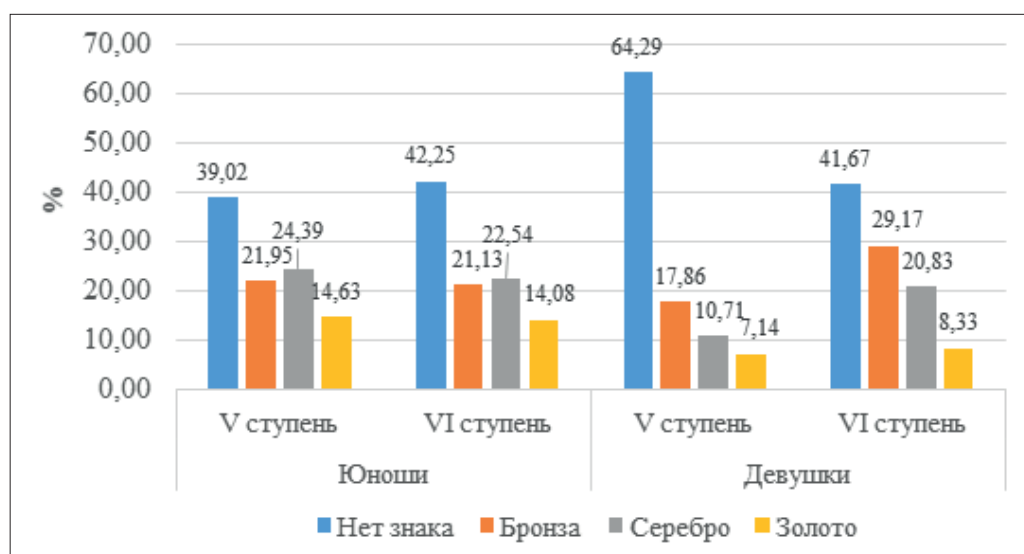


Рис. Распределение знаков ГТО среди участников тестирования (%)

Если рассматривать готовность обучающихся к получению знаков ГТО сквозь призму динамики, то она неположительна, количество неготовых к выполнению нормативов VI ступени по сравнению V увеличивается. Не будет существенной погрешностью, если соотношение готовых и неготовых представить в виде $50 \times 50 \%$.

Возникают вопросы к программе по предмету «Физическая культура» и к методическим рекомендациям по подготовке обучающихся школы к сдаче нормативных требований ГТО. Если в первом варианте есть основания говорить, что структура и содержание учебного занятия по физкультуре не ориентированы на выполнение нормативных требований ГТО, что является в определенной мере аргументом (если не оценивать качество двигательной деятельности обучающихся на занятии), то во втором, касательно методических рекомендаций, таковых аргументов нет.

Вторая задача нашего исследования состояла в выявлении факторной структуры, объясняющей причинно-следственные связи компонентов физической подготовленности обучающихся. Факторный анализ с вычислением корреляций Спирмана позволил выделить факторы, определяющие результат (для данного контингента испытуемых), и процент объясняемой дисперсии (табл. 3–6).

Таблица 3

Факторные нагрузки и процент объясняемой дисперсии у девушек 14–15 лет

Переменная/фактор	1	2	3	4	5	6
Наклон	0,7523					
Отжимания		0,6733	–0,5328			
Прыжок		0,7364	0,5225			
Метания	0,794					
60 м	–0,865					
2 км	–0,733					
Собственное значение	2,645	1,139	0,914	0,691	0,344	0,268
Дисперсия, %	44,08	18,98	15,22	11,51	5,73	4,465
Накопл. дисперсия, %	44,08	63,06	78,28	89,79	95,52	99,985

Таблица 4

Факторные нагрузки и процент объединяемой дисперсии у девушек 16–17 лет

Переменная/фактор	1	2	3	4	5
Наклон		–0,893			
Отжимания	0,9				
Прыжок	0,955				
Метания	0,891				
60 м	–0,926				
2 км	–0,861				
Собственное значение	4,307	0,89	0,315	0,234	0,158
Дисперсия, %	71,79	14,84	5,251	3,906	2,63
Накопл. дисперсия, %	71,79	86,63	91,881	95,787	98,417

Таблица 5

Факторные нагрузки и процент объясняемой дисперсии у юношей 14–15 лет

Переменная/фактор	1	2	3	4
Наклон	0,7762			
Отжимания	0,678			
Прыжок	0,571	–0,584		
Метания	0,895			
60 м	–0,916			
2 км	–0,505	0,652		
Собственное значение	3,284	1,022	0,763	0,517
Дисперсия, %	54,73	17,03	12,71	8,63
Накопл. дисперсия, %	54,73	71,76	84,47	93,1

Таблица 6

Факторные нагрузки и процент объясняемой дисперсии у юношей 16–17 лет

Переменная/фактор	1	2	3	4	5
Наклон	0,734	–0,591			
Отжимания	0,769				
Прыжок	0,805				
Метания	0,697			0,6818	
60 м	–0,763	0,5453			
3 км	–0,608	–0,506	–0,584		
Собственное значение	3,22	1,12	0,66	0,61	0,23
Дисперсия, %	53,6	18,7	10,99	10,15	3,85
Накопл. дисперсия, %	53,6	72,3	83,29	93,44	97,29

Для девушек 14–15 лет выявлено три фактора, объясняющих 78 % общей дисперсии результатов тестирования:

Фактор 1 (общая физическая подготовленность) объясняет 44 % дисперсии и включает такие показатели, как наклон, метания, бег на 60 м и бег на 2 км. Данный фактор объединяет общие физические качества (гибкость, силовые качества верхних конечностей, скоростные качества и общую выносливость).

Фактор 2 (скоростно-силовые качества) объясняет 19 % дисперсии и представлен преимущественно отжиманиями и прыжком в длину с места. Он показывает, что скоростно-силовые качества выделяются в отдельную категорию для данной возрастной группы.

Фактор 3 (отсутствие силы верхней половины туловища) объясняет 15 % дисперсии и отрицательно коррелирует с показателями отжиманий. Данный фактор подчеркивает различия в проявлении силового компонента верхней части туловища среди девушек этой возрастной группы.

Это говорит о том, что у девушек в возрасте 14–15 лет физическая подготовленность в большей мере имеет общую направленность. Имеются различия в проявлении скоростно-силовых качеств и в развитии верхней части тела, что соответствует особенностям возрастного периода, характеризующегося завершением пубертата, когда развитие силы и быстроты у школьников является неоднородным.

В старшей возрастной группе девушек факторная структура отличается и включает два основных фактора — 86 % общей дисперсии:

Фактор 1 (общая физическая подготовленность) объясняет 72 % дисперсии и включает в себя практически все тесты, кроме гибкости. Этот фактор свидетельствует о высокой степени взаимосвязи всех показателей физической подготовленности, за исключением гибкости, которая выделена в отдельный фактор.

Фактор 2 (гибкость) объясняет 15 % дисперсии. Отрицательные корреляции с наклоном показывают, что девушки четко разделяются по уровню развития гибкости.

Сравнивая две возрастные группы девушек, можно увидеть, что в старшем возрасте важность скоростно-силового фактора нивелируется и на первый план выходит гибкость, формируя две четко выраженные группы: «гибкие» и «негибкие».

В данной возрастной группе также выявлены два главных фактора, объясняющих 72 % дисперсии:

Фактор 1 (общая физическая подготовленность) объясняет 54 % дисперсии, представлен основными тестами, отражает структуру общей физической подготовленности юношей на данном этапе развития.

Фактор 2 (недостаточная подготовленность в координации и выносливости) объясняет 17 % дисперсии, что указывает на наличие значительных индивидуальных различий среди юношей данной возрастной группы, что является следствием фазы активного физического созревания и неравномерного развития двигательных способностей.

У старших юношей факторная структура более разнообразна и включает четыре фактора, охватывающих 93 % дисперсии:

Фактор 1 (общая физическая подготовленность) объясняет 54 % дисперсии и объединяет большинство показателей физического развития, за исключением специальных качеств, таких как гибкость и метания.

Фактор 2 (недостаток гибкости и быстроты) объясняет 18 % дисперсии, отражает различия в проявлении скоростных качеств и гибкости.

Фактор 3 (выносливость) объясняет 11 % дисперсии, выделяя группы юношей с развитой выносливостью.

Фактор 4 (способности к метаниям) объясняет 10 % дисперсии, выделяя группу, характеризующуюся способностями в метательных движениях.

Выявленные факторные структуры соответствуют возрастным особенностям и этапам физического развития школьников. Полученные данные свидетельствуют, что в процессе физического развития школьников имеет место некоторая естественная коррекция в направлении и динамики физического развития: у девушек при переходе от среднего к старшему школьному возрасту наблюдается некоторое замедление в развитии скоростно-силовых способностей и повышение уровня общей физической подготовленности и гибкости. У юношей, напротив, в возрасте 16–17 лет отчетливо проявляются генетический фактор, обуславливающий применение индивидуального подхода в подборе тренировочных средств, режимов и объемов двигательной деятельности.

Выводы

1. Полученные данные расширяют представление о причинно-следственных связях между:

– уровнем развития двигательных качеств и способностей и результатами тестирования;

– результатами тестирования и компонентами физической подготовленности.

2. Полученные данные расширяют представление о сильных и слабых сторонах развития двигательных качеств и способностей старшеклассников, что создает условия для целенаправленной коррекции подготовки, целевого применения средств, режимов и объемов двигательной деятельности.

3. Отсутствие критериев и режимов двигательной деятельности в подготовке обучающихся к сдаче нормативов ГТО существенно лимитирует динамику развития двигательных качеств и способностей школьников.

4. Методические рекомендации, приложенные в качестве ориентира для подготовки старшеклассников к выполнению V и VI ступеней, в большей мере направлены на вовлечение обучающихся в двигательную активность, но не рассматриваются как средства целенаправленного развития двигательных качеств и способностей, которые нужно проявить в ходе выполнения того или иного нормативного требования.

5. Результаты исследования проливают свет и на вклад в сдачу норм ГТО традиционно используемой в учебном процессе методики физического воспитания, качество которой (как и в прошлом столетии) оценивается коэффициентом плотности учебного занятия, а не адекватностью двигательной деятельности уровню и задачам развития двигательных качеств и способностей.

6. Процесс сдачи нормативов ГТО сопряжен с большими нагрузками на сердечно-сосудистую и нервно-мышечную системы организма, которые по своему воздействию не всегда адекватны функциональной подготовленности обучающихся. Есть данные, свидетельствующие о том, что в ходе сдачи нормативов ГТО ЧСС у сдающих зачастую превышает 200 уд. в мин., имеет место превышение физиологической нормы — 220 минус возраст, а это зона риска для школьников, родителей, педагогов и образовательного учреждения. Наличие медицинской справки о допуске к занятиям физической культурой не гарантирует отсутствия негативных последствий.

7. Научные данные утвердили нас во мнении, что наиболее рациональный путь повышения уровня физической подготовленности обучающихся старшей школы к выполнению нормативных требований ГТО, Госпрограммы сопряжен с целенаправленной подготовкой, с элементами индивидуализации двигательной деятельности в условиях урока по физической культуре и дополнительного физического воспитания.

Список источников

1. Бариев М. М., Юсупов Р. А., Ермолаев В. М. Становление и развитие комплекса ГТО в СССР и современной России // Теория и практика физической культуры. 2016. № 1. С. 94–96. EDN: TBFUZA.

2. Бобков В. В., Стрижак А. П. Оценка готовности обучающихся образовательных учреждений к сдаче нормативов ВФСК ГТО // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2018. № 3 (157). С. 42–45. EDN: YUZWMS.

3. Гарина Е. В. Подготовленность обучающихся 14–15 лет к выполнению нормативов на золотой знак отличия комплекса ГТО // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2018. № 3 (157). С. 87–89. EDN: YUZWQE.
4. Карагодина А. М. Подготовка старшеклассников к выполнению нормативов комплекса ГТО средствами разных программ урочных форм занятий / А. М. Карагодина, О. Е. Ушакова, О. В. Клычкова, И. С. Тамаров // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2020. № 8 (186). С. 125–128. <https://doi.org/10.34835/issn.2308-1961.2020.8.p125-128>. EDN: RXHAAZ.
5. Ковшура Т. Е., Ковшура Е. О., Власова З. Н. Использование нетрадиционных видов физической культуры для подготовки студентов к выполнению нормативов комплекса ГТО // Культура физическая и здоровье. 2019. № 1 (69). С. 50–52. EDN: NBWPSG.
6. Кокорева Е. Г. Физкультурно-спортивный комплекс «ГТО» в системе поиска эффективных путей реализации здоровьесформирующей функции образования // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование. Педагогические науки. 2017. Т. 9. № 1. С. 29–35. <https://doi.org/10.14529/ped170104>. EDN: XWZJTL.
7. Кузнецов В. С., Колодницкий Г. А. Организационно-методические основы внеурочной работы со школьниками по комплексу ГТО // Физическая культура в школе. 2016. № 6. С. 52–60. EDN: XCSVZZ.
8. Куренцов В. А. Экспериментальное обоснование видов физкультурно-спортивной деятельности в работе с подростками 14–15 лет группы социального риска в спортивных клубах по месту жительства при подготовке к тестированию по программе ВФСК ГТО IV ступени / В. А. Куренцов, Э. А. Зюрин, Е. Н. Петрук, А. А. Козлов // Вестник спортивной науки. 2019. № 4. С. 50–54. EDN: FTSTKT.
9. Лебедева А. С. Развитие двигательных качеств школьников 15–16 лет во внеурочной деятельности в рамках подготовки к сдаче комплекса ГТО // Современные здоровьесберегающие технологии. 2023. № 2. С. 25–31. EDN: QGAERF.
10. Лубышева Л. И. Всероссийский физкультурно-спортивный комплекс ГТО: современные тренды развития // Теория и практика физической культуры. 2019. № 8. С. 95. EDN: WPNHAI.
11. Светлакова М. В., Маркова С. В., Панышина С. А. Организационная работа и приём нормативов ВФСК «Готов к труду и обороне» (ГТО) в образовательной организации // Научные и образовательные основы в физической культуре и спорте. 2024. Т. 13. № 1. С. 15–19. <https://doi.org/10.57006/2782-3245-2024-13-1-15-19>. EDN: NDMPDG.
12. Семянникова В. В. Подготовка обучающихся старших классов к сдаче норм всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне» // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2018. № 5 (159). С. 263–266. EDN: XTFZAD.

References

1. Bariyev M. M., Yusupov R. A., Ermolaev V. M. Formation and development of the GTO complex in the USSR and modern Russia. Theory and practice of physical education. 2016;(1):94–96. EDN: TBFUZA. (In Russ.).
2. Bobkov V. V., Strizhak A. P. Assessment of the readiness of students of educational institutions to pass the All-Russian Physical Culture and Sports Complex GTO standards. Scientific notes of P. F. Lesgaft University. 2018;(3):42–45. EDN: YUZWMS. (In Russ.).

3. Garina, E. V. Readiness of 14–15 Year-Old Students to Achieve Standards for the Gold Badge of Distinction in the GTO Complex. Scientific Notes of P. F. Lesgaft University. 2018;3(157):87–89. EDN: YUZWQE. (In Russ.).
4. Karagodina A. M., Ushakova O. E., Klychkova O. V., Tamarov I. S. Preparing high school students to meet the GTO standards using various lesson programs. Scientific Notes of P. F. Lesgaft University. 2020;(8):125–128. <https://doi.org/10.34835/issn.2308-1961.2020.8.p125-128>. EDN: RXHAAZ. (In Russ.).
5. Kovshura T. E., Kovshura E. O., Vlasova Z. N. Using non-traditional types of physical education to prepare students to meet the GTO standards. Physical Culture and Health. 2019;(1):50–52. EDN: NBWPSG. (In Russ.).
6. Kokoreva E. G. Physical Culture and Sports Complex “GTO” in the System of Searching for Effective Ways to Implement the Health-Forming Function of Education. Bulletin of South Ural State University. Series: Education. Pedagogical Sciences. 2017;9(1):29–35. <https://doi.org/10.14529/ped170104>. EDN: XWZJTL. (In Russ.).
7. Kuznetsov V. S., Kolodnitsky G. A. Organizational and methodological foundations of extracurricular work with schoolchildren on the GTO complex. Physical education at school. 2016;(6):52–60. EDN: XCSVZZ. (In Russ.).
8. Kurentsov V. A., Zyurin E. A., Petruk E. N., Kozlov A. A. Experimental Substantiation of Types of Physical Culture and Sports Activities in Working with 14–15-Year-Old Adolescents from the Social Risk Group in Local Sports Clubs in Preparation for Testing under the All-Russian Physical Culture and Sports Complex GTO (Ready for Labor and Defense) Level IV Program. Bulletin of Sports Science. 2019;(4):50–54. EDN: FTSTKT. (In Russ.).
9. Lebedeva A. S. Development of Motor Qualities of 15–16-Year-Old Schoolchildren in Extracurricular Activities in Preparation for Passing the GTO Complex. Modern Health-Saving Technologies. 2023;(2):25–31. EDN: QGAERF. (In Russ.).
10. Lubysheva L. I. All-Russian physical education and sports complex GTO: modern development trends. Theory and practice of physical education. 2019;(8):95. EDN: WPNHAI. (In Russ.).
11. Svetlakova M. V., Markova S. V., Panshina S. A. Organizational Work and Acceptance of the Ready for Labor and Defense (GTO) All-Russian Physical Culture and Sports Complex Standards in an Educational Organization. Scientific and Educational Foundations in Physical Education and Sports. 2024;13(1):15–19. <https://doi.org/10.57006/2782-3245-2024-13-1-15-19>. EDN: NDMPDG. (In Russ.).
12. Semyannikova V. V. Preparation of senior school students for passing the standards of the All-Russian physical education and sports complex “Ready for Labor and Defense”. Scientific notes of the P. F. Lesgaft University. 2018;(5):263–266. EDN: XTFZAD. (In Russ.).

Информация об авторах / Information about the authors:

Коростик Михаил Вадимович — аспирант Института естествознания и спортивных технологий, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия.

Korostik Michail Vadimovich — Postgraduate student of the Institute of Natural Science and Sports Technologies, Moscow City University, Moscow, Russia.

korostikmv@mgpu.ru, <https://orcid.org/0009-0004-7845-8422>

Стрижак Анатолий Петрович — доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник физической культуры РФ, профессор департамента физической культуры, спорта и медиакommunikаций Института естествознания и спортивных технологий, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия.

Strizhak Anatoly Petrovich — Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Honored Worker of Physical Culture of the Russian Federation, Professor of the Department of Physical Culture, Sports and Mediacommunications of the Institute of Natural Science and Sports Technologies, Moscow City University, Moscow, Russia.

strijakap@mgpu.ru, <https://orcid.org/0009-0004-1960-3589>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Authors' contributions: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare no relevant conflict of interest.

Статья поступила в редакцию: 02.10.2025;
одобрена после доработки: 15.09.2025;
принята к публикации: 29.10.2025.

The article was submitted: 02.10.2025;
approved after reviewing: 15.09.2025;
accepted for publication: 29.10.2025.

Исследовательская статья

УДК 796.412

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-145-157

Илья Игоревич Панферов

Московской государственной университет спорта и туризма,
Москва, Россия

РАЗВИТИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ У РОК-Н-РОЛЛИСТОВ 12–14 ЛЕТ НА УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНОМ ЭТАПЕ СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ

Аннотация. Целью исследования была оценка влияния комплексов упражнений, выполняемых на балансировочной платформе, на развитие вертикальной устойчивости у юных рок-н-роллистов на учебно-тренировочном этапе спортивной подготовки. Было обследовано 40 детей в возрасте 12–14 лет. Дети в контрольной группе занимались по стандартной программе согласно федеральному стандарту спортивной подготовки по виду спорта «акробатический рок-н-ролл». В тренировочную программу детей экспериментальной группы были включены комплексы упражнений с использованием балансировочных платформ, которые выполнялись на каждой тренировке после общей разминки в течение 15 минут с постепенным усложнением — от тренировки с преимущественной нагрузкой на один из анализаторов до тренировки с интегральной нагрузкой на три анализатора (проприоцептивный, зрительный и вестибулярный). Исследование стабилметрических показателей проводилось перед началом и после завершения эксперимента. У детей 12–14 лет, занимающихся акробатическим рок-н-роллом, выявлен более динамичный характер постурального контроля по сравнению с нормативными возрастными показателями, проявляющийся в повышенных значениях скорости перемещения общего центра давления. Наблюдаемая динамика показателей в экспериментальной группе после завершения исследования указывает на процесс формирования более экономичной постуральной стратегии с повышенной ролью проприоцептивной и вестибулярной систем. Регистрируется улучшение уровня устойчивости в вертикальной стойке и более экономичный характер постурального контроля. Для повышения технической эффективности рекомендуется включать комплексы упражнений на балансировочных платформах в тренировочный процесс юных спортсменов, занимающихся акробатическим рок-н-роллом.

Ключевые слова: дети, спортивная подготовка, учебно-тренировочный этап, акробатический рок-н-ролл, вертикальная устойчивость, анализаторные системы

Финансирование: исследование не имело финансовой поддержки.

Research article

UDC 796.412

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-145-157

Илья Игоревич ПанферовMoscow State University of Sports and Tourism,
Moscow, Russian Federation**DEVELOPMENT OF VERTICAL STABILITY
IN ROCK AND ROLLERS 12–14 YEARS OLD
AT THE TRAINING STAGE OF SPORTS TRAINING**

Abstract. The aim of the study was to evaluate the impact of exercise complexes performed on a balancing platform on the development of vertical stability in young rock-n-rollers at the training stage of sports training. 40 children aged 12–14 years were examined. Children in the control group were trained according to the standard program in accordance with the Federal Standard of Sports Training for the sport of “acrobatic rock-n-roll”. The training program for children in the experimental group included sets of exercises using balancing platforms. The sets of exercises were performed at each training session after a general warm-up for 15 minutes with gradual complication — from training with a predominant load on one of the analyzers to training with an integrated load on three analyzers (proprioceptive, visual and vestibular). The study of stabilometric indicators was conducted before the beginning and after the end of the experiment. In children aged 12–14 years engaged in acrobatic rock-n-roll, a more dynamic nature of postural control was revealed compared to the standard age indicators, manifested in increased values of the speed of movement of the general center of pressure. The observed dynamics of the indicators in the experimental group after the experiment indicates the process of forming a more economical postural strategy with an increased role of the proprioceptive and vestibular systems. Improvement of the level of stability in the vertical stance and a more economical nature of postural control are recorded. To improve technical efficiency, it is recommended to include exercise complexes on balancing platforms in the training process of young athletes involved in acrobatic rock and roll.

Keywords: children, sports training, training stage, acrobatic rock-n-roll, vertical stability, analyzer systems

Funding Statement: no funding was received for writing this manuscript.

Введение

Постуральный контроль обеспечивает стабилизацию вертикальной проекции центра тяжести в пределах площади опоры, он выступает в качестве фундаментального фактора, модулирующего различные компоненты физической подготовленности спортсменов [2]. Рок-н-ролл как танец состоит из коротких наборов взрывных и скоростных движений, для выполнения которых требуется умение сохранять и стабилизировать

корпус [6], а с другой стороны — для сохранения устойчивости при выполнении танцевальных элементов, связанных с поворотами и вращением, необходимо быстрое перемещение общего центра тяжести [7; 10]. Во время танца нижние конечности постоянно меняют положение опоры с одной ноги и на обе при прыжках, шагах в сторону или перешагивании с одной ноги на другую, что требует эффективного сенсомоторного контроля за колебаниями тела [6]. При выполнении парных элементов танцорам необходимо выполнять движения одинаково хорошо в обе стороны [8] в условиях усиленного визуального контроля не только за частями своего тела относительно друг друга, но и в пространстве, где происходит движение партнера. Танцоры, которые практикуются в получении визуальной обратной связи от своих партнеров, сохраняя при этом собственную устойчивость, демонстрируют улучшенный контроль осанки [12]. Несомненно, эффективное выполнение танцевальной программы в акробатическом рок-н-ролле зависит от слаженности в деятельности ряда анализаторных систем.

Кроме того, акробатический рок-н-ролл характеризуется выраженной функциональной асимметрией как в танцевальной, так и в акробатической составляющей соревновательной программы [14]. Базовый технический элемент данной спортивной дисциплины — основной шаг — демонстрирует асимметричный паттерн распределения опорных фаз (двукратное использование одной ноги с последующим однократным переносом веса на контралатеральную конечность). Асимметричность технических действий прослеживается в исполнении акробатических элементов, которые преимущественно реализуются с использованием доминантной стороны, особенно в задачах на равновесие или взрывных движениях с двусторонними приземлениями [8; 11]. При выполнении бросковых элементов партнер позиционирует более сильную руку в поддерживающей позиции под центром тяжести партнерши. Спортсменки демонстрируют стабильную латеральную преференцию, выполняя вращательные компоненты акробатических элементов в предпочтительную сторону и осуществляя отталкивание преимущественно одной (толчковой) ногой от опорной руки партнера. Таким образом, латеральное доминирование является существенным биомеханическим фактором, определяющим техническую структуру и моторную специализацию в акробатическом рок-н-ролле.

Исходя из вышеизложенного, актуальным является вопрос о том, является ли зрительный канал важным фактором, влияющим на устойчивость позы у танцоров в возрасте 12–14 лет, и какие упражнения будут способствовать улучшению динамического постурального баланса в данный возрастной период.

Цель настоящего исследования — оценить влияние комплексов упражнений, выполняемых на балансировочной платформе, на развитие вертикальной устойчивости у юных рок-н-ролистов на учебно-тренировочном этапе спортивной подготовки.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на базе Московской комплексной спортивной школы олимпийского резерва «Юг» Департамента спорта города Москвы (МКСШОР «Юг»). В нем приняли участие 40 спортсменов, занимающихся акробатическим рок-н-роллом в возрасте 12–14 лет (средний возраст $13,15 \pm 0,55$ года). Были сформированы контрольная (КГ, $n = 20$) и экспериментальная (ЭГ, $n = 20$) группы. Обследование проводилось по предварительному письменному согласию родителей детей. Программа тренировок состояла из 4 занятий в неделю по 3 часа (576 часов в год). Дети КГ занимались по стандартной тренировочной программе согласно федеральному стандарту спортивной подготовки по виду спорта «акробатический рок-н-ролл». В тренировочную программу детей ЭГ были включены комплексы упражнений с использованием неустойчивых платформ, которые выполнялись на каждой тренировке после общей разминки в течение 15 минут с постепенным усложнением — от тренировки с преимущественной нагрузкой на один из анализаторов до тренировки с интегральной нагрузкой на три анализатора (проприоцептивный, зрительный и вестибулярный). Всего использовалось 8 комплексов по 12 упражнений в каждом.

Исследование проводилось в два этапа: 1-й этап — оценка стабилметрических показателей до начала эксперимента, 2-й этап — оценка показателей после годового цикла тренировочных занятий. Для оценки постурального баланса использовался тест Ромберга, выполняющийся на стабилметрической платформе. Данный тест состоял из последовательного поддержания вертикальной двухопорной стойки с открытыми (ОГ) и закрытыми (ЗГ) глазами. При выполнении данного теста оценивались следующие стабилметрические показатели: QR — коэффициент Ромберга, %; LFS — отношение длины статокинезиограммы к ее площади, 1/мм; S — площадь статокинезиограммы, мм²; V — скорость перемещения общего центра давления (ОЦД), мм/с; $X/60$ — уровень 60 %-ной мощности спектра по фронтальной составляющей, Гц; Qy — среднеквадратическое отклонение (ОЦД) в сагиттальной плоскости, мм; Qx — среднеквадратическое отклонение ОЦД во фронтальной плоскости, мм; $Y/60$ — уровень 60 %-ной мощности спектра по сагиттальной составляющей, Гц; $Z/60$ — уровень 60 %-ной мощности спектра по вертикальной составляющей, Гц.

Статистическая обработка полученных данных выполнялась с помощью программы Statistica 11.0. Для расчета нормальности распределения использовался критерий Шапиро – Уилка. Сравнение среднестатистических показателей осуществляли с помощью параметрического t -критерия Стьюдента (t). Критерий достоверности различий считался достигнутым при $p \leq 0,05$.

Результаты исследования

Дисперсионный анализ не выявил существенных различий в стабилметрических показателях между детьми КГ и ЭГ. Следовательно, при дальнейшем анализе данных до эксперимента будет представлена общая информация по показателям постуральной устойчивости у детей 12–14 лет (табл. 1).

Таблица 1

Стабилметрические показатели рок-н-роллистов на УТЭ в КГ и ЭГ, ($M \pm SD$)

Показатель		КГ	ЭГ	Стандартное отклонение
Коэффициент Ромберга QR , %		$116,15 \pm 22,85$	$115,57 \pm 10,87$	$p > 0,05$
Отношение длины статокинезиограммы к ее площади $95 LFS95$, 1/мм	ГО	$9,09 \pm 0,72$	$9,29 \pm 0,86$	$p > 0,05$
	ГЗ	$10,01 \pm 0,57$	$10,48 \pm 1,09$	$p > 0,05$
Площадь статокинезиограммы $95 S95$, мм ²	ГО	$111,09 \pm 20,15$	$108,38 \pm 11,37$	$p > 0,05$
	ГЗ	$119,00 \pm 29,26$	$114,03 \pm 11,40$	$p > 0,05$
Показатель затраченной работы A , Дж	ГО	$143,78 \pm 3,06$	$134,39 \pm 5,83$	$p > 0,05$
	ГЗ	$167,29 \pm 27,85$	$177,32 \pm 11,03$	$p > 0,05$
Показатель стабильности $Stab$, %	ГО	$95,95 \pm 0,39$	$95,61 \pm 0,30$	$p > 0,05$
	ГЗ	$95,22 \pm 0,56$	$95,38 \pm 0,34$	$p > 0,05$
Скорость ОЦД V , мм/с	ГО	$14,35 \pm 0,63$	$13,85 \pm 0,58$	$p > 0,05$
	ГЗ	$16,50 \pm 1,51$	$16,31 \pm 0,69$	$p > 0,05$
Уровень 60 %-ной мощности спектра по вертикальной составляющей $Zf60$, Гц	ГО	$6,02 \pm 0,22$	$6,02 \pm 0,11$	$p > 0,05$
	ГЗ	$6,08 \pm 0,30$	$6,05 \pm 0,29$	$p > 0,05$
Уровень 60 %-ной мощности спектра по сагиттальной составляющей $Yf60$, Гц	ГО	$0,21 \pm 0,03$	$0,18 \pm 0,02$	$p > 0,05$
	ГЗ	$0,27 \pm 0,03$	$0,25 \pm 0,03$	$p > 0,05$
Уровень 60 %-ной мощности спектра по фронтальной составляющей $Xf60$, Гц	ГО	$0,23 \pm 0,03$	$0,20 \pm 0,03$	$p > 0,05$
	ГЗ	$0,33 \pm 0,04$	$0,30 \pm 0,05$	$p > 0,05$

Примечание: ГО — глаза открыты; ГЗ — глаза закрыты.

Анализ и оценка показателей стабилметрического тестирования юных спортсменов из КГ и ЭГ показал, что коэффициент Ромберга (QR) у обследованных спортсменов в среднем составил 115,57–116,15 %. Данная динамика свидетельствует о некотором повышении значимости зрительного контроля в поддержании вертикальной стойки у юных спортсменов. Согласно нормативным данным, значения QR в диапазоне 100–220 % характерны для нормального функционирования системы постурального контроля с адекватным вкладом проприоцептивной и вестибулярной афферентации.

Площадь статокинезиограммы (S_{95}) в тесте с открытыми глазами составила 108,38–111,09 мм², в тесте с закрытыми глазами — 114,03–119,00 мм². Незначительное увеличение площади при депривации зрительного контроля указывает на относительно высокий уровень проприоцептивного контроля у юных рок-н-роллистов, что может быть результатом специфической адаптации к требованиям спортивной дисциплины. Отношение длины статокинезиограммы к ее площади (LS_{95}) с открытыми глазами составило 9,09–9,29 1/мм, закрытыми — 10,01–10,48 1/мм. Данный показатель, характеризующий энергетическую эффективность пострурального контроля, демонстрирует оптимальное соотношение между стабильностью и лабильностью системы равновесия у обследованных юных спортсменов. Скорость перемещения общего центра давления (V) в тесте с открытыми глазами составила 13,85–14,35 мм/с и с закрытыми — 16,31–16,50 мм/с. Данная динамика показывает превышение нормативных показателей для подростков общей популяции (9–12 мм/с для ГО и 12–15 мм/с для ГЗ), что характеризуется более динамичным характером пострурального контроля у занимающихся акробатическим рок-н-роллом. Показатель затраченной работы (A) в тесте с открытыми (134, 39–143,78 Дж) и закрытыми глазами (167,29–177,32 Дж) указывает на увеличение энергозатрат, что свидетельствует о росте результатов при депривации зрительного контроля. Повышение напряженности функционирования системы пострурального контроля у рок-н-роллистов информирует о необходимости компенсаторной активации проприоцептивных и вестибулярных механизмов. У детей в возрасте 12–14 лет, занимающихся акробатическим рок-н-роллом, получены высокие показатели стабильности ($Stab$) (с открытыми глазами результат составил 95,61–95,95 %, с закрытыми — 95,22–95,68 %). Высокие значения данного параметра в обоих тестовых условиях свидетельствуют о сформированности функциональной системы равновесия у юных рок-н-роллистов и эффективности поструральных механизмов, что может быть результатом специфических адаптационных перестроек, обусловленных тренировочным процессом в акробатическом рок-н-ролле.

Обращает на себя внимание более выраженное увеличение колебаний во фронтальной плоскости при депривации зрительного контроля (на 12,2–23,4 %) по сравнению с сагиттальной плоскостью (на 1,7–3,3 %). Данная особенность может отражать специфику функциональной организации поструральной системы юных рок-н-роллистов, связанную с повышенными требованиями к контролю фронтальных колебаний при выполнении технических элементов акробатического рок-н-ролла.

Спектральный анализ поструральных колебаний предоставляет информацию о частотных характеристиках регуляции равновесия. Уровень 60 %-ной мощности спектра по вертикальной составляющей (Z_{f60}) с открытыми глазами составил 6,02 Гц, с закрытыми — 6,05–6,08 Гц, что свидетельствует о высокочастотной модуляции вертикальной составляющей пострурального контроля и ее независимости от зрительной афферентации.

Уровень 60 %-ной мощности спектра по сагиттальной ($Yf60$) и фронтальной ($Xf60$) составляющим продемонстрировал значительно более низкие значения: в тесте с открытыми глазами $Yf60 = 0,16-0,21$ Гц, $Xf60 = 0,23-0,25$ Гц; с закрытыми глазами $Yf60 = 0,20-0,25$ Гц, $Xf60 = 0,30-0,33$ Гц. Данные значения соответствуют низкочастотному диапазону постуральных колебаний, что характеризует преимущественное участие центральных механизмов регуляции в обеспечении горизонтальной стабилизации у юных рок-н-роллистов.

Таким образом, сравнительный анализ стабилметрических данных КГ и ЭГ показал гомогенность функциональных характеристик постурального баланса, что обеспечивает методологическую валидность дальнейшего экспериментального исследования. Стабилметрическое исследование в условиях первого среза показывает, что у юных спортсменов, специализирующихся в акробатическом рок-н-ролле, наблюдается зависимость в обеспечении постурального контроля за организацией позы и восприятием собственного тела в пространстве от зрительной афферентации со значительным вкладом проприоцептивной и вестибулярной составляющих. Выявлен более динамичный характер постурального контроля по сравнению с нормативными показателями, проявляющийся в повышенных значениях скорости перемещения ОЦД ($13,85-16,31$ мм/с). Зарегистрирована незначительная асимметричность пространственной организации постуральных колебаний, что проявляется в преобладании сагиттальной составляющей над фронтальной. Это уже на учебно-тренировочном этапе спортивной подготовки отражает специфику двигательных паттернов акробатического рок-н-ролла. Для совершенствования интеграционных процессов сенсорных систем, участвующих в обеспечении двигательного акта и повышении функции постурального контроля, в тренировочный процесс были включены специально разработанные двигательные комплексы с использованием балансировочных платформ (нестабильной опоры), что даст возможность снять контрольные функции со зрительной системы и эффективно перераспределить функции компенсации и адаптации на три сенсорные системы: вестибулярную, проприоцептивную и зрительную. Повышение сенсорной интеграции трех анализаторных систем обеспечит более высокий уровень функции равновесия в статическом и динамическом аспектах, повысит эффективность деятельности центральной нервной системы в процессах быстрой адаптации рок-н-роллистов в меняющихся условиях внешней среды.

Проведенный анализ динамики стабилметрических показателей у юных рок-н-роллистов КГ и ЭГ после годичного тренировочного процесса позволил выявить ряд существенных различий в функциональном состоянии системы постурального контроля (см. рис. 1).

Спортсмены ЭГ демонстрируют меньшую зависимость от зрительной афферентации (коэффициент Ромберга на 2,9 % ниже) и более эффективное функционирование проприоцептивной и вестибулярной систем при исключении зрительного контроля. Это проявляется в меньшем увеличении площади статокинезиограммы (4,8 % против 17,9 %, $p < 0,01$) и скорости перемещения ОЦД (12,0 %, $p < 0,01$ против 21,8 %, $p < 0,001$) при закрытии глаз (см. рис. 2).

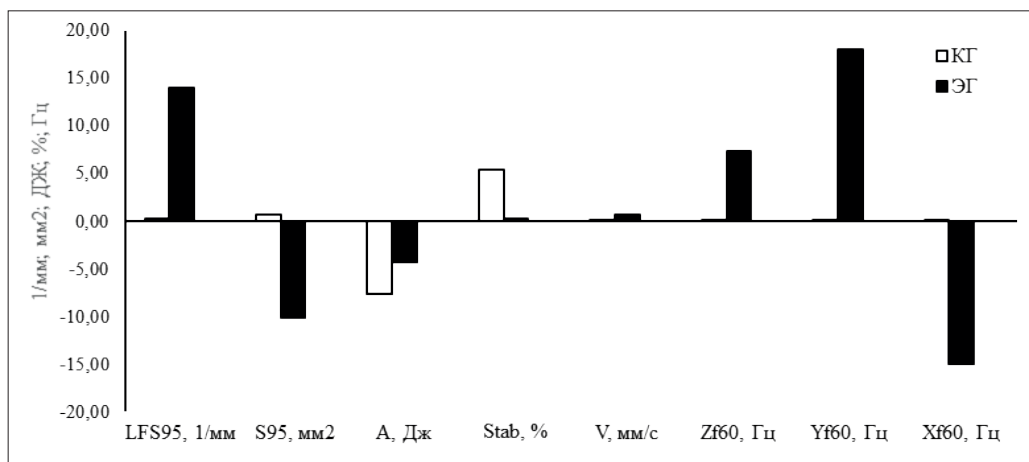


Рис. 1. Сравнительный анализ динамики изменений стабилметрических параметров в КГ и ЭГ на втором этапе эксперимента при открытых глазах

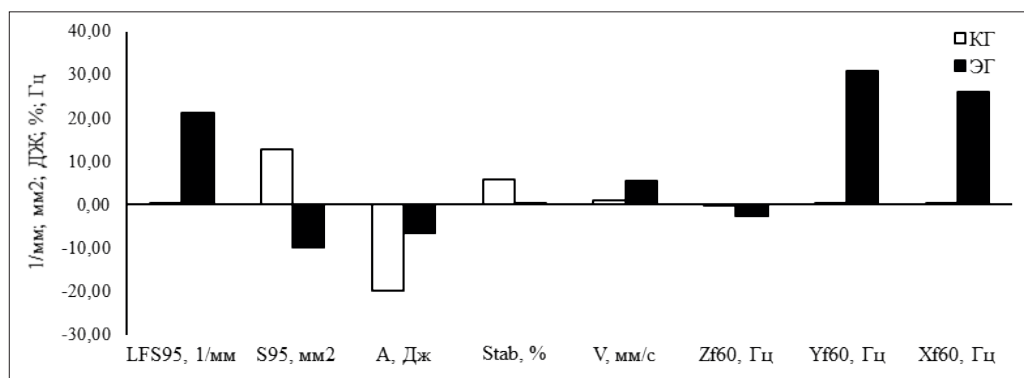


Рис. 2. Сравнительный анализ динамики изменений стабилметрических параметров в КГ и ЭГ на втором этапе эксперимента при закрытых глазах

Известно, что по результатам изменений показателя «коэффициент Ромберга» можно судить об уровне устойчивости в вертикальной стойке, доминировании той или иной сенсорной системы в поддержании баланса. А. В. Литманович и А. И. Грицко в своей работе показали, что уменьшение значений данного показателя может свидетельствовать о доминировании проприоцептивной сенсорной системы [1].

Из данных на рисунках видно, что юные рок-н-роллисты ЭГ демонстрируют значительно более низкие значения отношения длины статокинезиограммы к ее площади (на 14,9 %, $p < 0,01$ при ГО и на 19,5 %, $p < 0,001$ при ГЗ) и скорости перемещения ОЦД (на 4,4 % при ГО и на 12,2 %, $p < 0,01$ при ГЗ), что свидетельствует о более экономичном характере пострурального контроля. Полученные данные подтверждаются более высокими величинами отношения длины статокинезиограммы к ее площади при открытых и при закрытых глазах у юных спортсменов КГ ($p < 0,01$).

Кроме того, у спортсменов ЭГ наблюдается формирование более экономичной низкочастотной стратегии регуляции сагиттальной (на 52,2 %, $p < 0,001$ при ГО и на 41,4 %, $p < 0,001$ при ГЗ) и фронтальной (особенно при ГЗ — на 37,1 %, $p < 0,001$) составляющих пострурального контроля. Особо значимым является принципиально различная динамика частотных характеристик фронтальной составляющей при исключении зрительной афферентации (снижение на 4,3 %, $p < 0,05$ в ЭГ против увеличения на 52,2 %, $p < 0,001$ в КГ).

В научной литературе описывается два варианта контроля вертикальной стойки с помощью зрительного анализатора — открытый и закрытый [5]. Авторы указывают, что механизм открытого контроля позволяет «уменьшить эффективность стохастической активности и уменьшить колебания центра давления в обеих плоскостях», в то время как механизм закрытого контроля «увеличивает эффективность стохастической активности (увеличивает уровень мышечной активности в суставах нижней конечности) только в сагиттальной плоскости». О. Людвиг с коллегами предположили, что этот механизм направлен на получение большего количества рецепторной информации от механорецепторов, чтобы обеспечить более эффективное восприятие положения тела в сагиттальной плоскости, несмотря на закрытые глаза [9]. Можно предположить, что у подростков из ЭГ улучшается иннервация механорецепторов, что свидетельствует о более развитых механизмах поддержания позы [3].

Положительным эффектом тренировки в ЭГ является уменьшение наклона в сагиттальной плоскости (показатель «Уровень 60 %-ной мощности спектра в сагиттальной плоскости») при открытых и закрытых глазах ($p < 0,05$). Уменьшение наклона в сагиттальной плоскости способствует снижению риска получения травмы при занятиях рок-н-роллом. Исследования А. Байрак и С. Патлар выявили повышенный риск травм подколенного сухожилия при переднем наклоне таза более чем на 13° [4]. Согласно исследованиям Г. Ольховик и соавторов, процессы регуляции поструральной стабильности в сагиттальной плоскости (передне-заднем направлении) характеризуются более высокой степенью сложности по сравнению с поддержанием равновесия в медиолатеральной (фронтальной) плоскости [13].

Таким образом, результаты исследования показывают, что использование в тренировочном процессе упражнений, выполняемых на нестабильной опоре, способствует повышению пострурального баланса и поструральной стабильности во всех плоскостях. Специально подобранные комплексы упражнений, выполняемые на балансировочных платформах, повышают сенсорную интеграцию, снимая чрезмерную нагрузку со зрительного анализатора за счет совершенствования управленческих функций центральной нервной системы путем перераспределения нагрузки на проприоцептивный и вестибулярный анализаторы.

Заключение

1. У детей 12–14 лет, занимающихся акробатическим рок-н-роллом, выявлен более динамичный характер постурального контроля по сравнению с нормативными возрастными показателями, проявляющийся в повышенных значениях скорости перемещения общего центра давления (13,85–16,31 мм/с). У юных рок-н-роллистов наблюдается зависимость постуральной стабильности от зрительной афферентации, со значительным вкладом проприоцептивной и вестибулярной составляющих в обеспечение контроля за организацией позы и восприятия собственного тела в пространстве. Зарегистрирована незначительная асимметричность пространственной организации постуральных колебаний с преобладанием сагиттальной составляющей над фронтальной, что отражает специфику двигательных паттернов акробатического рок-н-ролла.

2. Наблюдаемая динамика показателей в ЭГ после завершения эксперимента указывает на процесс формирования более экономичной постуральной стратегии с повышенной ролью проприоцептивной и вестибулярной систем, что имеет существенное значение для выполнения сложнокоординационных элементов акробатического рок-н-ролла, особенно в условиях ограниченной доступности зрительной информации (вращения, выполнения акробатических элементов). В ЭГ зарегистрировано улучшение уровня устойчивости в вертикальной стойке и более экономичный характер постурального контроля, формирование специализированной функциональной системы постурального контроля, адаптированной к требованиям данного вида спорта.

3. У спортсменов ЭГ наблюдается формирование более оптимальной низкочастотной стратегии регуляции сагиттальной и фронтальной составляющих постуральной устойчивости, заключающейся в формировании закрытого контроля вертикальной стойки, для которого характерно увеличение уровня мышечной активности в суставах нижних конечностей только в сагиттальной плоскости. Данный процесс дает возможность получить больше рецепторной информации от механорецепторов, чтобы обеспечить более эффективное восприятие положения тела в сагиттальной плоскости и указывает на более развитые механизмы поддержания вертикальной позы.

4. Более высокие результаты стабилометрических показателей, полученные в ЭГ после эксперимента, свидетельствуют, что включение в тренировочные программы комплексов упражнений с использованием балансировочных платформ способствуют совершенствованию управляющих процессов в центральной нервной системе за счет повышения эффективности регуляции постуральной стабильности в сагиттальной плоскости (передне-заднем направлении) и медиолатеральной (фронтальной) плоскости путем перераспределения нагрузки между анализаторными системами (зрительной, вестибулярной и проприоцептивной). Оптимизация деятельности сенсорных систем повышает адаптивный ресурс и управляющие функции центральной нервной системы,

что будет способствовать выполнению юными спортсменами танцевальных комплексов высокой степени сложности.

Список источников

1. Литманович А. В., Грицько А. И. Показатели функционального состояния юношей 14–15 лет, занимающихся ММА, на специально-подготовительном этапе подготовительного периода // *Энигма*. 2020. № 22-2. С. 64–71. EDN: MSILVJ.
2. Панферов А. И., Панферов И. И., Пушкина В. Н. Оценка постурального баланса у детей, занимающихся акробатическим рок-н-роллом // *Физическая культура и спорт, туризм и гостеприимство: взгляд студенческого научного общества: сб. материалов XVIII студ. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Москва, 09 апр. 2024 г. М.: Московский государственный университет спорта и туризма, 2024. С. 73–78. EDN: GRPZLQ.*
3. Тришин Е. С. Динамическая позная устойчивость высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в игровых видах спорта / А. С. Тришин, Е. М. Бердичевская, Е. С. Тришин, А. М. Пантелеева // *Журнал медико-биологических исследований*. 2020. Т. 8. № 4. С. 401–408. <https://doi.org/10.37482/2687-1491-Z033>. EDN: SUKSMP.
4. Bayrak A., Patlar S. Increased anterior pelvic tilt angle elevates the risk of hamstring injuries in soccer player // *Research in Sports Medicine*. 2025. Vol. 33. Iss. 2. P. 129–145. <https://doi.org/10.1080/15438627.2024.2430662>
5. Collins J. J., De Luca C. J. The effects of visual input on open-loop and closed-loop postural control mechanisms // *Experimental Brain Research*. 1995. Vol. 103. № 1. P. 151–163. <https://doi.org/10.1007/bf00241972>. EDN: CAGSXF.
6. Guzmán-García A., Johannsen L., Wing A. M. Dance exercise for older adults: a pilot study investigating standing balance following a single lesson of danzón // *American Journal of Dance Therapy*. 2011. Vol. 33. P. 148–156. <https://doi.org/10.1007/s10465-011-9114-6>
7. Ibuki A. Characteristic Relationship between the Centre of Pressure and the Centre of Mass During Quiet Standing in Female Ballet Dancers / A. Ibuki, H. Mani, K. Takeda et al. // *International Physical Medicine & Rehabilitation Journal*. 2017. Vol. 1. Iss. 2. P. 34–36. <https://doi.org/10.15406/ipmrj.2017.01.00009>
8. Kimmerle M. Lateral bias, functional asymmetry, dance training and dance injuries. *Journal of dance medicine and science*. 2010. Vol. 14. № 2. P. 58–66. PMID: 20507722. <https://doi.org/10.1177/1089313X1001400204>
9. Ludwig O. Changes in Habitual and Active Sagittal Posture in Children and Adolescents with and without Visual Input — Implications for Diagnostic Analysis of Posture / O. Ludwig, C. Mazet, D. Mazet et al. // *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2016. Vol. 10. Iss. 2. P. SC14–SC17. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/16647.7283>
10. Marinkovic D. Static and dynamic postural stability of children girls engaged in modern dance / D. Marinkovic, A. Belic, A. Marijanac et al. // *European Journal of Sport Science*. 2022. Vol. 22. № 3. P. 354–359. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1922503>. EDN: GHNPZE.
11. Meuffels D. E., Verhaar J. A. Anterior cruciate ligament injury in professional dancers // *Acta Orthop*. 2008. Vol. 79. Iss. 4. P. 515–519. <https://doi.org/10.1080/17453670710015517>
12. Nikolaidou M. E. Postural Balance Ability and the Effect of Visual Restriction on Older Dancers and Non-Dancers / M. E. Nikolaidou, V. Karfis, M. Koutsouba et al. // *Frontiers in Sports and Active Living*. 2021. Vol. 3. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.707567>. EDN: DGJGQH.

13. Olchowik G., Czwalik A., Kowalczyk B. The Changes in Postural Stability of Women in Early Old Age // *Journal of Nutrition, Health and Aging*. 2020. Vol. 24. № 7. P. 739–744. <https://doi.org/10.1007/s12603-020-1399-z>. EDN: NLQFIX.

14. Prus D., Zaletel P. Body Asymmetries in Dancers of Different Dance Disciplines // *International Journal of Morphology*. 2022. Vol. 40. № 1. P. 270–276. <https://doi.org/10.4067/s0717-95022022000100270>. EDN: CWZMNF.

References

1. Litmanovich A. V., Gritsko A. I. Indicators of the functional state of 14–15 year old young men involved in MMA at the special preparatory stage of the preparatory period. *Enigma*. 2020;(22-2):64–71. EDN: MSILVJ. (In Russ.).

2. Panferov A. I., Panferov I. I., Pushkina V. N. Assessment of postural balance in children involved in acrobatic rock ‘n’ roll. In: *Physical education and sport, tourism and hospitality: a view of the student scientific society*. M.: Moscow State University of Sport and Tourism. 2024:73–78. EDN: GRPZLQ. (In Russ.).

3. Trishin E. S., Berdichevskaya E. M., Trishin E. S., Panteleeva A. M. Dynamic postural stability of highly qualified athletes specializing in team sports. *Journal of Medical and Biological Research*. 2020;8(4):401–408. <https://doi.org/10.37482/2687-1491-Z033>. EDN: SUKSMP. (In Russ.).

4. Bayrak A., Patlar S. Increased anterior pelvic tilt angle elevates the risk of hamstring injuries in soccer player. *Research in Sports Medicine*. 2025;33(2):129–145. <https://doi.org/10.1080/15438627.2024.2430662>

5. Collins J. J., De Luca C. J. The effects of visual input on open-loop and closed-loop postural control mechanisms. *Experimental Brain Research*. 1995;103(1):151–163. <https://doi.org/10.1007/bf00241972>. EDN: CAGSXF.

6. Guzmán-García A., Johannsen L., Wing A. M. Dance exercise for older adults: a pilot study investigating standing balance following a single lesson of danzón. *American Journal of Dance Therapy*. 2011;33:148–156. <https://doi.org/10.1007/s10465-011-9114-6>

7. Ibuki A., Mani H., Takeda K., et al. Characteristic Relationship between the Centre of Pressure and the Centre of Mass During Quiet Standing in Female Ballet Dancers. *International Physical Medicine & Rehabilitation Journal*. 2017;1(2):34–36. <https://doi.org/10.15406/ipmrj.2017.01.00009>

8. Kimmerle M. Lateral bias, functional asymmetry, dance training and dance injuries. *Journal of dance medicine and science*. 2010;14(2):58–66. PMID: 20507722. <https://doi.org/10.1177/1089313X1001400204>

9. Ludwig O., Mazet C., Mazet D. et al. Changes in Habitual and Active Sagittal Posture in Children and Adolescents with and without Visual Input — Implications for Diagnostic Analysis of Posture. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2016;10(2):SC14–SC17. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/16647.7283>

10. Marinkovic D., Belic A., Marijanac A. et al. Static and dynamic postural stability of children girls engaged in modern dance. *European Journal of Sport Science*. 2022;22(3):354–359. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1922503>. EDN: GHNPZE.

11. Marinkovic D., Belic A., Marijanac A., et al. Static and dynamic postural stability of children girls engaged in modern dance. *European Journal of Sport Science*. 2022;22(3):354–359. <https://doi.org/10.1080/17453670710015517>

12. Nikolaidou M. E., Karfis V., Koutsouba M. et al. Postural Balance Ability and the Effect of Visual Restriction on Older Dancers and Non-Dancers. *Frontiers in Sports and Active Living*. 2021;3. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.707567>. EDN: DGJGQH.
13. Olchowik G., Czwalik A., Kowalczyk B. The Changes in Postural Stability of Women in Early Old Age. *Journal of Nutrition, Health and Aging*. 2020;24(7):739–744. <https://doi.org/10.1007/s12603-020-1399-z>. EDN: NLQFIX.
14. Prus D., Zaletel P. Body Asymmetries in Dancers of Different Dance Disciplines. *International Journal of Morphology*. 2022;40(1):270–276. <https://doi.org/10.4067/s0717-95022022000100270>. EDN: CWZMNF.

Информация об авторе / Information about the author:

Панферов Илья Игоревич — аспирант кафедры теории и методики спорта и физического воспитания, Московский государственный университет спорта и туризма, Москва, Россия.

Panferov Ilya Igorevich — Postgraduate Student, Department of Theory and Methodology of Sports and Physical Education, Moscow State University of Sport and Tourism, Moscow, Russia.

ilia_85@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-1462-3087>

Статья поступила в редакцию: 30.07.2025;
одобрена после доработки: 31.08.2025;
принята к публикации: 04.09.2025.

The article was submitted: 30.07.2025;
approved after reviewing: 31.08.2025;
accepted for publication: 04.09.2025.

Исследовательская статья

УДК 796.412

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-158-168

Алексей Игоревич Панферов

Московский государственный университет спорта и туризма,
Москва, Россия

ПРОЯВЛЕНИЕ КООРДИНАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ У ЮНЫХ РОК-Н-РОЛЛИСТОВ 8–9 ЛЕТ ПРИ ВВЕДЕНИИ СБИВАЮЩЕГО ФАКТОРА ЧЕРЕЗ АНАЛИЗАТОРНЫЕ СИСТЕМЫ

Аннотация. Целью исследования было изучение проявления координационных способностей у юных рок-н-роллистов на этапе начальной подготовки при введении сбивающего фактора через анализаторные системы. Было обследовано 40 детей в возрасте 8–9 лет. Дети контрольной группы занимались по стандартной программе, согласно федеральному стандарту спортивной подготовки, у детей в экспериментальной группе был расширен раздел специальной физической подготовки путем включения комплексов упражнений с использованием балансировочных платформ. Исследование показателей проводилось перед началом и после завершения эксперимента. Сравнительный анализ координационных способностей детей показал, что в условиях искусственного введения дополнительных сбивающих факторов через анализаторные системы наблюдается дестабилизация управляющих функций центральной нервной системы, а это вызывает значительное снижение результативности относительно двигательного действия, выполняемого в привычных условиях. Включение в тренировочные программы юных спортсменов в возрасте 8–9 лет комплексов упражнений с использованием балансировочных платформ способствует интеграции деятельности сенсорных систем и оптимизируют управляющие функции центральной нервной системы.

Ключевые слова: дети, координационные способности, акробатический рок-н-ролл, этап начальной подготовки, анализаторные системы

Финансирование: исследование не имело финансовой поддержки.

Research article

UDC 796.412

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-158-168

Aleksey Igorevich PanferovMoscow State University of Sport and Tourism,
Moscow, Russia**MANIFESTATION OF COORDINATION ABILITIES
IN YOUNG ROCK-N-ROLLERS 8–9 YEARS OLD
WITH THE INTRODUCTION OF A CONFOUNDING FACTOR
THROUGH SENSORY SYSTEMS**

Abstract. The aim of the study was to examine the manifestation of coordination abilities in young rock-n-rollers at the initial training stage with the introduction of a confounding factor through the analyzer systems. Forty children aged 8–9 years were examined. Children in the control group were engaged in a standard program, according to federal standards of sports training, for children in the experimental group the section of special physical training was expanded by including sets of exercises using balancing platforms. The study of the indicators was carried out before the start and after the completion of the experiment. A comparative analysis of the coordination abilities of children showed that under conditions of artificial introduction of additional confounding factors through the analyzer systems, destabilization of the control functions of the central nervous system is observed, causing a significant decrease in the effectiveness of the motor action performed in normal conditions. Inclusion in the training programs of young athletes aged 8–9 years of exercise complexes using balancing platforms contributes to the integration of the activity of sensory systems and optimizes the control functions of the central nervous system.

Keywords: children, coordination abilities, acrobatic rock-n-roll, initial training stage, analyzer systems

Funding Statement: no funding was received for writing this manuscript.

Введение

Минимальный возраст детей для зачисления на этап начальной подготовки в акробатическом рок-н-ролле начинается с 6 лет¹. Данный вид спорта относится к сложнокоординационным видам, поэтому к координационным способностям детей предъявляются высокие требования. Младший школьный возраст является периодом для формирования

¹ Об утверждении федерального стандарта спортивной подготовки по виду спорта «акробатический рок-н-ролл»: Приказ Министерства спорта Российской Федерации от 09.11.2022 № 959. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202212160014> (дата обращения: 16.06.2025).

основных двигательных навыков, которые служат своеобразным фундаментом для развития координационных способностей [1].

Способность к поддержанию равновесия также считается важнейшим компонентом координационных способностей [8]. Исследование устойчивости тела при стоянии впервые ввел в практику М. Ромберг [3]. Он выделил «статические рефлексy, сохраняющие положение тела и равновесие», и «статокинетические рефлексy, при помощи которых совершаются движения и компенсируются их последствия». Поэтому с «биомеханической точки зрения тело стоящего человека можно рассматривать как многозвенную шарнирно-стержневую систему, звенья которой представляют собой перевернутые маятники, опирающиеся один на другой» [2]. Учитывая неустойчивость «перевернутого маятника», нервно-мышечному аппарату приходится постоянно возвращать его в равновесное состояние. Несомненно, стабилизировать неустойчивые состояния организм пытается за счет сенсорного обеспечения вертикальной позы, оптимизируя деятельность зрительной, вестибулярной и проприоцептивной систем [4].

Некоторые авторы считают, что именно координационные способности человека обуславливают качество управления движениями [6, 11] и являются основой эффективности технической подготовки спортсмена [7, 9, 10].

С точки зрения эффективных методических приемов для развития и совершенствования координационных способностей предлагается создавать условия «усложнения ранее усвоенных упражнений новыми исходными положениями, увеличением темпа движений; введением новых упражнений; зеркальным выполнением упражнений; ограничением пространства выполнения упражнения; использованием инвентаря и площадок различного качества» [5].

Цель настоящего исследования — изучить проявление координационных способностей у юных рок-н-роллистов на этапе начальной подготовки при введении сбивающего фактора через анализаторные системы.

Материалы и методы исследования

В исследовании приняли участие 40 юных спортсменов (8–9 лет), занимающихся акробатическим рок-н-роллом на этапе начальной подготовки (ЭНП), из них 20 мальчиков ($8,70 \pm 0,21$ года) и 20 девочек ($8,62 \pm 0,21$ года). Обследование проводилось по предварительному письменному согласию родителей детей. Дети были разделены на контрольную (КГ, $n = 20$) и экспериментальную (ЭГ, $n = 20$) группы. Дети КГ занимались по стандартной тренировочной программе согласно федеральному стандарту спортивной подготовки по виду спорта «акробатический рок-н-ролл». В тренировочную программу детей ЭГ были включены различные комплексы упражнений с использованием балансировочных платформ, направленных на развитие проприоцептивного, зрительного

и вестибулярного анализаторов. Программа состояла из 6 часов занятий в неделю (312 часов в год). Разработанная методика была включена в учебно-тренировочный процесс ЭГ в раздел «специальная физическая подготовка» (табл. 1).

Таблица 1

**Соотношение видов спортивной подготовки и иных мероприятий
в структуре учебно-тренировочного процесса на ЭНП (свыше года)
в акробатическом рок-н-ролле в КГ и ЭГ**

Разделы подготовки	Этап начальной подготовки			
	свыше года			
	КГ		ЭГ	
	%	ч	%	ч
Общая физическая подготовка	39	122	27	86
Специальная физическая подготовка	17	53	29	89
Участие в спортивных соревнованиях	—	—	—	—
Техническая подготовка	42	131	42	131
Теоретическая и психологическая подготовка	2	6	2	6
Общее количество часов в год	100	312	100	312

Исследование проводилось в первой половине дня до начала тренировки в два этапа: измерение начальных показателей (первый этап), повторное снятие показателей после 12 месяцев тренировочного процесса (второй этап).

Для оценки координационных способностей детей и эффективности управления двигательными действиями были подобраны упражнения, выполнявшиеся в привычных и непривычных условиях:

а) ходьба по прямой 7 метров при контроле зрительным анализатором (фиксируем время прохождения (сек.), количество шагов (раз), отклонение от прямой (см));

б) ходьба по прямой 7 метров без контроля зрительным анализатором (фиксируем время прохождения (сек.), количество шагов (раз), отклонение от прямой (см));

в) прыжок в длину с места (фиксируем расстояние и отклонение от прямой, см);

г) прыжок в длину с места с закрытыми глазами (фиксируем расстояние и отклонение от прямой, см);

д) прыжок в длину с места спиной вперед (фиксируем расстояние и отклонение от прямой, см);

ж) ходьба по прямой линии 7 метров после вращения на приборе Вертикаль (три вращения) (фиксируем время прохождения по прямой, сек.; количество шагов, раз; отклонение от прямой, см);

з) выполнялось три вращения на приборе «Вертикаль» (фиксировалось «время нерешительности» (время, в течение которого ребенок не может принять исходное положение «основная стойка», сек.) и начать движение по прямой.

Анализ полученных данных проводился с использованием пакета статистических программ Statistica 11.0. Достоверность различий между независимыми количественными показателями при нормальном распределении (по критерию Шапиро – Уилка) определяли по параметрическому t -критерию Стьюдента (t). Уровень значимости принимался $p < 0,05$ – $0,01$.

Результаты исследования

Сравнительный анализ результатов исследования свидетельствует, что введение сбивающих факторов через зрительную систему у детей в возрасте 8–9 лет вызывает значительное снижение результата. Результат фактического значения прыжка в длину при введении сбивающего фактора через зрительный анализатор уменьшился на 11–14 см ($p < 0,01$) относительно стандартного выполнения данного теста (табл. 2).

Таблица 2

Особенности проявления координационных способностей у юных спортсменов на ЭНП в КГ и ЭГ при введении сбивающего фактора через проприоцептивный и зрительный анализаторы, ($M \pm SD$)

Показатели	КГ ($n = 20$)	ЭГ ($n = 20$)	p , между КГ и ЭГ	Изменение результата, %	
				КГ	ЭГ
Прыжок в длину с места в стандартных условиях, см	134,43 \pm 1,39	142,10 \pm 2,89*	$p < 0,05$	1,42	7,68
	132,5 \pm 1,70	131,34 \pm 1,81			
Отклонение от прямой, см	6,40 \pm 0,16**	4,13 \pm 0,14***	$p < 0,001$	13,28	75,06
	7,25 \pm 0,19	7,23 \pm 0,14			
Прыжок в длину с места с закрытыми глазами, см	123,64 \pm 2,04	128,32 \pm 2,04*	$p < 0,05$	3,83	7,91
	118,90 \pm 2,35	118,17 \pm 2,43			
Отклонение от прямой, см	16,07 \pm 1,93*	15,21 \pm 1,18**	$p < 0,05$	8,38	11,15
	17,54 \pm 1,51	17,12 \pm 1,54			
Прыжок в длину с места спиной вперед, см	50,85 \pm 1,25	55,63 \pm 1,78*	$p < 0,05$	2,39	11,08
	49,63 \pm 1,52	49,47 \pm 1,63			
Отклонение от прямой, см	9,75 \pm 1,52*	8,12 \pm 1,52***	$p < 0,01$	9,55	22,8
	10,78 \pm 1,52	10,52 \pm 1,52			

Примечание: здесь и далее * — достоверность различий внутри групп (до и после проведения эксперимента); в знаменателе представлены результаты до начала эксперимента, в числителе — после проведения эксперимента.

Величина отклонения в прыжке в длину с места от прямой в стандартных условиях была в диапазоне 4–7 см, то после изоляции зрительного анализатора его значения увеличились до 15–17 см ($p < 0,01$). Выполнение прыжка в длину с места спиной вперед (введение дополнительного сбивающего фактора

через проприоцептивный анализатор) также способствовало увеличению отклонения от прямой у детей в обеих группах примерно в 2 раза — с 4–7 см при стандартных условиях выполнения до отклонения 8–10 см при прыжке спиной вперед. Таким образом, исключение зрительной системы из двигательного процесса путем введения сбивающих факторов вызывает у детей в возрасте 8–9 лет выраженное снижение результата, что указывает на большое значение зрительной информации для ребенка в данном возрастном периоде. Аналогичный эффект имеет дополнительная нагрузка через проприоцептивный анализатор.

Следующее искусственное создание непривычных условий проводилось через зрительный и вестибулярный анализаторы. Необходимо было пройти по прямой линии (7 метров) с максимальной скоростью и минимальными отклонениями от прямой (табл. 3). Данное упражнение не вызвало проблем у детей, так как отклонение соответствовало нулевым отметкам. Сравнительный анализ указывает, что использование специальных комплексов упражнений на балансировочных платформах у детей ЭГ способствует повышению эффективности деятельности вестибулярного анализатора, так как в данной группе скорость прохождения дистанции улучшилась на 14 % ($p < 0,01$), а количество шагов уменьшилось на 17 % ($p < 0,01$).

Таблица 3

**Особенности проявления координационных способностей
у юных спортсменов на ЭНП в КГ и ЭГ при введении сбивающего фактора
через зрительный и вестибулярный анализаторы, ($M \pm SD$)**

Показатели	КГ (<i>n</i> = 20)	ЭГ (<i>n</i> = 20)	<i>p</i> , между КГ и ЭГ	Изменение результата, %	
				КГ	ЭГ
Зрительный анализатор					
Ходьба по прямой линии при контроле зрительным анализатором (7 метров)					
Время, с	6,62 ± 0,22	5,78 ± 0,25**	<i>p</i> < 0,01	2,21	14,17
	6,77 ± 0,19	6,78 ± 0,17			
Количество шагов, раз	12,14 ± 0,31	10,73 ± 0,21**	<i>p</i> < 0,001	3,87	16,86
	12,63 ± 0,49	12,54 ± 0,46			
Отклонение от прямой линии, см	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	<i>p</i> > 0,05	—	—
	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00			
Ходьба по прямой линии без контроля зрительным анализатором (7 метров)					
Время, с	7,12 ± 0,34*	6,79 ± 0,48*	<i>p</i> < 0,05	7,31	10,19
	7,68 ± 0,36	7,56 ± 0,31			
Количество шагов, раз	13,98 ± 0,76	13,00 ± 0,35*	<i>p</i> < 0,05	2,78	12,04
	14,38 ± 0,49	14,78 ± 0,51			
Отклонение от прямой линии, см	8,02 ± 0,39*	7,56 ± 0,63**	<i>p</i> < 0,05	5,74	14,55
	8,48 ± 0,48	8,66 ± 0,45			

Показатели	КГ (<i>n</i> = 20)	ЭГ (<i>n</i> = 20)	<i>p</i> , между КГ и ЭГ	Изменение результата, %	
				КГ	ЭГ
Вестибулярный анализатор					
Ходьба по прямой линии после вращения на приборе «Вертикаль» при контроле зрительным анализатором (7 метров)					
Время, с	9,00 ± 0,19*	8, 02 ± 0,18	<i>p</i> < 0,05	6,33	18,83
	9,57 ± 0,20	9,78 ± 0,21			
Количество шагов, раз	15,78 ± 0,22*	14,56 ± 0,28*	<i>p</i> < 0,05	4,56	11,03
	16,5 ± 0,39	16,7 ± 0,41			
Отклонение от прямой линии, см	15,11 ± 1,27*	13,23 ± 1,12	<i>p</i> < 0,01	12,24	26,38
	16,96 ± 0,75	16,72 ± 1,65			
Время, в течение которого испытуемый не мог при- нять исходное положение, с	12,69 ± 0,20*	10,11 ± 0,19***	<i>p</i> < 0,05	8,96	28,83
	13,94 ± 0,19	13,98 ± 0,20			

Выключение зрительного анализатора приводит к снижению скорости прохождения дистанции на 18 % ($p < 0,01$), увеличению количества шагов на 17 % ($p < 0,01$) и появлению отклонения от прямой на 7–8 см ($p < 0,001$). Введение сбивающего фактора (выключение зрительного анализатора) способствует появлению выраженного ухудшения результатов в тесте у детей обеих групп, тем не менее у детей КГ данный аспект выражен значительно ($p < 0,05$). Следует отметить, что относительно первого среза (до начала эксперимента) при повторном тестировании результаты детей и в КГ, и в ЭГ улучшились. Так, в КГ относительно результатов первого среза улучшилось время прохождения дистанции и уменьшилось отклонение от прямой на 5–7 % ($p < 0,05$) при прохождении дистанции с выключенным зрительным анализатором.

В ЭГ анализируемые показатели во всех позициях (при стандартном прохождении дистанции, в условиях выключенного зрительного анализатора) имели положительную динамику. В обоих тестах зарегистрировано уменьшение времени преодоления дистанции на 10–14 % ($p < 0,05$), количества шагов на 14–17 % ($p < 0,05$; $p < 0,01$) и уменьшение величины отклонения от прямой на 14 % ($p < 0,01$).

Введение сбивающего фактора через вестибулярный анализатор (ходьба по прямой после вращения) оказывает более выраженную нагрузку на координационную систему. В условиях повторного тестирования, так же как и в условиях проведения первого тестирования, наблюдается более выраженное увеличение времени, чем в тесте 1 и 2 — прохождение прямой в стандартных условиях и в условиях исключения зрительного анализатора. У детей КГ увеличение по времени прохождения дистанции наблюдается в пределах 28–35 % ($p < 0,001$), по количеству шагов после вращения наблюдается увеличение на 25–30 % ($p < 0,001$), а отклонение от прямой выросло на 22 % ($p < 0,001$).

В целом же относительно данных первого среза исследования результаты в КГ улучшились практически по всем показателям, которые выполнялись в нестандартных условиях в среднем на 5–8 % ($p < 0,05$), а отклонение от прямой при ходьбе после вращения на приборе «Вертикаль» снизилось на 12 % ($p < 0,05$). Уменьшилось время на фиксацию исходного положения после вращения на приборе «Вертикаль» на 9 % ($p < 0,05$).

Следует отметить значительное улучшение деятельности вестибулярного анализатора у детей ЭГ. Улучшение результатов после проведения эксперимента в ЭГ относительно данных в КГ выше на 10–18 % ($p < 0,001$) по всем перечисленным тестам: ходьба по прямой в стандартных условиях, при выключенном зрительном анализаторе, после вращений на приборе «Вертикаль». Результаты времени прохождения, количества шагов, отклонений от прямой после вращений улучшились на 18 % ($p < 0,01$), 11 % ($p < 0,05$) и 26 % ($p < 0,001$) соответственно. Время на принятие решения (фиксация исходного положения после вращения) уменьшилось на 28,85 % ($p < 0,001$).

Заключение

Оценка уровня развития координационных способностей в условиях искусственного введения сбивающих факторов через анализаторные системы показывает, что непривычные условия выполнения двигательного действия дестабилизируют управляющие функции центральной нервной системы, вызывая значительное снижение результативности относительно двигательного действия, выполняемого в привычных условиях. Введение сбивающего фактора через любую из анализаторных систем (зрительную, вестибулярную, проприоцептивную) приводит к ухудшению скоростных и временных показателей, способствует росту отклонений от заданных величин. Несомненно, значительное снижение результативности в двигательных тестах у детей 8–9 лет при введении сбивающих факторов через любую из анализаторных систем свидетельствует о функциональной незрелости взаимосвязей центральной нервной системы и представленных в эксперименте сенсорных систем. Учитывая выявленные отклонения при выполнении двигательного действия, можно заключить, что максимальной незрелостью в данном возрастном периоде отличаются взаимосвязи центральной нервной системы и проприоцептивного анализатора, а также центральной нервной системы и вестибулярного анализатора. Отсутствие зрительного контроля в процессе выполнения двигательного теста не вызывает у детей в возрасте 8–9 лет столь значительных отклонений, которые характерны при введении сбивающих факторов через проприоцептивный и вестибулярный анализаторы. Данная динамика указывает, что управляющие функции центральная нервная система реализует в данном возрастном периоде в большей степени через зрительный анализатор. Таким образом,

эффективность проявления координационных способностей у детей в возрасте 8–9 лет опосредована зрительной системой.

Более высокие результаты, полученные в процессе эксперимента у детей из ЭГ, свидетельствуют, что включение в тренировочные программы комплексов упражнений с использованием балансирующих платформ повышают интеграцию деятельности сенсорных систем, отвечающих за эффективность выполнения двигательного действия, а также оптимизируют управляющие функции центральной нервной системы. Использование таких комплексов будет совершенствовать статические и статокINETические рефлексy, что, в свою очередь, повысит спортивную успешность юных рок-н-роллистов.

Список источников

1. Аймурзина Г. В., Кругликова В. С., Сальникова Л. Б. Методика воспитания координационных способностей у девочек 8–9 лет, занимающихся спортивной акробатикой // Актуальные проблемы физической культуры, спорта и туризма: материалы XV Международной научно-практической конференции, Уфа, 14–15 мая 2021 года. Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2021. С. 75–78. EDN: EKWBDN.
2. Грибанов А. В., Шерстенникова А. К. Физиологические механизмы регуляции постурального баланса человека (обзор) // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. 2013. № 4. С. 20–29. EDN: RTENHZ.
3. Мезенчук А. И., Кубряк О. В. Проба Ромберга: от ходьбы в темноте до тестов на стабиллоплатформе // Альманах клинической медицины. 2022. Т. 50. № 5. С. 335–347. <https://doi.org/10.18786/2072-0505-2022-50-040>. EDN: SNFOOS.
4. Панферов А. И., Панферов И. И., Пушкина В. Н. Оценка постурального баланса у детей, занимающихся акробатическим рок-н-роллом // Физическая культура и спорт, туризм и гостеприимство: взгляд студенческого научного общества: сборник материалов XVIII студенческой научно-практической конференции с международным участием, Москва, 09 апреля 2024 года. Москва: Московский государственный университет спорта и туризма, 2024. С. 73–78. EDN: GRPZLQ.
5. Серикова Ю. Н. Александрова В. А., Нечаева А. Ю. Координационные способности: определение, основные подходы к изучению, современные средства и методы развития // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2018. № 6 (160). С. 224–231. EDN: UUFNQK.
6. Bańkosz Z., Stefaniak T. Elbow joint position and hand pressure force sense under conditions of quick reaction in table tennis players // Kinesiology. 2021. Vol. 53. № 1. P. 95–103. <https://doi.org/10.26582/k.53.1.12>. EDN: TIBSAI.
7. Developing a tool to assess technical skills in talented youth table tennis players — a multi-method approach combining professional and scientific literature and coaches' perspectives / I. R. Faber, T. Koopmann, D. Büsch, J. Schorer // Sports Medicine – Open. 2021. Vol. 7. № 1. P. 1–24. <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00327-5>. EDN: MODOSY.
8. Horak F. B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? // Age and Ageing. 2006. Vol. 35. № Suppl. 2. P. ii7. EDN: IKEUWF.

9. Kolman N. S. Technical and tactical skills related to performance levels in tennis: a systematic review / N. S. Kolman, T. Kramer, M. T. Elferink-Gemser et al. // *Journal of Sports Sciences*. 2019. Vol. 37. № 1. P. 108–121. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1483699>
10. Nikolakakis A. Effect of an intervention program that uses elastic bands on the improvement of the forehand topspin stroke in young table tennis athletes / A. Nikolakakis, G. Mavridis, V. Gourgoulis et al. // *Journal of Physical Education and Sport*. 2020. Vol. 20. Suppl. iss. 3. Art. 294. P. 2189–2195. <https://doi.org/10.7752/jpes.2020.s3294>
11. Safari I. Suherman A., Ali M. The Effect of Exercise Method and Hand-Eye Coordination Towards the Accuracy of Forehand Topspin in Table Tennis // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2017. Vol. 180. № 1. Article 012207. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/180/1/012207>

References

1. Aymurzina G. V., Kruglikova V. S., Salnikova L. B. Methods of developing coordination skills in 8–9 year old girls involved in sports acrobatics. In: *Actual problems of physical education, sports and tourism: proceedings of the XV International Scientific and Practical Conference*. Ufa: Ufa State Aviation Technical University; 2021:75–78. EDN: EKWBDN. (In Russ.).
2. Griбанov A. V., Sherstennikova A. K. Physiological mechanisms of regulation of human postural balance (review). *Bulletin of the Northern (Arctic) Federal University. Series: Medical and Biological Sciences*. 2013;(4):20–29. EDN: RTEHHZ. (In Russ.).
3. Mezenchuk A. I., Kubryak O. V. Romberg's test: from walking in the dark to tests on a stabiloplatform. *Almanac of Clinical Medicine*. 2022;50(5):335–347. <https://doi.org/10.18786/2072-0505-2022-50-040>. EDN: SNFOOS. (In Russ.).
4. Panferov A. I., Panferov I. I., Pushkina V. N. Assessment of postural balance in children involved in acrobatic rock-n-roll. In: *Physical education and sports, tourism and hospitality: the view of the student scientific society*. Moscow: Moscow State University of Sports and Tourism. 2024:73–78. EDN: GRPZLQ. (In Russ.).
5. Serikova Yu. N., Aleksandrova V. A., Nechaeva A. Yu. Coordination abilities: definition, main approaches to study, modern means and methods of development. *Scientific notes of P. F. Lesgaft University*. 2018;(6):224–231. EDN: UUFNQK. (In Russ.).
6. Bańkosz Z., Stefaniak T. Elbow joint position and hand pressure force sense under conditions of quick reaction in table tennis players. *Kinesiology*. 2021;53(1):95–103. <https://doi.org/10.26582/k.53.1.12>. EDN: TIBSAI.
7. Faber I. R., Koopmann T., Büsch D., Schorer J. Developing a tool to assess technical skills in talented youth table tennis players — a multi-method approach combining professional and scientific literature and coaches' perspectives. *Sports Medicine – Open*. 2021;7(1):1–24. <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00327-5>. EDN: MODOSY.
8. Horak F. B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*. 2006;35(2):ii7. EDN: IKEUWF.
9. Kolman N. S., Kramer T., Elferink-Gemser M. T., Huijgen B. C. H., Visscher C. Technical and tactical skills related to performance levels in tennis: a systematic review. *Journal of Sports Sciences*. 2019;37(1):108–121. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1483699>
10. Nikolakakis A., Mavridis G., Gourgoulis V., Pilianidis T., Rokka S. Effect of an intervention program that uses elastic bands on the improvement of the forehand topspin stroke in young table tennis athletes. *Journal of Physical Education and Sport*. 2020;20(3):2189–2195. <https://doi.org/10.7752/jpes.2020.s3294>

11. Safari I., Suherman A., Ali M. The effect of exercise method and hand-eye coordination towards the accuracy of forehand topspin in table tennis. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2017;180(1):012207. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/180/1/012207>

Информация об авторе / Information about the author:

Панферов Алексей Игоревич — аспирант кафедры теории и методики спорта и физического воспитания, Московский государственный университет спорта и туризма, Москва, Россия.

Panferov Aleksey Igorevich — Postgraduate student, Department of Theory and Methodology of Sports and Physical Education, Moscow State University of Sport and Tourism, Moscow, Russia.

panferovalexei@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-6287-1744>

Статья поступила в редакцию: 30.07.2025;
одобрена после доработки: 03.09.2025;
принята к публикации: 03.09.2025.

The article was submitted: 30.07.2025;
approved after reviewing: 03.09.2025;
accepted for publication: 03.09.2025.



Исследовательская статья

УДК 57.023

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-169-185

Ксения Сергеевна Кошкина¹,
Евгений Витальевич Быков¹,
Вадим Владимирович Сверчков¹,
Антон Викторович Чипышев¹

¹ Уральский государственный университет
физической культуры,
Челябинск, Россия

ОСОБЕННОСТИ ПОСТУРАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОМИНИРУЮЩЕГО ТИПА КОЛЕБАНИЙ В СТРУКТУРЕ ОБЩЕЙ МОЩНОСТИ СПЕКТРА СЕРДЕЧНОГО РИТМА У СПОРТСМЕНОВ-ИНВАЛИДОВ С СЕНСОРНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ

Аннотация. В статье рассматриваются особенности поддержания постуральной устойчивости в зависимости от типа преобладающих колебаний в структуре общей мощности спектра сердечного ритма у спортсменов-инвалидов по слуху. Выявлены специфические особенности поддержания постуральной устойчивости при временном исключении функции органа зрения. У спортсменов-инвалидов по слуху с преобладанием высокочастотных колебаний отмечалось поддержание постуральной устойчивости за счет проприорецептивной системы. У спортсменов-инвалидов по слуху с преобладанием низкочастотных и очень низкочастотных колебаний отмечалось поддержание постуральной устойчивости за счет зрительного контроля, реализация которого была выше в группе спортсменов с надсегментарным контуром регуляции, что сопровождалось лучшим нахождением баланса тела.

Ключевые слова: постуральная устойчивость, тип колебаний, вариабельность сердечного ритма, спортсмены-инвалиды, сенсорные нарушения

Благодарности: коллектив авторов выражает благодарность тренерскому составу по спорту глухих в лице О. И. Пригоренко (керлинг), А. А. Бадеру, П. А. Царенко, В. И. Ковригину (баскетбол) за представленную возможность в обследовании контингента спортсменов.

Финансирование: статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания № 777-00014-25-00 «Особенности адаптации к физическим нагрузкам спортсменов-инвалидов в зависимости от нозологической формы инвалидности».

Research article

UDC 57.023

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-169-185

Kseniia Sergeevna Koshkina¹,
Evgenii Vitalevich Bykov¹,
Vadim Vladimirovich Sverchkov¹,
Anton Viktorovich Chipyshev¹

¹ Ural State University of Physical Education,
Chelyabinsk, Russian Federation

FEATURES OF POSTURAL STABILITY DEPENDING ON THE DOMINANT TYPE OF OSCILLATIONS IN THE STRUCTURE OF TOTAL POWER SPECTRUM OF THE HEART RATE SPECTRUM IN ATHLETES WITH SENSORY IMPAIRMENTS

Abstract. The article discusses the features of maintaining postural stability depending on the type of prevailing waves in the total power spectrum of heart rate variability in athletes with hearing disabilities. Specific changes in maintaining postural stability have been identified with the temporary exclusion of the function of the visual organ. Athletes with hearing disabilities with a predominance of high-frequency vibrations showed the maintenance of postural stability due to the proprioceptive system. Athletes with hearing disabilities with a predominance of vasomotor waves and very low-frequency waves showed the maintenance of postural stability due to visual control, the implementation of which was higher in the group of athletes with suprasegmental contour regulation, which was accompanied by a better finding of the balance of the body.

Keywords: postural stability, wave type, heart rate variability, athletes with disabilities, sensory impairments

Acknowledgements: the team of authors expresses its gratitude to the deaf sports coaching staff represented by O. I. Prigorenko (curling), A. A. Bader, P. A. Tsarenko, V. I. Kovrigin (basketball) for the opportunity to examine the contingent of athletes.

Funding Statement: the article was prepared as part of the implementation of state assignment No. 777-00014-25-00 «Features of adaptation to physical activity of athletes with disabilities depending on the nosological form of disability».

Введение

Оценка функции равновесия как одной из базовых и важнейших для жизни широко используется в спорте, в частности с применением такого метода, как стабилметрия [3]. И. Х. Мухсин с соавторами отмечают, что реактивность висцеральных функций при мышечной деятельности связана с метаболическими изменениями, происходящими не только в опорно-двигательном аппарате, но и в вестибулярном анализаторе, особенно при выполнении сложнокоординационных движений [8, с. 313], в частности в ациклических видах спорта.

Проприоцепция — это способность тела при помощи механорецепторов, расположенных в мышцах, связках, суставах и коже, ощущать свое положение и движения в пространстве [9]. Она может изменяться при различных отклонениях в деятельности организма, но данные различных авторов противоречивы. Так, показано, что проприоцептивная точность может ухудшаться при переключении внимания с одного стимула на другой [10; 11; 18]; при повышении уровня кортизола у женщин в разные фазы менструального цикла выявлено отрицательное влияние на проприорецепцию голеностопного сустава, динамический баланс и время зрительной и слуховой реакции [12; 13]. При этом, согласно исследованию А. Конца и соавторов [12], лабораторно-индуцированный психологический стресс не оказывает влияния на проприоцептивную точность, оцениваемую с помощью активного и пассивного вариантов теста на воспроизведение положения для локтевого сустава. Более того, изменения проприоцептивной точности не связаны с изменениями ситуативной тревожности и показателями частоты сердечных сокращений и вариабельности сердечного ритма.

Из-за анатомической и физиологической связи между слухом и вестибулярной системой у лиц с нейросенсорной тугоухостью наблюдается вестибулярная дисфункция [15], снижение слуха приводит к ухудшению функции равновесия [16], а также к плохой визуальной и пространственной ориентации [16]. При этом известно, что лица с потерей слуха демонстрируют более выраженную активность симпатического отдела вегетативной нервной системы, а также более низкую высокочастотную мощность колебаний общего спектра [14]. Оценка показателей вариабельности сердечного ритма (ВСР) позволяет определить степень напряжения адаптационных механизмов, поскольку они реализуются с различной степенью участия функциональных систем, обладающих обратной связью, изменяющихся во времени и имеющих переменную функциональную организацию [1, с. 66]. В этой связи комплексное изучение особенностей постуральной устойчивости (проприоцепции) и регуляции сердечной деятельности у спортсменов, как у здоровых, так и в адаптивном спорте, является актуальной проблемой [4–7], так как предоставляет возможность более объективно определить степень их адаптации к физическим нагрузкам и вносить коррективы в учебно-тренировочный процесс. В то же время нами не было обнаружено информации об особенностях связи между показателями

постуральной устойчивости и нейровегетативной регуляции сердечного ритма у спортсменов-инвалидов с депривацией слуха, специализирующихся в ациклических видах спорта.

Целью нашего исследования было изучение особенностей постуральной устойчивости в зависимости от типа доминирующих колебаний в общей мощности спектра сердечного ритма у спортсменов-инвалидов с сенсорными нарушениями, специализирующихся в ациклических видах спорта.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось в течение 2023–2025 гг. на базе НИИ Олимпийского спорта и кафедры спортивной медицины и физической реабилитации Уральского государственного университета физической культуры (Челябинск, Россия). Исследование было проведено в соответствии со стандартами отчетности для кросс-секционных исследований на основании рекомендаций STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology) в соответствии с чек-листом, состоящим из 22 пунктов [17].

В исследовании приняли участие 75 спортсменов, в возрасте 18–30 лет, мужского ($n = 61$) и женского пола ($n = 14$), специализирующихся в ациклических видах спорта. В зависимости от наличия инвалидности нами было сформировано две группы: первая — основная — включала спортсменов-инвалидов по слуху ($n = 42$), вторая — контрольная — спортсменов без инвалидности, с нормальным уровнем слуха ($n = 33$). Критерием включения в исследование являлось занятие ациклическими видами спорта. Критериями невключения были соматические и инфекционные заболевания на момент обследования или же отказ от участия в исследовании.

Исследование было выполнено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации, от всех участников было получено письменное информированное согласие.

Оценка вариабельности сердечного ритма

В качестве метода исследования для оценки нейровегетативной регуляции применялась пятиминутная запись ритмокардиографии (РКГ) в положении лежа, проводимая на аппаратно-программном комплексе «Поли-Спектр-8/ЕХ», фирмы «Нейрософт» (Иваново, Россия). Вариабельность сердечного ритма (ВСР) отражает состояние вегетативной нервной системы и связана с балансом между симпатической и парасимпатической активностью. Оценка ВСР проводилась в первой половине дня, через 2 часа после последнего приема пищи. Перед замерами ВСР участникам было необходимо ограничить употребление кофеина, алкоголя, табака и психоактивных веществ, а накануне

обследования — спать ночью в течение не менее 9 часов. За 48 часов до начала обследования всем участникам рекомендовалось исключить высокоинтенсивные тренировки.

Была проведена оценка следующих показателей ВСП: высокочастотных колебаний (ВЧ-колебания, мощность в диапазоне высоких частот [0,15–0,4 Гц]) — абсолютные (мс^2) и относительные значения (%) в общей мощности спектра (ОМС); низкочастотных колебаний (НЧ-колебания, мощность в диапазоне низких частот [0,04–0,15 Гц]) — абсолютные (мс^2) и относительные значения (%) в ОМС; очень низкочастотные колебания (ОНЧ-колебания, мощность в диапазоне очень низких частот 0,003–0,04 Гц,) — абсолютные (мс^2) и относительные значения (%) в ОМС. Предполагается, что показатели ВЧ-колебаний характеризуют парасимпатическую модуляцию, а параметры НЧ-колебаний и ОНЧ-колебаний характеризуют симпатическую модуляцию [1, с. 75; 2, с. 131].

Оценка поструральной устойчивости

Оценка показателей поструральной устойчивости проводилась с применением стабилметрической платформы и аппаратно-программного комплекса ST-150, фирмы «Мера-ТСП» (Москва, Россия), в качестве пробы проводится тест Ромберга, установка стоп — европейская. Оценка поструральной устойчивости осуществлялась в два этапа длительностью по 52 секунды: первый этап — с открытыми глазами, второй — с закрытыми. При проведении стабилметрии в основной группе спортсменов отсутствовали технические средства реабилитации (слуховые аппараты).

Была проведена оценка следующих показателей поструральной устойчивости (ПУ): площадь статокинезиограммы (S , мм^2), скорости перемещения центра давления (ЦД) (V , мм/сек), длины пути статокинезиограммы (L , мм), энергозатрат (A , Дж) и коэффициента Ромберга (KP , %).

Статистическая обработка результатов

Обработка результатов исследования осуществлялась с применением ПО Microsoft-Excel-2017 для Windows и SPSS STATISTICA V.10 (IBM, StatSoft. Int., США). Проверка на нормальность распределения проводилась с применением критерия Шапиро – Уилка. Для выявления значимых различий между группами был применен непараметрический критерий Краскела – Уоллиса для проверки равенства медиан. После выявления значимого влияния факторов делался апостериорный (post-hoc) анализ при помощи критерия Данна (Dunn's test). Для выявления статистически значимых различий по показателям стабилметрии в зависимости от преобладающего типа колебаний у глухих и здоровых спортсменов был использован критерий Манна – Уитни

и критерий Вилкоксона. Значения переменных представлены в виде $Me [Q1; Q3]$, где Me — медиана, $Q1$ — 1-й квартиль (25-й процентиль), $Q3$ — 3-й квартиль (75-й процентиль). Уровень статистической значимости был выбран как 0,05 или 0,01. Результаты считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования

По результатам оценки вариабельности сердечного ритма и определения доминирующего типа колебаний в структуре общей мощности спектра (ОМС) основная и контрольная группы были поделены нами каждая на три подгруппы. Основная группа: преобладание ВЧ-колебаний (высокочастотных колебаний) в ОМС ($n = 17$) — группа 1А; преобладание НЧ-колебаний (низкочастотных колебаний) в ОМС ($n = 10$) — группа 2А; преобладание ОНЧ-колебаний (очень низкочастотных колебаний) в ОМС ($n = 15$) — группа 3А. Контрольная группа спортсменов с нормальным уровнем слуха: преобладание ВЧ-колебаний в ОМС ($n = 12$) — группа 1Б; преобладание НЧ-колебаний в ОМС ($n = 5$) — группа 2Б; преобладание ОНЧ-колебаний в ОМС ($n = 16$) — группа 3Б.

Показатели абсолютных и относительных значений колебаний в различных диапазонах ОМС у глухих спортсменов представлены в таблице 1, у спортсменов с нормальным уровнем слуха — в таблице 2.

Таблица 1

Абсолютные и относительные значения различных колебаний общей мощности спектра сердечного ритма у глухих спортсменов ($Me [Q1; Q3]$)

		ВЧ-колебания (группа 1А)	НЧ-колебания (группа 2А)	ОНЧ-колебания (группа 3А)	p
ВЧ-колебания	абс, (мс ²)	1762,00 [1085,00; 1957,00]	707,00 [555,00; 797,00]	561,00 [437,00; 437,00]	*0,015 **0,000 ***1,000
	отн, (%)	54,60 [46,10; 58,20]	30,80 [23,10; 33,70]	17,40 [16,20; 30,80]	*0,005 **0,000 ***0,614
НЧ-колебания	абс, (мс ²)	827,00 [464,00; 1163,00]	1036,00 [893,00; 1132,00]	857,00 [658,00; 1201,00]	*0,281 **1,000 ***0,571
	отн, (%)	27,40 [17,70; 31,60]	42,90 [39,50; 46,90]	31,00 [24,50; 33,50]	*0,000 **0,438 ***0,002
ОНЧ-колебания	абс, (мс ²)	911,00 [416,00; 1014,00]	729,00 [530,00; 931,00]	1461,00 [1124,00; 1787,00]	*1,000 **0,064 ***0,027
	отн, (%)	23,50 [18,10; 29,80]	31,10 [23,00; 36,40]	49,70 [38,70; 58,10]	*1,000 **0,000 ***0,010

		ВЧ-колебания (группа 1А)	НЧ-колебания (группа 2А)	ОНЧ-колебания (группа 3А)	<i>p</i>
<i>p</i>	абс	¹ 0,001	¹ 0,002	¹ 0,054	
		² 0,006	² 0,748	² 0,000	
		³ 0,601	³ 0,004	³ 0,048	
	отн	¹ 0,181	¹ 0,074	¹ 0,346	
		² 0,058	² 0,860	² 0,070	
		³ 0,569	³ 0,119	³ 0,404	

Примечание: * — достоверность различий между группой 1А – 2А, ** — достоверность различий между группой 1А – 3А, *** — достоверность различий между группой 2А – 3А; # — достоверность различий между ВЧ – НЧ колебаниями внутри групп, ## — достоверность различий между ВЧ – ОНЧ колебаниями внутри групп, ### — достоверность различий между НЧ – ОНЧ колебаниями внутри групп.

Таблица 2

Абсолютные и относительные значения различных колебаний общей мощности спектра сердечного ритма у спортсменов с нормальным слухом (Ме [Q1; Q3])

		ВЧ-колебания (группа 1Б)	НЧ-колебания (группа 2Б)	ОНЧ-колебания (группа 3Б)	<i>p</i>
ВЧ-колебания	абс, (мс ²)	1896,00 [1160,00; 3452,00]	402,00 [259,00; 1122,00]	723,00 [447,00; 2563,00]	*0,022 **0,262 ***0,122
	отн, (%)	52,60 [45,00; 62,40]	20,50 [17,40; 30,90]	27,80 [23,00; 31,80]	*0,008 **0,007 ***1,000
НЧ-колебания	абс, (мс ²)	880,00 [633,00; 1391,00]	650,00 [463,00; 2244,00]	627,00 [487,00; 1150,00]	*1,000 **1,000 ***1,000
	отн, (%)	23,20 [20,40; 25,60]	43,80 [42,30; 44,50]	24,40 [17,60; 30,00]	*0,003 **1,000 ***0,002
ОНЧ-колебания	абс, (мс ²)	958,00 [473,00; 1658,00]	576,00 [315,00; 1240,00]	2238,00 [826,00; 2973,00]	*1,000 **0,033 ***0,059
	отн, (%)	19,50 [12,90; 26,20]	37,10 [25,60; 38,80]	44,40 [41,90; 51,80]	*1,000 **0,000 ***0,162
<i>p</i>	абс	¹ 0,075	¹ 0,137	¹ 0,567	
		² 0,126	² 0,524	² 0,016	
		³ 0,773	³ 0,396	³ 0,002	
	отн	¹ 0,084	¹ 0,185	¹ 0,975	
		² 0,126	² 0,558	² 0,077	
		³ 0,900	³ 0,460	³ 0,077	

Примечание: * — достоверность различий между группой 1А – 2А, ** — достоверность различий между группой 1А – 3А, *** — достоверность различий между группой 2А – 3А; # — достоверность различий между ВЧ – НЧ колебаниями внутри групп, ## — достоверность различий между ВЧ – ОНЧ колебаниями внутри групп, ### — достоверность различий между НЧ – ОНЧ колебаниями внутри групп.

По результатам компьютерной стабилотрии в группе спортсменов-инвалидов с преобладанием ВЧ-колебаний в ОМС (группа 1А) при проведении пробы Ромберга с закрытыми глазами были обнаружены достоверно значимые изменения: увеличение длины пути (L , мм) на 32,92 % ($p = 0,001$), скорости перемещения центра давления (V , мм/сек) — на 31,94 % ($p = 0,001$), энергозатрат — на 60,40 % (с 1,01 Дж до 1,62 Дж, $p = 0,009$) по отношению к пробе Ромберга с открытыми глазами, а также выявлена тенденция к снижению площади статокинезиограммы (S , мм²) на 4,75 % ($p = 0,149$).

Результаты исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3

Показатели стабилотрии у спортсменов-инвалидов по слуху и здоровых спортсменов в зависимости от преобладающего типа колебаний в общей мощности спектра (Me [Q1; Q3])

		ВЧ-колебания	НЧ-колебания	ОНЧ-колебания	p
$L_{ог}$, мм	Глухие спортсмены	216,00 [187,60; 237,10]	226,70 [200,40; 257,90]	201,10 [162,10; 247,70]	0,012* 0,123** 0,001***
	Здоровые спортсмены	222,90 [167,80; 287,60]	250,70 [227,20; 303,50]	201,90 [176,60; 233,70]	1,000* 1,000** 0,830***
p		0,952^	0,582^	0,703^	—
$L_{зг}$, мм	Глухие спортсмены	287,80 [230,10; 322,80]	331,50 [230,10; 413,20]	302,80 [282,50; 337,70]	1,000* 1,000** 1,000***
	Здоровые спортсмены	251,85 [218,00; 354,80]	354,20 [332,80; 371,50]	314,20 [264,70; 385,90]	0,592* 0,921** 1,000***
p		0,610^	0,423^	0,417	—
$S_{ог}$, мм	Глухие спортсмены	170,70 [92,30; 179,50]	127,70 [87,20; 174,80]	92,20 [54,50; 148,80]	0,514* 0,074** 1,000***
	Здоровые спортсмены	163,60 [84,00; 285,70]	173,80 [87,70; 393,60]	96,00 [79,00; 132,90]	1,000* 0,516** 0,495***
p		0,674^	0,582^	0,952^	—
$S_{зг}$, мм	Глухие спортсмены	162,60 [111,30; 214,10]	137,20 [115,50; 229,00]	130,80 [109,90; 270,80]	1,000* 1,000** 1,000***
	Здоровые спортсмены	168,10 [81,10; 221,2]	308,80 [216,50; 556,10]	148,60 [100,30; 169,20]	0,056* 1,000** 0,058***
p		0,490^	0,023^	0,857^	—

		ВЧ-колебания	НЧ-колебания	ОНЧ-колебания	<i>p</i>
$V_{ог}$, мм/сек	Глухие спортсмены	7,20 [6,20; 7,90]	7,40 [6,70; 8,60]	6,70 [5,40; 8,30]	1,000* 0,742** 0,581***
	Здоровые спортсмены	7,05 [5,60; 9,50]	8,30 [7,50; 10,10]	6,65 [5,80; 7,80]	1,000* 1,000** 0,684***
<i>p</i>		0,703^	0,624^	0,748^	—
$V_{зг}$, мм/сек	Глухие спортсмены	9,50 [7,70; 10,80]	10,71 [7,70; 13,80]	10,10 [9,40; 11,20]	1,000* 1,000** 1,000***
	Здоровые спортсмены	8,35 [7,30; 11,80]	11,80 [11,10; 12,30]	10,45 [8,80; 12,80]	0,548* 0,851** 1,000***
<i>p</i>		0,841^	0,465^	0,373^	—
$A_{ог}$, Дж	Глухие спортсмены	1,01 [0,82; 1,25]	1,18 [0,82; 1,30]	0,93 [0,76; 1,22]	1,000* 0,679** 0,496***
	Здоровые спортсмены	0,88 [0,70; 1,54]	1,47 [1,13; 2,26]	0,98 [0,79; 1,31]	1,000* 0,251** 0,520***
<i>p</i>		0,689^	0,582^	0,441^	—
$A_{зг}$, Дж	Глухие спортсмены	1,62 [1,18; 1,77]	2,05 [1,08; 2,92]	1,83 [1,31; 2,31]	0,750* 1,000** 1,000***
	Здоровые спортсмены	1,38 [0,90; 2,33]	2,46 [2,34; 2,62]	2,32 [1,50; 3,05]	0,476* 0,688** 1,000***
<i>p</i>		0,771^	0,423^	0,200	—
$KP_{зг}$, %	Глухие спортсмены	145,0 [130,0; 184,0]	148,0 [116,0; 235,0]	186,0 [166,0; 268,0]	1,000* 0,293** 0,636***
	Здоровые спортсмены	156,0 [124,0; 180,0]	177,00 [159,00; 218,00]	218,00 [172,00; 291,00]	1,000* 0,192** 1,000***
<i>p</i>		0,841^	0,465^	0,352^	—

Примечание: * — достоверность различий между группами ВЧ – НЧ колебаниями, ** — достоверность различий между группами ВЧ – ОНЧ колебаниями, *** — достоверность различий между группами НЧ – ОНЧ колебаниями; ^ — различия между глухими и здоровыми спортсменами.

В группе спортсменов-инвалидов с преобладанием НЧ-колебаний в ОМС (группа 2А) при проведении пробы Ромберга с закрытыми глазами выявлено увеличение длины пути (L , мм) на 46,23 % ($p = 0,009$), площади статокинезиограммы (S , мм²) — на 7,17 % ($p = 0,570$), скорости перемещения центра давления (V , мм/сек) — на 45,11 % ($p = 0,009$) и энергозатрат — на 53,87 % (с 1,18 Дж до 2,05 Дж, $p = 0,005$) по сравнению с пробой с открытыми глазами.

В группе спортсменов-инвалидов с преобладанием ОНЧ-колебаний в ОМС (группа 3А) при проведении пробы Ромберга с закрытыми глазами выявлено увеличение длины пути (L , мм) на 50,57 % ($p = 0,000$), площади статокинезиограммы (S , мм²) — на 41,87 % ($p = 0,014$), скорости перемещения центра давления (V , мм/сек) — на 50,75 % ($p = 0,000$) и энергозатрат — на 96,77 % (с 0,93 Дж до 1,83 Дж, $p = 0,000$).

Наибольшие показатели коэффициента Ромберга (КР %) были выявлены в группе спортсменов-инвалидов с преобладанием ОНЧ-колебаний в ОМС (группа 3А) а наименьшие — у спортсменов-инвалидов с преобладанием ВЧ-колебаний в ОМС (группа 1А), но без статистически значимых различий между группами.

По результатам исследований у спортсменов-инвалидов по слуху с преобладанием ВЧ-колебаний в ОМС (группа 1А) при стабилотрии поддержание постуральной устойчивости осуществлялось за счет деятельности проприорецептивной системы, что сопровождается снижением площади статокинезиограммы (S , мм²). В то же время поддержание равновесия за счет проприорецептивной системы происходит с большим увеличением девиации центра давления при временном отсутствии зрительного контроля при закрытии глаз, что характеризовалось достоверным увеличением длины пути, скорости перемещения центра давления и энергозатрат в единицу времени.

В группах спортсменов-инвалидов по слуху с преобладанием НЧ-колебаний (группа 2А) и ОНЧ-колебаний (группа 3А) по результатам стабилотрии выявлено поддержание постуральной устойчивости за счет деятельности зрительного контроля, что сопровождалось увеличением всех показателей стабилотрии. Увеличение параметров стабилотрии при проведении пробы Ромберга, в частности площади статокинезиограммы (S , мм²), является нормальной реакцией на закрытие глаз (проба с закрытыми глазами) при неизменной функции органа зрения и связано с процессами переориентации контроля баланса тела на проприорецепцию, которая реализуется недостаточно эффективно.

Проведенное нами исследование показало, что у спортсменов-инвалидов по слуху с преобладанием ОНЧ-колебаний в ОМС (группа 3А) выявлены наименьшие показатели по параметру площади статокинезиограммы (S , мм²), как при открытых, так и при закрытых глазах, что обусловлено лучшим нахождением баланса тела в пространстве. По-видимому, такая особенность обусловлена преобладанием центральных (корковых, надсегментарных) структур,

которые способны оказывать влияние не только на параметры нейровегетативной регуляции сердечного ритма, но и на механизмы поддержания постуральной устойчивости у спортсменов-инвалидов по слуху, специализирующихся в ациклических видах спорта (можем рассматривать как формирование функциональной системы).

Определены наименьшие показатели по большинству параметров стабиллометрии в группе спортсменов-инвалидов по слуху с преобладанием высокочастотных колебаний (ВЧ-колебаний): поддержание у них баланса тела в пространстве за счет проприорецептивной системы может быть сопряжено с активностью парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. У спортсменов-инвалидов по слуху с преобладанием низкочастотных колебаний в ОМС отмечается поддержание постуральной устойчивости за счет зрительного контроля, который реализуется менее эффективно, чем у спортсменов-инвалидов по слуху с преобладанием надсегментарного контура регуляции сердечного ритма. Данный вывод мы сделали на основании увеличения до 66,67 % всех показателей стабиллометрии в сравнении с другими выборками спортсменов-инвалидов по слуху, что может отражать наличие взаимосвязей сегментарных структур регуляции сердечного ритма и процессов первичной регистрации визуальной информации рецепторами сетчатки глаза.

Поддержание постуральной устойчивости за счет зрительной системы у спортсменов-инвалидов с преобладанием очень низкочастотных колебаний в ОМС и лучшим нахождением баланса тела связано, по нашему мнению, с рядом факторов: во-первых, с первичной регистрацией визуальной информации сетчаткой глаза, которая передается в зоны мозга, специализирующихся на анализе визуальной информации (идентификации объектов и движения) во-вторых, с тесной анатомо-физиологической взаимосвязью ЦНС с пирамидной и экстрапирамидной системой, которые посылают исходящие команды скелетным мышцам. Передача информации спинальным мотонейронам и интернейронам происходит пирамидными клетками, которые в совокупности контролируют произвольные движения и сегментарные рефлексy, необходимые для балансирования тела в пространстве.

В контрольной группе спортсменов с нормальным уровнем слуха с преобладанием ВЧ-колебаний (группа 1Б) при проведении пробы Ромберга с закрытыми глазами выявлено увеличение по всем параметрам компьютерной стабиллометрии: длины пути (L , мм) — на 12,2 % ($p = 0,002$), скорости перемещения центра давления (V , мм/сек) — на 16,88 % ($p = 0,002$) и энергозатрат — на 44,25 % (с 0,88 Дж до 1,38 Дж, $p = 0,002$) по сравнению с проведением пробы с открытыми глазами. Наименьшие показатели коэффициента Ромберга (КР %) были выявлены в контрольной группе спортсменов с преобладанием ВЧ-колебаний (группа 1Б), без статистически значимых различий между группами.

В контрольной группе спортсменов с нормальным уровнем слуха с преобладанием НЧ-колебаний (группа 2Б) при проведении пробы Ромберга с закрытыми

глазами выявлена тенденция к увеличению: длины пути (L , мм) — на 41,28 % ($p = 0,143$), площади статокинезиограммы (S , мм²) — на 77,68 % ($p = 0,296$), скорости перемещения центра давления (V , мм/сек) — на 42,17 % ($p = 0,143$) и энергозатрат — на 67,35 % ($p = 0,143$) по сравнению с проведением пробы с открытыми глазами.

В контрольной группе спортсменов с нормальным уровнем слуха с преобладанием ОНЧ-колебаний (группа 3Б) при проведении пробы Ромберга с закрытыми глазами выявлено увеличение по всем параметрам компьютерной стабилотрии: длины пути (L , мм) — на 43,52 % ($p = 0,000$), площади статокинезиограммы (S , мм²) — на 54,79 % ($p = 0,003$), скорости перемещения центра давления (V , мм/сек) — на 44,44 % ($p = 0,000$) и энергозатрат — на 81,21 % (с 0,98 Дж до 2,32 Дж, $p = 0,000$) по сравнению с проведением пробы Ромберга с закрытыми глазами. Наибольшие показатели коэффициента Ромберга (КР %) были выявлены в контрольной группе спортсменов с преобладанием ОНЧ-колебаний (группа 3Б).

У спортсменов с нормальным уровнем слуха по результатам стабилотрии выявлено поддержание постуральной устойчивости за счет деятельности зрительного контроля, что сопровождалось увеличением всех показателей стабилотрии. Это является нормальной реакцией на закрытие глаз (проба с закрытыми глазами) при неизменной функции органа зрения и связано с процессами переориентации контроля баланса тела на проприорецепцию, которая реализуется неэффективно. Отмечается наименьшее значение площади статокинезиограммы (S , мм²) у спортсменов контрольной группы с нормальным уровнем слуха и преобладанием очень низкочастотных колебаний (группа 3Б) как при открытых, так и при закрытых глазах, что обусловлено лучшим нахождением баланса тела. По-видимому, такая особенность обусловлена преобладанием центральных (корковых, надсегментарных) структур регуляции сердечного ритма, которые способны оказывать свое влияние также и на механизмы поддержания постуральной устойчивости у спортсменов, не имеющих отклонений в функции органа слуха.

Заключение

Таким образом, у спортсменов-инвалидов по слуху, специализирующихся в ациклических видах спорта, имеются особенности поддержания постуральной устойчивости в зависимости от активности уровней нейровегетативной регуляции сердечного ритма. В группе спортсменов-инвалидов с преобладанием высокочастотных колебаний в общей мощности спектра выявлено поддержание постуральной устойчивости за счет проприорецептивной системы (включая проприорецепторы мышц, сухожилий и суставов). У спортсменов-инвалидов по слуху с преобладанием низкочастотных колебаний отмечено

поддержание постуральной устойчивости за счет зрительного контроля, который реализуется менее эффективно, чем у спортсменов-инвалидов по слуху с преобладанием активности надсегментарного контура регуляции сердечного ритма. У спортсменов-инвалидов по слуху с преобладанием в структуре спектра очень низкочастотных колебаний отмечалось лучшее нахождение баланса тела в пространстве, что может быть обусловлено участием корковых (центральных) структур как в регуляции сердечного ритма, так и в реализации зрительного контроля (идентификации объектов и контроля движений), которые способны оказывать влияние также и на механизмы поддержания постуральной устойчивости у спортсменов-инвалидов по слуху. Ранее наличие повышенной активности надсегментарного уровня регуляции было характерно для здоровых спортсменов ациклических видов спорта [2; 14]. Исходное преобладание высокочастотных и низкочастотных колебаний в структуре общей мощности спектра у этой категории спортсменов сопровождается меньшей постуральной устойчивостью. Полагаем, что полученные результаты могут быть использованы для оценки эффективности адаптации к нагрузкам спортсменов-инвалидов по слуху и их коррекции в процессе тренировочно-соревновательной деятельности.

Список источников

1. Баевский Р. М. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (часть 1) / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов, А. П. Гаврилушкин и др. // Вестник аритмологии. 2002. № 24. С. 65–86. EDN: HSPLXF.
2. Балберова О. В. Параметры вариабельности ритма сердца, сопряженные с высокой спортивной результативностью у спортсменов / О. В. Балберова, Е. Г. Сидоркина, К. С. Кошкина, Е. В. Быков // Science for Education Today. 2021. Т. 11. № 5. С. 128–141. <https://doi.org/10.15293/2658-6762.2105.07>. EDN: GRZXXO.
3. Бугаец Я. Е. Постуральная устойчивость тхэквондистов в условиях реализации специфической позы / Я. Е. Бугаец, Т. А. Исаенко, А. С. Гронская, М. В. Малука // Современные вопросы биомедицины. 2025. Т. 9. № 2 (32). https://doi.org/10.24412/2588-0500-2025_09_02_2. EDN: APKIAG.
4. Дакуко А. Н. Влияние дисплазии соединительной ткани на формирование адаптационно-функциональных возможностей у детей, занимающихся сложно координационными видами спорта / А. Н. Дакуко, Л. А. Кривцова, А. Н. Налобина и др. // Терапия. 2020. Т. 6. № 6 (40). С. 64–70. <https://doi.org/10.18565/therapy.2020.6.64-70>. EDN: UNBXOP.
5. Захарьева Н. Н., Малиева Е. И. Изменения вегетативного баланса при выполнении стабилметрических тестов юными танцорами // Наука и спорт: современные тенденции. 2019. Т. 7. № 2. С. 52–62. EDN: LLPTIF.
6. Иващенко О. Н. Постуральная устойчивость юных спортсменов с признаками недифференцированной дисплазии соединительной ткани, занимающихся сложно-координационными видами спорта / О. Н. Иващенко, А. Н. Налобина, Н. М. Курч и др. // Спортивная медицина: наука и практика. 2017. Т. 7. № 1. С. 29–37. <https://doi.org/10.17238/ISSN2223-2524.2017.1.29>. EDN: YODLVV.

7. Кальсина В. В., Налобина А. Н. Особенности регуляции сердечной деятельности теннисистов с поражением опорно-двигательного аппарата в условиях соревновательного стресса // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т. 8. № 3. С. 34–41. <https://doi.org/10.17238/ISSN2223-2524.2018.3.34>. EDN: YWZSHJ.
8. Мухсин И. Х., Горбачева Е. А., Сышко Д. В. Зависимость вариабельности сердечного ритма от кинетики баланса тела у футболистов // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2019. № 11 (177). С. 312–317. EDN: KOLHAC.
9. Han J., Waddington G., Adams R., Anson J., Liu Y. Assessing proprioception: A critical review of methods // Journal of Sport and Health Science. 2016 Mar. Vol. 5. Iss. 1. P. 80–90. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.10.004>
10. Ionescu E. How sacculo-collic function assessed by cervical vestibular evoked myogenic Potentials correlates with the quality of postural control in hearing impaired children? / E. Ionescu, P. Reynard, N. Goulème et al. // International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology. 2020. Vol. 130. P. 109840. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2019.109840>. EDN: EECXCX.
11. Karakoc K., Mujdeci B. Evaluation of balance in children with sensorineural hearing loss according to age // American Journal of Otolaryngology. 2021. Vol. 42. № 1. P. 102830. <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2020.102830>. EDN: YOITLL.
12. Koncz A. Acute psychological stress does not influence joint position reproduction performance in the elbow joint / A. Koncz, F. Köteles, B. Aranyossy, Á. Horváth // PLoS ONE. 2025. Vol. 20. No. 3. P. e0319061. [10.1371/journal.pone.0319061](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0319061). EDN: AYNEYH.
13. Lee B. J., Cho K. H., Lee W. H. The effects of the menstrual cycle on the static balance in healthy young women // Journal of Physical Therapy Science. 2017. Vol. 29. Iss. 11. P. 1964–1966. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.1964>
14. Mackersie C. L., Macphree I. X., Heldt E. W. Effects of hearing loss on heart rate variability and skin conductance measured during sentence recognition in noise // Ear and Hearing. 2015. Vol. 36. № 1. P. 145–154. <https://doi.org/10.1097/AUD.000000000000091>. EDN: URWZOL.
15. Şenol D. The effect of stress-induced cortisol increase on the sense of ankle proprioception / D. Şenol, C. Uçar, M. Çay, D. Özbağ et al. // Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation. 2019. Vol. 65. № 2. P. 124–131. <https://doi.org/10.5606/tftrd.2019.2457>.
16. Vitkovic J., Le C., Lee S., Clark R. A. The Contribution of Hearing and Hearing Loss to Balance Control // Audiology and Neurotology. 2016. Vol. 21. № 4. P. 195–202. <https://doi.org/10.1159/000445100>
17. von Elm E. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies / E. von Elm, D. Altman, M. Egger et al. // Journal of Clinical Epidemiology. 2007. Vol. 61, Issue 4. P. 344–349. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2007.11.008>
18. Yasuda K., Sato Y., Iimura N., Iwata H. Allocation of Attentional Resources toward a Secondary Cognitive Task Leads to Compromised Ankle Proprioceptive Performance in Healthy Young Adults // Rehabilitation Research and Practice. 2014. Vol. 2014. Iss. 1. P. 170–184. <https://doi.org/10.1155/2014/170304>

References

1. Baevsky R. M., Ivanov G. G., Gavrilushkin A. P. et al. Analysis of heart rate variability using various electrocardiographic systems (part 1). Bulletin of Arrhythmology. 2002;(24):65–86. EDN: HSPLXF. (In Russ.).

2. Balberova O. V., Sidorkina E. G., Koshkina K. S., Bykov E. V. Heart rate variability parameters associated with high sports performance in athletes. *Science for education today*. 2021;11(5):128–141. <https://doi.org/10.15293/2658-6762.2105.07>. EDN: GRZXXO. (In Russ.).
3. Bugayets Ya. E., Isaenko T. A., Gronskaya A. S., Maluka M. V. Postural stability of taekwondo practitioners under conditions of implementing a specific posture. *Modern issues of biomedicine*. 2025;9(2). https://doi.org/10.24412/2588-0500-2025_09_02_2. EDN: APKIAG. (In Russ.).
4. Dakuko A. N., Krivtsova L. A., Nalobina A. N. et al. Study of connective tissue dysplasia for limitations of adaptive and functional capabilities in children engaged in complex coordination sports. *Therapy*. 2020;6(6):64–70. <https://doi.org/10.18565/терапия.2020.6.64-70>. EDN: UHBXOP. (In Russ.).
5. Zakharyeva N. N., Malieva E. I. Changes in the autonomic balance during the performance of stabilometric tests by young dancers. *Science and Sport: Modern Trends*. 2019;7(2):52–62. EDN: LLPTIF. (In Russ.).
6. Ivaschenko O. N., Nalobina A. N., Kurch N. M. et al. Postural stability of young athletes with undifferentiated connective tissue dysplasia, engaged in complex coordination sports. *Sports Medicine: Science and Practice*. 2017;7(1):29–37. <https://doi.org/10.17238/ISSN2223-2524.2017.1.29>. EDN: YODLVV. (In Russ.).
7. Kal'sina V. V., Nalobina A. N. Features of the regulation of cardiac activity of tennis players with lesions of the musculoskeletal system under competitive stress. *Sports medicine: science and practice*. 2018;8(3):34–41. <https://doi.org/10.17238/ISSN2223-2524.2018.3.34>. EDN: YWZSHJ. (In Russ.).
8. Mukhsin I. Kh., Gorbacheva E. A., Syshko D. V. Dependence of heart rate variability on the kinetics of body balance in football players. *Scientific Notes of P. F. Lesgaft University*. 2019;11:312–317. EDN: KOLKHAK. (In Russ.).
9. Han J., Waddington G., Adams R., Anson J., Liu Y. Assessing proprioception: A critical review of methods. *Journal of Sport and Health Science*. 2016;5(1):80–90. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.10.004>
10. Ionescu E., Reynard P., Goulème N. et al. How sacculo-collic function assessed by cervical vestibular evoked myogenic Potentials correlates with the quality of postural control in hearing impaired children? *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2020;130:109840. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2019.109840>. EDN: EECXCX.
11. Karakoc K., Mujdeci B. Evaluation of balance in children with sensorineural hearing loss according to age. *American Journal of Otolaryngology*. 2021;42(1):102830. <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2020.102830>. EDN: YOITLL.
12. Koncz A., Köteles F., Aranyossy B., Horváth Á. Acute psychological stress does not influence joint position reproduction performance in the elbow joint. *PLoS ONE*. 2025;20(3):e0319061. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0319061>. EDN: AYNEYH.
13. Lee B. J., Cho K. H., Lee W. H. The effects of the menstrual cycle on the static balance in healthy young women. *Journal of Physical Therapy Science*. 2017;29(11):1964–1966. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.1964>
14. Mackersie C. L., Macphée I. X., Heldt E. W. Effects of hearing loss on heart rate variability and skin conductance measured during sentence recognition in noise. *Ear and Hearing*. 2015;36(1):145–154. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000091>. EDN: URWZOL.

15. Şenol D., Uçar C., Çay M., Özbağ D., Canbolat M., Yıldız S. The effect of stress-induced cortisol increase on the sense of ankle proprioception. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2019;65(2):124–131. <https://doi.org/10.5606/tftrd.2019.2457>
16. Vitkovic J., Le C., Lee S., Clark R. A. The Contribution of Hearing and Hearing Loss to Balance Control. *Audiology and Neurotology*. 2016;21(4):195–202. <https://doi.org/10.1159/000445100>
17. von Elm E., Altman D., Egger M., Pocock S., Gøtzsche P., Vandenbroucke J. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *Journal of Clinical Epidemiology*. 2007;61(4):344–349. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2007.11.008>
18. Yasuda K., Sato Y., Iimura N., Iwata H. Allocation of Attentional Resources toward a Secondary Cognitive Task Leads to Compromised Ankle Proprioceptive Performance in Healthy Young Adults. *Rehabilitation Research and Practice*. 2014;2014(1):170–184. <https://doi.org/10.1155/2014/170304>

Информация об авторах / Information about the authors:

Кошкина Ксения Сергеевна — научный сотрудник Научно-исследовательского института олимпийского спорта, Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, Россия.

Koshkina Kseniia Sergeevna — Researcher, Scientific Research Institute of Olympic Sports, Ural State University of Physical Education, Chelyabinsk, Russia.

caseychica@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1734-8276>

Быков Евгений Витальевич — доктор медицинских наук, профессор, Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, Россия.

Bykov Evgenii Vitalevich — Doctor of Medical Sciences, Professor, Ural State University of Physical Education, Chelyabinsk, Russia.

bev58@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7506-8793>

Сверчков Вадим Владимирович — научный сотрудник Научно-исследовательского института олимпийского спорта, Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, Россия.

Sverchkov Vadim Vladimirovich — Junior Researcher, Scientific Research Institute of Olympic Sports, Ural State University of Physical Education, Chelyabinsk, Russia.

vadim.sverchkov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3650-0624>

Чипышев Антон Викторович — кандидат биологических наук, Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, Россия.

Chipyshev Anton Viktorovich — Candidate of Biological Sciences, Ural State University of Physical Education, Chelyabinsk, Russia.

jk_m@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4672-0607>

Вклад авторов:

Ксения Сергеевна Кошкина — проведение исследования (реализация и сбор данных), написание первоначального варианта (подготовка черновика рукописи).

Евгений Витальевич Быков — концептуализация и методология исследования, общее руководство проектом, координация работы, редактирование и доработка рукописи (критический анализ и исправление и дополнение текста).

Вадим Владимирович Сверчков — написание первоначального варианта (подготовка черновика рукописи, обзор литературы).

Антон Викторович Чипышев — формальный анализ (статистическая обработка данных) и визуализация (подготовка таблиц).

Authors' contributions:

Kseniia Sergeevna Koshkina — conducting research (implementation and data collection), writing the initial draft (preparing a draft of the manuscript).

Evgenii Vitalevich Bykov — conceptualization and methodology of the research, general project management, coordination of work, editing and revision of the manuscript (critical analysis and correction and addition of the text).

Vadim Vladimirovich Sverchkov — writing the initial draft (preparing a draft of the manuscript, reviewing the literature).

Anton Viktorovich Chipyshev — formal analysis (statistical data processing) and visualization (preparation of tables).

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare no relevant conflict of interest.

Статья поступила в редакцию: 14.08.2025;
одобрена после доработки: 30.09.2025;
принята к публикации: 22.10.2025.

The article was submitted: 14.08.2025;
approved after reviewing: 30.09.2025;
accepted for publication: 22.10.2025.

Исследовательская статья

УДК 799.322.2

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-186-196

Александр Михайлович Пухов¹,
Маргарита Сергеевна Сидоренко¹,
Руслан Михайлович Городничев¹

¹ Великолукская государственная академия
физической культуры и спорта,
Великие Луки, Россия

ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ СТРЕССА У СТРЕЛКОВ ИЗ ЛУКА С ПОРАЖЕНИЕМ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА И ЗДОРОВЫХ СПОРТСМЕНОВ

Аннотация. Адаптивный спорт является эффективным средством реабилитации и социализации лиц с ограничениями в состоянии здоровья. Вместе с тем актуальными остаются вопросы психологического сопровождения спортсменов-инвалидов. Цель исследования заключалась в выявлении особенностей стресса и его характеристик у стрелков из лука с поражением опорно-двигательного аппарата (ПОДА) и условно здоровых спортсменов в предсоревновательный период подготовки. Посредством диагностико-превентивной системы ИДИКС в период централизованной подготовки были опрошены 19 высококвалифицированных стрелков из лука с ПОДА и 27 здоровых спортсменов. В целом для стрелков из лука характерен выраженный уровень стресса, соответствующий пограничному состоянию между высоким и умеренным. Спортсмены с поражением опорно-двигательного аппарата имели более высокие значения уровня стресса по сравнению со здоровыми спортсменами, которые, однако в обоих случаях находились в пределах выраженного уровня стресса. У спортсменов мужского пола не выявлено значимых различий уровня стресса, тогда как женщины с ПОДА более подвержены стрессу по сравнению со здоровыми спортсменками. Таким образом, при работе со спортсменами с поражением опорно-двигательного аппарата необходимо учитывать более выраженную склонность к стрессам у женщин со стороны восприятия профессиональной ситуации, вознаграждения за труд и социальный климат в коллективе.

Ключевые слова: стрельба из лука, адаптивный спорт, поражение опорно-двигательного аппарата, стресс, спортивный стресс, диагностико-превентивная система ИДИКС

Финансирование: исследование не имело финансовой поддержки.

Research article

UDC 799.322.2

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-186-196

Aleksandr Mikhailovich Pukhov¹,
Margarita Sergeevna Sidorenko¹,
Ruslan Mikhailovich Gorodnichev¹

¹ Velikie Luki State Academy
of Physical Education and Sports,
Velikie Luki, Russian Federation

FEATURES OF STRESS IN ARCHERY WITH MUSCULOSKELETAL DISORDERS AND HEALTHY ATHLETES

Abstract. Adaptive sport is an effective means of rehabilitation and socialization of people with disabilities. At the same time, the issues of psychological support for athletes with disabilities remain relevant. The purpose of the study was to identify the features of stress and its characteristics in archery with musculoskeletal disorders (MSDs) and healthy athletes during the pre-competition training period. During the pre-competition training period, 19 highly qualified archers with MSDs and 27 healthy athletes were interviewed by managerial stress survey (MSS). In general, archers is characterized by a pronounced stress level, corresponding to the borderline state between high and moderate levels. Athletes with MSDs had higher stress levels compared to healthy athletes, but in both cases they were within the pronounced stress level. There were no significant differences in stress between male athletes, whereas women with MSDs are more susceptible to stress compared to healthy women's athletes. Thus, when working with athletes with musculoskeletal disorders, it is necessary to take into account a more pronounced tendency to stress in women from the perception of the professional situation, remuneration for work and the social climate in the team.

Keywords: archery, adaptive sports, musculoskeletal disorders, stress, sports stress, managerial stress survey (MSS)

Funding Statement: no funding was received for writing this manuscript.

Введение

Физическая культура и спорт являются важнейшими направлениями работы с людьми, имеющими ограничения в состоянии здоровья. Они направлены на социализацию и сглаживание негативных последствий травм или заболеваний и обеспечивающие адаптацию к новым условиям жизни [2]. Адаптивный спорт представляет собой инструмент социальной интеграции и адаптации к инвалидности людей с ограниченными возможностями. Включение данной категории лиц в спортивную деятельность предполагает не только снижение негативных последствий травм и общее оздоровление,

но и повышение уверенности в собственных силах и формирование мотивации к высшим спортивным достижениям [3]. Вместе с тем спортивная деятельность требует от атлета постоянной адаптации к систематическому повышению нагрузок и уровню конкуренции, что сопровождается изменениями психоэмоционального состояния. По этим причинам в научных исследованиях уделяется большое внимание проблемам выраженности стресса, депрессии и тревожности у спортсменов [1, 11], в том числе у спортсменов с поражением опорно-двигательного аппарата (ПОДА) [10; 13]. Стереотипы о людях с ограниченными возможностями и реакция движения за права инвалидов создали барьеры для исследований психического здоровья среди паралимпийских спортсменов. Однако актуальными остаются вопросы выявления и изучения стрессоров, с которыми сталкиваются паралимпийцы, среди которых семиотика травм, уход из спорта, спорт и личность, а также потенциал спорта для инвалидов в плане укрепления психологического здоровья [14].

Термин «стресс» в одних случаях используют для обозначения неблагоприятного или отрицательного воздействия на организм, в других рассматривают как субъективную реакцию, отражающую внутреннее психическое состояние напряжения и возбуждения. В ответ на стрессогенные факторы организм отвечает изменениями на когнитивном, поведенческом и эмоциональном уровнях [5], а также изменениями регуляторных механизмов нервных, эндокринных и иммунных систем [12].

Вместе с тем стресс является естественной реакцией организма атлета на спортивную деятельность. В связи с этим изучение влияния стресса и стрессогенных факторов на спортсмена и его результативность является неотъемлемой частью научной составляющей тренировочного процесса. Однако нередко стресс проявляется в положительной форме — как аустресс, — который мобилизует ресурсы организма для решения поставленных задач и достижения определенной цели. В то время как отрицательный стресс — дистресс — негативно сказывается на функционировании организма человека и в некоторых случаях может привести к патологическим состояниям [7].

Результаты обследования высококвалифицированных спортсменов свидетельствуют, что половина из них испытывают проблемы с психическим здоровьем, среди которых чаще всего встречаются депрессия, расстройство пищевого поведения, общий психологический дистресс, социальная тревожность и панические расстройства. При этом отмечается, что у травмированных спортсменов наблюдались более выраженные симптомы депрессии и генерализованного тревожного расстройства [14].

Люди с ограниченными возможностями здоровья в плане подверженности стрессам находятся в более невыгодных условиях по сравнению с людьми без инвалидности. Физические ограничения оказывают влияние на психику и эмоциональную сферу человека. Ключевые особенности высших психических функций инвалидов заключаются в быстрой утомляемости и медленной

вработываемости, большей потребности в отдыхе, а также в сниженном объеме кратковременной памяти [6]. Спортсмены с инвалидностью оказываются в более суровых реалиях, чем здоровые спортсмены, и помимо физиологических сложностей они испытывают стресс от ограничений в социальном взаимодействии [9]. Психологический аспект в подготовке спортсменов-инвалидов имеет не меньшее значение, чем физический [8].

Таким образом, несмотря на имеющиеся в научно-методической литературе сведения по затронутой нами тематике, только в некоторых работах изучается сравнение условно здоровых спортсменов и спортсменов с ограниченными возможностями в состоянии здоровья. В связи с этим цель исследования заключалась в выявлении особенностей стресса и его характеристик у стрелков из лука с поражением опорно-двигательного аппарата и условно здоровых спортсменов в предсоревновательный период подготовки.

Материалы и методы исследования

В исследованиях приняли участие 41 спортсмен из разных регионов Российской Федерации. Из них 19 высококвалифицированных стрелков из лука с поражением опорно-двигательного аппарата (МС, МСМК, ЗМС) в возрасте $38,04 \pm 1,66$ года, входящих в состав спортивной сборной команды России и выступающих в квалификационных классах W1 и Open group, и 22 спортсмена юниорской команды России по стрельбе из лука от 17 до 19 лет ($17,37 \pm 0,27$ года), имеющих квалификацию КМС – МСМК. Обследования спортсменов осуществлялись в период проведения централизованной подготовки перед соревнованиями.

Особенности выраженности стресса и его компонентов выявлялись посредством диагностико-превентивной системы «Интегральная диагностика и коррекция стресса» (ИДИКС) [4]. Время прохождения тестирования составляло 20–30 минут. Опросник включал 5 частей по 32 или 22 вопроса в каждой с общим количеством — 146 вопросов. Для ответов тестируемым предлагалось использовать 4-балльную шкалу оценки степени соответствия каждого утверждения его субъективным переживаниям от полного несогласия с утверждением (1 балл) до полного согласия (4 балла). Интерпретация результатов осуществлялась по 6 основным шкалам (V1 – V6) и дополнительной шкале (V0), отражающей «общий индекс стресса». Для интерпретации результатов выраженность стресса детерминировалась на 5 уровней: низкий (менее 40 баллов), умеренный (40–46 баллов), выраженный (46–54 баллов), высокий (54–66 баллов) и предельно-высокий (более 66 баллов).

Математико-статистический анализ проводили с помощью программы Statistica 10. Описательная статистика включала расчет средних арифметических значений (M) и ошибки среднего арифметического (m). Для оценки достоверности различий в регистрируемых параметрах применяли однофакторный

дисперсионный анализ (ANOVA) с Post-hoc анализом Newman-Keuls. Статистически значимым уровнем считали $p < 0,05$. Для сравнения исследуемых параметров в некоторых случаях изменения этих величин рассчитывались в процентах.

Результаты исследования

Сравнение результатов тестирования спортсменов с ПОДА и спортсменов из юниорской сборной выявило, что общий показатель стресса (шкала V0) у спортсменов обеих команд находился на выраженном уровне и составлял $49,90 \pm 1,02$ балла и $47,76 \pm 1,05$ балла соответственно (табл.). Общий показатель стресса у мужчин из команды с ПОДА ($48,37 \pm 1,16$ балла) и у спортсменов-юношей ($47,08 \pm 1,03$ балла) практически не различался и соответствовал выраженному уровню. У женщин из команды с ПОДА значения шкалы V0 также находились на выраженном уровне ($52,01 \pm 1,62$ балла) и на 6,7 % ($p < 0,05$) превышали значения девушек из юниорской команды ($48,76 \pm 2,13$ балла, выраженный уровень). Следует отметить тенденцию к более высокому общему индексу стресса у стрелков-женщин по сравнению со стрелками-мужчинами. Уровень стресса женщин сборной с ПОДА на 7,52 % ($p < 0,05$) был выше, чем у мужчин, а в молодежной сборной различия составляли 3,56 % ($p > 0,05$).

Таблица 1

**Значения основных шкал ИДИКС у стрелков из лука
с ПОДА и стрелков юниорской команды**

Шкалы	Сборная ПОДА			Юниорская сборная		
	Мужчины (n = 11)	Женщины (n = 8)	Σ (n = 19)	Юноши (n = 12)	Девушки (n = 10)	Σ (n = 22)
V0	$48,37 \pm 1,16$	$52,01 \pm 1,62$ \$	$49,90 \pm 1,02$	$47,08 \pm 1,03$	$48,76 \pm 2,13$	$47,76 \pm 1,05$
V1	$37,84 \pm 1,99$	$43,68 \pm 1,87$ \$	$40,30 \pm 1,52$	$37,59 \pm 1,72$	$38,44 \pm 1,77$	$37,94 \pm 1,23$
V2	$66,64 \pm 1,66$	$69,97 \pm 2,69$	$68,04 \pm 1,49$	$68,13 \pm 1,37$	$65,04 \pm 2,20$ *	$66,87 \pm 1,22$
V3	$51,24 \pm 1,13$	$52,56 \pm 2,03$	$51,80 \pm 1,06$	$47,45 \pm 1,14$	$48,57 \pm 1,59$ *	$47,91 \pm 0,92$ #
V4	$46,46 \pm 1,00$	$45,51 \pm 1,16$	$46,06 \pm 0,74$	$46,56 \pm 1,20$	$46,18 \pm 1,73$	$46,41 \pm 0,98$
V5	$46,27 \pm 1,44$	$47,92 \pm 1,81$	$46,96 \pm 1,11$	$44,53 \pm 1,07$	$48,51 \pm 3,44$	$46,15 \pm 1,55$
V6	$44,79 \pm 0,82$	$52,16 \pm 1,84$ \$	$47,89 \pm 1,23$	$43,16 \pm 1,37$	$47,71 \pm 2,59$ *	$45,01 \pm 1,37$

Примечание: статистически значимые различия при $p < 0,05$: # — средних значений, * — женщин с ПОДА и юниорками, \$ — по полу внутри сборной.

«Условия и организация труда» (шкала V1) по сравнению с другими факторами имели наименьшее влияние на развитие стресса в обеих исследуемых сборных командах. Вклад данной шкалы в развитие стресса и ее значения находились на нижней границе умеренного уровня в диапазоне 36–46 баллов. В группе лучников команды с ПОДА индекс составил $40,30 \pm 1,52$ балла, в группе юниоров — $37,94 \pm 1,23$ балла. Можно заключить, что для спортсменов с ПОДА

особенности содержания и организации спортивной деятельности в большей степени влияли на развитие стресса, чем у лучников юниорской команды, но не являлись стрессогенным фактором. У спортсменов-мужчин с ПОДА и спортсменов-юношей влияние условий и организации труда находились на нижней границе умеренного уровня и составляли в среднем 37 баллов. Вместе с тем у женщин из команды с ПОДА значения по данной шкале были больше на 13,56 % ($p < 0,05$) по сравнению с девушками из юниорской сборной (см. табл.), но в обоих случаях результаты соответствовали умеренному уровню. Следует отметить, что шкала V1 у женщин с ПОДА оказывала на 15,34 % ($p < 0,05$) большее влияние на формирование стресса, чем у мужчин, тогда как у спортсменов юниорской сборной данная разница составляла всего 2,26 % ($p > 0,05$).

Значения субъективной оценки профессиональной ситуации (шкала V2) незначительно отличались в обеих исследуемых командах и находились на предельно-высоком уровне — значения превышали более 66 баллов (см. табл.). Следовательно, субъективная оценка выполняемых задач, соответствующих основным составляющим образа профессиональной ситуации, оказывала доминантное влияние на формирование стресса у спортсменов. Выраженных различий субъективной оценки профессиональной ситуации между мужчинами из сборной с ПОДА и юниорами выявлено не было. Тогда как у женщин из команды с ПОДА влияние особенностей субъективной оценки трудовых задач, соответствующих основным составляющим образа профессиональной ситуации, было на 7,57 % ($p < 0,05$) выше по сравнению с девушками юниорской сборной ($65,04 \pm 2,20$ балла).

Значения шкалы V3 «Вознаграждение за труд и социальный климат» у стрелков из лука с ПОДА и стрелков из юниорской команды находились на выраженном уровне (таблица 1). Однако у спортсменов из команды с ПОДА объективный образ профессиональной ситуации в целом со стороны мотивационных оценок на 8,11 % ($p < 0,05$) оказывал большее влияние на развитие стресса, чем у спортсменов из юниорской команды. У мужчин из команды с ПОДА данная шкала была на 7,98 % ($p > 0,05$) выражена больше, чем у спортсменов-юношей ($47,45 \pm 1,14$ балла) и соответствовала в обоих случаях выраженному уровню. У представительниц команды с ПОДА ($52,56 \pm 2,03$ балла) значения шкалы V3 на 8,21 % ($p < 0,05$) превосходили средние показатели девушек из юниорской сборной ($48,57 \pm 1,59$ балла), но результаты обеих команд находились в границах выраженного уровня.

«Переживание острого стресса» (шкала V4) незначительно различалось у спортсменов сравниваемых команд, и результаты соответствовали выраженному уровню (см. табл.). Также показатели «переживания хронического стресса» (шкала V5) у обследованных спортсменов соответствовали выраженному уровню. Вместе с тем для мужчин из сборной с ПОДА выраженность хронического стресса была выше на 3,90 % ($p > 0,05$) по сравнению с юношами. Несмотря на то что различия не достигали статистически значимого уровня,

в первом случае уровень стресса по шкале V5 находился на выраженном уровне ($46,27 \pm 1,44$ балла), а во втором – в рамках умеренного ($44,53 \pm 1,07$ балла). У женщин из команды с ПОДА значения по данной шкале были меньше на 1,23 % ($p > 0,05$) по сравнению с девушками из юниорской сборной и в обеих сборных соответствовали выраженному уровню (см. табл.).

«Личностные и поведенческие деформации» (шкала V6) в юниорской сборной проявлялись на 6,39 % ($p > 0,05$) меньше по сравнению с членами сборной с ПОДА — $45,01 \pm 1,37$ и $47,89 \pm 1,23$ балла соответственно и находились на выраженном уровне. У мужчин из команды с ПОДА данная шкала ($44,79 \pm 0,82$ балла) была выражена на 3,77 % ($p > 0,05$) больше, чем у спортсменов-юношей ($43,16 \pm 1,37$ балла) и соответствовала умеренному уровню. Наиболее выраженные личностные и поведенческие деформации в развитии стресса выявлены у женщин из команды с ПОДА: они находились на выраженном уровне ($52,16 \pm 1,84$ балла) и были на 9,32 % больше ($p < 0,05$) по сравнению с девушками из юниорской команды ($47,71 \pm 2,59$ баллов) и на 16,42 % больше ($p < 0,05$) по сравнению с мужчинами с ПОДА (см. табл.).

Выводы

Полученные результаты позволяют заключить, что в целом для стрелков из лука характерен выраженный уровень стресса, соответствующий пограничному состоянию между высоким и умеренным. Спортсмены с поражением опорно-двигательного аппарата имели более высокие значения стресса по сравнению со спортсменами юниорской сборной, что подтверждает литературные сведения из других видов спорта. Однако в обеих группах спортсменов наиболее выраженными стрессогенными факторами являлись субъективная оценка трудностей, возникающих в рабочей ситуации, несоответствие вознаграждения за труд и социальный климат в коллективе.

Различия, наблюдаемые в гендерном аспекте, демонстрируют тенденцию к более высокому общему индексу стресса у стрелков-женщин по сравнению с мужчинами в сборной с ПОДА на 7,52 % ($p < 0,05$), а в молодежной сборной различия составляли 3,56 % ($p > 0,05$). Вместе с тем между мужчинами и юниорами не выявлено значимых различий стресса и его составляющих. Однако женщины с ПОДА в большей степени подвержены стрессам по сравнению со здоровыми спортсменками, и стрессогенными факторами для них являются субъективная оценка профессиональной ситуации, вознаграждение за труд и социальный климат в коллективе, а также для них характерны личностные и поведенческие деформации.

При организации работы со спортсменами с поражением опорно-двигательного аппарата необходимо учитывать более выраженную склонность к стрессам у женщин и создавать благоприятные условия тренировочного

процесса, поддерживать здоровый климат внутри коллектива и обеспечивать обратную связь со спортсменками.

Перспективным направлением дальнейшей работы представляется поиск путей эффективного управления психоэмоциональным состоянием спортсменов с повышением их стрессоустойчивости.

Список источников

1. Германов Г. Н. Изучение тревожности у спортсменов высокой квалификации различных групп видов спорта / Г. Н. Германов, Х. Ч. Юй, А. В. Якушева // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2023. № 2(216). С. 529–535. <https://doi.org/10.34835/issn.2308-1961.2023.02.p529-536>. EDN: PEWYNP.
2. Евсеев С. П. Инклюзивный спорт: парадоксы, проблемы и пути их решения / С. П. Евсеев, В. Г. Щербаков, А. В. Аксенов // Адаптивная физическая культура. 2023. Т. 95 № 3. С. 31–35. EDN: DMXDZP.
3. Колмаков В. И. Международный опыт социальной реабилитации травмированных и раненых участников боевых действий на основе физической активности и адаптивного спорта / В. И. Колмаков, А. И. Картавцева, И. В. Составнев // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Гуманитарные науки. 2024. Т. 17. № 2. С. 374–389. EDN: ZIERDS.
4. Леонова А. Б. Психическая надежность профессионала и современные технологии управления стрессом / А. Б. Леонова // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. 2007. № 3. С. 69–81. EDN: JWUOEF.
5. Нугманов Д. Г. Исследование стресс-реакций и внешних факторов стресса в спортивной деятельности (теоретические и практические аспекты) / Д. Г. Нугманов // Акмеология. 2019. № 1(69). С. 48–54. EDN: YXYNFB.
6. Соловей Л. Б. Изучение подверженности стрессу условно здоровых студентов и студентов с ограниченными возможностями здоровья / Л. Б. Соловей, Л. Ю. Беленкова // Психология образования в поликультурном пространстве. 2023. № 2(62). С. 47–55. <https://doi.org/10.24888/2073-8439-2023-62-2-47-55>. EDN: DUZMPJ.
7. Усатов И. А. Стрессоустойчивость личности как фактор преодоления стресса / И. А. Усатов // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2016. № Т2. С. 21–25. EDN: VSDLDX.
8. Хотимченко А. В. Исследование психоэмоционального состояния пауэрлифтеров с поражениями опорно-двигательного аппарата / А. В. Хотимченко, Л. В. Бянкина, А. В. Маслянюк // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2018. № 1(155). С. 311–314. EDN: YODLBC.
9. Щупленков Н. О. Роль психологического фактора в занятиях адаптивной физической культурой и спортом спортсмена-инвалида / Н. О. Щупленков, О. В. Щупленков // Казачество. 2018. № 31(1). С. 24–33. EDN: YLRTVB.
10. Campbell E., Jones G. Sources of stress experienced by elite male wheelchair basketball players // Adapted Physical Activity Quarterly. 2002. Vol. 19. Iss. 1. P. 82–99. <https://doi.org/10.1123/apaq.19.1.82>
11. Gorczynski P. F., Coyle M., Gibson K. Depressive symptoms in high-performance athletes and non-athletes: a comparative meta-analysis // British Journal of Sports Medicine. 2017. Vol. 51. Iss. 18. P. 1348–1354. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096455>

12. Mifsud K. R., Reul J. M. H. M. Mineralocorticoid and glucocorticoid receptor-mediated control of genomic responses to stress in the brain // *Stress*. 2018. Vol. 21, Iss. 5. P. 389–402. <https://doi.org/10.1080/10253890.2018.1456526>
13. Pack S, Kelly S, Arvinen-Barrow M. “I think I became a swimmer rather than just someone with a disability swimming up and down:” paralympic athletes perceptions of self and identity development // *Disability and Rehabilitation*. 2017. Vol. 39. Iss. 20. P. 2063–2070. <https://doi.org/10.1080/09638288.2016.1217074>
14. Swartz L., Hunt X., Bantjes J., eds. Mental health symptoms and disorders in Paralympic athletes: a narrative review // *British Journal of Sports Medicine*. 2019. Vol. 53. Iss. 12. P. 737–740. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-100731>

References

1. Germanov G. N., Yakusheva H. Ch. Yu, A. V. Study of anxiety in highly qualified athletes of various sports groups. *Scientific notes of P. F. Lesgaft University*. 2023;(2):529–535. <https://doi.org/10.34835/issn.2308-1961.2023.02.p529-536>. EDN: PEWYNP. (In Russ.).
2. Evseev S. P., Shcherbakov V. G., Aksyonov A. V. Inclusive sport: paradoxes, problems and ways to solve them. *Adaptive physical education*. 2023;95(3):31–35. EDN: DMXDZP. (In Russ.).
3. Kolmakov V. I., Kartavtseva A. I., Sostavnev I. V. International experience of social rehabilitation of injured and wounded combat veterans based on physical activity and adaptive sports. *Journal of the Siberian Federal University. Series: Humanities*. 2024;17(2):374–389. EDN: ZIERDS. (In Russ.).
4. Leonova A. B. Mental reliability of a professional and modern stress management technologies. *Bulletin of Moscow University. Series 14: Psychology*. 2007;(3):69–81. EDN: JWUOEF. (In Russ.).
5. Nugmanov D. G. Study of stress reactions and external stress factors in sports activities (theoretical and practical aspects). *Acmeology*. 2019;(1):48–54. EDN: YXYNFB. (In Russ.).
6. Solovey L.B., Belenkova L.Y. Study of susceptibility to stress of conditionally healthy students and students with disabilities. *Psychology of education in a multicultural space*. 2023;(2):47–55. <https://doi.org/10.24888/2073-8439-2023-62-2-47-55>. EDN: DUZMPJ. (In Russ.).
7. Usatov I.A. Stress resistance of the individual as a factor in overcoming stress. *Scientific and methodological electronic journal “Concept”*. 2016;(T2):21–25. EDN: VSDL DX. (In Russ.).
8. Khotimchenko A.V., Byankina L.V., Maslyanko A.V. Study of the psycho-emotional state of powerlifters with musculoskeletal disorders. *Scientific Notes of P. F. Lesgaft University*. 2018;(1):311–314. EDN: YODLBC. (In Russ.).
9. Shchuplenkov N.O., Shchuplenkov O.V. The role of the psychological factor in adaptive physical education and sports of a disabled athlete. *Cossacks*. 2018;(31):24–33. EDN: YLRTVB. (In Russ.).
10. Campbell E., Jones G. Sources of stress experienced by elite male wheelchair basketball players. *Adapted Physical Activity Quarterly*. 2002;19(1):82–99. <https://doi.org/10.1123/apaq.19.1.82>
11. Gorczynski P.F., Coyle M., Gibson K. Depressive symptoms in high-performance athletes and non-athletes: a comparative meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*. 2017;51(18):1348–1354. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096455>

12. Mifsud K.R., Reul J. M. H. M. Mineralocorticoid and glucocorticoid receptor-mediated control of genomic responses to stress in the brain. *Stress*. 2018;21(5):389–402. <https://doi.org/10.1080/10253890.2018.1456526>
13. Pack S, Kelly S, Arvinen-Barrow M. “I think I became a swimmer rather than just someone with a disability swimming up and down:” paralympic athletes perceptions of self and identity development // *Disability and Rehabilitation*. 2017;39(20):2063–2070. <https://doi.org/10.1080/09638288.2016.1217074>
14. Swartz L., Hunt X., Bantjes J., eds. Mental health symptoms and disorders in Paralympic athletes: a narrative review. *British Journal of Sports Medicine*. 2019;53(12):737–740. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-100731>

Информация об авторах / Information about the authors:

Пухов Александр Михайлович — кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры физиологии и спортивной медицины, Великолукская государственная академия физической культуры и спорта, Великие Луки, Россия.

Pukhov Aleksandr Mikhailovich — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of the Physiology and Sports Medicine, Velikie Luki State Academy of Physical Education and Sports, Velikie Luki, Russia.

alexander-m-p@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8642-970X>

Сидоренко Маргарита Сергеевна — заслуженный мастер спорта России по стрельбе из лука, магистрант кафедры физиологии и спортивной медицины, Великолукская государственная академия физической культуры и спорта, Великие Луки, Россия.

Sidorenko Margarita Sergeevna — Honored Master of Archery Sports, Master’s student of the Department of the Physiology and Sports Medicine, Velikie Luki State Academy of Physical Education and Sports, Velikie Luki, Russia.

ajsidora07@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-2141-413X>

Городничев Руслан Михайлович — доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой физиологии и спортивной медицины, Великолукская государственная академия физической культуры и спорта, Великие Луки, Россия.

Gorodnichev Ruslan Mikhailovich — Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of the Physiology and Sports Medicine, Velikie Luki State Academy of Physical Education and Sports, Velikie Luki, Russia.

gorodnichev@vlgafr.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9575-9647>

Вклад авторов:

Александр Михайлович Пухов — концептуализация, разработка методологии и дизайна исследования, редактирование и доработка текста.

Маргарита Сергеевна Сидоренко — проведение исследования, формальный анализ, написание первоначального варианта текста.

Руслан Михайлович Городничев — редактирование текста, курирование.

Authors' contributions:

Aleksandr Mikhailovich Pukhov — conceptualization, development of research methodology and design, editing and revision of the text.

Margarita Sergeevna Sidorenko — conducting research, formal analysis, writing the initial text.

Ruslan Mikhailovich Gorodnichev — text editing, curation.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare no relevant conflict of interest.

Статья поступила в редакцию: 24.06.2025;
одобрена после доработки: 30.09.2025;
принята к публикации: 24.10.2025.

The article was submitted: 24.06.2025;
approved after reviewing: 30.09.2025;
accepted for publication: 24.10.2025.

Исследовательская статья

УДК 615.825

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-197-211

**Наталья Владимировна Карпова¹,
Елена Романовна Богаченкова¹,
Алёна Александровна Тарасова¹,
Виталий Александрович Масленников¹**

¹ Российский государственный социальный университет,
Москва, Российская Федерация

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОГРАММНО-МЕТОДИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ЗАНЯТИЙ АДАПТИВНОЙ ВЕРХОВОЙ ЕЗДОЙ НА НАВЫКИ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С РАССТРОЙСТВОМ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА

Аннотация. Данная статья представляет исследование по применению новых подходов к реализации занятий адаптивной верховой ездой для детей дошкольного возраста с расстройством аутистического спектра. Актуальность исследования данной проблематики обусловлена увеличением количества детей с аутизмом. Также наблюдается недостаточная и поздняя диагностика, что делает недоступным раннее психолого-педагогическое сопровождение детей. Разнообразие проявлений данной нозологии представляет сложность в выборе методов коррекции. Поэтому актуальной проблемой является создание, подбор и реализация методов коррекции, которые необходимо решать во всех сферах восстановительных и развивающих мероприятий. В статье рассматриваются программно-методические комплексы занятий адаптивной верховой ездой и их влияние на развитие навыков: одевания, базового обучения (копирование), концентрации внимания, мобильности. Основными методами исследования данной проблемы являлись: анализ влияния занятий адаптивной верховой ездой на повседневные навыки детей с аутизмом, канадская шкала оценки выполнения деятельности (COPM); оценка постурального контроля (тест Ромберга, удержание равновесия на одной ноге, модифицированный тест на лошади); оценка праксиса, реципрокной координации движений (проба на реципрокные движения рук, опережающие движения, пересечение срединной линии — «Игра в кинезиомешок»); модифицированный тест окуломоторного контроля. Для проведения эксперимента были организованы занятия адаптивной верховой ездой в течение трех месяцев с детьми контрольной и экспериментальной групп. В исследуемые группы входили дети с расстройством аутистического спектра, классификации по типу поведения III и IV группы, в возрасте от 4 до 7 лет. На основе полученных данных, разработанные программно-методические комплексы занятий адаптивной верховой ездой для детей с расстройством аутистического спектра дошкольного возраста показали свою эффективность в развитии навыков: одевания, базового обучения (копирование), концентрации внимания, мобильности.

Основываясь на результатах проведенного исследования, были разработаны практические рекомендации.

Ключевые слова: иппотерапия, анималотерапия, РАС, активность, рутина, обучение, генерализация навыка, интервьюирование, произвольные движения, концентрация внимания, мобильность

Финансирование: исследование не имело финансовой поддержки.

Research article

UDC 615.825

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-197-211

Natalia Vladimirovna Karpova¹,
Elena Romanovna Bogachenkova¹,
Alena Alexandrovna Tarasova¹,
Vitaly Alexandrovich Maslennikov¹

¹ Russian State Social University,
Moscow, Russian Federation

THE STUDY OF THE INFLUENCE OF SOFTWARE AND METHODOLOGICAL COMPLEXES OF ADAPTIVE HORSE-RIDING CLASSES ON THE SKILLS OF PRESCHOOL CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDER

Abstract. This article presents a study on the application of new approaches to the implementation of adaptive horse-riding classes for preschool children with autism spectrum disorder. The relevance of the study of this issue is due to the increase in the number of children with autism, as well as insufficient and late diagnosis, which makes early psychological and pedagogical support for children unavailable. The variety of manifestations of this nosology makes it difficult to choose correction methods. Therefore, an urgent problem is the creation, selection and implementation of correction methods that need to be addressed in all areas of rehabilitation and developmental activities. The article discusses software and methodological complexes of adaptive horse-riding classes and their impact on the development of skills: dressing, basic training (copying), concentration, mobility. The main research methods for this problem were: analysis of the impact of adaptive horseback riding on the daily skills of children with autism, the Canadian activity assessment scale (COPM); assessment of postural control (Romberg test, balance on one leg, modified horse test); assessment of practice, reciprocal coordination of movements (test for reciprocal hand movements, advancing movements, crossing the median line — “Kinesiomes shock game”); modified oculomotor control test. To conduct the experiment, adaptive horse-riding classes were organized for three months with children from the control and experimental groups. The study groups included children with autism spectrum disorder, classified by type of behavior of groups III and IV, aged from 4 to 7 years. Based on the data obtained, the developed software and methodological

complexes of adaptive horseback riding classes for children with autism spectrum disorder of preschool age have shown their effectiveness in developing skills: dressing, basic training (copying), concentration, mobility. Based on the results of the conducted research, practical recommendations were developed.

Keywords: hippotherapy, animal therapy, RACE, activity, routine, learning, generalization of skill, interviewing, voluntary movements, concentration of attention, mobility

Funding Statement: no funding was received for writing this manuscript.

Введение

По данным аналитической справки о численности детей с расстройствами аутистического спектра (РАС) в субъектах Российской Федерации наблюдается увеличение численности детей с данной нозологией, также наблюдается недостаточная и поздняя диагностика, что делает недоступным раннее психолого-педагогическое сопровождение детей [3, 4].

Данные нозологии проявляются в самых различных вариантах поведенческих реакций у детей на окружающую действительность, что представляет сложность в выборе методов коррекции [1; 2; 7].

Последние клинические рекомендации для детей с РАС за 2024 год охватывают только психолого-педагогическую сферу и медикаментозную терапию, из нее были исключены методы адаптивной физической культуры, эффективность которых была указана в рекомендациях 2022 года, а также в новой редакции исключена анималотерапия, из-за сложности определения ее эффективности¹.

У детей с РАС выявляются те или иные симптомы нарушений сенсорной обработки в 100 % случаев, нарушения сенсорной модуляции — у 82 % (60 из 73) детей². Зная это, мы можем предположить, что занятия адаптивной физической культурой могут повлиять на сенсорные системы и психическую сферу, а использование лошади как «сенсорного» инструмента намного улучшит обработку сигналов, поступающих из окружающей среды, что повлечет за собой улучшение саморегуляции — адаптивного ответа [6; 8].

Дети с РАС испытывают сложности с выполнением произвольных движений, это препятствует приобретению моторных навыков, что проявляется в частичном или полном отсутствии спонтанного копирования поведения

¹ ГОСТ Р 70774-2023. Услуги по адаптивной верховой езде (иппотерапии). Общие требования: национальный стандарт Российской Федерации. Введ. 2023-10-01. М.: Стандартинформ, 2023. 18 с.

² Аналитическая справка о состоянии образования обучающихся с расстройствами аутистического спектра в субъектах Российской Федерации в 2022 году // Федеральный ресурсный центр по организации комплексного сопровождения детей с расстройствами аутистического спектра МГППУ. М., 20.03.2023. URL: <https://inlnk.ru/NDvv1n> (дата обращения: 06.10.2024).

и движений. У детей наблюдаются трудности в поддержании положения тела в пространстве, манипулировании объектами, что непосредственно влияет на развитие навыков опрятности и концентрации внимания [3; 6; 10].

Адаптивная верховая езда (ABE) не является исключением в решении поставленных проблем.

Цель исследования, представленного в данной статье, заключается в изучении влияния разработанных программно-методических комплексов занятий адаптивной верховой ездой на детей дошкольного возраста с расстройствами аутистического спектра.

В соответствии с проблемой и поставленной целью сформулированы следующие *задачи исследования*:

1. Изучить этиологию, патогенез, клинические проявления, классификацию, основные факторы, препятствующие социализации детей с расстройствами аутистического спектра.
2. Рассмотреть традиционные методы восстановления детей с аутизмом, включающие в себя занятия адаптивной физической культурой, проанализировать методики, используемые в адаптивной верховой езде.
3. Разработать программно-методические комплексы для детей с расстройствами аутистического спектра, средствами адаптивной верховой езды.
4. Оценить эффективность разработанных программно-методических комплексов.

Материалы и методы исследования

В ходе реализации занятий по применению разработанных программно-методических комплексов для детей с РАС средствами адаптивной верховой езды были использованы следующие методы:

1. *Анализ научно-методической литературы* по изучаемой проблематике.
2. *Интервью, канадская шкала оценки выполнения деятельности (COPM)* — это методика интервьюирования, направленная на поиск специалистом повседневных трудностей, которые актуальны для самого клиента и/или его представителя [5]. Интервью проводилось с родителями в течение 40 минут в начале курса занятий и через 3 месяца. В течение сессии с родителями обсуждались возможные проблемы детей дошкольного возраста в повседневной жизни в области навыков опрятности, мобильности, приема пищи, игры, занятий, вовлечения в помощь по дому, а также выяснялось, есть ли сложности с «тихими» увлечениями (самостоятельная игра), активным отдыхом, социальным общением (визитами гостей, посещением людных мест). Затем родители оценивали важность каждой оговоренной трудности, после чего все приоритетные навыки были записаны в итоговую таблицу.

В результате для контрольной и экспериментальной групп были отобраны семьи со следующими запросами: концентрация внимания, одевание и раздевание, мобильность, копирование.

3. *Оценка пострурального контроля:*

3.1. Тест Ромберга. В исходном положении — стоя, стопы вместе, стоять без потери равновесия. Тест проводился сначала с открытыми глазами, затем с закрытыми глазами. Измерение заканчивалось при достижении максимального времени попытки (60 секунд), а также в случае потери устойчивости (положительный тест Ромберга — ребенок не удерживает стопы и позу в надлежащем положении (переступает) для балансировки с закрытыми глазами, открывает глаза, теряет равновесие). На каждое задание давались 3 попытки. Регистрировался результат лучшей попытки. В норме к 4 годам ребенок должен стоять без потери равновесия с открытыми и закрытыми глазами в течение 8 секунд, к 6 годам — от 30 секунд.

3.2. Удержание равновесия на одной ноге позволяет оценить контроль статического равновесия и способность контролировать равновесие, используя одну сторону тела независимо от другой. Ребенок без обуви вставал на одну ногу и сохранял это положение так долго, как сможет. Исходное положение стойка на одной ноге, другая нога согнута в коленном суставе под прямым углом, руки внизу. На каждое задание давались 3 попытки. Регистрировался результат лучшей попытки. Измерение заканчивалось при достижении максимального времени попытки.

3.3. Модифицированный тест на лошади, поструральный контроль в положении сидя. Инвентарь: стремяна, мяч, секундомер, подсказка карточка с положением. Тест проводится для детей с 4 лет. Во время проведения теста можно взять любой предмет, который нравится ребенку. Смысл теста заключается в возможности сидеть на лошади без помощи рук, положения и движения лошади описаны от простого баланса в позе сидя — к сложному поддержанию равновесия. Балл засчитывался после того, как ребенок смог не менее 10 секунд манипулировать предметом не теряя равновесия и не удерживая себя руками.

4. *Оценка праксиса, координации движений:*

4.1. Проба на реципрокные движения рук — исследование способности координировать обе стороны тела во время выполнения ассиметричных и чередующихся движений и к кинетической организации движений.

Объекты наблюдения: координация действий правой и левой руки, поструральный контроль и праксис (двигательное планирование), плавность и равномерность движения; одновременность, синхронность выполнения, запаздывание одной из рук, поочередное выполнение; симметричное выполнение. Оборудование: бумага 8 × 8, неплотно закрытая бутылка.

4.2. Опережающие движения. Направленность: исследование праксиса (моторного планирования) — способность чувствовать и управлять своим телом, согласованно пользоваться правой и левой конечностями, выстраивать

план действий, прогнозируя действие до начала движения. Оборудование: мяч. Процедура проведения: после каждой демонстрации взрослым ребенком:

- в положении сидя ловит мяч, который катится по полу;
- подбрасывает вверх и ловит мяч 3–5 раз;
- 2 раза бросает мяч инструктору, а затем ловит обратно брошенный инструктором мяч;
- бросает и ловит мяч, инструктор отходит ближе, дальше, встает с разных сторон 4 раза.

Объекты наблюдения: способность прогнозировать действие и управлять своим телом для выполнения требуемого двигательного ответа.

4.3. Пересечение срединной линии — «Игра в кинезиомешок»:

а) И. п. — руки в стороны. Упрощенный вариант теста сидя с опорой на стопы, более сложный вариант теста в положении стоя. Мешок передается из руки в руку, инструктор показывает ребенку, как передать мешок так, чтобы рука без мешка оставалась в исходном положении. Необходимо последовательно перекладывать мешок из одной подмышечной области в другую, используя для извлечения мешка руку, противоположную той, в которую он помещен;

б) И. п. — сидя. Исследование пересечения средней линии с выполнением серии движений, праксис, копирование.

Выполнение: в подмышечную область кладется мешок, достается противоположной рукой, перекладывается в подмышечную область другой руки, достается противоположной рукой и т. д. Упражнение выполняется по наглядному показу.

5. *Сравнительный хронометраж занятий* — исследуется хронометраж занятий в зале адаптивной физической культуры с занятиями по адаптивной верховой езде. Для выявления различий включенности детей с РАС, концентрации внимания, фиксации времени простоя из-за проявлений избегающего поведения. Все задания имеют похожую специфику. Фиксируются следующие показатели: количество выполненных упражнений, сколько минут ребенок избегал выполнения задач, время выполнения упражнения.

6. *Модифицированный тест окуломоторного контроля* — оценивается возможность произвольного слежения за предметом. Исключаются нарушения структур глаза, зрительного аппарата; если необходимо, тест проводится в очках. Инвентарь — рыбка на удочке, или другой предмет, привлекающий ребенка. Производим движения минимальные в области лица, отходим от испытуемого на 1 короткий шаг. Осуществляем движение объекта — диагонально, вверх-вниз, вправо-влево по 2 раза, в каждую сторону.

7. *Педагогическое наблюдение* — организованный анализ и оценка процесса занятий адаптивной верховой ездой, в свободной деятельности, без вмешательства в его течение. Объектом исследования являлся ребенок с РАС. Задача исследования — регистрация поведения, занимающегося на внешние стимулы: избегающее поведение и поиск стимулов, адаптация к условиям конюшни, занятиям.

8. *Педагогический эксперимент* включал в себя несколько видов. Естественный эксперимент, проводился с целью анализа различий в поведении детей

в самом начале и конце прохождения курса занятий. Оценивалась самостоятельность, принятие решений, умение ориентироваться в предлагаемой обстановке. В лабораторном эксперименте применялись определенные приемы, инструменты на занятиях, в ином варианте занятия проводились по уже известным методам работы. Была сформирована контрольная и экспериментальная группы.

9. *Метод математической обработки данных* — статистическая обработка данных осуществлялась с помощью применения *T*-критерия Уайта. Этот метод позволил нам определить, есть ли различия до и после эксперимента у двух исследуемых групп. Второй метод статистического исследования — корреляция по Спирмену позволила определить тесноту связей между результатами тестов и оценками по шкале СОРМ после проведения занятий у экспериментальной группы.

Результаты исследования

Исследование проходило на базе конного клуба «Мининский замок», г. Клин, Московской области, организация «Центр верховой езды “Гармония в движении”» с 01.07.2024 по 31.10.2024.

Для проведения эксперимента были организованы занятия адаптивной верховой ездой в течение трех месяцев с детьми контрольной (12 человек) и экспериментальной (12 человек) групп. В исследуемые группы входили дети с расстройством аутистического спектра, классификации по типу поведения III и IV групп, в возрасте от 4 до 7 лет.

Занятия для контрольной группы были сформированы на основе методических рекомендаций для детей с РАС на занятиях адаптивной верховой ездой³.

Для экспериментальной группы занятия были организованы с внедрением разработанных программно-методических комплексов для детей с расстройствами аутистического спектра, средствами адаптивной верховой езды, в которые включались адаптированные упражнения из метода сенсорной терапии («тяжёлая работа» [6]), также в занятия входили задания на координацию: «глаз – рука», пересечение средней линии, для навыков копирования применялось наглядное пособие «Гармония в движении».

Диагностика по представленным методам исследования проводилась в экспериментальной и контрольной группах перед началом реабилитации и после ее окончания (через 3 месяца). Хронометраж осуществлялся через месяц после начала апробации применения разработанных программно-методических комплексов для детей с РАС, средствами адаптивной верховой езды и только с детьми экспериментальной группы, чтобы получить данные об эффективности первого этапа разработанной методики именно в рамках занятий адаптивной верховой ездой.

³ ГОСТ Р 70774-2023. Услуги по адаптивной верховой езде (иппотерапии). Общие требования: национальный стандарт Российской Федерации. Введ. 2023-10-01. М.: Стандартинформ, 2023. 18 с.

Для проведения интервьюирования были подготовлены бланки СОРМ [5], необходимый инвентарь, блокнот для записи результатов.

Тестирование проводилось в помещениях конюшни. Хронометраж осуществлялся в зале АФК и крытом манеже конюшни.

Для контрольной группы в течение трех месяцев проводились занятия, условно разделенные на макро- и микроэтапы. На первом этапе — коммуникативном, нужно было организовать доверительные отношения с инструктором, далее в занятия включаются другие участники процесса. В телесном этапе на ребенка действует множество сенсорных стимулов. Изменение собственных границ и лошади — взаимодействие с лошастью при езде верхом (вольтижировка, игра с мячом). В самом занятии должны соблюдаться следующие микроэтапы: встреча с инструктором и начало занятий — здесь акцент на дозировании стимулов, которые не должны вызывать сопротивление у ребенка; выполнение различных заданий, позволяющие физически контактировать с разными частями тела лошади, — лечь на шею и обнимать ее, можно предложить покормить лошадь сидя верхом и наклонившись к ней; угощение лошади — этот прием важен, так как он способствует формированию субъектности в отношениях ребенка и лошади. Занятия проводились преимущественно верхом на лошади, около нее всадник с ней взаимодействует только во время кормления.

В программно-методические комплексы адаптивной верховой езды для экспериментальной группы были внедрены этапы, обусловленные взаимосвязью обретения ребенком навыков обучения (Пирамида Вильямса и Шеленбергера). Современная организация занятий обусловлена внедрением концепции биопсихосоциальной модели, где учитывается запрос семьи; также к участию привлекается команда специалистов, которая формируется после проведения интервьюирования родителей [5; 9]. Занятия могут проводиться рядом с лошастью (беспосадочный метод), что позволяет учитывать особенности восприятия детей с РАС, регулируя степень сенсорного ввода, а по мотивации и заинтересованности он не уступает посадочному методу.

На начальном этапе включались элементы «тяжелой работы» — инструмент методики сенсорной интеграции. Особенность этих упражнений предполагала движения с вовлечением большого количества моторных единиц в работу. Это позволяет понизить гиперчувствительность детей с РАС, помогает лучше ощутить свое тело. Такие упражнения подготавливают фундамент к базовым навыкам обучения. Данный этап разделялся на несколько последовательных стратегий. В условиях конюшни очень просто организовать условия максимальной мышечной включенности: тянуть лошадь за собой, открывать тяжелые двери, ходить по песку, возить тачку, переносить мешки с опилками, а также ездить на лошади.

Следующий этап был направлен на развитие координации: «глаз — рука», разноименные движения руками, пересечение средней линии, для этого использовались разнообразные упражнения для развития окуломоторного контроля.

Этот этап рекомендуется вводить постепенно, когда ребенок уже осваивает достаточно упражнений «тяжелой работы». Так как контролировать движения глаз и рук — достаточно изнуряющая задача для нервной системы, то эти упражнения включались в небольшом количестве сразу после «тяжелой работы» в дозировке не более 2–3 раз или добавлялись непосредственно в стратегию «тяжелая работа». Преимущество занятий адаптивной верховой ездой для улучшения произвольного движения глаз заключается в том, что всадник сидит пассивно на движущейся лошади и может более легко двигать глазами без поворота корпуса.

Далее внедрялись следующие задания: сбивание предметов сидя на неподвижной лошади или во время движения, ловля мяча, открывание баночек, пересечение средней линии руками. Высокая сложность упражнений, где нужно что-либо сбивать, хватать, сидя верхом на движущейся лошади, обуславливается тем, что ребенку с РАС приходится воспринимать скорость движения лошади, и следить за приближением к объекту, с которым нужно произвольно взаимодействовать. На протяжении всех этапов использовалось пособие «Гармония в движении» для развития схемы тела, пространственной ориентации [3; 6]. В пособии представлено наглядное изображение всадника на лошади, который выполняет различные движения с предметами или без, в различных положениях на лошади. Упражнения подбирались в зависимости от способностей ребенка.

Оценка эффективности применения программно-методических комплексов занятий адаптивной верховой ездой для детей дошкольного возраста с РАС проводилась до и после исследования, результаты представлены в таблице и на рисунках 1–4.

Таблица

Сравнение показателей в контрольной и экспериментальной группах до и после исследования

Тесты	Результаты до занятий АВЕ			Результаты после занятий АВЕ		
	КГ	ЭГ	Т-Уайта*	КГ	ЭГ	Т-Уайта**
Удержание равновесия на одной ноге, сек.	1,3	1,1	136,5	1,7	2,8	111,5
Статическая координация, сек.	2,8	2,5	135	2,9	4,1	110,5
Модифицированный тест на лошади, балл	2,2	1,8	135	2,3	3,1	114
Проба на реципрокные движения рук, балл	4,2	4,2	149	4,2	5,8	112,5
Опережающие движения, балл	1,8	1,9	141,5	1,9	2,8	109,5
Пересечение средней линии, балл	3,3	3,4	149,5	3,8	5,7	105,5
Окулоmotorный контроль, балл	1,3	1,8	131	1,4	2,6	104

Примечание: Т-Уайта* — полученные значения больше 115 <, различия недостоверны, Т-Уайта** — полученные значения меньше 115 >, различия достоверны.

Анализируя полученные данные, можно сказать о том, что два изучаемых метода проведения занятий адаптивной верховой ездой показали улучшение в исследуемых навыках у детей в экспериментальной и контрольной группах.

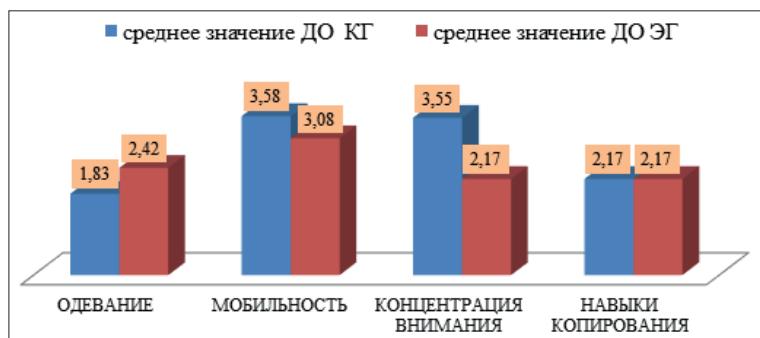


Рис. 1. Оценка по СОРМ навыков до исследования, баллы

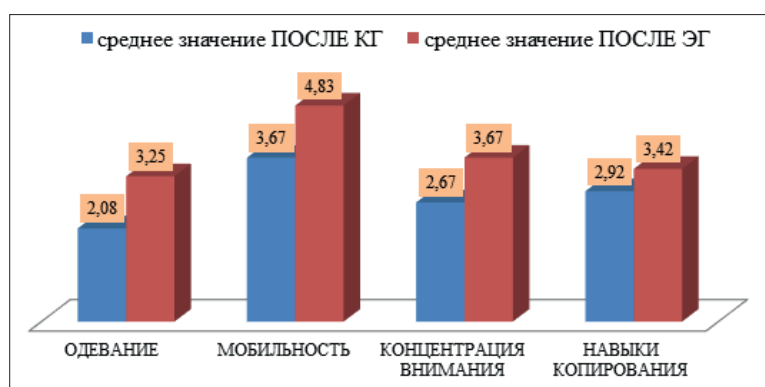


Рис. 2. Оценка по СОРМ навыков после исследования, баллы

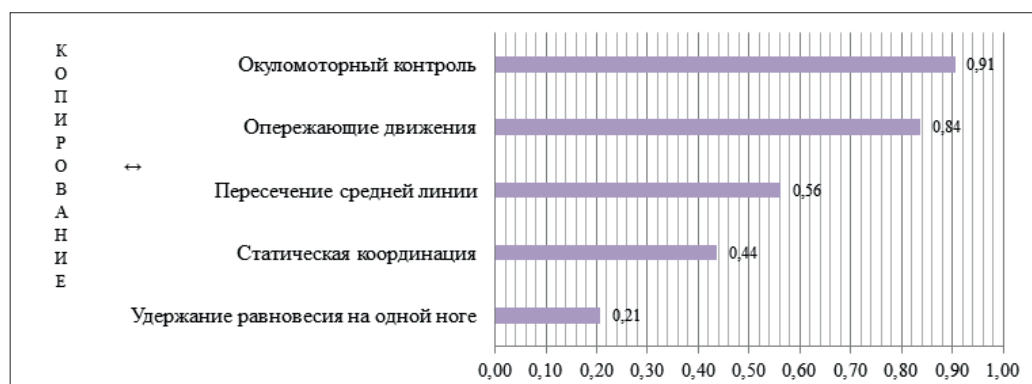


Рис. 3. Результаты корреляционной взаимосвязи между оценкой базового навыка обучения (копирование) и проведенными тестами после занятий АВЕ у экспериментальной группы

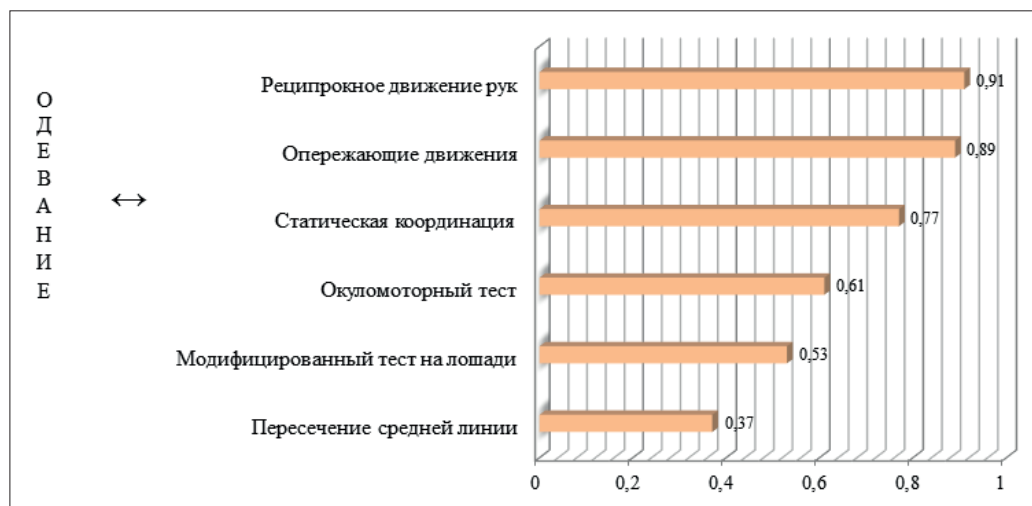


Рис. 4. Результаты корреляционной взаимосвязи между оценкой навыка одевания и проведенными тестами после занятий ABE у экспериментальной группы

Наблюдался незначительный прирост по данным интервьюирования по всем навыкам в контрольной группе в среднем на 0,25–0,5 балла. В экспериментальной группе, несмотря на то что навыки концентрации внимания до занятий были ниже, чем в контрольной группе, мы видим прирост на 1,0–1,5 балла.

Согласно расчетам с использованием метода математической статистики (*T*-критерий Уайта, см. табл.) можно сделать вывод о том, что в экспериментальной и контрольной группах результаты всех тестов перед началом курса занятий не имели достоверных различий (табличное число 115 для 12 человек меньше фактической величины критерия). Это свидетельствует об однородности и сопоставимости сформированных контрольной и экспериментальной групп. Анализ результатов всех тестов после занятий адаптивной верховой ездой показал, что фактическая величина критерия меньше табличного значения *T*-критерия Уайта (см. табл.).

В таком случае достоверные различия подтверждают, что разработанные программно-методические комплексы для детей с РАС, средствами адаптивной верховой езды для экспериментальной группы эффективнее традиционной методики.

Мы считаем важным определить взаимосвязь между оцениваемыми навыками по СОПМ и проведенными тестами, это позволит нам учесть приоритет в выборе тех или иных заданий для детей. На рисунке 3 отражена теснота связи результатов тестов с навыком копирования, где важным для их прироста являлось развитие произвольных движений глаз, а затем скоординированные движения руками.

Рассмотрим следующую взаимосвязь между навыками одевания и проведенными тестами (см. рис. 4), для того чтобы одеваться и раздеваться детям

с РАС больше пригодилось умение разноименно совершать движения руками, а также действовать ими согласно ситуации. Также мы видим, что равновесие играет важную роль в улучшении этого навыка.

Анализируя результаты двух групп до исследования, можно отметить, что у контрольной группы концентрация внимания оценивалась на 1 балл выше, чем у экспериментальной группы. Однако после занятий прирост навыков концентрации внимания в экспериментальной группе составил в среднем 1,5 балла, что указывает на более выраженное влияние разработанных программно-методических комплексов на концентрацию внимания у детей с РАС; помимо этого, значительный прирост баллов зафиксирован в навыках мобильности.

Родители детей экспериментальной группы оценили навыки в среднем на 1 балл выше, чем родители контрольной группы. По всем тестам с использованием *T*-критерия Уайта определены достоверные различия после исследования.

Исследование подтверждает, что разработанные программно-методические комплексы для детей с РАС, средствами адаптивной верховой езды эффективнее традиционной методики в развитии навыков концентрации внимания, мобильности, копирования и одевания.

Изучив корреляционную взаимосвязь тестов с навыком одевания, мы установили, что в большей степени на него повлияло развитие разноименных и опережающих движений рук, равновесие также имеет на улучшение этого умения оказывает влияние равновесия. Развитие окулomotorного контроля имело самую тесную связь с оценкой навыков копирования.

Заключение

Результаты и выводы экспериментальной части могут стать основой для теоретических обобщений и последующего более глубокого изучения проблемы и актуальности разработки комплексов для проведения занятий по адаптивной верховой езде. Разработанные программно-методические комплексы адаптивной верховой езды позволят модернизировать процессы разработки программ занятий.

Список источников

1. Викулова Н. Н. Использование иппотерапии в физической реабилитации детей, страдающих ранним детским аутизмом / Н. Н. Викулова, Е. В. Грумберг // Научный вестник Крыма. 2020. № 1(24). С. 3. EDN: EOFSJ.
2. Калмыкова Н. Ю. Определение типологического варианта аутизма у дошкольников с помощью диагностики психоэмоционального развития / Н. Ю. Калмыкова, М. М. Либлинг // Альманах Института коррекционной педагогики. 2022. № 48(5). С. 41–49. EDN: CMNMSY.
3. Маляр Н. Л. Кинематика подъема на ступеньку у детей и подростков с ранним детским аутизмом / Н. Л. Маляр, Е. В. Максимова, В. Л. Талис // Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. 2016. Т. 66. № 1. С. 62. <https://doi.org/10.7868/S0044467716010111>. EDN: VLPWTL.

4. Мухамедрахимов Р. Ж. Научные основы ранней помощи детям младенческого и раннего возраста и их семьям / Р. Ж. Мухамедрахимов // Вестник Санкт-Петербургского университета. Психология. 2024. Т. 14. № 4. С. 571–587. <https://doi.org/10.21638/spbu16.2024.401>. EDN: WJOOPA.
5. Результативность и качество ранней помощи детям и их семьям в системе социальной защиты населения города Москвы: мнение родителей / А. М. Казьмин, Т. С. Бенграф, А. В. Попова [и др.] // Клиническая и специальная психология. 2025. Т. 14. № 2. С. 143–163. <https://doi.org/10.17759/cpse.2025140209>. EDN: JYSVLR.
6. Результаты экспериментальной методики применения средств иппотерапии при дисфункциях сенсорной интеграции у дошкольников с расстройством аутистического спектра / Е. Ю. Овсянникова, Г. В. Ковязина, В. С. Попереков, Н. В. Булдакова // Человек. Спорт. Медицина. 2019. Т. 19. № S2. С. 110–118. <https://doi.org/10.14529/hsm19s215>. EDN: YEMROD.
7. Рубан О. В. Развитие коммуникативного поведения у детей с расстройствами аутистического спектра средствами традиционного детского фольклора / О. В. Рубан // Дефектология. 2015. № 2. С. 34–44. EDN: UDLMQH.
8. Стоцкая Е. С. Взаимосвязь способности к сохранению равновесия и психофизических функций у детей с расстройствами аутистического спектра / Е. С. Стоцкая, А. Х. Мусралинова // Вестник Сибирского государственного университета физической культуры и спорта. 2025. № 1(14). С. 51–57. EDN: ISJALM.
9. Чистякова Н. П. Алгоритм экспертно-реабилитационной оценки синдрома аутизма в детском возрасте / Н. П. Чистякова, С. В. Литвинцев, Н. Г. Травникова // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2023. Т. 26. № 2. С. 65–73. <https://doi.org/10.17816/MSER472075>. EDN: AQBABD.
10. Kabasakal E. Analysis of the Nutrition, Self-Care Skills, and Health Professional Support in Schools of Children with Autism Spectrum Disorder / E. Kabasakal, F. Ozpulat, E. Bakir // Florence Nightingale Journal of Nursing. 2021. Vol. 29. № 2. P. 239–249. <https://doi.org/https://doi.org/10.5152/fnjin.2021.19089>. EDN: HEFEGO.

References

1. Vikulova N. N., Grumberg E. V. Using Hippotherapy in the Physical Rehabilitation of Children with Early Childhood Autism. Scientific Bulletin of Crimea. 2020;(1):3. EDN: EOFFSJ. (In Russ.).
2. Kalmykova N. Yu., Liebling M. M. Determining the Typological Variant of Autism in Preschoolers Using Diagnostics of Psychoemotional Development. Almanac of the Institute of Correctional Pedagogics. 2022;(48):41–49. EDN: CMNMSY. (In Russ.).
3. Maliar N. L., Maksimova E. V., Talis V. L. Kinematics of climbing a step in children and adolescents with early childhood autism. Journal of Higher Nervous Activity named after I. P. Pavlov. 2016;66(1):62. <https://doi.org/10.7868/S0044467716010111>. EDN: VLPWTL. (In Russ.).
4. Mukhamedrakhimov R. Zh. Scientific foundations of early assistance to infants and young children and their families. Bulletin of St. Petersburg University. Psychology. 2024;14(4):571–587. <https://doi.org/10.21638/spbu16.2024.401>. EDN: WJOOPA. (In Russ.).
5. Kazmin A. M., Bengraf T. S., Popova A. V. [et al.] Effectiveness and quality of early assistance to children and their families in the social protection system of the city of Moscow: parents' opinion. Clinical and Special Psychology. 2025;14(2):143–163. <https://doi.org/10.17759/cpse.2025140209>. EDN: JYSVLR. (In Russ.).

6. Ovsyannikova E. Yu., Kovyazina G. V., Poperekov V. S., Buldakova N. V. Results of the experimental methodology for the use of hippotherapy for sensory integration dysfunctions in preschoolers with autism spectrum disorder. *Chelovek. Sport. Medicine*. 2019;19(S2):110–118. <https://doi.org/10.14529/hsm19s215>. EDN: YEMROD. (In Russ.).
7. Ruban O. V. Development of communicative behavior in children with autism spectrum disorders by means of traditional children's folklore. *Defectology*. 2015;(2):34–44. EDN: UDLMQH. (In Russ.).
8. Stotskaya E. S., Musralinova A. Kh. The relationship between the ability to maintain balance and psychophysical functions in children with autism spectrum disorders. *Bulletin of the Siberian State University of Physical Education and Sports*. 2025;(1):51–57. EDN: ISJALM. (In Russ.).
9. Chistyakova N. P., Litvintsev S. V., Travnikova N. G. Algorithm for expert-rehabilitation assessment of autism syndrome in childhood. *Medical and social examination and rehabilitation*. 2023;26(2):65–73. <https://doi.org/10.17816/MSER472075>. EDN: AQBABD. (In Russ.).
10. Kabasakal E., Ozpulat F., Bakir E. Analysis of the nutrition, self-care skills, and health professional support in schools of children with autism spectrum disorder. *Florence Nightingale Journal of Nursing*. 2021;29(2):239–249. <https://doi.org/10.5152/fnjn.2021.19089>. EDN: HEFEGO.

Информация об авторах / Information about the authors:

Карпова Наталия Владимировна — кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры адаптивной физической культуры, рекреации и междисциплинарной медицины лечебного факультета Медицинской высшей школы, Российский государственный социальный университет, Москва, Россия.

Karpova Natalia Vladimirovna — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Adaptive Physical Education, Recreation and Interdisciplinary Medicine of the Faculty of General Medicine of the Higher Medical School, Russian State Social University, Moscow, Russia.

karpovanv@rgsu.net, <https://orcid.org/0000-0002-0652-0651>

Богаченкова Елена Романовна — магистрант кафедры адаптивной физической культуры, рекреации и междисциплинарной медицины лечебного факультета Медицинской высшей школы, Российский государственный социальный университет, Москва, Россия.

Bogachenkova Elena Romanovna — Master's Student, Department of Adaptive Physical Education, Recreation, and Interdisciplinary Medicine, Faculty of General Medicine, Medical School, Russian State Social University, Moscow, Russia.

aly8880@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5949-4619>

Тарасова Алёна Александровна — старший преподаватель кафедры адаптивной физической культуры, рекреации и междисциплинарной медицины лечебного факультета Медицинской высшей школы, Российский государственный социальный университет, Москва, Россия.

Tarasova Alena Alexandrovna — Senior Lecturer, Department of Adaptive Physical Education, Recreation and Interdisciplinary Medicine, Faculty of General Medicine, Medical School, Russian State Social University, Moscow, Russia.

TarasovaAA@rgsu.net, <https://orcid.org/0009-0005-1021-9940>

Масленников Виталий Александрович — кандидат социологических наук, доцент, доцент кафедры адаптивной физической культуры, рекреации и междисциплинарной медицины лечебного факультета Медицинской высшей школы, Российский государственный социальный университет, Москва, Россия.

Maslennikov Vitaly Alexandrovich — Candidate of Sociological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Adaptive Physical Education, Recreation and Interdisciplinary Medicine, Faculty of General Medicine, Medical School, Russian State Social University, Moscow, Russia.

MaslennikovVA@rgsu.net, <https://orcid.org/0009-0004-2142-6059>

Вклад авторов:

Наталья Владимировна Карпова — концептуализация, проведение исследования, формальный анализ, визуализация, написание первоначального варианта текста.

Елена Романовна Богаченкова — проведение исследования / эксперимента (реализация, сбор данных); формальный анализ (статистическая обработка данных); визуализация (подготовка графиков, таблиц, иллюстраций).

Алёна Александровна Тарасова — разработка методологии и дизайна исследования, редактирование текста, руководство проектом.

Виталий Александрович Масленников — методология (валидация), редактирование текста, курирование.

Authors' contributions:

Natalia Vladimirovna Karpova — conceptualization, conducting research, formal analysis, visualization, writing the initial version of the text.

Elena Romanovna Bogachenkova — research / experiment (implementation, data collection); formal analysis (statistical data processing); visualization (preparation of graphs, tables, illustrations).

Alena Alexandrovna Tarasova — development of research methodology and design, text editing, project management.

Vitaly Alexandrovich Maslennikov — methodology (validation), text editing, and curating.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare no relevant conflict of interest.

Статья поступила в редакцию: 17.01.2025;
одобрена после доработки: 10.07.2025;
принята к публикации: 27.10.2025.

The article was submitted: 17.01.2025;
approved after reviewing: 10.07.2025;
accepted for publication: 27.10.2025.

Исследовательская статья

УДК 796:075.8

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-212-221

Виктор Викторович Косс¹,
Ирина Александровна Винер²,
Яна Олеговна Косс³,
Владимир Геннадьевич Медведев⁴,
Александр Эдуардович Страдзе⁵

¹ Научно-медицинский центр «Софиатрия»,
Москва, Россия

^{2, 3} Центр олимпийской подготовки по художественной гимнастике,
Москва, Россия

⁴ Российский университет спорта «ГЦОЛИФК»,
Москва, Россия

⁵ Московский городской педагогический университет,
Москва, Российская Федерация

НЕСЛУЧАЙНЫЕ ТРАВМЫ В СПОРТЕ: НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Аннотация. Современный спорт предъявляет к телу и психике спортсмена все более жесткие требования, что приводит не только к росту спортивных достижений, но и к качественному изменению характера травматизма. В статье рассматривается концепция неслучайных травм, обусловленных нарушениями формирования двигательных стереотипов в раннем возрасте и снижением нейропластичности. Представлены результаты комплексных наблюдений, включающих методы биомеханических исследований электроэнцефалографии, доплерографии мозгового кровотока, оценку функции шейного отдела позвоночника и транскраниальной нейробиографии. Обоснована необходимость ранней диагностики патологических условных рефлексов и их коррекции как основного средства профилактики повторного травматизма.

Ключевые слова: неслучайные травмы, нейропластичность, двигательные стереотипы, спортивный травматизм, биомеханика, профилактика травматизма

Финансирование: исследование не имело финансовой поддержки.

Research article

UDC 796:075.8

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-212-221

Viktor Viktorovich Koss¹,
Irina Aleksandrovna Viner²,
Yana Olegovna Koss³,
Vladimir Gennadievich Medvedev⁴,
Alexander Eduardovich Stradze⁵

¹ Sofiatria Scientific and Medical Center,
Moscow, Russia

^{2, 3} Olympic Training Center for Rhythmic Gymnastics,
Moscow, Russia

⁴ Russian University of Sports «SCOLIFK»,
Moscow, Russia

⁵ Moscow City University,
Moscow, Russia

NON-ACCIDENTAL INJURIES IN SPORTS: NEUROPHYSIOLOGICAL AND BIOMECHANICAL ASPECTS

Abstract. Modern sports place increasingly stringent demands on the athlete's body and psyche, leading not only to increased athletic achievement but also to a qualitative change in the nature of injuries. This article examines the concept of “non-accidental” injuries caused by impaired motor stereotype formation at an early age and decreased neuroplasticity. The results of comprehensive observations are presented, including biomechanical research methods such as electroencephalography, cerebral blood flow Doppler ultrasound, cervical spine function assessment, and transcranial neuromyography. The need for early diagnosis of pathological conditioned reflexes and their correction as the primary means of preventing recurrent injuries is substantiated.

Keywords: non-accidental injuries, neuroplasticity, motor stereotypes, sports trauma, biomechanics, injury prevention

Funding Statement: no funding was received for writing this manuscript.

Введение

В условиях современной спортивной подготовки, как в любительском, так и в профессиональном спорте, наблюдается неуклонный рост интенсивности нагрузок [1]. Спортивные рекорды обновляются ежегодно, однако за достижениями, как правило, следует рост травматизма [4]. Эти травмы становятся все более «хитроумными» — коварными, труднодиагностируемыми и плохо поддающимися лечению [5]. Мы предлагаем рассматривать многие из них как неслучайные, поскольку их происхождение связано не с внешним острым воздействием, а с внутренне сформированной

патологической программой двигательной активности, начинающейся с раннего детства.

Теоретическое обоснование: от рефлекса к травме. Условный рефлекс — это физиологический механизм, закрепляющий определенную двигательную реакцию на стимул. В процессе спортивной тренировки с раннего возраста формируются двигательные стереотипы, которые могут носить как адаптивный, так и патологический характер [2]. При наличии нарушений в становлении двигательной программы (например, при функциональных блоках шейного отдела, нарушении кровотока в вертебробазиллярной системе или асимметричной нагрузке на стопу и др.) развивается патогенетический условный рефлекс, ведущий к повторяющимся травмам.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на базе Центра олимпийской подготовки по художественной гимнастике под руководством заслуженного тренера И. А. Винер в течение 5 лет (2020–2025 гг.). Диагностические процедуры и коррекционные вмешательства реализовывались совместно с клинической лабораторией научно-медицинского центра «Софиатрия» (Москва).

В исследование были включены юные спортсменки, занимающиеся художественной гимнастикой, в возрасте от 8 до 17 лет, в количестве 1 500 человек. Критерии включения: регулярные тренировки не менее 3 лет, отсутствие острых травм в момент обследования, согласие на участие. Исключались гимнастки с подтвержденными органическими патологиями ЦНС и опорно-двигательного аппарата.

Применялась многоуровневая система функциональной оценки, включающая следующие направления диагностики.

1. Биомеханический анализ:

- трехмерный кинематический анализ движений (Qualisys Motion Capture System) [3];
- регистрация сил и моментов сил реакции опоры при выполнении целостных многосуставных упражнений на стабилодинамометрической платформе: прыжковые тесты, стабилметрия [3];
- динамометрия односуставных движений на изокинетическом динамометре¹.

2. Нейрофизиологическая диагностика:

- электроэнцефалография (ЭЭГ) в состоянии покоя и при выполнении двигательных задач: анализ спектральных характеристик, индекс α -ритма;

¹ Биомеханические и электромиографические характеристики технических элементов в художественной гимнастике / А. Hinkelmann [и др.] // Фитнес-2010: материалы Международ. науч.-практ. интернет-конф. / Рос. гос. ун-т физ. культуры, спорта и туризма. Москва, 2010. С. 69–70.

- транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС): оценка порога возбуждения моторной коры, латентных периодов и функциональной асимметрии;
- транскраниальная электромиография (ТрЭМГ): регистрация биоэлектрической активности мышц при произвольном сокращении и в покое².

3. Нейроваскулярная визуализация:

- транскраниальная доплерография сосудов головного мозга: оценка линейной скорости кровотока и асимметрии в бассейне задней мозговой артерии.

4. Мануально-функциональная оценка:

- тестирование шейного отдела позвоночника (C0–C2): пальпация, ротационные и сгибательно-разгибательные тесты;
- оценка состояния стоп: распределение нагрузки, анализ функциональной дуги свода [7].

5. Интегративные методы:

- метод термографии (по В. В. Косс³): инфракрасная регистрация зон локальной гиперемии и гипотермии для верификации признаков застойных и воспалительных процессов;
- клинический осмотр и анамнез травм: стандартный протокол врачебного наблюдения с фиксацией анамнеза повторных повреждений, частоты рецидивов и субъективных жалоб. Данные сопоставлялись с результатами магнитно-резонансной томографии.

6. Математико-статистические методы:

Статистическая обработка и анализ проводился с применением описательной и корреляционной статистики. Рассчитывались средние значения и стандартные отклонения ($M \pm SD$), частотные характеристики (%), коэффициенты корреляции (r) и уровень статистической значимости (p). Обработка данных производилась в среде Statistica и MS Excel.

Результаты исследования

Динамометрия и статокинезиография выявили нарушения баланса и неравномерное распределение давления в фазе опоры. У 86 % обследованных отмечалась стойкая патологическая двигательная программа, выраженная

² Биомеханические и электромиографические характеристики технических элементов в художественной гимнастике. С. 69–70.

³ Complex method of neuro-biomechanical diagnostics for functional orthopedic and neurological disorders in athletes / V. V. Koss, V. G. Medvedev, S. M. Zafiratu // ResearchGate. 2020. URL: <https://www.researchgate.net/publication/346361010> (дата обращения: 30.07.2025); Комплексная методика нейробиомеханической диагностики функциональных ортопедо-неврологических нарушений спортсменов как средство профилактики травматизма / В. В. Косс, В. Г. Медведев, И. В. Горелов // Тренер. № 3 (11). Март 2021. С. 18–25. URL: https://ya-trener.ru/viktor_koss/ (дата обращения: 30.07.2025).

в нестабильности корпуса, перегрузке одной ноги и нарушениях в кинематике таза и лопаточного пояса.

По данным трехмерного биомеханического анализа (система Qualisys) и анализа техники взаимодействия с опорой (стабилодинамометрическая платформа), у 72 % обследованных гимнасток выявлены травмоопасные элементы спортивной техники при оценке ускорений рабочих звеньев системы, значения которых не связаны с непосредственным вкладом инерционных сил в результат действия. Определенная таким образом некомпенсируемая чрезмерная нагрузка, являющаяся следствием патогенетической двигательной программы статистически значимо ($p < 0.05$) коррелировала с частотой повторяющихся травм в области голеностопного и коленного суставов.

В 58 % случаев зарегистрирована гипоперфузия в бассейне задней мозговой артерии с явлениями асимметрии до 30–45 % между левой и правой сторонами. У всех этих спортсменок наблюдались блоки в сегментах C0–C2 шейного отдела по результатам осмотра и мануального тестирования.

Электроэнцефалография (ЭЭГ) выявила у 58 % спортсменок снижение индекса α -ритма (в среднем $21,3 \pm 3,5$ %), что отражает функциональную негибкость ЦНС. Подавление α -ритма свидетельствует о блокировке сенсорного потока, необходимой для обработки информации, обуславливает тревожные расстройства (стресс или депрессия). Уровень α -активности обратно коррелировал с количеством повторных травм ($r = -0,62$, $p < 0,01$).

По данным транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС), у 65 % обследованных отмечалось повышенное латентное возбуждение в моторной коре. Увеличение продолжительности латентного периода может наблюдаться в следующих случаях:

- как признак активной когнитивной обработки и нейропластичности в контексте освоения новых двигательных навыков;
- как признак утомления и перетренированности, указывающий на снижение возбудимости корковых нейронов, повышения активности тормозных систем, нарушения проведения в синапсах;
- как симптом эмоциональных нарушений, обусловленных страхом, тревогой и повышенным психологическим давлением, характерных для состояния «предстартовой лихорадки». Повышение общего уровня коркового возбуждения может парадоксальным образом приводить к усилению тормозного контроля над моторными зонами, чтобы предотвратить преждевременные или неточные движения.

У 64 % спортсменок после прохождения индивидуального курса биомеханической коррекции и нейротренинга отмечено полное исчезновение болевого синдрома (оценка по визуально-аналоговой шкале боли снизилась с $6,1 \pm 1,2$ до $1,3 \pm 0,9$ балла, $p < 0,001$). У 70 % из них снизились пики вертикальной составляющей силы реакции опоры в периоде приземления при выполнении прыжковых упражнений, что свидетельствует об улучшении техники

приземления, связанной с повышением контроля над эксцентрической фазой работы мышц, укреплении мышц-стабилизаторов. Нормализация уровня α -ритма у большинства гимнасток (70 %) указывает на психоэмоциональное благополучие, повышение нейропластичности мозга и когнитивных процессов.

Концепция несчастных травм в спорте требует пересмотра диагностических и реабилитационных подходов [6]. Повторные повреждения не являются результатом внешнего стечения обстоятельств, а происходят из-за воспроизводимой ошибки в двигательной программе, часто формирующейся еще в детском возрасте. Ключевым фактором здесь выступает нейропластичность ЦНС, которая в условиях стресса, перетренированности и недостаточной коррекции осанки становится сниженной. Это делает невозможным формирование новых двигательных стратегий и приводит к заикленности патологического паттерна.

Выводы

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. Обоснованность включения в стандартные протоколы спортивного обследования нейрофизиологического и биомеханического разделов. Биомеханический блок обследования спортсменов содержит функциональные двигательные тесты для выявления дисбалансов, асимметрий и риска травм у гимнасток. Использование ЭЭГ и ТМС в рамках нейрофизиологического блока позволяет оценить уровень нейропластичности и латентных зон риска, связанных с повышенным возбуждением в моторной коре. Применение метода клинической визуализации «Способ Косса» в комплексной программе обследования гимнасток обеспечивает термографическую верификацию воспалительных и застойных зон, что важно учитывать для определения функционального состояния и выбора реабилитационных мероприятий.

2. Ранняя коррекция двигательных стереотипов с помощью методов лечебной физической культуры, биологической обратной связи, нейротерапии обеспечивает полную ликвидацию болевого синдрома, снижение пика вертикальной составляющей силы реакции опоры в периоде приземления при выполнении прыжковых упражнений и нормализацию уровня α -ритма.

3. Мониторинг показателей в рамках комплексной программы обследования гимнасток позволяет своевременно направить тренировочный процесс на развитие безопасного и эффективного двигательного паттерна, что в совокупности с реабилитационными мероприятиями обеспечивает профилактику спортивного травматизма.

4. Командный подход к наблюдению спортсменов предполагает слаженную работу тренера, врача-невролога, кинезиотерапевта, спортивного физиолога, владеющего навыками управления биомеханическими параметрами движений.

Заключение

Неслучайные травмы — это не фатальное стечение обстоятельств, а следствие патологических, закрепленных во времени условных рефлексов и двигательных программ. Комплексный нейробиомеханический подход позволяет выявлять и устранять эти причины до возникновения травмы. Включение таких протоколов в практику спортивной медицины — ключ к устойчивому развитию спорта без травм.

Список источников

1. Медведев В. Г. Алгоритм педагогических исследований техники спортивных двигательных действий / В. Г. Медведев // Спортивно-педагогическое образование. 2018. № 1-2. С. 145–152. EDN: YAVKDJ.
2. Медведев В. Г. Антропоморфная мехатроника для спорта и медицины / В. Г. Медведев // Российский журнал биомеханики. 2020. Т. 24, № 2. С. 232–242. <https://doi.org/10.15593/RZhBiomeh/2020.2.10>. EDN: LLFZDN.
3. Медведев В. Г. Биомеханизмы отталкивания от опоры в прыжковых упражнениях / В. Г. Медведев // Теория и практика физической культуры. 2013. № 5. С. 82. EDN: QCBMWV.
4. Медведев В. Г. Диагностика несчастных травм спортсменов // Интеграция социогуманитарного и естественно-научного знания в контексте онтокинезиологической методологии спортивной науки: материалы науч. симпозиума, посвящ. памяти В. К. Бальсевича, Москва, 28 мая 2021 г. М.: РГУФКСМиТ, 2021. С. 162–166. EDN: VIDEYQ.
5. Медведев, В. Г. Травматизм в BMX-Race / В. Г. Медведев, А. С. Дышаков // Экстремальная деятельность человека. 2015. № 2 (35). С. 75–78. EDN: ULQTXF.
6. Модель научно-методического обеспечения подготовки высококвалифицированных спортсменов / С. П. Левушкин, М. В. Жийяр, О. Ф. Жуков, В. Г. Медведев // Спортивно-педагогическое образование. 2023. № 2. С. 19–25. https://doi.org/10.52563/2618-7604_2023_2_19. EDN: PCQDRD.
7. Постуральная устойчивость юных спортсменов с признаками недифференцированной дисплазии соединительной ткани, занимающихся сложнокоординационными видами спорта / О. Н. Иващенко, А. Н. Налобина, Н. М. Курч [и др.] // Спортивная медицина: наука и практика. 2017. Т. 7. № 1. С. 29–37. <https://doi.org/10.17238/ISSN2223-2524.2017.1.29>. EDN: YODLVV.

References

1. Medvedev V. G. Algorithm of pedagogical studies of the technique of sports motor actions. Sports and pedagogical education. 2018;(1-2):145–152. EDN: YAVKDJ. (In Russ.).
2. Medvedev V. G. Anthropomorphic mechatronics for sports and medicine. Russian Journal of Biomechanics. 2020;24(2):232–242. <https://doi.org/10.15593/RZhBiomeh/2020.2.10>. EDN: LLFZDN. (In Russ.).
3. Medvedev V. G. Biomechanisms of push-off and support in jumping exercises. Theory and Practice of Physical Education. 2013;(5):82. EDN: QCBMWV. (In Russ.).

4. Medvedev V. G. Diagnosis of Non-Random Injuries in Athletes. In: XXII Scientific and Practical Symposium “Integration of Sociogumanitarian and Natural Science Knowledge in the Context of Ontokinesiological Methodology of Sports Science” dedicated to the memory of V. K. Bal’sovich: Collection of Articles. 2021:162–166. EDN: VIDEYQ. (In Russ.).

5. Medvedev V. G., Dyshakov A. S. Injuries in BMX Race. Extreme Human Activity. 2015;(2):75–78. EDN: ULQTXF. (In Russ.).

6. Levushkin S. P., Zhiyar M. V., Zhukov O. F., Medvedev V. G. Model of Scientific and Methodological Support for the Training of Highly Qualified Athletes. Sports and Pedagogical Education. 2023;(2):19–25. https://doi.org/10.52563/2618-7604_2023_2_19. EDN: PCQDRD. (In Russ.).

7. Ivaschenko O. N., Nalobina A. N., Kurch N. M. [et al.] Postural stability of young athletes with signs of undifferentiated connective tissue dysplasia involved in complex coordination sports. In: Sports medicine: science and practice. 2017;7(1):29–37. EDN: YODLVV. (In Russ.).

Информация об авторах / Information about the authors:

Косс Виктор Викторович — кандидат медицинских наук, заведующий лабораторией спортивной неврологии Института спортивной неврологии и реабилитации, руководитель Научно-медицинского центра «Софиатрия», член Американской академии неврологии (ANN), Москва, Россия.

Viktor Viktorovich Koss — Candidate of Medical Sciences, Head of the Sports Neurology Laboratory, Institute of Sports Neurology and Rehabilitation, Head of the Sofiatria Medical Research Center, member of the American Academy of Neurology (AAN), Moscow, Russia.

koss.victor@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5758-3487>

Винер Ирина Александровна — доктор педагогических наук, профессор, Герой Труда Российской Федерации, заслуженный тренер России, президент Всероссийской федерации художественной гимнастики и социальных проектов, Москва, Россия.

Irina Aleksandrovna Viner — Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Hero of Labor of the Russian Federation, Honored Coach of Russia, President of the International Foundation for the Development and Support of Sports, Rhythmic Gymnastics, and Social Projects, Moscow, Russia.

medinfo@vinercenter.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9042-555>

Яна Олеговна Косс — руководитель лаборатории нейроинтерфейсов Института спортивной неврологии и реабилитации, научное IT-агентство «Сай-Непс», Москва, Россия.

Yana Olegovna Koss — Head of the Neurointerfaces Laboratory at the Institute of Sports Neurology and Rehabilitation, Scientific IT Agency «Sci-Nepse», Moscow, Russia.

y.tikhonova@scinapse.ru, <https://orcid.org/0009-0008-7255-1959>

Медведев Владимир Геннадьевич — кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник лаборатории спортивных и физкультурно-оздоровительных технологий, Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, Россия.

Medvedev Vladimir Gennadievich — Candidate of Pedagogical Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Sports and Physical Culture and Health Technologies, Russian University of Sport «SCOLIFK», Moscow, Russia.

biomechanics@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1774-6605>

Страдзе Александр Эдуардович — доктор социологических наук, профессор, директор Института естествознания и спортивных технологий, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия.

Stradze Alexander Eduardovich — Doctor of Sociological Sciences, Professor, Director of the Institute of Natural Science and Sports Technologies, Moscow City University, Moscow, Russia.

stradzeae@mgpu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7264-8453>

Вклад авторов:

Виктор Викторович Косс — концептуализация исследования, разработка методологии, создание и апробация методики термографической диагностики, проведение нейрофизиологической диагностики (ЭЭГ, ТМС), анализ и интерпретация данных ЭЭГ и ТМС, руководство проектом, написание и редактирование рукописи.

Ирина Александровна Винер — организация и курирование проведения исследования на базе Центра олимпийской подготовки, предоставление ресурсов, отбор испытуемых, согласование текста статьи.

Яна Олеговна Косс — организация сбора данных, проведение части диагностических процедур, редактирование рукописи.

Владимир Геннадьевич Медведев — концептуализация и разработка биомеханической части исследования, проведение биомеханического анализа (стабилодинамометрия, кинематический анализ), статистическая обработка данных, написание и редактирование рукописи.

Александр Эдуардович Страдзе — координация работы между клинической и спортивной базами, редактирование рукописи.

Authors' contributions:

Viktor Viktorovich Koss — conceptualized the study, developed the methodology, developed and tested the thermographic diagnostic method, performed neurophysiological diagnostics (EEG, TMS), analyzed and interpreted EEG and TMS data, managed the project, and wrote and edited the manuscript.

Irina Aleksandrovna Viner — organized and supervised the study at the Olympic Training Center, provided resources, selected subjects, and approved the manuscript.

Yana Olegovna Koss — organized data collection, performed some of the diagnostic procedures, and edited the manuscript.

Vladimir Gennadievich Medvedev — conceptualized and developed the biomechanical portion of the study, conducted biomechanical analysis (stabilodynamometry, kinematic analysis), statistically processed the data, and wrote and edited the manuscript.

Alexander Eduardovich Stradze — coordinated work between the clinical and sports facilities and edited the manuscript.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare no relevant conflict of interest.

Статья поступила в редакцию: 19.09.2025;
одобрена после доработки: 23.09.2025;
принята к публикации: 30.09.2025.

The article was submitted: 19.09.2025;
approved after reviewing: 23.09.2025;
accepted for publication: 30.09.2025.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

Уважаемые авторы!

Редакция просит вас при подготовке материалов, предназначенных для публикации в «Вестнике МГПУ», руководствоваться следующими требованиями.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ СТАТЬИ:

- в верхнем левом углу указывается классификационный индекс Универсальной десятичной классификации (УДК);
- на следующей строке — инициалы и фамилия автора (-ов) (выравнивание — по левому краю, кегль — 14, выделение полужирным шрифтом);
- далее — название статьи на русском языке (выравнивание по центру, кегль 14, выделение — полужирным шрифтом);
- объем статьи — от 20 000 до 40 000 знаков с пробелами, включая рисунки, таблицы и графики, без учета списка литературы (не менее 20 000 и не более 40 000);
- поля — по 2,5 справа, слева, сверху, снизу;
- шрифт — 14, Times New Roman;
- интервал — полуторный;
- красные строки — 1,25 (выставляются автоматически);
- для связи затекстовых библиографических ссылок с текстом документа используются отсылки, которые приводятся в тексте документа в квадратных скобках;
- рисунки, схемы, таблицы и графики должны выполняться в графических редакторах, поддерживающих векторные и растровые изображения; нумеруются в порядке упоминания их в тексте. На все изображения, представленные в статье, должны быть ссылки. Подрисуночные подписи выполняются 12-м кеглем. Отдельно предоставляются рисунки в формате jpeg — не менее 300 dpi точек на дюйм;
- пристатейный библиографический список, озаглавленный **Список источников** (кегль — 14, выравнивание — по ширине страницы). Список строится в алфавитном порядке, оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.07 – 2021 «Статьи в журналах и сборниках. Издательское оформление»;
- список литературы на английском языке, озаглавленный **References** оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.07 – 2021 «Статьи в журналах и сборниках. Издательское оформление»;

- материал статьи должен отвечать требованиям оригинальности: не менее 80 %.
- основной текст статьи в издании может быть только на одном языке. Смешивать в одной статье текст на двух языках не допускается.

Рекомендуется следующая структура научной статьи в журнале:

1. УДК.
2. СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ (-АХ).
3. ЗАГЛАВИЕ СТАТЬИ.
4. АННОТАЦИЯ.
5. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА.
6. ПРИМЕЧАНИЯ / БЛАГОДАРНОСТИ (необязательный раздел).
7. ФИНАНСИРОВАНИЕ.
8. ВВЕДЕНИЕ.
9. ТЕКСТ СТАТЬИ (с выделением разделов МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ).
10. ЗАКЛЮЧЕНИЕ / ВЫВОДЫ.
11. СПИСОК ИСТОЧНИКОВ.
12. ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ.
13. ВКЛАД АВТОРОВ.
14. КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.

УДК

Классификационный индекс Универсальной десятичной классификации (УДК — <https://teacode.com/online/udc/>).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Приводятся на русском и английском языках.

Основные сведения об авторе (авторах) содержат:

- имя, отчество, фамилию автора (полностью);
- наименование организации (учреждения), ее подразделение, где работает или учится автор (без обозначения организационно-правовой формы юридического лица: ФГБУН, ФГБОУ ВО, ПАО, АО и т. п.);
- адрес организации (учреждения), ее подразделения, где работает или учится автор (город, страна);
- электронный адрес автора (e-mail);
- открытый идентификатор ученого (Open Researcher and Contributor ID — ORCID) (для каждого автора). ORCID приводят в форме электронного адреса в сети Интернет. В конце ORCID точку не ставят;
- имя, отчество, фамилия автора ответственного за переписку.

ЗАГЛАВИЕ СТАТЬИ

Приводится на русском и английском языках.

Заглавие статьи пишут прописными буквами. В конце заглавия точку не ставят.

АННОТАЦИЯ / ABSTRACT

Приводится на русском и английском языках.

Аннотация как на русском, так и на английском языке (Abstract) должна быть информативной (не содержать общих слов); содержательной (отражать основное содержание статьи и результаты исследований); структурированной (следовать логике описания результатов в статье); компактными (не превышать 250 слов). Аннотация должна включать следующие пункты:

- Актуальность проблемы, предпосылки исследования.
- Цель исследования.
- Методы исследования (если статья эмпирическая); методология, ведущий подход к исследованию проблемы (если статья теоретическая).
- Результаты исследования, представленные в статье.
- Выводы, отражающие научную и практическую значимость результатов исследования, представленных в статье.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА / KEYWORDS

Приводится на русском и английском языках.

Ключевые слова — семантическое ядро публикации. Они должны включать основные категории и понятия, указывать на тему статьи и научную сферу, к которой она относится, отражать ее предметную и терминологическую область. Не используют обобщенные и многозначные слова, а также словосочетания, содержащие причастные обороты. Количество ключевых слов не должно быть меньше 3 и больше 15. Их приводят, предваряя словами «Ключевые слова» (Keywords). После ключевых слов точку не ставят.

ПРИМЕЧАНИЯ / БЛАГОДАРНОСТИ / ACKNOWLEDGMENTS

(необязательный раздел)

В этом разделе указываются:

- благодарности (если такие имеются);
- небольшой параграф, содержащий информацию о том, где и при каких условиях можно получить доступ к вашим данным.

Дополнительно могут быть приведены:

- библиографическая запись на статью для дальнейшего цитирования;
- сведения о продолжении или окончании статьи при ее публикации частями в нескольких выпусках издания в конце каждой части по форме «Продолжение (окончание) следует».

ФИНАНСИРОВАНИЕ / FUNDING STATEMENT

Приводится на русском и английском языках.

Полная информация о финансовой поддержке исследования, представленного в статье, или информация о том, что исследование не имело финансовой поддержке.

ВВЕДЕНИЕ

Краткое изложение степени разработанности проблемы (не менее 5 ссылок на уже известные выводы, опубликованные в отечественных и зарубежных работах по проблеме);

краткое и точное описание актуальности исследования;

краткое изложение степени разработанности проблемы;

описание существующих противоречий и позиции автора.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Необходимо максимально полно описать дизайн исследования (цель, задачи исследования).

Подробно описать методологию (для теоретической статьи); методы и методику исследования (для эмпирической статьи).

Охарактеризовать выборку. Представить описание плана и этапов эксперимента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты должны соответствовать целям и задачам, обозначенным во введении. Результаты представляются четко, в максимально доказательной форме, в виде таблиц, графиков, диаграмм и т. п. (без интерпретации полученных результатов).

Представляются только авторские результаты без какого-либо анализа литературы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ / ВЫВОДЫ

Приводятся выводы по статье в кратком систематизированном виде. Необходимо представить пути дальнейших исследований и дать рекомендации для практики. В этом разделе не допускаются таблицы, рисунки, ссылки.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

Приводится на русском и английском языках.

Список источников должен содержать научно-исследовательские источники (научные статьи, монографии), в том числе зарубежные, с указанием DOI или URL национального архива для всех источников. На все упомянутые в тексте ссылки должны быть представлены источники в списке. Ссылки на свои работы допускаются.

В статье приводятся два списка литературы.

Первый список составляется согласно требованиям ГОСТ Р 7.0.7 – 2021.

Второй список (References) — список литературы на английском языке — в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.7 – 2021.

Образец оформления списка источников
в соответствии с ГОСТ Р 7.0.7 – 2021

Список источников

1. Tietje C., Baetens F. The impact of investor-state-dispute settlement (ISDS) in the Transatlantic trade and investment partnership: study prepared for the Minister for Foreign Trade and Development Cooperation, Ministry of Foreign Affairs, The Netherlands. 2014. URL: <https://ecipe.org/wp-content/uploads/2015/02/theimpact-of-investor-state-dispute-settlement-isds-in-the-ttip.pdf>

2. Сорокин Д. Е., Сухарев О. С. Структурно-инвестиционные задачи развития экономики России // Экономика. Налоги. Право. 2013. № 3. С. 4–15.

3. Candela R., Geloso V. Coase and transaction costs reconsidered: The case of the English lighthouse system // European Journal of Law and Economics. 2019. Vol. 48, № 3. P. 331–349. <https://doi.org/10.1007/s10657-019-09635-4>

4. Hindelang S., Krajewski M., eds. Shifting paradigms in international investment law: more balanced, less isolated, increasingly diversified. Oxford: Oxford University Press, 2015. 432 p.

Образец оформления References
в соответствии с ГОСТ Р 7.0.7-2021

References

1. Tietje C., Baetens F. The impact of investor-state-dispute settlement (ISDS) in the Transatlantic trade and investment partnership: Study prepared for the Minister for Foreign Trade and Development Cooperation, Ministry of Foreign Affairs, The Netherlands. 2014. URL: <https://ecipe.org/wp-content/uploads/2015/02/theimpact-of-investor-state-dispute-settlement-isds-in-the-ttip.pdf>

2. Sorokin D. E., Sukharev O. S. Structural and investment objectives of the development of the Russian economy. Ekonomika. Nalogi. Pravo = Economics. Taxes. Law. 2013;(3):4–15. (In Russ.).

3. Candela R., Geloso V. Coase and transaction costs reconsidered: The case of the English lighthouse system. European Journal of Law and Economics. 2019;48(3):331–349. <https://doi.org/10.1007/s10657-019-09635-4>

4. Hindelang S., Krajewski M., eds. Shifting paradigms in international investment law: More balanced, less isolated, increasingly diversified. Oxford: Oxford University Press; 2015. 432 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ/АВТОРАХ

Приводится на русском и английском языках.

ВКЛАД АВТОРОВ / AUTHORS' CONTRIBUTIONS

Приводится на русском и английском языках.

Сведения о вкладе каждого автора, если статья имеет более двух авторов.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTERESTS

Приводится на русском и английском языках.

Указание об отсутствии или наличии конфликта интересов и детализация такого конфликта в случае его наличия.

Рукопись подается в редакцию журнала в установленные сроки на электронном носителе, без указания страниц, в сопровождении двух рецензий (внутренней и заверенной внешней), оплаченной квитанции о полугодовой подписке на журнал «Вестник МГПУ». Серия «Естественные науки» (индекс 80282 в каталоге «Роспечати»).

К рукописи прилагаются сведения об авторе (Ф. И. О., ученая степень, звание, должность, место работы, электронный адрес для контактов) на русском и английском языках.

Научные статьи, поступившие в редакцию, проверяются на наличие заимствований из открытых источников (плагиат). Проверка выполняется с помощью интернет-ресурса: www.antiplagiat.ru. Степень оригинальности должна составлять не менее 80 %.

Плата за публикацию рукописей не взимается.

В случае несоблюдения какого-либо из перечисленных пунктов автор по требованию главного или выпускающего редактора обязан внести необходимые изменения в рукопись в пределах срока, установленного для ее доработки.

Более подробные сведения о требованиях к оформлению рукописи можно найти на официальном сайте журнала: <https://iest-vestnik.mgpu.ru/>

По вопросам публикации статей в журнале «Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки» предлагаем обращаться к главному редактору серии Александру Эдуардовичу Страдзе (e-mail: stradzeae@mgpu.ru).

Научный журнал / Scientific Journal

Вестник МГПУ.

Серия «Естественные науки»

MCU Journal of Natural Sciences

2025, № 4 (60)

Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору
в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор)

Регистрационный номер и дата принятия решения о регистрации:
ПИ № ФС77–82092 от 12 октября 2021 г.

Главный редактор:
директор Института естествознания и спортивных технологий МГПУ,
доктор социологических наук *А. Э. Страдзе*

Главный редактор выпуска:
кандидат исторических наук, старший научный сотрудник *Т. П. Веденеева*

Редактор:

А. А. Сергеева

Корректор:

К. М. Музамилова

Перевод на английский язык:

Е. В. Агамирова

Техническое редактирование и верстка:

О. Г. Арефьева

Научно-информационный издательский центр ГАОУ ВО МГПУ

129226, Москва, 2-й Сельскохозяйственный проезд, д. 4

https://www.mgpu.ru/centers/izdat_centre/

Подписано в печать: 30.12.2025 г.

Формат: 70 × 108 1/16. Бумага: офсетная.

Объем: 14,25 печ. л. Тираж: 1000 экз.