

Psychology. Journal of the Higher School of Economics



ПСИХОЛОГИЯ

ЖУРНАЛ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ ЭКОНОМИКИ

В НОМЕРЕ

Sports Psychology

•

Просоциальность и охрана
окружающей среды

•

Оценка способности
к представлению цвета

•

Использование интернета
и читательская грамотность
у подростков

Том 22, №3

2025

ISSN 1813-8918 (Print)
ISSN 2541-9226 (Online)

Том 22. № 3
2025

ПСИХОЛОГИЯ

Журнал Высшей школы экономики

ISSN 1813-8918; e-ISSN: 2541-9226

Учредитель

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»

Главный редактор

В.А. Петровский (НИУ ВШЭ)

Редакционная коллегия

Я. Вальсинер (Ольборгский университет, Дания,
и Частный университет Зигмунда Фрейда, Австрия)

Е.Л. Григоренко (Хьюстонский университет, США)

В.А. Ключарев (НИУ ВШЭ)

Д.А. Леонтьев (НИУ ВШЭ и МГУ им. М.В. Ломоносова)

В.Е. Лепский (ИФ РАН)

М. Линч (Рочестерский университет, США)

Д.В. Люсин (НИУ ВШЭ и ИП РАН)

Е.Н. Осин (Университет Парижа Нантерр,
Франция)

А.Н. Поддьяков (НИУ ВШЭ)

Е.Б. Старовойтенко (НИУ ВШЭ)

Д.В. Ушаков (зам. глав. ред.) (ИП РАН)

М.В. Фаликман (Севани. Университет Юга, США)

А.В. Хархурин (НИУ ВШЭ)

С.А. Щебетенко (НИУ ВШЭ)

С.Р. Яголковский (зам. глав. ред.) (НИУ ВШЭ)

Экспертный совет

К.А. Абульханова-Славская (ИП РАН)

Н.А. Алмаев (ИП РАН)

В.А. Барабанищikov (МГППУ и МИП)

Т.Ю. Базаров (МГУ им. М.В. Ломоносова и
МИП)

А.К. Болотова (НИУ ВШЭ)

А.Н. Гусев (МГУ им. М.В. Ломоносова)

А.Л. Журавлев (ИП РАН)

А.В. Карлов (Ярославский государственный
университет им. П.Г. Демидова)

П. Луцисано (Римский университет Ла Сапиенца,
Италия)

А. Лэнгле (Международное общество логотерапии
и экзистенциального анализа, Австрия)

А.Б. Орлов (НИУ ВШЭ)

В.Ф. Петренко (МГУ им. М.В. Ломоносова)

В.М. Розин (ИФ РАН)

И.Н. Семенов (МГППУ)

Е.А. Сергиенко (ИП РАН)

Т.Н. Ушакова (ИП РАН)

А.М. Чернышев (МГУ им. М.В. Ломоносова)

А.Г. Шмелев (МГУ им. М.В. Ломоносова)

П. Шмидт (Гиссенский университет, Германия)

«Психология. Журнал Высшей школы экономики»
издается с 2004 г. Национальным исследовательским
университетом «Высшая школа экономики» и под-
держивается департаментом психологии НИУ ВШЭ.
Миссия журнала — это

- повышение статуса психологии как фундамен-
тальной и практико-ориентированной науки;
- формирование новых предметов и программ раз-
вития психологии как междисциплинарной сферы
исследований;
- интеграция основных достижений российской и
мировой психологической мысли;
- формирование новых дискурсов и направлений
исследований;
- предоставление площадки для обмена идеями,
результатами исследований, а также дискуссий по
основным проблемам современной психологии.

В журнале публикуются научные статьи по следую-
щим основным темам:

- достижения и стратегии развития когнитивной,
социальной и организационной психологии, психо-
логии личности, персонологии, нейронаук;
- методология, история и теория психологии;
- методы и методики исследования в психологии;
- междисциплинарные исследования;
- дискуссии по актуальным проблемам фундамен-
тальных и прикладных исследований в области пси-
хологии и смежных наук.

Целевая аудитория журнала включает профессио-
нальных психологов, работников образования, пред-
ставителей органов государственного управления,
бизнеса, экспертных сообществ, студентов, а также
всех тех, кто интересуется проблемами и достижения-
ми психологической науки.

Журнал выходит 1 раз в квартал и распространяется в
России и за рубежом.

Выпускающий редактор *Р.М. Байрамян*

Редакторы *Т.А. Сарыева, Д. Вонсбро.*

Корректурa *Н.С. Самбу*

Переводы на английский *К.А. Чистопольская,*
Е.Н. Гаевская

Компьютерная верстка *Е.А. Валуевой*

Адрес редакции:

101000, г. Москва, Армянский пер. 4, корп. 2.

E-mail: psychology.hse@gmail.com

Сайт: <http://psy-journal.hse.ru/>

Перепечатка материалов только по согласованию с ре-
дакцией.

© НИУ ВШЭ, 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Специальная тема выпуска:

Спортивная психология: от саморегуляции до цифровых технологий

И.С. Поликанова. Вступительное слово <i>(на английском языке)</i>	381
Е.Н. Даниленко, О.А. Джафарова, К.Г. Мажирина, Л.Р. Суфиянова, К.С. Назаров, И.Н. Митин. Психофизиологические особенности совладающего поведения спортсменов высокой квалификации <i>(на английском языке)</i>	384
А.А. Якушина, Е.А. Филипова, Е.А. Седогин, С.В. Леонов. Копинг-стратегии спортсменов в ситуации столкновения с травмой: роль вида спорта, пола и тяжести травмы <i>(на английском языке)</i>	395
Н. Лакичевич, Е.А. Панфилова. Роль ментальной стойкости в боевых видах спорта: критическое исследование психологической устойчивости и результатов деятельности <i>(на английском языке)</i>	408
К.А. Бочавер, С.И. Резниченко, Д.В. Бондарев. Аутентичность и психологические ресурсы спортсменов: латентно-профильный анализ их связи с ценностями спорта ..	415
И.С. Поликанова, А.А. Гасанов, С.В. Леонов. Использование технологии виртуальной реальности для обучения стрельбе стоя, постуральному балансу и стабильности ружья в биатлоне: пилотное исследование <i>(на английском языке)</i>	434
Л.Р. Суфиянова, К.С. Назаров, С.И. Баршак, О.А. Джафарова, И.Н. Митин, С.А. Парастаев. Психофизиологические аспекты саморегуляции у спортсменов видов спорта с цифровым компонентом <i>(на английском языке)</i>	449
М.М. Цепелевич, А.М. Мухамедов. Факторы точности слежения за движущимися объектами у хоккеистов 13–15 лет <i>(на английском языке)</i>	461
А.П. Кручинина, И.С. Поликанова. Анализ движений глаз и головы при стрельбе из положения лежа у биатлонистов в сравнении с новичками <i>(на английском языке)</i> ..	473
Е.А. Панфилова. Психомоторные показатели спортсменов-аэробистов возрастных групп 12 14 лет и 15 17 лет <i>(на английском языке)</i>	489

Статьи

А. Неаман. Охрана окружающей среды как проявление просоциальности	503
В.П. Иванушко, В.С. Василенко, Е.В. Печенкова. Методика представления пропущенного цвета по аналогии как инструмент для объективной оценки способности к представлению цвета	522
М.С. Власов, О.А. Сычев, К.И. Белоусов, О.В. Торопчина, Ю.Г. Бабичева, Т.В. Гаврутенко. Мотивация чтения, читательская грамотность и проблемное использование Интернета у подростков	534

Vol. 22. No 3
2025

PSYCHOLOGY

Journal of the Higher School of Economics

Publisher

HSE University

ISSN 1813-8918; e-ISSN: 2541-9226

Editor-in-Chief

Vadim Petrovsky, HSE University, Russian Federation

Editorial board

Maria Falikman, University of the South, Sewanee, USA

Elena Grigorenko, University of Houston, USA

Vasily Klucharev, HSE University, Russian Federation

Anatoliy Kharikhurin, HSE University, Russian Federation

Dmitry Leontiev, HSE University and Lomonosov MSU, Russian Federation

Vladimir Lepskiy, Institute of Philosophy of RAS, Russian Federation

Martin Lynch, University of Rochester, USA

Dmitry Lyusin, HSE University and Institute of Psychology of RAS, Russian Federation

Evgeny Osin, University of Paris Nanterre, France

Alexander Poddakov, HSE University, Russian Federation

Sergei Shchebetenko, HSE University, Russian Federation

Elena Starovoytenko, HSE University, Russian Federation

Dmitry Ushakov, Deputy Editor-in-Chief, Institute of Psychology of RAS, Russian Federation

Jaan Valsiner, Aalborg University, Denmark, and Sigmund Freud Private University, Austria

Sergey Yagolkovskiy, Deputy Editor-in-Chief, HSE University, Russian Federation

Editorial council

Ksenia Abulkhanova-Slavskaja, Institute of Psychology of RAS, Russian Federation

Nikolai Alnaev, Institute of Psychology of RAS, Russian Federation

Vladimir Barabanschikov, Moscow University of Psychology and Education, and Moscow Institute of Psychoanalysis, Russian Federation

Takhir Bazarov, Lomonosov MSU, and Moscow Institute of Psychoanalysis, Russian Federation

Alla Bolotova, HSE University, Russian Federation

Alexander Chernorisev, Lomonosov MSU, Russian Federation

Alexey Gusev, Lomonosov MSU, Russian Federation

Anatoly Karpov, Demidov Yaroslavl State University, Russian Federation

Alfried Längle, International Society of Logotherapy and Existential Analysis (GLE-I), Austria

Pietro Lucisano (Sapienza University of Rome, Italia)

Alexander Orlov, HSE University, Russian Federation

Victor Petrenko, Lomonosov MSU, Russian Federation

Vadim Rozin, Institute of Philosophy of RAS, Russian Federation

Igor Semenov, Moscow City Pedagogical University, Russian Federation

Elena Sergienko, Institute of Psychology of RAS, Russian Federation

Alexander Shmelev, Lomonosov MSU, Russian Federation

Peter Schmidt, Giessen University, Germany

Tatiana Ushakova, Institute of Psychology of RAS, Russian Federation

Anatoly Zhuravlev, Institute of Psychology of RAS, Russian Federation

«Psychology. Journal of the Higher School of Economics» was established by the National Research University «Higher School of Economics» (HSE) in 2004 and is administered by the School of Psychology of HSE.

Our mission is to promote psychology both as a fundamental and applied science within and outside Russia. We provide a platform for development of new research topics and agenda for psychological science, integrating Russian and international achievements in the field, and opening a space for psychological discussions of current issues that concern individuals and society as a whole.

Principal themes of the journal include:

- methodology, history, and theory of psychology
- new tools for psychological assessment;
- interdisciplinary studies connecting psychology with economics, sociology, cultural anthropology, and other sciences;
- new achievements and trends in various fields of psychology;
- models and methods for practice in organizations and individual work;
- bridging the gap between science and practice, psychological problems associated with innovations;
- discussions on pressing issues in fundamental and applied research within psychology and related sciences.

Primary audience of the journal includes researchers and practitioners specializing in psychology, sociology, cultural studies, education, neuroscience, and management, as well as teachers and students of higher education institutions. The journal publishes 4 issues per year. It is distributed around Russia and worldwide.

Managing editor *R.M. Bayramyan*

Copy editing *T.A. Sarieva, N.S. Sambu,*

D. Wansbrough

Translation into English *K.A. Chistopolskaya,*

E.N. Gaevskaya

Page settings *E.A. Valueva*

Editorial office's address:

4 Armyanskiy pereulok, build. 2, 101000, Moscow, Russia.

E-mail: psychology.hse@gmail.com

Website: <http://psy-journal.hse.ru/>

No part of this publication may be reproduced without the prior permission of the copyright owner

© HSE University, 2025 r.

Vol. 22. No 3
2025

PSYCHOLOGY

Journal of the Higher School of Economics

CONTENTS

Special Theme of the Issue.

Sports Psychology: From Self-Regulation to Digital Technologies

I.S. Polikanova. Editorial	381
E.N. Danilenko, O.A. Dzhafarova, K.G. Mazhirina, L.R. Sufiyanova, K.S. Nazarov, I.N. Mitin. Psychophysiological Features of Coping Behavior in Highly Skilled Athletes	384
A.A. Yakushina, E.A. Filippova, E.A. Sedogin, S.V. Leonov. Coping Strategies of Injured Athletes: The Role of Gender, Type of Sport, and Injury Severity	395
N. Lakicevic, E.A. Panfilova. The Role of Mental Toughness in Combat Sports: A Critical Examination of Psychological Resilience and Performance Outcomes	408
K.A. Bochaver, S.I. Reznichenko, D.V. Bondarev. Authenticity and Athletes' Psychological Resources: A Latent Profile Analysis of Their Links with the Spirit of Sport Values (<i>in Russian</i>)	415
I.S. Polikanova, A.A. Gasanov, S.V. Leonov. Use of Virtual Reality Technology for Training Standing Shooting, Postural Balance, and Rifle Stability in Biathlon: A Pilot Study	434
L.R. Sufiyanova, K.S. Nazarov, S.I. Barshak, O.A. Dzhafarova, I.N. Mitin, S.A. Parastayev. Psychophysiological Aspects of Self-Regulation in Phygital Athletes ...	449
M.M. Tcepelevich, A.M. Mukhamedov. Analyzing Multiple Object Tracking Accuracy in Ice Hockey Players 13–15 Years Old	461
A.P. Kruchinina, I.S. Polikanova. Analysis of Eye and Head Tracking Movements during Shooting from the Prone Position in Biathletes Compared to Novices	473
E.A. Panfilova. Psychomotor Parameters of Athletes in Aerobic Gymnastics of Age Group 1 and Age Group 2	489

Articles

A. Neaman. Environmental Conservation as an Expression of Prosociality (<i>in Russian</i>) ...	503
V.P. Ivanushko, V.S. Vasilenko, E.V. Pechenkova. Imaginary Completion of Color Sequence by Analogy as a Tool for Objective Assessment of Mental Imagery of Color (<i>in Russian</i>)	522
M.S. Vlasov, O.A. Sychev, K.I. Belousov, O.V. Toropchina, Y.G. Babicheva, T.V. Gavrutenko. Reading Motivation, Reading Literacy, and Problematic Internet Use in Adolescents (<i>in Russian</i>)	534

От редакции

Дорогие читатели!

Журнал отмечает юбилей дорогих и значимых в деятельности нашего журнала главного редактора, доктора психологических наук, профессора, научного руководителя Центра фундаментальной и консультативной персонологии департамента психологии Вадима Артуровича Петровского и члена нашей редакционной коллегии, доктора психологических наук, профессора, заведующего Международной лабораторией позитивной психологии личности и мотивации департамента психологии Дмитрия Алексеевича Леонтьева. Редакция журнала поздравляет юбиляров, желает крепкого здоровья, благополучия и творческого вдохновения!

Полный текст поздравлений размещен на сайте журнала:
<https://psy-journal.hse.ru/news/318502709.html>

Special Theme of the Issue.

Sports Psychology:

From Self-Regulation to Digital Technologies

EDITORIAL

Sports psychology is considered to be one of the most dynamically growing psychology branches. This is due to both technological innovations, such as virtual reality, eye-tracking, artificial intelligence (AI), and increased competition of athletes, which results in higher workload, younger age of career onset, and search for alternative training approaches. Elite athletes often compete at their physical and physiological limits. It is therefore a proper psychological training that may be critical to an athlete's performance.

Sports psychology is most strongly characterized by the complexity of applied approaches. Thus, ideomotor training, coping strategies and self-regulation methods remain relevant and sought-after by athletes. On the other hand, the rapid evolution of innovation and AI allows for even greater improvements in athletes' training. Given this diversity of innovative sport solutions, not only the increasingly advanced technologies used for athlete diagnosis and training are essential, but also a systematic and evidence-based methodology based on research and scientific data.

At the moment, a range of research groups in Russia are active in conducting scientific studies related to the sports psychology issues. Some of those studies are presented in this special issue that also features a collaboration between our colleagues from the Faculty of Sport and Physical Education at the University of Novi Sad in the Republic of Serbia.

The articles included in this special issue give a clear reflection of the key trends in the modern development of sports psychology: psychological methods and approaches (coping strategies, self-regulation, mental toughness, etc.); studying psychophysiological parameters of sport, including comparison of professionals with novices in order to identify the most relevant attributes; development and implementation of digital technologies in the psychological training of athletes.

The article of E.N. Danilenko et al. examines the coping strategies of highly skilled athletes across various sports, utilizing psychological assessments through the “Coping Inventory for Stressful Situations” (CISS) and a biofeedback-based training program called “Honey Bear.” The program, implemented with the “BOS-PULSE” system, tracks physiological parameters such as cardio interval duration and skin conductance. Results indicate that athletes predominantly employ adaptive coping strategies, including both problem-focused and emotion-focused approaches. The analysis further categorizes athletes into two groups based on their emotional reactivity: those with normal/reduced reactivity and those with excessive reactivity. The findings highlight the need for corrective health measures for athletes exhibiting emotion-focused coping and excessive emotional responses, recommending gaming biofeedback technology as an effective intervention.

The work of A.A. Yakushina, E.A. Filippova, and S.V. Leonov has also explored coping strategies used by the injured athletes with regard to their gender, a type of sport and injury severity. The results show that the choice of coping strategies varies among injured athletes: males and athletes from contact sports are more prone to use avoidance strategies for severe injuries, whereas females and athletes from non-contact sports tend to use problem-focused strategies for mild injuries.

The mini review by N. Lakicevic and E. A. Panfilova considers such a crucial psychological construct as mental toughness based on combat sports. Athletes in combat sports are constantly faced with high levels of stress both during training and competition. Mental toughness becomes the factor that separates average athletes from real champions.

The study of K.A. Bocharov, S.I. Reznichenko, D.V. Bondarev explores the relationship between psychological resources — authenticity, mental toughness, and resilience — and commitment to the “Spirit of Sport” values among 418 male professional athletes from Russian national teams. Utilizing various scales and analyses, three athlete typologies were identified: high-resource (51%), medium-resource (32%), and low-resource (17%), with mental toughness as the key differentiator.

The article of I.S. Polikanova, A.A. Gasanov, and S.V. Leonov presents the results of a pilot study using a virtual reality (VR) environment developed by the authors that simulates running and shooting in biathlon. This article analyzes the factors that affect the standing shooting performance in biathlon.

The work of L.R. Sufiyanova et al. investigates the psychophysiological aspects of self-regulation during post-exertion recovery in phygital athletes competing in sports such as football, basketball, and shooting. Using the BOSLAB-self-regulation system, stress tests were administered to assess the participants' self-regulation under stress, measuring electrocardiogram and skin conductance response before and after testing. The sample included 73 athletes and a control group of 13 competition administrators and referees. Findings revealed that phygital athletes exhibited twice as many instances of elevated heart rates and 1.5 times more excessive emotional reactivity compared to traditional athletes, with few showing no response to stress tests.

M.M. Tcepelevich and A. M. Mukhamedov studied the correlation between the accuracy of moving objects tracking in three-dimensional space and task parameters, as well as the playing position of hockey players aged 13 to 15. Twenty-nine forwards and twenty defencemen took part in the test and performed tasks using a virtual reality setup. Key metrics such as task accuracy, total path length, collisions, occlusions, and motion speed were recorded. Analysis revealed that higher motion speeds and frequent occlusions from distractors negatively impacted tracking accuracy, underscoring the importance of considering various task parameters in athlete assessments.

The work of A.P. Kruchinina and I.S. Polikanova was aimed at studying eye and head movement parameters in biathletes of different skill levels, including beginners, in order to determine the distinction that affects shooting performance. Biathlon shooting is a critical factor influencing an athlete's success, impacted by elements such as muzzle blast, rifle recoil, aiming patterns, and environmental conditions. Elite biathletes exhibited minimal gaze path length after shooting, lower pre-shooting head and gaze velocities, a smaller normalized ellipse square, longer and fewer fixations, and less blinking, all correlating with enhanced concentration and shooting efficiency.

E.A. Panfilova's study assessed psychomotor parameters in twenty-four female aerobic gymnasts aged 12 to 17, divided into Youth and Junior Divisions. Conducted during an off-season, the research identified that tests measuring mobility, balance, and nervous process intensity were most effective in evaluating psychophysiological parameters. The content of the articles in this thematic issue suggests a diversity of approaches to the psychological preparation of athletes in the context of modern sports today.

I.S. Polikanova

PSYCHOPHYSIOLOGICAL FEATURES OF COPING BEHAVIOR IN HIGHLY SKILLED ATHLETES

**E.N. DANILENKO^a, O.A. DZHAFAROVA^a, K.G. MAZHIRINA^a,
L.R. SUFIYANOVA^b, K.S. NAZAROV^b, I.N. MITIN^b**

^a Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine” (FRC FTM), 2 Timakova Str., Novosibirsk, 630060, Russian Federation

^b Federal State Budgetary Institution “Federal Scientific and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical-Biological Agency” (FSCCSM FMBA), 5 Bolshaya Dorogomilovskaya Str., Moscow, 121059, Russian Federation

Психофизиологические особенности совладающего поведения спортсменов высокой квалификации

**Е.Н. Даниленко^a, О.А. Джафарова^a, К.Г. Мажирина^a, Л.Р. Суфиянова^b,
К.С. Назаров^b, И.Н. Митин^b**

^a Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины», 630060, Россия, Новосибирск, ул. Тимакова, д. 2

^b Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации ФМБА», 121059, Россия, Москва, ул. Б. Дорогомиловская, д. 5

Abstract

The study investigates the coping behavior (coping strategies) of highly skilled athletes participating in various sports. Diagnostic tools include psychological testing of basic coping styles using the Coping Inventory for Stressful Situations (CISS) by N. S. Endler and J. A. Parker, as well as a multiparametric combined game training program called “Honey Bear” (“Sladkoyezhka”, “a sweet tooth”). The program is based on biofeedback (BFB) and the use of parameters such as the cardiointerval

Резюме

Исследуется совладающее поведение (копинг-стратегии) спортсменов высокой квалификации различных видов спорта. Материалы и методы диагностики включают психологическое тестирование базовых стилей совладающего поведения с использованием методики «Копинг-поведение в стрессовых ситуациях» (CISS) Эндлера—Паркера; многопараметрический комбинированный игровой тренинг «Сладкоежка» на основе биологической обратной связи (БОС) по параметрам длительности кардиоинтервалов и кожной проводимости.

The work was carried out as part of the state assignment of FRC FTM and as part of the state assignment of FSCCSM FMBA.

Работа выполнена в рамках Государственного задания ФИЦ ФТМ и в рамках Государственного задания ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России.

duration and skin conductance. The BFB training is conducted using the BOS-PULSE software and hardware complex (a modification of the Pulsar device) for processing electrophysiological and psychophysiological information and biofeedback, produced by LLC COMSIB, Novosibirsk. The following physiological parameters are recorded: cardiointerval duration, skin electrical conductance, and spontaneous skin galvanic reactions. The dominant coping behavior among athletes is represented by adaptive coping strategies, problem-focused and emotion-focused coping. Analysis of the dynamics of the training parameters of the "Sweet Tooth" BFB training allowed the athletes to be divided into two groups based on their type of emotional response. Those with normal/reduced reactivity and those with excessive reactivity were selected. Behavioral, physiological, and psychoemotional characteristics of the participants' identified coping behaviors are described. The necessity of corrective health measures for athletes demonstrating emotion-focused coping strategies and excessive emotional reactivity during the "Sweet Tooth" BFB training is substantiated. The use of gaming biofeedback technology is recommended as a corrective measure.

Keywords: elite sports, stress management, coping behavior, coping strategies, psychophysiological diagnostics, functional states, emotional reactions, game training, biofeedback.

Elena N. Danilenko — Research Fellow, Laboratory of Computer Biofeedback Systems, Research Institute of Molecular Biology and Biophysics, Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine.

Research Area: psychology of self-regulation, neuropsychology, biofeedback, stress resistance, personality traits, psychophysiology of sports

E-mail: elena.danilenko2011@yandex.ru

БОС-тренинг проводится с помощью программно-аппаратного комплекса обработки электрофизиологической и психофизиологической информации и биоуправления «БОС-ПУЛЬС» (модификация прибора — «Пульсар») производства ООО «Комсиб», г. Новосибирск. Регистрируются физиологические параметры: длительность кардиоинтервалов, электрическая проводимость кожи, спонтанные кожно-гальванические реакции. Доминирующее совладающее поведение спортсменов представлено адаптивными копингами: проблемно-ориентированным и эмоционально-ориентированным. Анализ динамики управляющих параметров тренинга «Сладкоежка» позволил разделить спортсменов по типу эмоционального реагирования на две группы: с нормальным/сниженным и избыточным реагированием. Описаны поведенческие, физиологические и психоэмоциональные особенности выявленного совладающего поведения участников. Обоснована необходимость проведения коррекционных оздоровительных мероприятий со спортсменами, демонстрирующими стратегии эмоционально-ориентированного копинга и показавшими избыточное эмоциональное реагирование при БОС-тренинге «Сладкоежка». В качестве коррекционных мероприятий рекомендовано использование технологии игрового биоуправления на основе биологической обратной связи.

Ключевые слова: спорт высших достижений, преодоление стресса, совладающее поведение, копинг-стратегии, психофизиологическая диагностика, функциональные состояния, эмоциональные реакции, игровой тренинг, биологическая обратная связь.

Даниленко Елена Николаевна — научный сотрудник, лаборатория компьютерных систем биоуправления НИИ молекулярной биологии и биофизики, Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины (ФИЦ ФТМ).

Сфера научных интересов: психология саморегуляции, нейропсихология, биоуправление, стрессоустойчивость, личностные особенности, психофизиология спорта.

Контакты: elena.danilenko2011@yandex.ru

Olga A. Dzharfarova — Head of the Laboratory, Laboratory of Computer Biofeedback Systems, Research Institute of Molecular Biology and Biophysics, Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine, PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor.

Research Area: biofeedback, self-regulation, psychophysiology, stress, stress resistance, anxiety, virtual reality, system analysis.

E-mail: olga.jafarova@gmail.ru

Ksenia G. Mazhirina — Lead Research Fellow, Laboratory of Computer Biofeedback Systems, Research Institute of Molecular Biology and Biophysics, Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine, PhD in Psychology.

Research Area: psychology of self-regulation, neuropsychology, biofeedback, functional magnetic resonance imaging, personality traits, psychological testing, psychophysiology.

E-mail: ksyh@mail.ru

Liliana R. Sufiyanova — Medical Psychologist, Department of Medical and Psychological Support for Russian National Sports Teams, Federal State Budgetary Institution “Federal Scientific and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical-Biological Agency”.

Research Area: psychology of sports, applied psychophysiology.

E-mail: icy0pin@gmail.com

Kirill S. Nazarov — Researcher, Organizational and Research Department, Federal State Budgetary Institution “Federal Scientific and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical-Biological Agency”.

Research Area: psychology of sports, applied psychophysiology.

E-mail: themourningcomes@gmail.com

Igor N. Mitin — Lead Research Fellow, Head of the Laboratory of Sports Psychophysiology and Medical Psychology,

Джафарова Ольга Андреевна — руководитель лаборатории, лаборатория компьютерных систем биоуправления НИИ молекулярной биологии и биофизики, Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины (ФИЦ ФТМ), кандидат физико-математических наук, доцент.

Сфера научных интересов: биоуправление, саморегуляция, психофизиология, стресс, стрессоустойчивость, тревожность, виртуальная реальность, системный анализ.

Контакты: olga.jafarova@gmail.ru

Мажирина Ксения Геннадьевна — ведущий научный сотрудник, лаборатория компьютерных систем биоуправления НИИ молекулярной биологии и биофизики, Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины (ФИЦ ФТМ), кандидат психологических наук.

Сфера научных интересов: психология саморегуляции, нейропсихология, биоуправление, функциональная магнитно-резонансная томография, личностные особенности, психологическое тестирование, психофизиология.

Контакты: ksyh@mail.ru

Суфиянова Лилиана Рашидовна — медицинский психолог, отдел медико-психологического обеспечения спортивных сборных команд РФ Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства».

Сфера научных интересов: психология спорта, прикладная психофизиология.

Контакты: icy0pin@gmail.com

Назаров Кирилл Сергеевич — научный сотрудник, организационно-исследовательский отдел Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства».

Сфера научных интересов: психология спорта, прикладная психофизиология.

Контакты: themourningcomes@gmail.com

Митин Игорь Николаевич — ведущий научный сотрудник, руководитель лаборатории спортивной психофизиологии и медицин-

Organizational and Research Department, Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical-Biological Agency", PhD in Medical Sciences.

Research Area: psychology of sports, applied psychophysiology.

E-mail: pino4t@list.ru

ской психологии, организационно-исследовательский отдел Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», кандидат медицинских наук.

Сфера научных интересов: психология спорта, прикладная психофизиология.

Контакты: pino4t@list.ru

Modern elite sports place special demands on the professional competencies of athletes, particularly on their active stress management skills. Effective behavioral models of adaptation to changes, the ability of athletes to focus on internal sensations to assess stress levels, and the mobilization of physiological resources to overcome stress help maintain optimal performance and refine techniques for executing sports actions. These are considered to be essential conditions for successful professional development (Berilova et al., 2020; Bochaver et al., 2021; Gorskaya, 2017, 2019; Balk & Englert, 2020).

Coping behavior is aimed at ensuring and maintaining an individual's well-being, both physical and mental (Lazarus & Folkman, 1984; Folkman & Lazarus, 1988; Weinberg & Gould, 2014). Coping behavior is a crucial aspect of psychological resilience and adaptation to various non-standard situations. Coping strategies depend on personal characteristics, experience, and the specifics of the stressful situation, enabling individuals to overcome difficulties, adapt to changes, and minimize the negative impact of stressors (Zhuravlev et al., 2008; Kryukova, 2008).

In elite sports, coping is primarily associated with managing stress during training and competitions, as well as with personal negative experiences (such as fear of losing, the complexity of tasks, or unsuccessful personal sports experiences) and unexpected challenges (such as sports injuries or being transferred to another team). External factors, such as the significance of the competition, the presence of strong opponents, and the behavior of fans, can also amplify stress on athletes, often long before the actual event (Berilova et al., 2020, 2021; Bochaver & Dovzhik, 2016; Gorskaya, 2019; Dovzhik & Bochaver, 2016; Pankratova, 2021; Fronso et al., 2017).

Thus, a comprehensive approach is necessary for the objective diagnosis of athletes' coping behavior, taking into account their personal characteristics, physiological potential, and emotional reactivity in stressful and extreme conditions.

The aim of the study is to investigate the coping behavior of highly skilled athletes.

Materials and Methods

The study involved highly skilled athletes from the following national youth team sports: football (N = 28, age 18–22 y.o., M = 19.4), volleyball (N = 31, age 18–21

y.o., $M = 19.9$), handball ($N = 32$, age 18–22 y.o., $M = 20.5$). All participants are male and have been involved in the selected sports with a minimum experience of 5 years. The diagnostics of athletes’ coping behavior included psychological testing and the “Honey Bear” BFB game training.

Psychological testing was provided using the Coping Inventory for Stressful Situations (CISS) by Endler and Parker. This tool diagnoses three basic coping styles. These styles are the Task-Oriented Coping (TOC) focused on task-solving, the Emotion-Oriented Coping (EOC) focused on managing emotions, and the Avoidance-Oriented Coping (AOC) which includes distraction and social diversion (Kryukova, 2010).

The multiparametric combined game training “Honey Bear” is a type of applied biofeedback technology; it diagnoses the functional and psychoemotional state of athletes based on the targeted control of heart rate (HR) and skin conductance response/galvanic skin response (SCR/GSR) of participants during training sessions (Mazhirina et al., 2023a). The BFB training is conducted using the BOS-PULSE software and hardware system for processing electrophysiological and psychophysiological information and biofeedback (produced by LLC COMSIB, Novosibirsk).

The plot of the combined game training “Honey Bear” (screenshots of the “Honey Bear” game application are shown in Figure 1).

The training presents a game scenario in which the main character, a bear cub, must climb a tree, reach the honey located in a hollow, and eat it. The honey in the hollow is guarded by bees. They fly near the bear cub and carry a small door to close the hollow. If the bear cub manages to outrun the bees, it gets to eat the honey. If the bees outrun the bear cub, they hang the door on the hollow, and the bear cub does not get the honey.

Figure 1

Screenshots of the Game Application “Honey Bear”



The speed of the bear cub decreases as the level of emotional tension in the participant increases, which is expressed in an increase in HR and the number of spontaneous reactions in the skin conductance level (SCL) signal. Accordingly, the calmer the participant, the faster the bear cub can climb the tree, and the greater its chances of outrunning the bees. If the participant avoids developing stress reactions, the obstacles decrease, and the bear cub has a better chance of reaching the honey first.

The goal of the training is to simultaneously lower the pulse and prevent sharp increases in skin conductance. The training is considered effective if during the session there are no spontaneous reactions exceeding the individual SCR/GSR threshold, and the number (frequency) of reactions decreases from trial to trial. The duration of a session is six trials (20–25 minutes total), during which the following physiological parameters are recorded: the duration of cardiointervals (RR, ms), the skin conductance level (SCL, μ S), reaction frequency (RF, 1/min), and session rating (win/loss for each trial). For each trial, the average values of the parameters are calculated (RR1-RR6, SCL-SCL, RF1-RF6), as well as the amplitudes of spontaneous skin conductance responses (AMP1-AMP6, μ S).

Results

Based on the analysis of coping behavior diagnostics, the basic dominant strategies of athletes in stressful situations were identified. The majority of participants (76.9%) chose problem-focused coping (50-74 CISS scale points) as their dominant behavioral strategy in stressful situations. This strategy involves solving the task at hand by analyzing the situation and planning steps to overcome the problem, actively seeking specific actions to mitigate the stressor or reduce its impact. Participants demonstrated suppression of concurrent activities and immersion in the problem, often refusing other activities to focus on resolving the particular stressful situation.

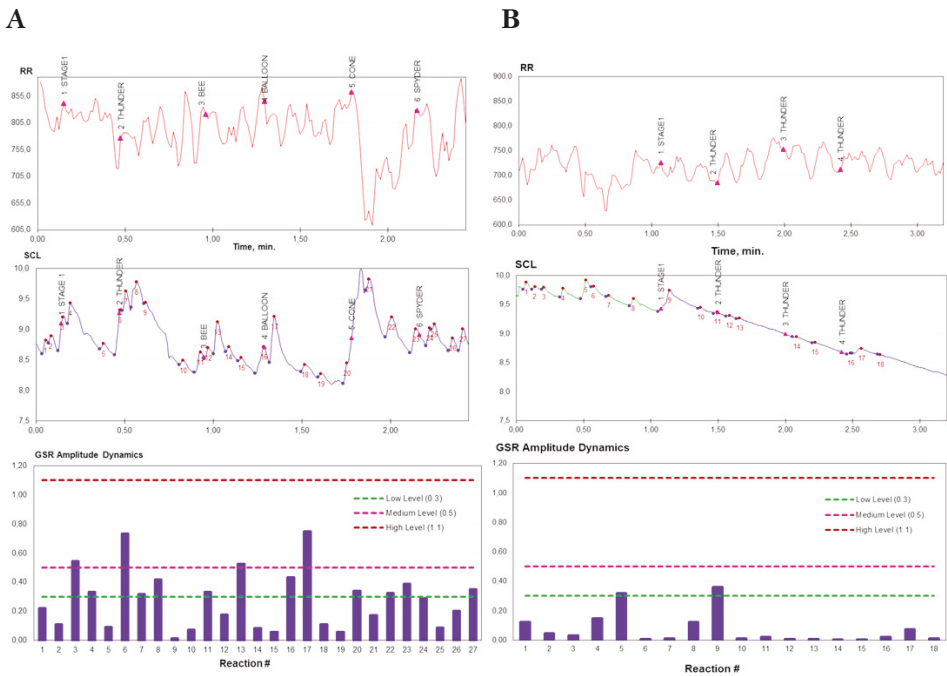
To a lesser extent (23.1%), participants used emotion-focused coping strategies (19-38 CISS scale points) in stressful situations, such as seeking social support (turning to close ones for moral support), positive reappraisal (reframing the situation to interpret stressful events as beneficial), radical acceptance (acknowledging the reality of the stressful situation without denial or self-deception), and self-control (attempting to monitor and restrain emotional responses to stress).

Non-constructive coping strategies were not observed in this sample.

Analysis of HR and SCL data from the combined BFB game training “Honey Bear” revealed that the majority of participants (83.5%) demonstrated effective psychophysiological response profiles (Mazhirina et al., 2023b) with normal or reduced emotional state based on SCL parameters. This indicates sufficient self-regulation skills and high performance in an optimal or near-optimal functional state (Figure 2B). The remaining participants (16.5%) showed effective psychophysiological response profiles based on RR interval duration but exhibited excessive reactivity in SCR parameters during the training (Figure 2A).

Figure 2

An Example of the Effective Dynamics of RR and Excess SCR/GSR (A) and the Effective Dynamics of RR and SCL (B) in a Trial of the “Honey Bear” Game Training



Excessive emotional reactions increase the physiological cost of situational adaptation for athletes, visually reflected in the rise of average SCR/GSR amplitude values across trials (AMP1-AMP6). Below are profiles of an optimal emotional background (decrease in AMP1-AMP6 (Figure 3B)) and an excessive emotional background (increase in AMP1-AMP6 (Figure 3A)) during the “Honey Bear” game training.

Most participants who chose problem-focused coping demonstrated a normal or reduced emotional state (60 people of 76; 79%) based on SCL parameters during the “Honey Bear” BFB training, which is expected. More than three quarters of athletes using emotion-focused coping showed a normal emotional response profile (16 of 21; 76,2%), but the psychophysiological response profile based on SCR/GSR was assessed as excessive in 23.8% of cases. (Table 1). Note that this percentage does not show significant difference from the percentage of people with excessive emotional reaction in the problem-oriented coping group (21%).

The psychophysiological response characteristics of participants with different coping styles are presented in Table 1.

The athletes demonstrated a distribution of dominant coping strategies without clear preferences for any specific diagnosable behavioral strategies among the sports given (Table 1). Notably, all the coping strategies chosen by the participants

Figure 3

Profile of the Optimal Emotional Response (A) of a Participant and Profile of the Excessive Emotional Response (B) of a Participant according to the AMP1-AMP6 Indicator in the “Honey Bear” Game Training

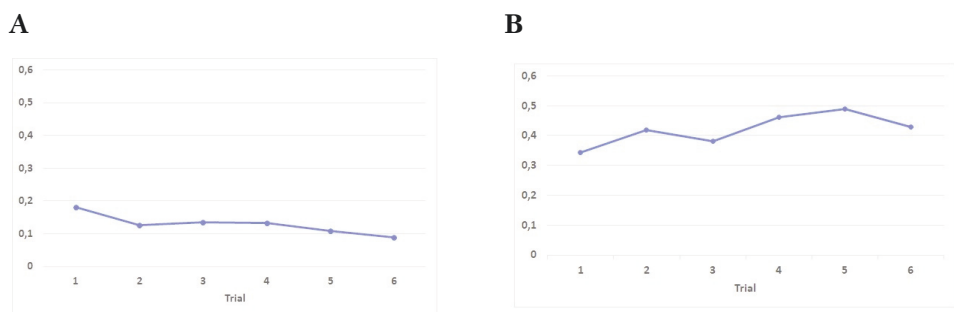


Table 1

Psychophysiological Response Characteristics Based on SCR Parameters in Participants with Different Coping Styles

		Psychophysiological response profile type (based on SCR/GSR parameters)	
		Normal or reduced reactivity (76 individuals; 83.5 %)	Excessive reactivity (15 individuals; 16.5 %)
Coping style	Problem-focused coping (70 individuals; 76.9 %)	60 individuals; 61.5% football N=19, volleyball N=21, handball N=20.	10 individuals; 11% football N=2, volleyball N=3, handball N=5.
	Emotion-focused coping behavior (21 individuals; 23.1 %)	16 individuals; 22% football N=5, volleyball N=6, handball N=5.	5 individuals; 5.5 % football N=2, volleyball N=1, handball N=2.

were adaptive which suggests psychosocial maturity, emotional intelligence, and developed communication skills of the described athletes. These qualities enable flexible interaction between the teammates and contribute to coordinated execution of sports actions to secure a winning outcome.

The increase in emotional experiences reflects the process of “immersing” the participant into a state of internal stress (experiencing mental tension that arises during activities in difficult conditions or when a person is solving complex, ambiguous tasks) which may lead to psychosomatic disorders in athletes.

It is worth noting that emotional experiences may not be outwardly noticeable but can be so intense that they negatively affect both the training process and future competition results. Resolving stressful situations requires significant physiological resources for situational adaptation, increasing the risk of psychosomatic disorders and necessitating corrective health measures.

The structure of corrective programs is based on the principle of gradual mastery and application of self-regulation skills (starting with familiarization and mastery of various regulation techniques, followed by the development of specific self-regulation skills, and later improving the effectiveness of these skills and transferring them to real-life situations).

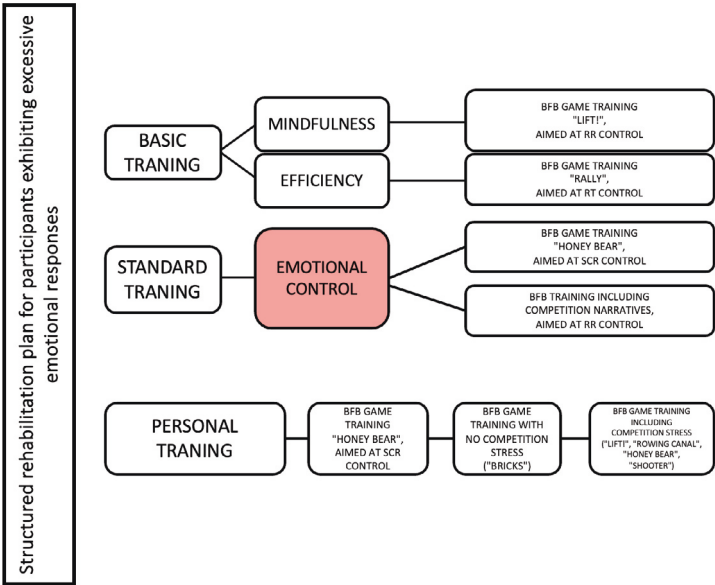
- The proposed recovery programs using BFB training allow the following.
- Developing stress resilience skills, the ability to overcome high psychological loads, and forming and improving professional skills and personal qualities.
 - Enhancing the quality of rehabilitation and recovery processes after intense profession-related loads.
 - Forming an optimal psychophysiological state of readiness to achieve the highest possible results and the will to win.
 - Developing mental qualities and skills that ensure the reliability of professional activities while improving the psychosomatic health of highly skilled athletes.
 - Developing special skills (reaction speed, endurance, etc.).
 - Correcting character traits and increasing motivation to achieve maximum sport results.

Corrective procedures for participants with excessive emotional background include game training aimed primarily at emotional control (Figure 4) and HR reduction (if necessary).

Utilizing BFB technology in corrective and recovery programs for athletes has demonstrated high effectiveness (Mazhirina et al., 2023b).

Figure 4

Structured Rehabilitation Plan for Athletes Exhibiting Excessive Emotional Responses



Conclusion

The study participants demonstrated adaptive coping behavior expected of elite athletes. They used constructive coping strategies in situational adaptation, showed optimal functional responses to the proposed stressors, and rationally distributed their psychoemotional resources.

The study identified participants with emotionally pronounced coping and excessive emotional reactivity to the proposed stressors, which complicated their psychoemotional recovery and increased stress load.

Properly selected diagnostic methods, comprehensive data analysis algorithms, convenient forms for presenting results, and high-quality feedback can determine athletes' coping styles, enabling the timely implementation of corrective measures into the training process. These measures preserve the physical and mental health of athletes and extend their sports careers.

The work was carried out as part of the state assignment of the Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine (FRC FTM).

References

- Balk, Y. A., & Englert, C. (2020). Recovery self-regulation in sport: Theory, research, and practice. *International Journal of Sport Science & Coaching*, 15(2), 273–281. <https://doi.org/10.1177/1747954119897528>
- Berilova, E. I., Bosenko, Yu. M., & Raspopova, A. S. (2020). Resources of overcoming complications on the way of professional development of an athlete. *Uchenye Zapiski Universiteta imeni P.F. Lesgafta*, 7(185), 470–472. <https://doi.org/10.34835/issn.2308-1961.2020.7.p470-472> (in Russian)
- Berilova, E. I., Bosenko, Yu. M., & Raspopova, A. S. (2021). Motivation of sports activity as the regulator of coping strategies of the athletes. *Uchenye Zapiski Universiteta imeni P.F. Lesgafta*, 8(198), 413–415. <https://doi.org/10.34835/issn.2308-1961.2021.8.p413-415> (in Russian)
- Bochaver, K. A., & Dovzhik, L. M. (2016). Coping behavior in professional sport: phenomenology and diagnostics. *Klinicheskaya i Spetsial'naya Psikhologiya*, 5(1), 1–18. <https://doi.org/10.17759/cpse.2016050101> (in Russian)
- Bochaver, K. A., Dovzhik, L. M., Bondarev, D. V. (2021). Mental skills of an athlete as a resource of professional longevity in sport. *Eksperimental'naya Psikhologiya [Experimental Psychology (Russia)]*, 14(4), 58–75. <https://doi.org/10.17759/exppsy.2021140403> (in Russian)
- Dovzhik, L. M., & Bochaver, K. A. (2016). Efficient coping behavior in sport: What disturbs our equanimity and how to gain it back. *Klinicheskaya i Spetsial'naya Psikhologiya [Clinical Psychology and Special Education]*, 5(2), 1–22. <https://doi.org/10.17759/cpse.2016050201> (in Russian)
- Folkman, S., & Lazarus, R. S. (1988). *Manual for the ways of coping questionnaire: Research edition*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Fronso, S., Robazza, C., Bortoli, L., & Bertollo, M. (2017). Performance optimization in sport: A psychophysiological approach. *The Journal of Physical Education*, 23(4), 116–124. <https://doi.org/10.1590/S1980-6574201700040001>

- Gorskaya, G. B. (2017). Motivation regulation of elite athletes activity: theory and practice of realization. *Vestnik Pskovskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Series "Psikhologo-pedagogicheskie Nauki"*, 5, 27–39. (in Russian)
- Gorskaya, G. B. (2019). Organizatsionnye faktory psikhicheskoi napryazhennosti v sporte vysshikh dostizhenii [Organizational factors of mental tension in high-performance sports]. In K. A. Bocharov & L. M. Dovzhik (Eds.), *Psikhologiya sporta: nauka, iskusstvo, professiya* [Psychology of sports: science, art, profession] (pp. 53–56). Moscow: Moskovskii Institut Psikhhoanaliza.
- Kryukova, T. L. (2008). Chelovek kak sub"ekt sovladayushchego povedeniya [Man as a subject of coping behavior]. *Psikhologicheskii Zhurnal*, 29(2), 88–95.
- Kryukova, T. A. (2010). *Metody izucheniya sovladaushchego povedeniya: tri shkaly* [Methods of studying coping behavior: three scales]. Kostroma: KSU named after Nekrasov.
- Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal and coping*. New York, NY: Springer Publishing House.
- Mazhirina, K. G., Danilenko, E. N., Dzhafarova, O. A., Nazarov, K. S., & Mitin, I. N. (2023a). Comprehensive assessment of adaptive mechanisms as the basis for effective recovery. *Chelovek. Sport. Meditsina [Human. Sport. Medicine]*, 23(3), 166–173. <https://doi.org/10.14529/hsm230322> (in Russian)
- Mazhirina, K. G., Danilenko, E. N., Dzhafarova, O. A., Nazarov, K. S., & Mitin, I. N. (2023b). Psychophysiological mechanisms of the stress response as a source of athletic success. *Chelovek. Sport. Meditsina [Human. Sport. Medicine]*, 23(1), 165–172. <https://doi.org/10.14529/hsm230122> (in Russian)
- Pankratova, I. A. (2021). Impact of coping strategies on motivation in professional athletes. *Mir Nauki. Pedagogika i Psikhologiya [World of Science. Pedagogy and Psychology]*, 9(4). <https://mir-nauki.com/PDF/25PSMN421.pdf> (in Russian)
- Weinberg, R. S., & Gould, D. (2014). *Foundations of sport and exercise psychology* (5th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Zhuravlev, A. L., Kryukova, T. L., & Sergienko, E. A. (2008). *Sovladayushchee povedenie: Sovremennoe sostoyanie i perspektivy* [Coping behavior: Current state and prospects]. Moscow: Institute of Psychology of the RAS.

COPING STRATEGIES OF INJURED ATHLETES: THE ROLE OF GENDER, TYPE OF SPORT, AND INJURY SEVERITY

A.A. YAKUSHINA^a, E.A. FILIPPOVA^a, E.A. SEDOGIN^b, S.V. LEONOV^a

^a *Lomonosov Moscow State University, 1 Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russian Federation*

^b *Moscow State University of Sports and Tourism, 21 Bldg. 1 Kirovogradskaya Street, Moscow, 117519, Russian Federation*

Копинг-стратегии спортсменов в ситуации столкновения с травмой: роль вида спорта, пола и тяжести травмы

А.А. Якушина^a, Е.А. Филиппова^a, Е.А. Седогин^b, С.В. Леонов^a

^a *Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, 119991, Россия, Москва, Ленинские горы, д. 1*

^b *Московский государственный университет спорта и туризма, 117519, Россия, Москва, ул. Кировоградская, д. 21, к.1*

Abstract

Sports injuries can have devastating consequences and severely restrict an athlete's ability to succeed. Research into the characteristics of psychological recovery from sports injuries can make an important contribution to the development of more effective rehabilitation programs. This study aims to examine coping strategies used by injured athletes, depending on their gender, type of sport, and injury severity. The sample comprised 95 athletes of various sports with certain types of injuries, aged 16–31 years ($M = 19.40$, $SD = 2.55$; 43 males and 52 females). The study used (a) the Athletic Coping Skills Inventory and (b) the Stress Management Questionnaire. The study found that athletes' choice of coping strategies varies

Резюме

Травмы в спортивной деятельности могут оказывать разрушительное воздействие и значительно ограничивать способность спортсмена достигать успешных результатов. Изучение особенностей психологического преодоления спортивной травмы может внести существенный вклад в дальнейшую разработку эффективных реабилитационных программ. Целью данной работы являлось изучение особенностей выбора копинг-стратегий спортсменами при столкновении с травмой в зависимости от вида практикуемого спорта, пола и степени тяжести полученной травмы. Выборку составили 95 спортсменов, столкнувшихся с различными травмами, в возрасте от 16 лет до 31 года ($M = 19,40$, $SD = 2,55$): 43 мужчины и 52 женщины. В рамках исследования были задействованы следующие методики: «Тест копинг-навыков спортсмена»; «Опросник совладания со стрессом». Результаты исследования

This research was funded by the Russian Science Foundation, project # 25-18-00899.

Исследование выполнено при поддержке РФФ, проект № 25-18-00899.

depending on their gender, type of sport, and injury severity. It was demonstrated that the choice of a coping strategy chosen by the athlete depends mainly on the type of injury sustained. Athletes who have experienced a severe injury are significantly more likely to use avoidance-oriented strategies, while athletes who have experienced a mild injury are more likely to use problem-solving-oriented strategies. Thus, it is understood that the choice of coping strategies after injury may differ depending on the sport discipline, the athlete's gender, and the severity of the injury. This will allow coaches and sports psychologists to create more targeted support programs that take into account the individual characteristics of each athlete's traumatic experience.

Keywords: sports psychology, sports injury, coping strategies, coping behavior.

Anastasia A. Yakushina — Lecturer, Department of Psychology of Education and Pedagogy, Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University. Research Area: sports psychology, coping, personality traits, perfectionism, self-regulation. E-mail: anastasia.ya.au@yandex.ru

Elizaveta A. Filippova — Student, Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University. Research Area: sports psychology, coping, coping with injury. E-mail: elizabeth200106@gmail.com

Evgeny A. Sedogin — Lecturer, Institute of Secondary Professional Education, Moscow State University of Sports and Tourism. Research Area: sports psychology, athlete training, motor skill learning. E-mail: sadyugin@yandex.ru

Sergey V. Leonov — Associate Professor, Department of Methodology of Psychology, Faculty of Psychology,

показали, что выбор спортсменами стратегий совладания зависит от их пола, вида спорта и тяжести травмы. Было установлено, что выбор копинг-стратегии, избираемой спортсменом, преимущественно зависит от типа полученной травмы. Спортсмены, пережившие тяжелую травму, значительно чаще используют стратегии, ориентированные на избегание, в то время как спортсмены, пережившие легкую травму, чаще используют стратегии, ориентированные на решение проблем. Таким образом, получено понимание того, что выбор стратегий совладания после травмы может варьироваться в зависимости от спортивной дисциплины, пола спортсмена и характера повреждения. Это позволит тренерам и спортивным психологам создавать более адресные программы поддержки, учитывающие индивидуальные особенности травматического опыта каждого спортсмена.

Ключевые слова: психология спорта, спортивная травма, копинг-стратегии, совладающее поведение.

Якушина Анастасия Александровна — преподаватель, кафедра психологии образования и педагогики, факультет психологии, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова.

Сфера научных интересов: психология спорта, копинги, личностные черты, перфекционизм, саморегуляция.

Контакты: anastasia.ya.au@yandex.ru

Филиппова Елизавета Алексеевна — студент, факультет психологии, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова.

Сфера научных интересов: психология спорта, копинги, совладание с травмой.

Контакты: elizabeth200106@gmail.com

Седогин Евгений Алексеевич — преподаватель, Институт среднего профессионального образования, Московский государственный университет спорта и туризма.

Сфера научных интересов: психология спорта, обучение спортсменов, обучение двигательным навыкам.

Контакты: sadyugin@yandex.ru

Леонов Сергей Владимирович — доцент, кафедра методологии психологии, факультет психологии, Московский государственный

Lomonosov Moscow State University,
PhD in Psychology.

Research Area: sports psychology, coping
with injury, VR in sport, imagery in sport.

E-mail: svleonov@gmail.com

университет имени М.В. Ломоносова, канди-
дат психологических наук.

Сфера научных интересов: психология спорта,
совладание с травмой, использование ВР в
спорте, образное представление в спорте.

Контакты: svleonov@gmail.com

Professional sports are characterized by emotional intensity, extremeness and a relentless pursuit of excellence (Sagova & Shaiafetdinova, 2024). One of the conditions for sports success is the need to constantly take risks and accept new challenges to stay ahead of competition. However, growing demands are also accompanied by serious consequences, including physical injuries that are at the center of attention (Heil, 1993).

In addition to the physical consequences athletes experience when they suffer from severe injuries (decreased physical activity and physical fitness), they are inevitably exposed to psychological experiences. In particular, for an athlete who devotes much time and energy to their sport and whose identity and self-esteem are closely linked to their ability to participate in sports, injuries can be a serious psychological impact that can lead to devastating consequences until the end of their career (Russell, 2000).

Given the frequency of injuries in sports activities and their destructive impact on the psychological state of an athlete (Brewer, 1998), it seems relevant to study strategies of coping with injuries to maintain an athlete's emotional well-being and ensure a harmonious continuation of their engagement in sports.

Lazarus and Folkman define "coping" as "constantly changing cognitive and behavioral efforts to manage specific external and/or internal demands that are appraised as taxing or exceeding the resources of the person" (Lazarus & Folkman, 1984, p. 141). At the same time, "coping strategies" determine the response repertoire of a person to a stressful situation (Sahler & Carr, 2009; Aslanova et al., 2023; Vets, 2023) and generally fall into the following categories: problem-focused coping strategies (actively overcoming a stressful situation); emotion-focused coping strategies (regulation of situation-related emotions); and avoidance-focused coping strategies (distraction, avoidance of a stressful situation) (Amirkhan, 1990; Endler & Parker, 1994; Nicholls & Polman, 2007; Flores-Mendoza et al., 2024).

We should note that psychological coping with sports injuries is as important as physical therapy and other rehabilitation measures (Russell, 2000), because sports injuries have a major impact on the mind. In particular, an injured athlete feels the loss of basic goals due to a lack of training opportunities, which results in a loss of self-control and autonomy, and significantly affects his/her self-esteem (Klenk, 2006). Furthermore, physical injuries in athletes' lives can result in social withdrawal, a loss of independence and self-confidence, a loss of income, and negative emotional reactions that complicate the recovery process (Ford & Gordon, 1999). In turn, the athlete's coping strategies are factors that mitigate negative experiences resulting from physical injuries and are important resources for the athlete's successful recovery and his/her return to productive activities (Wiese-Bjornstal et

al., 1998). The use of injury prevention strategies accelerated the treatment process, increased the sense of responsibility and control over the rehabilitation process, and resulted in a greater life satisfaction and a more complete recovery (Chárthaigh et al., 2017).

In the study of specific coping strategies to optimize the psychological condition of injured athletes, some researchers have identified strategies such as active internal dialogue and the establishment of short-term recovery objectives (Ievleva & Orlick, 1991), visualization (Green, 1992), positive thinking and general confidence in the ability to recover (Brewer, 2009a), and emotional support from the loved ones (Ford & Gordon, 1999).

Furthermore, the choice of a specific coping strategy by an athlete in a stressful situation may also be influenced by factors such as the athlete's subjective assessment of the situation, circumstances of the situation, the athlete's professional level, and the athlete's personal resources (Dovzhik & Nartova-Bochaver, 2015). Some authors also point out that the athlete's choice of coping strategies can be influenced by the athlete's gender. It was found that male athletes use problem-focused and active strategies when faced with problems, while women focus more on emotion-focused strategies, searching for social support, and avoidance-focused strategies as well (Anshel et al., 1998; Anshel et al., 2009; Dollen et al., 2015).

In addition, it has been shown that depending on the type of sport an athlete participates in, he/she can also use various coping strategies. In particular, individual and non-contact sports athletes are more likely to use avoidance-focused strategies, compared to team and contact sports athletes, who are more likely to use active coping strategies (Philippe et al., 2004; Thornton et al., 2021).

However, the factors affecting the choice of a specific coping strategy in the context of sports injuries that are common in sports activities have not yet been adequately studied. In particular, the impact of injury severity on the choice of coping strategies is poorly understood, whereas injury severity appears to be an important factor that has a significant impact on the psychological state of an athlete and his/her ability to deal with the consequences of the injury (Wiese-Bjornstal et al., 1998).

Consequently, this study is relevant because there is a lack of research on the differences in gender, type of sport, and injury severity in the use of coping strategies in the unique stressful situation of facing physical injury.

The aim of this study was therefore to investigate the specificity of the use of coping strategies by injured athletes, depending on their gender, type of sport, and injury severity. The hypothesis of our study was that the choice of coping strategies used by injured athletes depends on their gender, type of sport, and injury severity.

Methods

To identify information about athletes' injuries (their nature, severity, and rehabilitation period), they were asked to answer the following open-ended questions: Describe the type of injury you have suffered. Describe how long it has been since the injury. Is it current?

To identify the repertoire of coping strategies used by athletes to overcome injuries, the Athletic Coping Skills Inventory (Dovzhik & Bochaver, 2020) and the Stress Management Questionnaire (Odintsova et al., 2022) were used.

Thus, to analyze the respondents' attitudes towards their injuries, they were asked to answer questions aimed at their cognitive, emotional, and behavioral efforts undertaken by them to prevent psychological stress experienced as a result of a sports injury.

Participants

The study sample comprised 95 athletes of various sports with certain types of injuries, aged 16-31 years ($M = 19.40$, $SD = 2.55$; 43 males and 52 females).

It is important to mention that the majority of athletes in our sample (59 respondents) have more than 10 years of sports experience, 30 respondents in our sample have been involved in their sport for 6-8 years, and only 6 respondents in our sample have had less than 6 years of a sports experience.

At the beginning of the study, the participants were divided into two groups according to the type of sport they practiced (contact/non-contact). Thus, 54 respondents constituted a group of contact sports athletes (football, hockey, basketball, freestyle wrestling, handball, taekwondo, volleyball, karate, rugby, jujitsu wrestling, water polo); 41 respondents constituted a group of non-contact sports athletes (figure skating, rhythmic gymnastics, swimming, sports dancing, tennis, skiing, rock climbing, snowboarding, cycling, gymnastics, aerial gymnastics, athletics). The division of the sample according to this principle was chosen in connection with research in sports psychology, noting that athletes in contact sports are more likely to experience physical injuries in their activities than athletes in non-contact sports (Sohrabi et al., 2011; Castro-Sánchez et al., 2019).

Participants in the study were also divided into three groups, depending on the severity of their injuries. The category of athletes with severe injuries included athletes with injuries that caused pronounced health problems, leading to the loss of the ability to engage in sports for more than 30 days. The category of athletes with moderate injuries included respondents who received injuries that provoked pronounced changes in the body, leading to the loss of the ability to engage in sports for 10 to 30 days. The category of athletes with mild injuries included respondents who received injuries that did not cause significant health problems and did not lead to the loss of the ability to participate in sports activities (Trushkov, 2015).

Thus, 35 respondents constituted a group of severely injured athletes (shoulder fracture, fractures of vertebral processes, cruciate ligament rupture, etc.); 23 respondents constituted a group of athletes with moderate injuries (ankle dislocation, shoulder dislocation, knee joint subluxation, etc.); 37 respondents constituted a group of athletes with mild injuries (muscle strain, ankle sprain, elbow injury, etc.).

It is also important to note that the majority of our sample (61 respondents) reported that the current injury they were experiencing was ongoing, meaning they were in the early stages of rehabilitation (several days/weeks after the injury),

while 34 athletes reported that they were in the final stages of their rehabilitation and the injury they were experiencing was almost completely overcome.

When analyzing the responses it was found that the majority of respondents in our sample participating in contact sports suffered severe injuries (24 athletes in contact sports reported severe injuries; 18 – reported moderate injuries; 12 – reported mild injuries), while the majority of respondents in the sample participating in non-contact sports predominantly suffered mild injuries (25 athletes in non-contact sports reported mild injuries; 11 – reported severe injuries, 5 – reported moderate injuries).

It is worth mentioning that when analyzing the distribution of sports injuries by gender, it was found that female athletes were more likely to encounter minor injuries (27 women reported experiencing a minor injury; 15 – a severe injury; 11 – a moderate injury), while male athletes in our sample were more likely to report encountering severe injuries (20 men reported encountering a severe injury; 13 – a moderate injury; 10 – a minor injury).

The questionnaire was completed online in the presence of the experimenters. On average, the questionnaire filling process took 30–35 minutes. Respondents conducted the study voluntarily in accordance with all ethical standards of the Russian Psychological Society.

Results

The results were processed using Microsoft Excel in IBM SPSS Statistics software.

When checking the normality assumption using the Kolmogorov–Smirnov criterion, we found that the distribution was non-normal. Therefore, we used non-parametric analysis criteria in further analysis.

To test the hypothesis that the choice of coping strategies used by injured athletes depends on their gender, injury severity, and the type of sport they participate in, we used the Mann–Whitney U test to assess differences between gender and sport and the Kruskal–Wallis H test to assess differences in injury severity.

Sport Types

The empirical findings showed that depending on the type of sport that respondents participated in (contact/non-contact), they used different coping strategies for recovery from sport injury. Table 1 shows that athletes from different sports have significant differences in the manifestation of such coping strategies (skills) as “Coping with adversity” ($p = .004$), “Goal setting and mental readiness” ($p = .019$), “Freedom from negative experiences” ($p = .037$), “Overall potential for successful coping with stress” ($p = 0.015$), “Active coping” ($p = .027$), “Restraint coping” ($p = .04$), “Seeking of emotional social support” ($p = .025$), and “Planning” ($p = .01$).

At the same time, non-contact sports athletes are more likely to use active and problem-focused coping strategies (Active coping, Planning, Coping with adversity, etc.).

Contact sports athletes are more likely to use passive coping strategies (Restraint coping).

Table 1

Reliability of Difference Scores for Coping Strategies (Skills) among Contact and Non-Contact Sports Athletes

Scale	Contact sports (mean, SD)	Non-contact sports (mean, SD)	Reliability of difference scores (Mann–Whitney U test, significance level)
Coping with adversity	M = 6.8 SD = 2.105	M = 8.17 SD = 2.459	U = 725.5 <i>p</i> = .004
Goal setting and mental readiness	M = 7.76 SD = 2.51	M = 9.05 SD = 2.109	U = 798.5 <i>p</i> = .019
Freedom from negative experiences	M = 8.61 SD = 2.58	M = 9.39 SD = 2.932	U = 832 <i>p</i> = .037
Overall potential for suc- cessful coping with stress	M = 54.19 SD = 11.967	M = 59.98 SD = 13.277	U = 785 <i>p</i> = .015
Active coping	M = 6.26 SD = 1.63	M = 7.00 SD = 1.43	U = 830 <i>p</i> = .027
Restraint coping	M = 5.41 SD = 1.78	M = 4.63 SD = 1.67	U = 838.5 <i>p</i> = .04
Seeking of emotional social support	M = 5.96 SD = 1.33	M = 6.54 SD = 1.17	U = 817.5 <i>p</i> = .025
Planning	M = 6.34 SD = 1.65	M = 7.12 SD = 1.45	U = 782.5 <i>p</i> = .01

Gender

Table 2 shows significant differences in the use of coping strategies depending on the athletes' gender. In particular, such coping strategies as "Mental disengagement"

Table 2

Reliability of Difference Scores for Coping Strategies (Skills) by Gender

Scale	Males (mean, SD)	Females (mean, SD)	Reliability of difference scores (Mann– Whitney U test, significance level)
Mental disengagement	M = 5.37 SD = 2.00	M = 4.25 SD = 1.76	U = 748.5 <i>p</i> = .005
Denial	M = 4.67 SD = 1.89	M = 3.90 SD = 1.86	U = 847.5 <i>p</i> = .04
Turning to religion	M = 5.12 SD = 2.23	M = 4.09 SD = 2.11	U = 831 <i>p</i> = .028
Restraint coping	M = 5.86 SD = 1.71	M = 4.42 SD = 1.54	U = 624.5 <i>p</i> = .000
Seeking of emotion- al social support	M = 5.81 SD = 1.37	M = 6.54 SD = 1.12	U = 766 <i>p</i> = .007
Planning	M = 6.18 SD = 1.75	M = 7.07 SD = 1.37	U = 809 <i>p</i> = .014

($p = 0.005$), “Denial” ($p = 0.04$), “Turning to religion” ($p = 0.028$), and “Restraint coping” ($p = 0.000$) are more typical for men. Such coping strategies as “Seeking of emotional social support” ($p = 0.007$) and “Planning” ($p = 0.014$) are more typical for women.

Injury Severity

Table 3 shows that injury severity affects specific coping strategies used by athletes.

Table 3

Reliability of Difference Scores for Coping Strategies (Skills) of Athletes with Physical Injuries of Varying Severity

Scale	Severe injuries (mean, SD)	Moderate injuries (mean, SD)	Mild injuries (mean, SD)	Reliability of difference scores (Kruskal–Wallis H test, significance level)
Coping with adversity	M = 7.03 SD = 2.28	M = 6.61 SD = 1.95	M = 8.22 SD = 2.45	H = 8.67 $p = .013$
Self-confidence and achievement motivation	M = 9.34 SD = 2.06	M = 8.78 SD = 2.79	M = 10.22 SD = 2.43	H = 7.75 $p = .021$
Higher achievement under stress	M = 5.67 SD = 2.63	M = 5.65 SD = 2.71	M = 7.05 SD = 2.49	H = 7.14 $p = .028$
Freedom from negative experiences	M = 8.63 SD = 2.56	M = 8.22 SD = 2.89	M = 9.7 SD = 2.73	H = 8.79 $p = .012$
Overall potential for successful coping with stress	M = 54.89 SD = 10.83	M = 52.65 SD = 14.01	M = 60.89 SD = 12.83	H = 7.82 $p = .02$
Positive reinterpretation	M = 5.83 SD = 1.54	M = 6.35 SD = 1.11	M = 6.65 SD = 1.51	H = 6.81 $p = .033$
Mental disengagement	M = 5.54 SD = 2.08	M = 4.91 SD = 1.97	M = 3.92 SD = 1.44	H = 11.36 $p = .003$
Seeking of instrumental social support	M = 5.97 SD = 1.40	M = 6.61 SD = 0.99	M = 6.86 SD = 1.25	H = 8.57 $p = .014$
Active coping	M = 5.97 SD = 1.56	M = 6.48 SD = 1.47	M = 7.22 SD = 1.45	H = 12.54 $p = .002$
Turning to religion	M = 4.8 SD = 2.29	M = 5.39 SD = 2.35	M = 3.81 SD = 1.85	H = 7.39 $p = .025$
Restraint coping	M = 5.71 SD = 1.87	M = 5.04 SD = 1.72	M = 4.49 SD = 1.50	H = 8.32 $p = .016$
Seeking of emotional social support	M = 5.68 SD = 1.23	M = 6.30 SD = 1.36	M = 6.65 SD = 1.13	H = 10.45 $p = .005$
Planning	M = 6.2 SD = 1.49	M = 6.65 SD = 1.33	M = 7.13 SD = 1.77	H = 12.85 $p = .002$

In particular, athletes with mild injuries tend to use problem-focused coping strategies, including “Coping with adversity” ($p = .013$), “Self-confidence and achievement motivation” ($p = .021$), “Higher achievement under stress” ($p = .028$), “Freedom from negative experiences” ($p = .012$), “Overall potential for successful coping with stress” ($p = .02$), “Positive reinterpretation” ($p = .033$), “Seeking of instrumental social support” ($p = .014$), “Active coping” ($p = .002$), “Seeking of emotional social support” ($p = .005$), and “Planning” ($p = .002$).

Severely injured athletes were more likely to use avoidance-focused coping strategies, including “Restraint coping” ($p = .016$) and “Mental disengagement” ($p = .003$).

Discussion

This study aimed to examine the characteristics of the choice of coping strategies of injured athletes, depending on the type of sport they participate in, their gender, and injury severity.

Sport Types

Statistical analysis showed that non-contact sports athletes are more likely to use problem-focused strategies. It is more typical for them to set specific objectives to overcome the current situation and remain calm in the face of injury. In contrast, contact sports athletes tend to use passive coping strategies. When injured, contact sports athletes are less likely to make immediate decisions about how to act to achieve a more successful recovery. They also have less resources to overcome a stressful situation effectively compared to non-contact sports athletes.

Our results are partially contrary to the conclusions of other authors, who argue that contact sports athletes are more likely to use problem-focused coping strategies due to their higher pain tolerance and, generally, higher determination compared to non-contact sports athletes (Meyers et al., 2015; Thornton et al., 2021).

However, we should remember that athletes who participate in contact sports, due to the specific characteristics of their activities, have special requirements, in particular to demonstrate higher levels of activity and sensory excitability, to always maintain their concentration on a large number of stimuli and to always predict the reaction of the opponent (Castro-Sánchez et al., 2019).

Therefore, the difference between the results of our study and the results of other authors may be due to the increased exposure of contact sports athletes to physical injuries due to the specific characteristics of their activities.

Indeed, when analyzing the distribution of injury types by the sport in which the athlete participates, it was found that the majority of respondents in our sample from contact sports predominantly faced severe injuries. Accordingly, against the background of strong negative emotions associated with a severe injury, contact sports athletes in our sample may have difficulty making decisions about active coping, which explains their desire to distance themselves from the problem and use an avoidance strategy in order to minimize the impact of stress.

It is worth noting that other authors also noted the tendency to use avoidance-focused coping strategies in situations of increasing negative emotions (Crocker & Graham, 1995; Dovzhik & Nartova-Bochaver, 2015). Thus, the use of passive coping strategies by contact sports athletes can be considered as a natural result of facing a severe injury.

Gender

We found that the use of avoidance-focused coping strategies is more typical for men. They are more likely to distract themselves from negative thoughts about the injury, refuse to believe what happened and deny the need to take immediate action for recovery after injuries. The use of problem-focused coping strategies is more typical for women. Women are more likely to plan further actions for recovery after injuries, and they are also more likely to seek advice and support from their loved ones in a stressful situation.

Our results to some extent contradict data from similar studies in which the authors conclude that problem-focused strategies are more commonly used by male athletes, while women are more likely to use emotion-focused strategies (Anshel et al., 1998; Anshel et al., 2009; Dollen et al., 2015; Yavorovskaya et al., 2022). However, our results can be explained by the fact that male participants in our study are predominantly contact sports athletes (34 men are participants of contact sports, 9 – participants of non-contact sports), while women are predominantly non-contact sports athletes (33 women are participants of non-contact sports, 19 – participants of contact sports) and, as noted earlier, athletes of contact sports are significantly more likely to experience severe injuries and, due to the predominance of negative emotions accompanying severe injuries, are more often forced to use passive and avoidance-oriented coping strategies compared to athletes of non-contact sports.

Injury Severity

We found that athletes' choice of coping strategies was primarily dependent on the type of injury they had to deal with.

In particular, the use of problem-focused coping strategies is more characteristic of athletes with mild injuries. It is also worth emphasizing that female athletes, and athletes of non-contact sports in our sample also reported encountering milder types of injuries. In this case, athletes are more likely to use strategies to actively overcome the situation by taking concrete steps towards a successful rehabilitation.

Severely injured athletes are more likely to use avoidance-focused coping strategies. It is worth clarifying that in our sample, male athletes, and athletes of contact sports predominantly encountered severe types of injuries. Athletes recovering from severe injuries are more likely to avoid, reject, and distract themselves from the problem, hoping that the current situation will be resolved in some way.

We believe that this result is due to the fact that severe physical injuries are also inevitable with increased stress and resource loss in the context of long-term reha-

bilitation. Therefore, severely injured athletes tend to avoid the situation and use passive coping strategies. In general, other authors also note the tendency to avoidant and denial reactions in the context of increasing negative emotions immediately during the post-traumatic period, when athletes face serious injuries requiring longer rehabilitation (Santi & Pietrantonio, 2013; Brewer, 2009b).

In turn, athletes with mild injuries are less likely to experience negative emotions due to the consequences of their injury and experience a lower level of emotional stress, as the rehabilitation process takes a relatively short time in this case (Brewer, 2009b; Yavorovskaya et al., 2022). As a result, athletes with mild injuries have more strength and resources to face the situation actively and are therefore more likely to use problem-focused coping strategies.

Conclusion

Injuries are an important obstacle to building a successful athletic career. Injuries can have a considerable impact on athletes' physical sensations and serious psychological consequences, including a reduction in self-esteem, an increase in anxiety and the feeling of inadequacy. Therefore, studying an athlete's ability to cope with injuries and effectively deal with their consequences is fundamental to full realization of his/her athletic potential. Coping strategies help reduce the negative experience caused by injuries, build the basis for a successful return to sports, and improve an athlete's general psychological state.

In this study, we examined the specific characteristics of the use of coping strategies by injured athletes, depending on their gender, type of sport, and injury severity. As a result, we found that the choice of coping strategies by an athlete depends predominantly on the type of injury he/she has experienced. In particular, athletes who have experienced a severe injury (predominantly male athletes, and athletes of contact sports in our sample) significantly more often use avoidance-oriented strategies, while athletes who have experienced a mild injury (predominantly female athletes, and athletes of non-contact sports in our sample) more often use problem-oriented strategies.

Understanding how the choice of a particular coping strategy in an injury situation may differ depending on the type of sport an athlete participates in, their gender, and the type of injury they have experienced may help coaches and sport psychologists develop more effective support methods for athletes' individual needs, depending on their traumatic experiences. Therefore, further research in this area can significantly improve the quality of athletes' rehabilitation and recovery processes.

References

- Amirkhan, J. H. (1990). A factor analytically derived measure of coping: The coping strategy indicator. *Journal of Personality and Social Psychology*, 59(5), 1066–1074. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.59.5.1066>

- Anshel, M. H., Porter, A., & Quek, J. J. (1998). Coping with acute stress in sport as a function of gender: An exploratory study. *Journal of Sport Behavior*, 21(4), 363–376.
- Anshel, M. H., Sutarso, T., & Jubenville, C. (2009). Racial and gender differences on sources of acute stress and coping style among competitive athletes. *The Journal of Social Psychology*, 149(2), 159–178.
- Aslanova, M. S., Molotok, E. V., Kaurova, A. M., & Iaskova, E. E. (2023). Relationship between stylistic characteristics of humor and types of coping behavior in students. *Natsional'nyi Psikhologicheskii Zhurnal [National Psychological Journal]*, 18(4), 137–147. <https://doi.org/10.11621/npj.2023.0412> (in Russian)
- Brewer, B. W. (1998). Introduction to the special issue: Theoretical, empirical, and applied issues in the psychology of sport injury. *Journal of Applied Sport Psychology*, 10(1), 1–4.
- Brewer, B. W. (Ed.). (2009a). *Handbook of sports medicine and science: Sport psychology*. John Wiley & Sons.
- Brewer, B. W. (2009b). Injury prevention and rehabilitation. In B. W. Brewer (Ed.), *Sport psychology* (pp. 75–86). Chichester, UK: Wiley-Blackwell.
- Castro-Sánchez, M., Lara-Sánchez, A. J., Zurita-Ortega, F., & Chacón-Cuberos, R. (2019). Motivation, anxiety, and emotional intelligence are associated with the practice of contact and non-contact sports: An explanatory model. *Sustainability*, 11(16), Article 4256. <https://doi.org/10.3390/su11164256>
- Chárthaigh, N. N., Kouthouris, C., Goudas, M., Theodorakis, Y. (2017, November 14). Extreme sports injury: an applied approach to psychological effects and coping. *PANR Journal*. <https://www.panr.com.cy/?p=1656>
- Crocker, P. R., & Graham, T. R. (1995). Coping by competitive athletes with performance stress: Gender differences and relationships with affect. *The Sport Psychologist*, 9(3), 325–338.
- Dollen, M., Grove, J. R., & Pepping, G. J. (2015). A comparison of coping-styles of individual and team athletes of Australia and the Netherlands. *International Sports Studies*, 37(2), 36–48.
- Dovzhik, L. M., & Bocharov, K. A. (2020). *Psikhologiya sportivnoi travmy* [Psychology of sports injury]. Moscow: Sport.
- Dovzhik, L. M., & Nartova-Bocharov, S. K. (2015). Coping with the trauma of professional athletes. *Klinicheskaya i Spetsial'naya Psikhologiya [Clinical Psychology and Special Education]*, 4(2), 25–38. (in Russian)
- Endler, N. S., & Parker, J. D. (1994). Assessment of multidimensional coping: Task, emotion, and avoidance strategies. *Psychological Assessment*, 6(1), 50–60. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.6.1.50>
- Flores-Mendoza, J. B., García Méndez, M., Bravo Doddoli, A., & Díaz-Loving, R. (2024). Development and psychometric properties of coping scales towards adherence to pharmacological treatment, heart-healthy eating and cardiovascular physical exercise. *Psychology in Russia: State of the Art*, 17(3), 97–113. <https://doi.org/10.11621/pir.2024.0307>
- Ford, U. W., & Gordon, S. (1999). Coping with sport injury: Resource loss and the role of social support. *Journal of Personal & Interpersonal Loss*, 4(3), 243–256.
- Green, L. B. (1992). The use of imagery in the rehabilitation of injured athletes. *The Sport Psychologist*, 6(4), 416–428.
- Heil, J. (1993). *Psychology of sport injury*. Human Kinetics Publishers.
- Ievleva, L., & Orlick, T. (1991). Mental links to enhanced healing: An exploratory study. *The Sport Psychologist*, 5(1), 25–40.
- Klenk, C. A. (2006). *Psychological response to injury, recovery, and social support: A survey of athletes at an NCAA Division I University* [Senior Honors Projects. Paper 9]. <https://digitalcommons.uri.edu/srhonorsprog/9>

- Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. Springer Publishing Company.
- Meyers, M. C., Higgs, R., LeUnes, A. D., Bourgeois, A. E., & Laurent, C. M. (2015). Pain-coping traits of nontraditional women athletes: relevance to optimal treatment and rehabilitation. *Journal of Athletic Training*, 50(10), 1034–1041.
- Nicholls, A. R., & Polman, R. C. (2007). Coping in sport: A systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 25(1), 11–31.
- Odintsova, M. A., Radchikova, N. P., & Aleksandrova, L. A. (2022). COPE-30: psychometric properties of the short version of the Russian-language inventory for coping strategies evaluation. *Moscow University Psychology Bulletin*, 4, 247–275. <https://doi.org/10.11621/vsp.2022.04.11> (in Russian)
- Philippe, R. A., Seiler, R., & Mengisen, W. (2004). Relationships of coping styles with type of sport. *Perceptual and Motor Skills*, 98(2), 479–486.
- Russell, W. D. (2000). Coping with injuries in scholastic athletics. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 71(7), 41–46.
- Sagova, Z. A., & Shaiafetdinova, R. R. (2024). Relationship between personal potential and the goal orientation in athletes of team and individual sports. *Natsional'nyi Psikhologicheskii Zhurnal [National Psychological Journal]*, 19(2), 175–188. <https://doi.org/10.11621/npj.2024.0215> (in Russian)
- Sahler, O. J. Z., & Carr, J. E. (2009). *Coping strategies*. In W. B. Carey, W. L. Coleman, H. M. Feldman, A. C. Crocker, & E. R. Elias (Eds.), *Developmental-behavioral pediatrics* (pp. 491–496). Philadelphia, PA: Elsevier Saunders.
- Santi, G., & Pietrantonio, L. (2013). Psychology of sport injury rehabilitation: a review of models and interventions. *Journal of Human Sport and Exercise*, 8(4), 1029–1044.
- Sohrabi, F., Atashak, S., & Aliloo, M. M. (2011). Psychological profile of athletes in contact and non-contact sports. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 9(5), 638–644.
- Thornton, C., Sheffield, D., & Baird, A. (2021). Exposure to contact sports results in maintained performance during experimental pain. *The Journal of Pain*, 22(1), 68–75.
- Trushkov, K. O. (2015). Sportivnyi travmatizm, ego osobennosti, vidy, profilaktika [Sports injuries, its features, types, prevention]. In *Vestnik nauchnogo obshchestva studentov, aspirantov i molodykh uchenykh* [Bulletin of the scientific society of students, postgraduates and young scientists] (Iss. 3, pp. 213–215). Komsomolsk-on-Amur: AmGPGU.
- Vets, I. V. (2023). Conscious self-regulation and coping strategies as resources for overcoming difficult life situations. *Teoreticheskaya i Eksperimental'naya Psikhologiya [Theoretical and Experimental Psychology]*, 3(16), 50–71. <https://doi.org/10.11621/TEP-23-19> (in Russian)
- Wiese-Bjornstal, D. M., Smith, A. M., Shaffer, S. M., & Morrey, M. A. (1998). An integrated model of response to sport injury: Psychological and sociological dynamics. *Journal of Applied Sport Psychology*, 10(1), 46–69.
- Yavorovskaya, A. D., Leonov, S. V., Yakushina, A. A., & Rasskazova E. I. (2022). Features of coping behavior in injured athletes. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo Universiteta. Psychology*, 12(3), 360–375. <https://doi.org/10.21638/spbu16.2022.308> (in Russian)

THE ROLE OF MENTAL TOUGHNESS IN COMBAT SPORTS: A CRITICAL EXAMINATION OF PSYCHOLOGICAL RESILIENCE AND PERFORMANCE OUTCOMES

N. LAKICEVIC^{a,b}, E.A. PANFILOVA^b

^a Faculty of Sport and Physical Education, University of Novi Sad, 16 Lovcenska Str., Novi Sad, 21102, Republic of Serbia

^b Federal Scientific Center for Psychological and Interdisciplinary Research, 9/4 Mokhovaya Str., Moscow, 125009, Russian Federation

Роль ментальной стойкости в боевых видах спорта: Критическое исследование психологической устойчивости и результатов деятельности

Н. Лакичевич^{a,b}, Е.А. Панфилова^b

^a Университет Нови-Сад, 21102, Нови-Сад, Республика Сербия, ул. Lovcenska, д. 1

^b Федеральный научный центр психологических и междисциплинарных исследований, 125009, Россия, Москва, ул. Моховая, д. 9, стр. 4

Abstract

Combat sports athletes (CSAs) operate in high-stress environments where exceptional physical conditioning must be complemented by strong psychological resilience. This mini-review examines the critical role of mental toughness (MT) in combat sports, highlighting its key components and influence on athletic performance. Despite the universally high training loads reported by CSAs, the distinguishing factor between regular and exceptional athletes often lies in

Резюме

Спортсмены боевых искусств (СБИ) работают в условиях высокого стресса, где исключительная физическая подготовка должна сочетаться с сильной психологической устойчивостью. Этот мини-обзор рассматривает критическую роль ментальной стойкости (МС) в боевых видах спорта, подчеркивая ее ключевые компоненты и влияние на спортивные результаты. Несмотря на универсально высокие тренировочные нагрузки, о которых сообщают СБИ, отличительным фактором между обычными и выдающимися спортсменами часто является именно их

The work was carried out in the Laboratory of Convergent Studies of Cognitive Processes of the Federal Scientific Center for Psychological and Interdisciplinary Research, established within the framework of the competition of the Ministry of Education and Science of Russia

Работа выполнена в лаборатории конвергентных исследований когнитивных процессов Федерального научного центра психологических и междисциплинарных исследований, созданной в рамках конкурса Минобрнауки России.

their mental toughness. The demanding training and nutrition regimens required for weight class compliance frequently compel CSAs to drastically reduce food and fluid intake, sometimes leading to extreme measures such as gut manipulation techniques or doping. This challenging environment necessitates a mindset capable of withstanding significant pressure, particularly for younger athletes navigating puberty and external expectations from coaches and peers. Developing mental toughness emerges as a vital component for success in combat sports, as it can alleviate performance anxiety and mitigate psychological stressors inherent in competitive settings. Evidence indicates that psychological skills training can enhance self-reported MT, with sport-specific techniques — such as imagery, relaxation strategies, and cognitive interruption — effectively fostering core attributes like hardiness, self-esteem, self-efficacy, dispositional optimism, and positive affectivity. Furthermore, perceptions of stress among CSAs vary; while some view intense training as a testament to dedication, others may find it overwhelming. This distinction emphasizes the importance of mindset, motivation, and individual resilience in shaping athletic performance outcomes. The findings underscore the necessity of integrating mental toughness training into the preparation of combat sports athletes.

Keywords: combat sports, combat sports athletes, psychological resilience, mental toughness.

Lakicevic Nemanja — Senior Research Fellow, Faculty of Sport and Physical Education, University of Novi Sad (Serbia); Senior Lecturer, Federal Scientific Center for Psychological and Interdisciplinary Research, PhD. Research Area: nutrition and dietetics, sports medicine, physiology. E-mail: lakinem89@gmail.com

ментальная стойкость. Требующие значительных затрат тренировки, а также специфические режимы питания, необходимые для соблюдения весовых категорий, нередко заставляют спортсменов значительно сокращать потребление пищи и жидкости. Это может приводить к расстройствам пищевого поведения или побуждать использовать допинг. Эта сложная среда требует психологического настроя, позволяющего выдерживать значительное давление, особенно для молодых спортсменов, проходящих через период полового созревания и сталкивающихся с внешними ожиданиями со стороны тренеров и сверстников. Развитие ментальной стойкости становится важным компонентом успеха в боевых видах спорта, так как она может снизить тревожность перед соревнованиями и смягчить психологические стрессоры, присущие конкурентной среде. Результаты показывают, что тренировка психологических навыков может повысить субъективную МС, а специфические для спорта техники, такие как визуализация, стратегии релаксации и когнитивное прерывание, эффективно способствуют развитию таких ключевых качеств, как выносливость, самооценка, самоэффективность, диспозиционный оптимизм и положительная аффективность. Более того, восприятие стресса среди СБИ варьируется: в то время как некоторые спортсмены воспринимают интенсивные тренировки как свидетельство преданности делу, другие могут находить их подавляющими. Это различие подчеркивает важность психологического настроя, мотивации и индивидуальной устойчивости в формировании результатов спортивной деятельности. Результаты подчеркивают необходимость интеграции тренировки ментальной стойкости в подготовку спортсменов боевых искусств.

Ключевые слова: боевые виды спорта, атлеты боевых видов спорта, психологическая устойчивость, ментальная стойкость.

Неманя Лакичевич — старший научный сотрудник, Факультет спорта и физического воспитания, Университет Нови-Сад (Сербия); старший преподаватель, Федеральный научный центр психологических и междисциплинарных исследований, PhD. Сфера научных интересов: питание и диетология, спортивная медицина, физиология. Контакты: lakinem89@gmail.com

Elizaveta A. Panfilova — Junior Research Fellow, Federal Scientific Center for Psychological and Interdisciplinary Research.

Research Area: cognitive neuroscience; sports psychology.

E-mail: lizaPanf11@yandex.ru

Панфилова Елизавета Аркадьевна — младший научный сотрудник, Федеральный научный центр психологических и междисциплинарных исследований.

Сфера научных интересов: когнитивные нейронауки; спортивная психология.

Контакты: lizaPanf11@yandex.ru

Combat sports (CS), such as wrestling, boxing, mixed martial arts, judo, taekwondo, etc., require not only exceptional physical conditioning but also a high degree of psychological skills (Mojtahedi et al., 2023). Elite level combat sports athletes (CSA) display a number of exceptional skills that define psychological qualities such as: resilience (the ability to recover from losses and injuries and persist in training and competition), emotional control (managing fear, anger, and anxiety during fights to maintain tactical discipline), self-belief (confidence in one's skills, even when facing stronger opponents), focus and concentration (maintaining attention despite distractions, e.g., crowd noise, an opponent's taunts), and pain tolerance (the capacity to endure physical discomfort and continue performing) (Ciaccioni et al., 2024; Bespalov, 2023; Molodozhnikov & Guseinov, 2024; Postnikova et al., 2024; Sagova & Shaiafetdinova, 2024; Polikanova & Leonov, 2024; Yakushina et al., 2024; Polikanova et al., 2022; Polikanova et al., 2024). These traits collectively encompass the construct of mental toughness (MT), reflecting an athlete's psychological resilience and capacity to perform under stress. Mental toughness is a critical factor that influences performance, injury recovery, and competitive success in these high-pressure environments. This mini-review addresses the role of MT in CS, its key components, and its impact on athletic performance.

Defining Mental Toughness in Combat Sports

In terms of athletic pursuits, MT is broadly defined as an athlete's ability to consistently perform under pressure, overcome adversity, and maintain focus and confidence in challenging situations (Jones et al., 2002). In CS, where physical confrontation and strategic decision-making occur under extreme stress, MT is a decisive factor separating elite athletes from their peers. In particular, when CSAs enter combat arena, they are fully aware that they might face an injury that can seriously wreck their health and well-being, sometimes even fatally. To minimize probability of those events occurring and to ensure fair competition, different CS federations have established weight classes, whereby both male and female athletes are matched by their weight, preventing situations where one athlete dominates the other based on weight and not on skills (Khodaei et al., 2015). However, majority of CSAs abuse this system by manipulating their weight, i.e., engaging in rapid weight loss (RWL) prior to the official weigh-ins which is followed by rapid weight gain (RWG) post-weigh-in and prior to the official competitive event (Artioli et al., 2016). This approach is driven by a potential competitive advantage that weight might play whereby CSAs try to drop one or even two weight classes

where they can face a lighter and potentially weaker opponent. When combined (RWL+RWG), this approach is called “weight cycling” and has numerous health consequences on CS athletes both acutely and chronically (Miles-Chan & Isacco, 2020). Emerging evidence indicates that repeated weight cycling in athletes can lead to a plethora of health consequences after a career cessation, including metabolic dysregulation and an increased obesity risk (insulin resistance and type 2 diabetes, increased fat storage, leptin & ghrelin dysregulation) (Montani et al., 2006; Saarni et al., 2006), cardiovascular risks (hypertension and dyslipidaemia, increased risk of atherosclerosis) (Olson et al., 2000; Steen et al., 1988), and musculoskeletal and endocrine issues (bone density loss, thyroid dysfunction) (Hunter et al., 2014). In a similar manner, weight cycling can degrade psychological well-being of CSAs by significantly aggravating mood states after RWL (Lakicevic et al., 2024), which, if repeated throughout career can have long term psychological consequences mainly in the form of disordered eating patterns (Sundgot-Borgen & Torstveit, 2004) and body image issues (Karrer et al., 2020). Bearing in mind the stressful nature of CS, properly developing MT in CSAs is of utmost priority.

Developing Mental Toughness in Combat Sports

Given that CSAs train and compete in high stress environments, it is of great importance to address MT as likely a component of success in this group. Despite many theories on developing MT being available, the one that is the most pertinent to unique challenges CSAs face is the Goal-Expectancy-Self-Control (GES) model of MT postulated by Bédard Thom and colleagues. According to the theory, MT helps individuals handle competitive stress by drawing on three key psychological resources: setting clear goals, maintaining confidence in their abilities (self-efficacy), and exercising self-discipline (self-control) (Bédard Thom et al., 2021). Setting a specific and challenging goal is deemed as key component of MT, and one that allows athletes to excel in their performance and handle stress during adversity, which they often face on a daily basis. Therefore, CSAs with strong MT are more inclined to establish clear and demanding goals for both training and competition, enabling them to interpret competitive stressors in a more constructive light (a challenge rather than an obstacle). Next, those with strong self-efficacy tend to endure discomfort better and show more persistence in the face of adversity. As a result, CSAs who possess a strong sense of efficacy are less likely to be mentally hindered by stressors related to competition. Since self-efficacy is specific to particular contexts, CSAs may build it by analysing their opponents' vulnerabilities and enhancing their own abilities, all with the aim of succeeding in competitive situations. Lastly, research indicates a broad agreement that self-control is also a salient MT trait. Enhanced self-control in one's emotions would allow CSAs to modify their responses, including thoughts and emotions, to stressors (both internal and external) (Baumeister et al., 2007). Consequently, mentally tough CSAs exhibit enhanced regulatory capacity in modulating their physiological and psychological responses to competitive stress, as well as more adaptive behavioral strategies when confronting such stressors.

Discussion

This mini review sought to retrieve the available evidence on the importance of MT in CSA. These athletes have unique and extremely demanding training and nutrition regimen. To enter into desired weight classes, they often need to dramatically reduce their fluid and food intake which is often merged with strenuous exercise. If this approach does not give desired results in terms of weight cut, they resort to gut manipulation techniques and even taking drugs that considered doping. This toxic ecosystem that is a common occurrence in a day of nearly every CSA, requires a mindset that can withstand such a high degree of pressure. In addition, CSAs face pressure from their coaches and peers to succeed and this can be especially challenging in younger CBA who are undergoing puberty (Lakicevic et al., 2022). Developing MT may serve as a key factor in achieving success within CS. Sports psychology professionals often highlight the importance of cultivating this trait in athletes, as it can help lower performance anxiety and mitigate the psychological pressure associated with competitive fighting environments. Evidence suggests that psychological skills training may enhance self-reported MT (Gucciardi et al., 2009; Sheard & Golby, 2006). Training programs that focus on developing sport-specific psychological techniques — like imagery, relaxation strategies, and cognitive interruption — have been shown to effectively enhance core MT attributes. These include hardiness, self-esteem, self-efficacy, dispositional optimism, and positive affectivity. It is important to recognize the differing perceptions of stress among CSAs. While some view intense training and excessive effort as a sign of dedication and commitment to their sport, others perceive the same demands as overwhelming and stressful (Pettersson et al., 2012, 2013). This distinction underscores the role of mindset, motivation, and individual resilience in athletic performance.

References

- Artioli, G. G., Saunders, B., Iglesias, R. T., & Franchini, E. (2016). It is time to ban rapid weight loss from combat sports. *Sports Medicine*, 46, 1579–1584. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0541-x>
- Baumeister, R. F., Vohs, K. D., & Tice, D. M. (2007). The strength model of self-control. *Current Directions in Psychological Science*, 16(6), 351–355.
- Bédard Thom, C., Guay, F., & Trottier, C. (2021). Mental toughness in sport: The goal-expectancy-self-control (Ges) Model. *Journal of Applied Sport Psychology*, 33(6), 627–643.
- Bespalov, B. I. (2023). Theory and diagnostics of professionally important qualities in components of sports acts. *Lomonosov Psychology Journal*, 46(1), 175–200. <https://doi.org/10.11621/vsp.2023.01.08> (in Russian)
- Ciacconi, S., Castro, O., Bahrami, F., Tomporowski, P. D., Capranica, L., Biddle, S. J. H., Vergeer, I., & Pesce, C. (2024). Martial arts, combat sports, and mental health in adults: A systematic review. *Psychology of Sport and Exercise*, 70, Article 102556. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2023.102556>

- Gucciardi, D. F., Gordon, S., & Dimmock, J. A. (2009). Evaluation of a mental toughness training program for youth-aged Australian footballers: I. A quantitative analysis. *Journal of Applied Sport Psychology, 21*(3), 307–323.
- Hunter, G. R., Plaisance, E. P., & Fisher, G. (2014). Weight loss and bone mineral density. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes, and Obesity, 21*(5), 358–362. <https://doi.org/10.1097/MED.000000000000087>
- Jones, G., Sheldon, H., & Connaughton, D. (2002). What is this thing called mental toughness? An investigation of elite sport performers. *Journal of Applied Sport Psychology, 14*(3), 205–218. <https://doi.org/10.1080/10413200290103509>
- Karrer, Y., Halioua, R., Mötteli, S., Iff, S., Seifritz, E., Jäger, M., & Claussen, M. C. (2020). Disordered eating and eating disorders in male elite athletes: A scoping review. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine, 6*(1), Article e000801. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2020-000801>
- Khodaei, M., Olewinski, L., Shadgan, B., & Kiningham, R. R. (2015). Rapid weight loss in sports with weight classes. *Current Sports Medicine Reports, 14*(6), 435–441. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000206>
- Lakicevic, N., Matthews, J. J., Artioli, G. G., Paoli, A., Roklicer, R., Trivic, T., Bianco, A., & Drid, P. (2022). Patterns of weight cycling in youth Olympic combat sports: A systematic review. *Journal of Eating Disorders, 10*(1), Article 75. <https://doi.org/10.1186/s40337-022-00595-w>
- Lakicevic, N., Thomas, E., Isacco, L., Tcymbal, A., Pettersson, S., Roklicer, R., Tubic, T., Paoli, A., Bianco, A., & Drid, P. (2024). Rapid weight loss and mood states in judo athletes: A systematic review. *European Review of Applied Psychology, 74*(4), Article 100933. <https://doi.org/10.1016/j.erap.2023.100933>
- Miles-Chan, J., & Isacco, L. (2020). Weight cycling practices in sport: A risk factor for later obesity? *Obesity Reviews, 22*(S2). <https://doi.org/10.1111/obr.13188>
- Mojtahedi, D., Dagnall, N., Denovan, A., Clough, P., Dewhurst, S., Hillier, M., Papageorgiou, K., & Perry, J. (2023). Competition anxiety in combat sports and the importance of mental toughness. *Behavioral Sciences, 13*(9), Article 713. <https://doi.org/10.3390/bs13090713>
- Molodozhnikov, I. A., & Guseinov, A. Sh. (2024). Agentic self-regulation of capoeira athletes of different sports qualifications. *Psychology in Russia: State of the Art, 17*(3), 82–96. <https://doi.org/10.11621/pir.2024.0306>
- Montani, J.-P., Viece, A. K., Prévot, A., & Dulloo, A. G. (2006). Weight cycling during growth and beyond as a risk factor for later cardiovascular diseases: The “repeated overshoot” theory. *International Journal of Obesity, 30*, S58–S66. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803520>
- Olson, M. B., Kelsey, S. F., Bittner, V., Reis, S. E., Reichek, N., Handberg, E. M., & Bairey Merz, C. N. (2000). Weight cycling and high-density lipoprotein cholesterol in women: Evidence of an adverse effect: A report from the NHLBI-sponsored WISE study. *Journal of the American College of Cardiology, 36*(5), 1565–1571. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(00\)00901-3](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(00)00901-3)
- Pettersson, S., Pipping Ekström, M., & Berg, C. M. (2012). The food and weight combat. A problematic fight for the elite combat sports athlete. *Appetite, 59*(2), 234–242. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2012.05.007>
- Pettersson, S., Pipping Ekström, M., & Berg, C. M. (2013). Practices of weight regulation among elite athletes in combat sports: A matter of mental advantage? *Journal of Athletic Training, 48*(1), 99–108. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.1.04>
- Polikanova, I. S., & Leonov, S. V. (2024). Investigation of EEG parameters in virtual reality puck shooting task in hockey players and freestyle wrestlers. *Lomonosov Psychology Journal, 47*(3), 249–280. <https://doi.org/10.11621/LPJ-24-52> (in Russian)

- Polikanova, I. S., Sabaev, D. D., Bulaeva, N. I., Panfilova, E. A., Leonov, S. V., Bugriy, G. S., Bespalov, B. I., & Kruchinina, A. P. (2024). Analysis of eye and head tracking movements during a puck-hitting task in ice hockey players, compared to wrestlers and controls. *Psychology in Russia: State of the Art*, 17(3), 64–81. <https://doi.org/10.11621/pir.2024.0305>
- Polikanova, I., Yakushina, A., Leonov, S., Kruchinina, A., Chertopolokhov, V., & Liutsko, L. (2022). What differences exist in professional ice hockey performance using Virtual Reality (VR) Technology between professional hockey players and freestyle wrestlers? (A pilot study). *Sports*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/sports10080116>
- Postnikova, M. I., Pishchik, V. I., Sivrikova, N. V., & Miklyaeva, A. V. (2024). Hardness of personality and the Big Five traits. *Natsional'nyi Psikhologicheskii Zhurnal [National Psychological Journal]*, 19(2), 121–130. <https://doi.org/10.11621/npj.2024.0210> (in Russian)
- Saarni, S., Rissanen, A., Sarna, S., Koskenvuo, M., & Kaprio, J. (2006). Weight cycling of athletes and subsequent weight gain in middleage. *International Journal of Obesity*, 30, 1639–1644. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803325>
- Sagova, Z. A., & Shaiafetdinova, R. R. (2024). Relationship between personal potential and the goal orientation in athletes of team and individual sports. *Natsional'nyi Psikhologicheskii Zhurnal [National Psychological Journal]*, 19(2), 175–188. <https://doi.org/10.11621/npj.2024.0215> (in Russian)
- Sheard, M., & Golby, J. (2006). Effect of a psychological skills training program on swimming performance and positive psychological development. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 4(2), 149–169.
- Steen, S. N., Oppliger, R. A., & Brownell, K. D. (1988). Metabolic effects of repeated weight loss and regain in adolescent wrestlers. *JAMA*, 260(1), 47–50.
- Sundgot-Borgen, J., & Torstveit, M. K. (2004). Prevalence of eating disorders in elite athletes is higher than in the general population. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 14(1), 25–32. <https://doi.org/10.1097/00042752-200401000-00005>
- Yakushina, A., Leonov, S., Pshenichnyuk, D., Sedogin, E., & Polikanova, I. (2024). Psychological self-regulation and its importance for the intrinsic motivation, psychological well-being and performance in sport. *Psychology. Journal of Higher School of Economics*, 21(1), 167–183. <https://doi.org/10.17323/1813-8918-2024-1-167-183> (in Russian)

АУТЕНТИЧНОСТЬ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ СПОРТСМЕНОВ: ЛАТЕНТНО-ПРОФИЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИХ СВЯЗИ С ЦЕННОСТЯМИ СПОРТА

К.А. БОЧАВЕР^а, С.И. РЕЗНИЧЕНКО^а, Д.В. БОНДАРЕВ^б

^а *Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, Российская Федерация, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20*

^б *Университет Юваскула, 40014, Финляндия, г. Юваскула, Seminaarinkatu, д. 15*

Authenticity and Athletes' Psychological Resources: A Latent Profile Analysis of Their Links with the Spirit of Sport Values

K.A. Bochaver^а, S.I. Reznichenko^а, D.V. Bondarev^б

^а *HSE University, 20 Myasnitskaya Str., Moscow, 101000, Russian Federation*

^б *University of Jyväskylä, Seminaarinkatu 15, Jyväskylä, 40014, Finland*

Резюме

В профессиональном спорте ключевыми психологическими ресурсами являются аутентичность, ментальная прочность и стрессоустойчивость. Согласно теории сохранения ресурсов Хобфолла, эти качества могут образовывать взаимоусиливающий комплекс, имеющий как инструментальную, так и символическую ценность. Однако остается неизученным вопрос о том, как уровень психологических ресурсов связан с профессиональными ценностями спортсменов. Цель — выявить и описать типологию спортсменов по уровню психологических ресурсов и изучить ее связь с

Abstract

In professional sports, key psychological resources include authenticity, mental toughness, and resilience. According to Hobfoll's Conservation of Resources Theory, these qualities can form a mutually reinforcing complex with both instrumental and symbolic value. However, the relationship between the level of psychological resources and athletes' professional values (Spirit of Sport) remains underexplored. The objective of this study was to identify a typology of athletes based on their psychological resource levels and to

Участие в исследовании К.А. Бочавера и С.И. Резниченко осуществлялось при финансовой поддержке РФФ по проекту № 25-18-00394 «Аутентичность личности в условиях разных жизненных вызовов», <https://ias.rscf.ru/user/doc/a.w.p.2025.104.main/10465721>.

Participation of K. Bochaver and S. Reznichenko in the study was supported by the Russian Science Foundation, project number 25-18-00394, «Personal authenticity in the context of different life challenges», <https://ias.rscf.ru/user/doc/a.w.p.2025.104.main/10465721>.

приверженностью ценностям «Духа спорта». В исследовании приняли участие 418 профессиональных спортсменов-мужчин (Мвозр. = 19.89 ± 1.75) из национальных сборных России. Использовались: Московская шкала аутентичности, Шкала ментальной прочности (MTS), Шкала стрессоустойчивости Коннор-Дэвидсона (CD RISC 10) и Шкала «Дух спорта» (11 ценностей Всемирного антидопингового агентства (далее — WADA)). Применялись анализ латентных профилей, поисковый факторный анализ и дисперсионный анализ. Выявлены три типа спортсменов: высокоресурсные (51%), среднересурсные (32%) и низкоресурсные (17%); ментальная прочность оказалась лучшим дифференциатором групп. Ценности образовали два фактора: этико-эвдемонические (этика, правила, уважение, здоровье, воспитание) и прагматико-гедонические (совершенство, упорство, смелость, командная работа, солидарность, веселье). Высокоресурсные спортсмены продемонстрировали более высокую приверженность обеим группам ценностей, хотя эффект был слабым (f Коэна $\approx 0.16-0.18$, $p < .001$). Средне- и низкоресурсные группы не различались по ценностям. Результаты частично подтверждают гипотезу о синергии психологических ресурсов и профессиональных ценностей, но только для спортсменов с высоким уровнем ресурсов. Это указывает на существование «порогового эффекта» и подчеркивает важность комплексного развития психологических ресурсов для формирования этической целостности в спорте.

Ключевые слова: психологические ресурсы, профессиональные ценности, дух спорта, аутентичность, ментальная прочность, стрессоустойчивость, профессиональные спортсмены.

Бочавер Константин Алексеевич — ведущий научный сотрудник, научно-учебная лаборатория психологии салютогенной среды, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», кандидат психологических наук.

Сфера научных интересов: психология спорта, аутентичность, салютогенез.

Контакты: konstantin.bochaver@gmail.com

Резниченко София Ивановна — ведущий научный сотрудник, научно-учебная лаборатория

examine its association with commitment to the values of the “Spirit of Sport”. The study involved 418 male professional athletes ($M_{age} = 19.89 \pm 1.75$) from Russian national teams. Instruments included the Moscow Authenticity Scale, Mental Toughness Scale (MTS), Connor Davidson Resilience Scale (CD RISC 10), and the “Spirit of Sport” Scale (11 WADA values). Latent profile analysis, exploratory factor analysis, and analysis of variance were applied. Three types of athletes were identified: high resource (51%), medium resource (32%), and low resource (17%), with mental toughness being the most effective differentiator. Spirit of Sport values clustered into two factors: ethical eudaimonic (Ethics, Rules, Respect, Health, Character) and pragmatic hedonic (Excellence, Dedication, Courage, Teamwork, Solidarity, Fun). High resource athletes demonstrated greater commitment to both value groups, though the effect was weak (Cohen's $f \approx 0.16-0.18$, $p < .001$). Medium- and low resource groups showed no differences in values. The results partially support the hypothesis of synergy between psychological resources and professional values, but only for athletes with high resource levels. This suggests a “threshold effect” and highlights the importance of comprehensive development of psychological resources to foster ethical integrity in sport.

Keywords: psychological resources, professional values, spirit of sport, authenticity, mental toughness, resilience, professional athletes.

Konstantin A. Bochaver — Lead Research Fellow, Laboratory for the Psychology of Salutogenic Environment, HSE University, PhD in Psychology.

Research Area: sport and exercise psychology, authenticity, salutogenesis.

E-mail: konstantin.bochaver@gmail.com

Sofia I. Reznichenko — Lead Research Fellow, Laboratory for the Psychology of

Психологии салутогенной среды, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», кандидат психологических наук.

Сфера научных интересов: психология среды, аутентичность, ресурсы.

Контакты: reznichenko.sofya@yandex.ru

Бондарев Дмитрий Владимирович — научный сотрудник, Центр академической коммуникации, Университет Юваскула (Финляндия), PhD.

Сфера научных интересов: физиология, спортивная психология, геронтология, спортивная политика.

Контакты: dmitriy.d.bondarev@jyu.fi

Salutogenic Environment, HSE University, PhD in Psychology.

Research Area: environmental psychology, authenticity, resources.

E-mail: reznichenko.sofya@yandex.ru

Dmitriy V. Bondarev — Research Fellow, Centre for Multilingual academic communication, University of Jyväskylä (Finland), PhD in Health Sciences.

Research Area: physiology, sports psychology, gerontology, sports policy.

E-mail: dmitriy.d.bondarev@jyu.fi

Профессиональный спорт — это одновременно арена высших человеческих достижений и «полевая лаборатория» предельного стресса, предъявляющего экстремальные требования к психологическим ресурсам спортсменов. Постоянное соревновательное давление, риск травм, необходимость поддерживать пиковую форму и справляться с поражениями создают уникальную среду, где психологические качества становятся не менее важными, чем физические данные. С одной стороны, спортсмену необходимо быть психологически «стойким» — развивать ментальную прочность, подавлять эмоции, игнорировать боль, противостоять соперникам и в целом использовать любые разрешенные средства ради победы. С другой стороны, от него ожидается воплощение высоких идеалов «Духа спорта» — честности, уважения, солидарности, этичного поведения. Традиции отечественного спорта предполагают, что выдающийся спортсмен должен быть примером добродетелей для начинающих и общества в целом. Как выразился один профессиональный спортсмен в нашем интервью: «Тренер учит меня быть безжалостным на дорожке, а спортивные правила говорят о благородстве и *fair play*. Кем я должен быть — воином или рыцарем?» (Бочавер, Бондарев, 2020). Эта дилемма отражает глубокий конфликт между двумя подходами к спортивному успеху: ресурсно-адаптивным и ценностно-идеалистическим.

Ресурсно-адаптивный подход рассматривает спорт как экстремальную экосистему отбора, где побеждает тот, кто накопил больше личностных ресурсов. Согласно теории сохранения ресурсов С. Хобфолла (Hobfoll, 1989; Нунен et al., 2024), успех определяется наличием и эффективным использованием ресурсов. По Хобфоллу, ресурсы — это объекты, личностные характеристики, условия или энергии, которые ценятся индивидом или служат средствами для достижения его целей (Hobfoll, 2002). В этой теории личностные ресурсы выделяются как ключевые для преодоления стресса и достижения целей.

В спортивной психологии три таких ресурса приобретают особое значение: аутентичность — способность оставаться верным себе под давлением внешних ожиданий; ментальная прочность — устойчивость к стрессу и способность

действовать на пределе своих возможностей в критической ситуации; стрессоустойчивость (резильентность) — умение быстро восстанавливаться после неудач и «перерабатывать» этот опыт с пользой, учиться на ошибках и закаляться (Бочавер и др., 2023б). В контексте спорта такие психологические характеристики обладают двойной ценностью: инструментальной (обеспечивают результативность) и символической (определяют профессиональную идентичность спортсмена). Согласно метафорическому принципу «путей ресурсного каравана» (*caravan passageways*) ресурсы приобретаются не изолированно, а группами — где наличие одних ресурсов облегчает приобретение и сохранение других, что образует взаимоукрепляющие кластеры ресурсов (Hobfoll, 2011). Соответственно, ментальная прочность и стрессоустойчивость могут не только взаимно усиливать друг друга, но и создавать основу для более сложных психологических образований, таких как система профессиональных ценностей. Например, спортсмены с развитой аутентичностью, ментальной прочностью и стрессоустойчивостью не просто эффективнее выступают — они способны глубже интернализировать и воплощать профессиональные ценности, поскольку обладают достаточными ресурсами для построения целостной профессиональной идентичности.

Второй подход к спортивному успеху — ценностно-идеалистический — утверждает, что истинные спортивные достижения неотделимы от моральных принципов. В профессиональном спорте эта функция реализуется через усвоение принципов «Духа спорта», декларируемых Всемирным антидопинговым агентством и включающих этику, уважение, честную игру и другие идеалы Олимпийского движения, инициированного Пьером де Кубертенем (WADA, 2021). Предполагается, что каждый спортсмен должен не только стремиться к победам, но и делать это «правильно», достигая результатов аутентично, через естественное развитие таланта и характера, воплощая идеалы «Духа спорта», заложенные еще в Олимпийской хартии 1894 г. (Ritchie, 2014). Эти ценности — не просто декларация; они лежат в основе современной спортивной политики, требуя от всех участников добровольно разделять принципы чистого спорта (Loland, McNamee, 2019). На практике же жесткая конкуренция в современном спорте требует максимальной результативности и использования всех незапрещенных средств, что зачастую противоречит провозглашенным ценностям «Духа спорта» (Petróczi et al., 2025b; Бондарев и др., 2021). При этом сами ценности «Духа спорта» могут иметь неоднородную структуру, объединяя как этические императивы (честность, уважение), так и прагматические установки (стремление к совершенству, командная работа) (Petróczi et al., 2025a; Veltmaat et al., 2023).

Данное противоречие особенно ярко проявляется в амбивалентной роли психологических ресурсов. Исследования показывают, что повышенная ментальная прочность иногда сопровождается склонностью к «пограничному» поведению — давлению на соперников, манипулированию правилами, игре на грани фола (Gucciardi et al., 2017; Бочавер, Бондарев, 2020); по наблюдениям практиков, выдающиеся спортсмены порой ведут себя как «высоко функциональные психопаты». Иными словами, те самые качества, которые обеспечивают

спортивный успех, порой подрывают приверженность этическим нормам. Эта дилемма допускает три теоретических сценария. Первый — конфликт: развитие «боевых» психологических качеств неизбежно подрывает этические принципы, а строгое следование этике ограничивает ментальную прочность. Второй — независимость: ресурсы и ценности развиваются параллельно, не влияя друг на друга. Третий — синергия: высокий уровень ресурсов создает основу для глубокого усвоения ценностей. Последний сценарий находит поддержку в теории Хобфолла о символической функции ресурсов (Hobfoll, 2011). Ресурсы не только обеспечивают успех, но и формируют идентичность — «кто я есть». Спортсмен с развитой ментальной прочностью может определять себя не просто как «сильного», но как «сильного и благородного», интегрируя ресурс в свою ценностную систему. Таким образом, остается открытым эмпирический вопрос: какой из трех сценариев реализуется в профессиональном спорте?

Несмотря на теоретические предположения, что уровень психологических ресурсов связан с приверженностью к профессиональным спортивным ценностям (ценностям «Духа спорта»), научная литература по данной проблеме фрагментарна. Психологические ресурсы и ценностные ориентации спортсменов традиционно изучаются раздельно (напр.: Gucciardi et al., 2017; Petróczi et al., 2025b), из-за чего остается неясным, как эти аспекты сосуществуют. Понимание их взаимосвязи критически важно для практики, так как это позволяет разрабатывать целевые программы психологической поддержки, учитывающие как ресурсный профиль спортсмена, так и его ценностные приоритеты, что особенно актуально при работе с возрастными изменениями, травмами и карьерными кризисами (Kontro et al., 2022; Боцавер и др., 2023б).

В логике теории сохранения ресурсов (COR; Hobfoll) психологические ресурсы подразделяются на ресурсы-условия (социальная поддержка, мотивационный климат команды) и личностные ресурсы (индивидуальные характеристики и навыки саморегуляции). Мы выделяем три личностных ресурса — аутентичность, ментальную прочность и стрессоустойчивость, — поскольку они комплементарно покрывают полный контур стрессового процесса профессионального спорта: аутентичность обеспечивает ценностно-мотивационную основу деятельности, ментальная прочность — способность действовать эффективно под давлением, стрессоустойчивость — адаптацию к неблагоприятным воздействиям и восстановление после них. Учитывая принцип «ресурсного каравана», согласно которому ресурсы приобретаются взаимосвязанными группами, можно предположить существование качественно различных профилей спортсменов — от высокоресурсных до ресурсно-дефицитных групп, что имеет практическое значение для дифференцированной психологической поддержки. Поскольку 11 ценностей «Духа спорта» гетерогенны и умеренно коррелируют, мы также проверяем, образуют ли они более высокоуровневые факторы для интерпретационной ясности последующих межпрофильных сравнений.

Эмпирическое выявление значения и связей указанных психологических ресурсов спортсмена подразумевает раскрытие следующих исследовательских вопросов (далее — ИВ):

ИВ-1: какие латентные профили спортсменов можно выделить на основе аутентичности, ментальной прочности и стрессоустойчивости и какова дифференцирующая роль каждого ресурса?.

ИВ-2: какова структура профессиональных ценностей спортсменов?

ИВ-3: как проявляется связь между уровнем психологических ресурсов и приверженностью спортивным ценностям — через синергию, конфликт или независимость?

Цель исследования — выявить и описать типологии профессиональных спортсменов на основе уровня их психологических ресурсов (аутентичности, ментальной прочности, стрессоустойчивости) и выполнить анализ связи их ресурсной обеспеченности с приверженностью ценностям «Духа спорта».

Методы

Выборка и процедура исследования

Выборка включала 420 профессиональных спортсменов мужского пола в возрасте 18–26 лет ($M = 19.89$ года, $SD = 1.75$ года), входящих в состав национальных сборных команд России и представляющих разные виды спорта: циклические (38.1%) — велоспорт, лыжный и конькобежный спорт, легкая атлетика и др.; единоборства (28.1%) — бокс, вольная борьба, греко-римская борьба и др.; сложно-координационные (11.9%) — бобслей, санный, парусный спорт, скалолазание и др.; игровые (10.9%) — бейсбол, гандбол, регби и др.; силовые (6.5%) — тяжелая атлетика; стрелковые (4.5%) — стрельба. Среди них 34.3% — кандидаты в мастера спорта; 61.2% — мастера спорта; 4.5% — мастера спорта международного класса. Средний спортивный стаж составил 10.54 ± 3.14 года.

Исследование проводилось на территории учебно-тренировочных баз во время сборов национальных команд. Спортсмены заполняли опросники в присутствии исследователя в специально отведенном помещении. Средняя длительность прохождения опросников составляла 20 минут. Участие в исследовании было добровольным и конфиденциальным. В качестве вознаграждения за участие в исследовании спортсмены получали доступ к набору специализированной литературы в области психологии спорта.

Методики и оцениваемые параметры

Аутентичность оценивалась Московской шкалой аутентичности (MAS) (Reznichenko et al., 2021) — однофакторного инструмента, включающего 5 утверждений об общей способности человека быть собой (например: «Я знаю свое предназначение и следую ему»). Ответы давались по 5-балльной шкале от 1 («совершенно не согласен») до 5 («совершенно согласен»). Общий балл рассчитывался как сумма всех пунктов (диапазон 5–25). В данном исследовании α Кронбаха = 0.78.

Ментальная прочность оценивалась 11-пунктной шкалой MTS (Бочавер и др., 2023а), измеряющей уверенность, целеустремленность и способность преодолевать трудности в спорте. Использовалась 5-балльная шкала (1 — «не верно», 5 — «совершенно верно»), суммарный показатель 11–55 баллов; α Кронбаха = 0.83.

Стрессоустойчивость оценивалась краткой версией шкалы Коннор— Дэвидсона (CD-RISC-10) (Nartova-Bochaver et al., 2021) — 10-пунктным однофакторным инструментом, измеряющим способность к адаптации и восстановлению после стресса. Использовалась 5-балльная шкала (0 — «абсолютно не верно», 4 — «почти всегда верно»), суммарный показатель 0–40 баллов, α = 0.85.

Ценности «Духа спорта» оценивались одноименной шкалой (Бочавер и др., 2021, 2023а) — 11-пунктным инструментом, измеряющим важность ценностей спорта, определенных WADA (этика, здоровье, совершенство, воспитание, веселье, командная работа, упорство, правила, уважение, смелость, солидарность). Использовалась 9-балльная шкала важности (1 — «противоречит моим ценностям», 9 — «первостепенное значение»). Каждая ценность анализировалась как отдельная переменная.

Анализ данных проводился в среде R v. 4.2.3. На предварительном этапе выполнены описательная статистика и корреляционный анализ Пирсона. Для выявления типологии спортсменов применялся анализ латентных профилей (LPA, пакет tidyLPA). Структура профессиональных ценностей изучалась с помощью поискового факторного анализа (exploratory factor analysis). Межгрупповые различия оценивались через однофакторный дисперсионный анализ с post-hoc тестом Тьюки (пакет multcomp). Размер эффекта при дисперсионном анализе оценивался с использованием f Коэна (Cohen's f), где значения $f < 0.10$ интерпретируются как отсутствующий эффект, $0.10 \geq f < 0.25$ — как слабый, $0.25 \geq f < 0.40$ — как умеренный и $f \geq 0.40$ — как сильный эффект (Cohen, 1988). Значения χ^2 и f получены функцией eta_squared() пакета effectsize. Визуализация выполнена в ggplot2.

Результаты

Предварительный анализ

Два статистических выброса (тест Махаланобиса, $p < 0.001$) были исключены, итоговая выборка составила 418 человек. Распределения всех переменных соответствовали нормальному (асимметрия и эксцесс в диапазоне $[-2; 2]$), за исключением избыточной плотности у ценностей Здоровья, Веселья и Правил. Внутренняя согласованность всех шкал превышала $\alpha = 0.70$. Среди ценностей наибольшие средние показатели имели Здоровье, Уважение и Правила; наименьшие — Командная работа, Солидарность и Смелость. Корреляционный анализ показал умеренные связи между психологическими ресурсами ($r = 0.49$ – 0.55 , все $p < 0.001$) и между ценностями ($r = 0.27$ – 0.68 , все $p < 0.001$). Ресурсы слабо, но значимо коррелировали с ценностями: наиболее сильно —

Стрессоустойчивость ($r_{\text{усредненная}} = 0.29$), затем Аутентичность ($r_{\text{усредненная}} = 0.22$) и Ментальная прочность ($r_{\text{усредненная}} = 0.17$). Для дальнейшего анализа все переменные были z-стандартизированы.

Классификация спортсменов по уровню психологических ресурсов (ИБ-1)

Для ответа на ИБ-1 — выявление латентных профилей ресурсной обеспеченности спортсменов — мы провели анализ латентных профилей (LPA) — вероятностный метод кластеризации (van Lissa, 2018). Оптимальное решение определялось по критериям AIC, BIC, энтропии и тесту отношения правдоподобия (BLRT). Анализ проводился в два этапа: на 50%-й случайной выборке ($n = 209$) и полной выборке ($n = 418$) для проверки воспроизводимости (Wang et al., 2017). Сравнение моделей с 1–5 классами показало, что модели с 4–5 классами содержали пустые классы и были отвергнуты, а оптимальным является решение с тремя классами-типами спортсменов (наименьшие AIC/BIC, приемлемая энтропия = 0.78, BLRT $p < 0.01$):

- высокоресурсные ($n = 213$, 51%): высокие показатели по всем ресурсам (z-оценки: Аутентичность = 0.50, Стрессоустойчивость = 0.74, Ментальная прочность = 0.65);
- среднересурсные ($n = 134$, 32%): средние показатели (z-оценки: –0.16, –0.57, –0.16 соответственно);
- низкоресурсные ($n = 71$, 17%): низкие показатели (z-оценки: –1.19, –1.14, –1.65 соответственно).

Дисперсионный анализ подтвердил различную дискриминирующую способность ресурсов: Ментальная прочность наиболее выраженно разделяет классы ($F = 457.89$, $p < 0.001$), что визуально проявляется в минимальном перекрытии диапазонов между группами (рисунок 1). Затем следует Стрессоустойчивость ($F = 315.41$, $p < 0.001$), которая приемлемо дифференцирует высоко- и среднересурсных спортсменов, тогда как Аутентичность ($F = 125.13$, $p < 0.001$) слабее всего разделяет классы, показывая существенное перекрытие значений между всеми классами.

Итог по ИБ-1. Выявлены три устойчивых профиля ресурсной обеспеченности (высоко-, средне- и низкоресурсный). Вклад отдельных ресурсов в дифференциацию профилей неодинаков: максимальный — у Ментальной прочности, далее Стрессоустойчивость; Аутентичность дискриминирует слабее (см. рисунок 1).

Структура профессиональных ценностей спортсменов (ИБ-2)

Однофакторный дисперсионный анализ выявил значимые различия между классами спортсменов по всем ценностям ($p < 0.05$), кроме Веселья. Размер эффекта варьировал от отсутствующего (f Коэна < 0.1 для Веселья) до умеренного (f Коэна = 0.25–0.39 для Правил).

Попарные сравнения (тест Тьюки) показали, что высокоресурсные спортсмены превосходят:

- среднересурсных — по 8 из 11 ценностей (Этика, Здоровье, Работа в команде, Упорство, Правила, Уважение, Смелость, Солидарность);
- низкоресурсных — по 4 ценностям (Этика, Здоровье, Совершенство, Правила).

Между средне- и низкоресурсными классами спортсменов значимых различий не обнаружено, несмотря на тенденцию первых к более высоким показателям по Совершенству, Воспитанию и Правилам (рисунок 2).

Рисунок 1

Профили психологических ресурсов трех классов спортсменов (z-оценки)

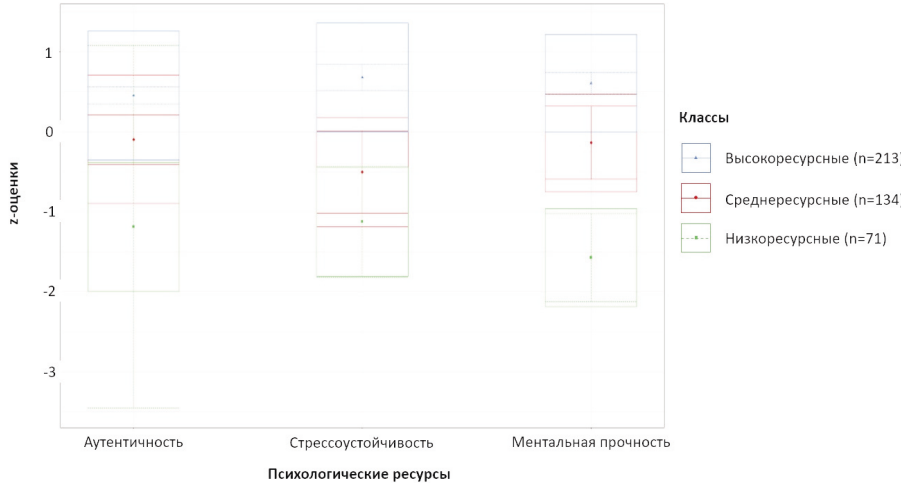
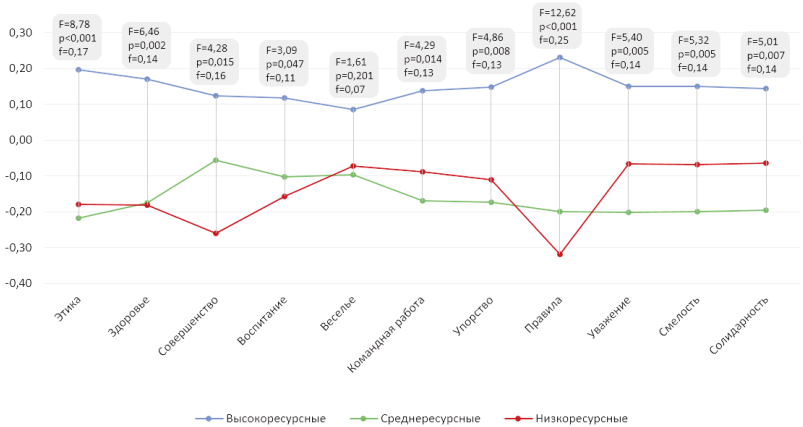


Рисунок 2

Сравнение профилей профессиональных ценностей у высоко-, средне- и низкоресурсных спортсменов (z-оценки)



Факторная структура профессиональных ценностей

Поисковый факторный анализ 11 ценностей проводился на полной выборке ($N = 418$) методом главных компонент с oblimin-вращением, поскольку предполагалась корреляция латентных факторов. Пригодность данных проверена: индекс Кайзера–Мейера–Олкина КМО = 0.78, тест сферичности Бартлетта $\chi^2(55) = 1056, p < 0.001$. Количество факторов определялось на основе критерия «собственных значений» (Kaiser–Guttman eigenvalue) > 0.90 . В результате выявлена двухфакторная структура, объясняющая 58.4% дисперсии (таблица 1).

- Фактор 1: *Этико-эвдемонические ценности* (49.4%) — объединяет моральные принципы (этика, правила, уважение) и заботу о благополучии (здоровье, воспитание).

- Фактор 2: *Прагматико-гедонические ценности* (9.0%) — включает целевые установки (совершенство, упорство, смелость, командная работа) и удовольствие от спорта (веселье, солидарность).

Все ценности, кроме Совершенства (кросс-нагрузка на оба фактора), однозначно относятся к одной из групп.

Таблица 1

Матрица факторных нагрузок профессиональных ценностей спортсменов
по результатам факторного анализа ($N = 418$)

Ценность	Содержание ценности	Группа 1: Этико- эвдемонические	Группа 2: Прагматико- гедонические
Этика	Играть честно, с уважением к спортивной этике	0.950	-0.190
Здоровье	Быть здоровым	0.633	0.143
Воспитание	Хорошие манеры и воспитание	0.554	0.307
Правила	Соблюдать правила спорта	0.782	0.052
Уважение	Проявлять уважение к себе и к другим участникам соревнований	0.776	0.062
Совершенство	Добиться совершенства в спорте	0.306	0.437
Веселье	Получать удовольствие и радость в спорте	0.206	0.576
Командная работа	Работать в команде	0.007	0.686
Упорство	Проявлять самоотверженность и целеустремленность	0.255	0.581
Смелость	Проявлять смелость и кураж	-0.160	0.902
Солидарность	Проявлять чувство общности и солидарности с другими	0.121	0.676
Собственное значение / % объясненной дисперсии		5.43 / 49.40%	0.99 / 8.97 %

Итог по ИВ-2. Профессиональные ценности структурируются в две группы: этико-эвдемонические и прагматико-гедонические, объясняя 58.4% дисперсии.

Связь профилей ресурсов с ценностями (ИВ-3)

Для ответа на ИВ-3 мы сравнили три профиля ресурсной обеспеченности (высоко-, средне- и низкоресурсные) как по факторным баллам двух групп ценностей (таблица 2), так и по 11 отдельным ценностям (см. рисунок 2).

Анализ выявил значимые, но слабые различия между классами спортсменов (высоко-, средне- и низкоресурсных) и двумя факторами ценностей:

- этико-эвдемонические: $F(2, 415) = 10.32, p < 0.001, f \text{ Коэна} = 0.18$;
- прагматико-гедонические: $F(2, 415) = 7.80, p = 0.001, f \text{ Коэна} = 0.16$.

Паттерн различий идентичен для обоих факторов: высокоресурсные спортсмены превосходят как среднересурсных, так и низкоресурсных (все $p < 0.05$), тогда как последние две группы не различаются между собой (таблица 2). Это подтверждает пороговый характер связи между психологическими ресурсами и профессиональными ценностями.

Итог по ИВ-3. Данные поддерживают пороговую «синергическую» модель связи ресурсов и ценностей (Высокоресурсные > Среднересурсные = Низкоресурсные) с малым размером эффекта; свидетельств в пользу конфликтной или независимой модели не обнаружено.

Таблица 2

Попарное сравнение выраженности этико-эвдемонических и прагматико-гедонических ценностей у спортсменов с высоким, средним и низким уровнями психологических ресурсов (z-оценки)

Группа ценностей	Сравниваемые классы спортсменов по уровню ресурсности ($M \pm SD$)		Средняя разность (SE)	p
Этико-эвдемонические	Высокоресурсные (0.22 ± 0.77)	Среднересурсные (-0.23 ± 1.19)	0.44 (0.11)	< 0.001
	Высокоресурсные (0.22 ± 0.77)	Низкоресурсные (-0.23 ± 1.08)	0.45 (0.13)	0.003
	Среднересурсные (-0.23 ± 1.19)	Низкоресурсные (-0.23 ± 1.08)	0.00 (0.14)	1.000
Прагматико-гедонические	Высокоресурсные (0.18 ± 0.91)	Среднересурсные (-0.21 ± 1.08)	0.39 (0.11)	< 0.001
	Высокоресурсные (0.18 ± 0.91)	Низкоресурсные (-0.15 ± 1.01)	0.33 (0.13)	0.040
	Среднересурсные (-0.21 ± 1.08)	Низкоресурсные (-0.15 ± 1.01)	-0.07 (0.14)	0.893

Обсуждение результатов

Данное исследование выявило три типа профессиональных спортсменов, различающихся по уровню психологических ресурсов, и продемонстрировало, что высокоресурсные спортсмены показывают более высокую приверженность как этико-эвдемоническим, так и прагматико-гедоническим ценностям. Вопреки предположению о возможном конфликте между «боевыми» психологическими качествами и этическими принципами в спорте, высокоресурсные спортсмены демонстрируют синергию: они одновременно психологически стойки и привержены профессиональным ценностям («Духа спорта»).

ИВ-1: Профили ресурсной обеспеченности и их интерпретация

Ресурсы и их неравномерное распределение среди профессиональных спортсменов

Выявленное распределение спортсменов (51% высокоресурсных, 32% среднересурсных, 17% низкоресурсных) не является случайным — оно отражает фундаментальные механизмы функционирования спорта высших достижений. Согласно принципу «ресурсных спиралей» Хобфолла, те, кто обладает большими ресурсами, легче приобретают новые, создавая восходящую спираль накопления (Hobfoll, 2011). В контексте профессионального спорта это проявляется через три взаимосвязанных процесса:

- селективный отбор: система изначально отбирает психологически устойчивых индивидов, создавая «входной барьер» для низкоресурсных;
- ресурсное развитие: сама спортивная деятельность — регулярные тренировки, соревновательный опыт, преодоление трудностей — служит катализатором развития ментальной прочности, стрессоустойчивости и аутентичности у тех, кто остается в системе;
- естественный отсев: спортсмены, неспособные накапливать ресурсы или попавшие в нисходящую спираль потерь, покидают профессиональный спорт, что объясняет малочисленность низкоресурсной группы.

Таким образом, обнаруженная типология не просто описывает текущее состояние, но раскрывает динамический процесс «ресурсной стратификации» в спорте. Это имеет важное практическое применение: среднересурсные спортсмены (32%) представляют группу риска — они балансируют на грани между восходящей и нисходящей спиралью, что делает их приоритетной целью для психологических интервенций (Holmgren et al., 2017; Nahum, 2025).

Важно, что все три ресурса развиваются синхронно. Результаты LPA подтверждают принцип «путей ресурсного каравана» (caravan passageways; Hobfoll, 1989; Huynen et al., 2024) — накопление ресурсов происходит комплексно, а не фрагментарно, так как не обнаружено спортсменов с несбалансированными профилями (например, высокая ментальная прочность при низкой аутентичности). Все выявленные группы демонстрируют согласованные уровни трех ресурсов, что указывает на их совместное развитие или деградацию.

Первостепенное значение ментальной прочности как спортивно-специфичной черты

Ментальная прочность (mental toughness) лучше дифференцирует спортсменов в плане ресурсности, чем аутентичность и стрессоустойчивость, потому что она напрямую связана со способностью сохранять концентрацию, хладнокровие и контроль в критических моментах, что является ключевым требованием в профессиональном спорте. В отличие от аутентичности (внутренняя гармония, которая может сохраняться независимо от спортивных результатов) и стрессоустойчивости (общая адаптивность), ментальная прочность специфически настроена на требования соревновательной деятельности — способность действовать эффективно именно в моменты максимального давления.

Преимущественная дискриминирующая роль ментальной прочности согласуется с обзорами, где поддержание контроля под психологическим давлением рассматривается как ключ к высокой результативности в профессиональном спорте (см., напр.: Gucciardi et al., 2017). В отличие от более «широких» конструкций (стрессоустойчивость, самоэффективность), ментальная прочность операционализирует именно соревновательное функционирование, что и отражено в нашем анализе латентных профилей.

Низкоресурсные спортсмены особенно сильно отстают по этому параметру, так как не могут абстрагироваться от неудач и сохранять решительность, что делает ментальную прочность наиболее чувствительным маркером различий между группами. Это подтверждает, что в условиях жесткой конкуренции профессионального спорта ментальная прочность становится своеобразным «фильтром», отделяющим тех, кто способен выдерживать психологические требования профессиональной карьеры, от тех, кто рискует попасть в нисходящую спираль ресурсных потерь.

ИБ-2: Двухфакторная структура ценностей

Ценности спортсмена имеют две принципиальные направленности

Все 11 ценностей удалось кластеризовать в две более крупные группы:

- 1) *этико-эвдемонические ценности* — преимущественно морального толка, отражающие заботу о собственном благополучии и о благополучии других;
- 2) *прагматико-гедонические ценности*, отражающие установки спортсмена на достижение целей и получение удовольствия от спорта.

Эта структура отражает фундаментальную двойственность спортивных ценностей: забота о моральной целостности и благополучии против стремления к достижениям и удовольствию от процесса.

Обе группы ценностей показали слабую, но значимую связь с уровнем ресурсов ($f \approx 0.16-0.18$), причем различия проявились только между высокоресурсными и остальными группами. Полученные результаты можно объяснить тем, что высокоресурсные спортсмены, обладая развитой аутентичностью,

ментальной прочностью и стрессоустойчивостью, демонстрируют более целостную и устойчивую систему ценностей, интегрируя как морально-этические принципы (этико-эвдемонические ценности), так и целевые установки (прагматико-гедонические ценности), что позволяет им эффективно балансировать между личным благополучием и достижением спортивных результатов. В то же время средне- и низкоресурсные спортсмены, испытывая дефицит психологических ресурсов, либо фокусируются на отдельных, социально одобряемых ценностях (например, Правилах), либо не могут системно воплощать ценностные ориентиры в поведении, что приводит к отсутствию значимых различий между этими группами. Этот паттерн подтверждает гипотезу о пороговом эффекте: для интеграции обеих ценностных систем требуется достижение определенного уровня психологических ресурсов.

Полученная двухфакторная структура соотносится с данными исследований о ценностях спортсменов, где выделяются блок «этика-уважение-правила/здоровье» и блок «достижение-упорство-команда/радость» (см.: Woolway et al., 2021; Petróczy et al., 2025b). В нашем исследовании кросс-нагрузка ценности Совершенство соответствует ее «связующей» роли между эвдемоническими и достиженческими ориентирами.

Важно, что двухфакторная структура эмпирически валидизирует концепцию «Духа спорта» WADA, показывая естественное разделение декларируемых ценностей на две взаимодополняющие, но различные системы. Слабость связи с ресурсами указывает, что ценности формируются под влиянием множества факторов, среди которых психологические ресурсы — необходимое, но не достаточное условие.

ИБ-3: Связь профилей ресурсов с ценностями

Выше ресурсы — сильнее ценности

Высокоресурсные спортсмены демонстрируют более выраженные ценности (хотя эффект был слабым ($f \approx 0.16-0.18$)), особенно в отношении Правил, Этики и Здоровья — эти ценности значимо отличают их как от среднересурсных спортсменов, так и от низкоресурсных. Ценность Веселья — единственная, которая приблизительно одинаково выражена у всех трех групп спортсменов. Профессиональный спорт требует строгой дисциплины, соблюдения норм и этики, заботы о собственном здоровье, что делает ценности вроде Правил, Этики и Здоровья критически важными для успеха. Веселье как ценность, связанная с получением удовольствия, может быть менее значимой в условиях высокой конкуренции спорта как профессиональной деятельности. Кроме того, высокоресурсные спортсмены, обладая развитой аутентичностью, ментальной прочностью и стрессоустойчивостью, может быть, больше ориентированы на долгосрочные цели и самоконтроль, что усиливает их приверженность структурированным ценностям, в то время как Веселье остается нейтральным параметром, одинаково актуальным для всех групп независимо от уровня ресурсов. Но вероятнее всего, это может указывать на то, что удовольствие от

спорта представляет собой базовую, «ресурснезависимую» мотивацию — то, что изначально привело спортсменов в спорт и продолжает поддерживать их вовлеченность независимо от уровня психологических ресурсов.

Обнаруженная связь, хотя и слабая, согласуется с концепцией символической функции ресурсов Хобфолла: ресурсы не только обеспечивают адаптацию, но и формируют профессиональную идентичность через усвоение соответствующих ценностей (Grove, Stoll, 1999).

Различия средне- и низкоресурсной групп по ценностям

Средне- и низкоресурсные группы не показали статистически значимых различий ни по одной из ценностей, что представляет особый интерес. Этот результат указывает на возможное существование «порогового эффекта»: связь между ресурсами и ценностями проявляется только при достижении определенного уровня психологической оснащенности.

Отсутствие различий между этими двумя группами может объясняться несколькими факторами. Во-первых, обе группы могут находиться ниже критического порога ресурсов, необходимого для полноценной интеграции ценностей в профессиональную идентичность (Sonnentag, Meier, 2024). Во-вторых, в условиях ресурсного дефицита спортсмены могут фокусироваться на выживании в системе, что оставляет мало психологического пространства для ценностной рефлексии. Этот результат дополняет теорию сохранения ресурсов Хобфолла, демонстрируя, что связь ресурсов и ценностей может быть не линейной, а пороговой — значимые изменения в ценностной системе происходят только после накопления критического уровня психологических ресурсов. Связь психологических ресурсов с приверженностью принципам «чистого спорта» в других работах демонстрировалась на уровне установок (attitudinal), переменного-центрированный анализ (Barkoukis et al., 2025; Lazuras et al., 2021; Veltmaat et al., 2023; Bondarev et al., 2022). Однако наши результаты дополняют эти исследования и показывают, что конфигурации ресурсов (латентные профили), а не отдельные шкалы поодиночке систематически связаны с ценностями «Духа спорта», причем связь носит пороговый характер (Высокоресурсные > Среднересурсные = Низкоресурсные). При этом малые размеры эффекта ($f \approx 0.16–0.18$) ожидаемы для пересечения личностных и ценностных доменов и говорят о наличии неучтенных контекстных факторов (командный климат, отношения с тренером).

Ограничения и перспективы исследования

Настоящее исследование имеет ряд ограничений, которые необходимо учитывать при интерпретации результатов. Кросс-секционный дизайн не позволяет установить причинно-следственные связи между психологическими ресурсами и ценностями, а использование самоотчетных мер создает риск социальной желательности ответов. Выборка представлена мужчинами-спортсменами 18–26 лет из сборных команд России, что ограничивает генерализацию

результатов на женщин, другие возрастные группы и культурные контексты. Кроме того, слабый размер эффекта связи ресурсов и ценностей ($f \approx 0.16-0.18$) указывает на существование других, не учтенных в исследовании факторов.

Особую специфику результатам придает уникальный контекст, в котором находились участники исследования. Российские спортсмены в период сбора данных испытывали беспрецедентный стресс, связанный с ограничением доступа к международным соревнованиям, что могло повлиять на актуализацию определенных ресурсов и ценностей. В условиях неопределенности профессиональных перспектив роль аутентичности и ценностной системы могла усилиться как компенсаторный механизм сохранения профессиональной идентичности. Это открывает перспективы для будущих исследований адаптации спортсменов к экстремальным карьерным вызовам, где внутренние ресурсы становятся критически важными для преодоления внешних ограничений. Необходимы лонгитюдные и кросс-культурные исследования для понимания универсальности выявленных закономерностей и их динамики в различных социально-политических контекстах.

Заключение

Данное исследование вносит существенный вклад в понимание психологической природы профессионального спорта, разрешая фундаментальное противоречие между необходимостью быть «воином» для достижения успеха и требованием оставаться «рыцарем» для воплощения идеалов спорта. Полученные результаты демонстрируют, что это противоречие не является неразрешимым — высокий уровень психологических ресурсов создает основу для интеграции «боевых качеств» с этическими принципами.

Теория сохранения ресурсов Хобфолла получает важное расширение применительно к экстремальным условиям профессионального спорта. Обнаруженный «пороговый эффект» дополняет классическое понимание ресурсных спиралей: связь между психологическими ресурсами и ценностной системой не линейна, а проявляется только после накопления критической массы ресурсов. Это объясняет, почему половина профессиональных спортсменов способна поддерживать высокий уровень как психологической устойчивости, так и приверженности ценностям «Духа спорта», в то время как остальные, находясь в режиме ресурсного дефицита, не демонстрируют развитой ценностной системы.

Особую теоретическую значимость представляет эмпирическая валидизация роли аутентичности как полноправного компонента ресурсного комплекса спортсмена. Хотя ментальная прочность остается наиболее спортивно-специфичным ресурсом, именно аутентичность может служить связующим звеном между прагматическими требованиями результативности и этическими императивами профессиональной деятельности. Выявленная двухфакторная структура ценностей — этико-эвдемоническая и прагматико-гедоническая — отражает эту двойственность спортивной идентичности и подтверждает, что

концепция «Духа спорта» отражает близкую к реальности психологическую архитектуру профессиональных ориентиров спортсменов.

Литература

- Бондарев, Д., Боцавер, К., Баркуис, В. (2021). Феномен легитимности антидопинговой политики в социальной психологии спорта. *Клиническая и специальная психология*, 10(1), 100–131. <https://doi.org/10.17759/cpse.2021100106>
- Боцавер, К. А., Бондарев, Д. В. (2020). Система ценностей спортсмена в интервью с чемпионами: Кейс-стади. *Спортивный психолог*, 2, 30–36.
- Боцавер, К. А., Бондарев Д. В., Довжик Л. М. (2023а). *Психологическая диагностика в спорте*. М.: Спорт.
- Боцавер, К. А., Довжик, Л. М., Квасов, М. Е., Бондарев, Д. В. (2021). Система ценностей спортсмена в контексте рисков и ресурсов его ментального здоровья. *Ученые записки Университета имени П.Ф. Лесгафта*, 12(202), 453–459.
- Боцавер, К., Резниченко, С., Бондарев, Д. (2023б). Аутентичность и ментальная прочность спортсмена: Эмпирическая модель. *Экспериментальная психология*, 16(4), 172–188. <https://doi.org/10.17759/expsy.2023160412>

Ссылки на зарубежные источники см. в разделе References.

References

- Barkoukis, V., Ourda, D., Bondarev, D., Andjelkovic, M., Bochaver, K., Brueckner, S., Dikic, N., Dreiskämper, D., Kaffé, S., Mallia, L., Veltmaat, A., Zelli, A., & Petróczi, A. (2025). From thoughts to action: Athletes' perspectives on anti-doping legitimacy, and their behavioral support for anti-doping policies. *Journal of Applied Sport Psychology*, 37(4) 446–466. <https://doi.org/10.1080/10413200.2024.2437176>
- Bochaver, K. A., & Bondarev, D. V. (2020). Sistema tsennostei sportsmena v interv'y u s chempionami: Keis-stadi [Athlete's value system in the interview with the champions: A case study]. *Sportivnyi Psikholog*, 2, 30–36.
- Bochaver, K. A., Bondarev, D. V., & Dovzhik, L. M. (2023a). *Psikhologicheskaya diagnostika v sporte* [Psychological diagnostic in sports]. Moscow: Sport.
- Bochaver, K. A., Dovzhik, L. M., Kvasov, M. E., & Bondarev, D. V. (2021). Connections of the athlete's value system with the risks and resources of mental health. *Uchenye Zapiski Universiteta imeni P.F. Lesgafta*, 12(202), 453–459. (in Russian)
- Bochaver, K., Reznichenko, S., & Bondarev, D. (2023b). Authenticity and mental toughness in athletes: an empirical model. *Ekspperimental'naya Psikhologiya [Experimental Psychology (Russia)]*, 16(4), 172–188. <https://doi.org/10.17759/expsy.2023160412> (in Russian)
- Bondarev, D., Barkoukis, V., Lazuras, L., Bochaver, K., Oudra, D., & Theodorou, N. (2022). Behaviors and beliefs related to whistleblowing against doping in sport: a cross-national study. *Frontiers in Psychology*, 13, Article 835721. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.835721>
- Bondarev, D. V., Bochaver, K. A., & Barkoukis, V. (2021). The phenomenon of anti-doping policy legitimacy in the social psychology of sports. *Klinicheskaya i Spetsial'naya Psikhologiya [Clinical*

- Psychology and Special Education*], 10(1), 100–131. <https://doi.org/10.17759/cpse.2021100106> (in Russian)
- Grove, J. R., & Stoll, O. (1999). Performance slumps in sport: Personal resources and perceived stress. *Journal of Personal & Interpersonal Loss*, 4(3), 203–214.
- Gucciardi, D. F., Hanton, S., & Fleming, S. (2017). Are mental toughness and mental health contradictory concepts in elite sport? A narrative review of theory and evidence. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(3), 307–311.
- Hobfoll, S. E. (1989). Conservation of resources: A new attempt at conceptualizing stress. *American Psychologist*, 44(3), 513–524. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.44.3.513>
- Hobfoll, S. E. (2002). Social and psychological resources and adaptation. *Review of General Psychology*, 6(4), 307–324.
- Hobfoll, S. E. (2011). Conservation of resource caravans and engaged settings. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 84(1), 116–122.
- Holmgren, L., Tirone, V., Gerhart, J., Hobfoll, S. E., Cooper, C., & Quick, J. (2017). Conservation of resources theory: Resource caravans and passageways in health contexts. In C. L. Cooper & J. C. Quick (Eds.), *The handbook of stress and health: A guide to research and practice* (pp. 443–457). Wiley Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781118993811.ch27>
- Huynen, R., Bentein, K., Simon, J., Valdiviezo, K., & Babic, A. (2024). From networking to attitudinal outcomes: psychological capital as a mediator. *Psychologica Belgica*, 64(1), 58–71.
- Kontro, T. K., Bondarev, D., Pyykönen, K.-M., von Bonsdorff, M., Laakso, L., Suominen, H., & Korhonen, M. T. (2022). Motives for competitive sports participation in masters track and field athletes: Impact of sociodemographic factors and competitive background. *PLoS ONE*, 17(11), Article e0275900.
- Lazuras, L., Barkoukis, V., Bondarev, D., Ntovolis, Y., Bochaver, K., Theodorou, N., & Bingham, K. (2021). Whistleblowing against doping misconduct in sport: a reasoned action perspective with a focus on affective and normative processes. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 43(4), 285–297. <https://doi.org/10.1123/jsep.2020-0122>
- Loland, S., & McNamee, M. J. (2019). The ‘spirit of sport’, WADAs code review, and the search for an overlapping consensus. *International Journal of Sport Policy and Politics*, 11(2), 325–339. <https://doi.org/10.1080/19406940.2019.1581646>
- Nahum, O. (2025). Clinical work with athletes in transitions based on the conservation of resources (COR) theory. *Journal of Sport Psychology in Action*, 16(2), 135–145. <https://doi.org/10.1080/21520704.2024.2428624>
- Nartova-Bochaver, S., Korneev, A., & Bochaver, K. (2021). Validation of the 10-item Connor–Davidson Resilience Scale: The case of Russian youth. *Frontiers in Psychiatry*, 12, Article 611026. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2021.611026>
- Petróczi, A., Dreiskämper, D., Barkoukis, V., Bondarev, D., Brueckner, S., De Maria, A., Elbe, A.-M., Heyes, A., Lazuras, L., & Veltmaat, A. (2025a). Context is everything: A realist response to the commentary on epistemic racism in anti-doping research by Ruwuya et al. 2024. *Performance Enhancement & Health*, 13(1), Article 100312. <https://doi.org/10.1016/j.peh.2024.100312>
- Petróczi, A., Martinelli, L. A., Thrower, S. N., Veltmaat, A., Heyes, A., Barkoukis, V., Bondarev, D., Elbe, A.-M., Lazuras, L., & Mallia, L. (2025b). Elite athletes’ values in action: An important yet complicated aspect in anti-doping education. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 23(4), 588–614. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2024.2337302>

- Reznichenko, S. I., Nartova-Bochaver, S. K., & Irkhin, B. D. (2021). Do authentic people care about the environment? A view from two paradigms. *Psychology in Russia: State of the Art*, 14(3), 81–102.
- Ritchie, I. (2014). Pierre de Coubertin, Doped 'Amateurs' and the 'Spirit of Sport': The role of mythology in Olympic anti-doping policies. *The International Journal of the History of Sport*, 31(8), 820–838. <https://doi.org/10.1080/09523367.2014.883500>
- Sonnentag, S., & Meier, L. L. (2024). Gain and loss cycles revisited: What to consider when testing key assumptions of conservation of resources theory. *Journal of Management Scientific Reports*, 2(2), 154–167. <https://doi.org/10.1177/275503112412478>
- Van Lissa, C. (2018). tidyLPA: An R package to easily carry out latent profile analysis (LPA) using open-source or commercial software. *The Journal of Open Source Software*, 3(30), Article 980. <https://doi.org/10.21105/joss.00978>
- Veltmaat, A., Dreiskämper, D., Brueckner, S., Bondarev, D., Heyes, A., Barkoukis, V., Elbe, A.-M., Lazuras, L., De Maria, A., & Zelli, A. (2023). Context matters: Athletes' perception of dopers' values, actions and vulnerabilities. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, Article 1229679. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1229679>
- WADA. (2021). *World Anti-Doping Code 2021. In force*. Montreal, QC: WADA. https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/2021_wada_code.pdf
- Wang, M.-C., Deng, Q., Bi, X., Ye, H., & Yang, W. (2017). Performance of the entropy as an index of classification accuracy in latent profile analysis: A Monte Carlo simulation study. *Acta Psychologica Sinica*, 49(11), 1473–1482. <https://doi.org/10.3724/SP.J.1041.2017.01473>
- Woolway, T., Elbe, A.-M., Barkoukis, V., Bingham, K., Bochaver, K., Bondarev, D., Hudson, A., Kronenberg, L., Lazuras, L., Mallia, L., Ntovolis, Y., Zelli, A., & Petróczi, A. (2021). One does not fit all: European study shows significant differences in value-priorities in clean sport. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3, Article 662542. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.662542>

USE OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY FOR TRAINING STANDING SHOOTING, POSTURAL BALANCE, AND RIFLE STABILITY IN BIATHLON: A PILOT STUDY

I.S. POLIKANOVA^a, A.A. GASANOV^a, S.V. LEONOV^a

^a *Federal Scientific Center for Psychological and Interdisciplinary Research, 9/4 Mokhovaya Str., Moscow, 125009, Russian Federation*

Использование технологии виртуальной реальности для обучения стрельбе стоя, постуральному балансу и стабильности ружья в биатлоне: пилотное исследование

И.С. Поликанова^а, А.А. Гасанов^а, С.В. Леонов^а

^а *Федеральный научный центр психологических и междисциплинарных исследований, 125009, Россия, Москва, ул. Моховая, д. 9, стр. 4*

Abstract

Success in biathlon depends on physical fitness, psychophysiological parameters, and biomechanics. Key aspects include the speed and accuracy of shooting, which affect body oscillations and the stability of the "body-rifle" system. The level of stress, environmental conditions, and ski preparation are also important. This study is aimed to provide a thorough theoretical analysis of the factors affecting the standing shooting performance in biathlon, and to conduct a pilot study using VR to validate it as a training tool based on the

Резюме

Успех в биатлоне зависит от физической подготовки, психофизиологических параметров и биомеханики. Ключевые аспекты включают скорость и точность стрельбы, которые влияют на колебания тела и стабильность системы «тело-винтовка». Также важны уровень стресса, условия окружающей среды и подготовка лыж. Целями данного исследования являются тщательный теоретический анализ факторов, влияющих на показатели стрельбы стоя в биатлоне, и проведение пилотного исследования с использованием VR для проверки его в качестве тренировочного инструмента на

The work was carried out within the framework of the Laboratory of Convergent Studies of Cognitive Processes of the Federal Scientific Center for Psychological and Interdisciplinary Research, established within the framework of the competition of the Ministry of Education and Science of Russian Federation.

Работа выполнена в лаборатории конвергентных исследований когнитивных процессов Федерального научного центра психологических и междисциплинарных исследований, созданной в рамках конкурса Минобрнауки России.

observed parameters. This study utilized the Biathlon-2024 Virtual Environment, which simulated skiing and standing shooting in classical biathlon. This Virtual Environment is developed on Unity 3D platform and includes two stages: 1) VR skiing, 2) shooting. Subjects performed shooting at virtual targets, whereby the VR visualization fully simulated a biathlon shooting range. The results confirmed that stability of body-rifle system is crucial for successful shooting in biathlon. It was observed that elite athletes demonstrate a better postural balance and a lower sway compared to beginners. The data analysis obtained with Antilatency system trackers showed a distinct correlation between the limb and rifle positions, which highlights the importance of a fine postural control and reaction time when shooting. The study emphasizes that success in biathlon depends not only on physical fitness and shooting techniques, but also on environment, psychophysiology, and individual attributes such as tremor. This therefore makes an integrated approach to athlete training essential for high performance.

Keywords: biathlon, standing shooting, psychophysiology, success factors, biomechanics, tremor.

Irina S. Polikanova — Head of the Laboratory for Convergent Research of Cognitive Processes, Federal Scientific Center for Psychological and Interdisciplinary Research, PhD in Psychology. Research Area: virtual reality, neuroscience, psychophysiology, cognitive science, psychophysiology and sport psychology, brain mechanisms of movement, genetic correlates of fatigue, EEG rhythms.
E-mail: irinapolikanova@mail.ru

Arseny A. Gasanov — Research Fellow, Laboratory of Adolescent Information Security Psychology, Federal Scientific Center for Psychological and Interdisciplinary Research.

основе наблюдаемых параметров. В данном исследовании использовалась виртуальная среда «Биатлон-2024», которая имитировала лыжные гонки и стрельбу стоя в классическом биатлоне. Эта виртуальная среда разработана на платформе Unity 3D и включает в себя два этапа: 1) лыжи VR, 2) стрельба. Испытуемые выполняли стрельбу по виртуальным мишеням, при этом VR-визуализация полностью имитировала биатлонное стрельбище. Результаты подтвердили, что стабильность системы «тело-винтовка» имеет решающее значение для успешной стрельбы в биатлоне. Было замечено, что элитные спортсмены демонстрируют лучший постуральный баланс и меньшее раскачивание по сравнению с новичками. Анализ данных, полученных с помощью трекеров системы Antilatency, показал четкую корреляцию между положением конечностей и винтовки, что указывает на важность тонкого постурального контроля и времени реакции при стрельбе. Данное исследование подчеркивает, что успех в биатлоне зависит не только от физической подготовки и техники стрельбы, но и от окружающей среды, психофизиологии и индивидуальных особенностей, таких как тремор. Поэтому для достижения высоких результатов необходим комплексный подход к подготовке спортсменов.

Ключевые слова: биатлон, стрельба в положении стоя, психофизиология, факторы успеха, биомеханика, тремор.

Поликанова Ирина Сергеевна — заведующая лабораторией, лаборатория конвергентных исследований когнитивных процессов, Федеральный научный центр психологических и междисциплинарных исследований, кандидат психологических наук.

Сфера научных интересов: виртуальная реальность, нейронаука, психофизиология, когнитивная наука, психофизиология и психология спорта, мозговые механизмы движений, генетические корреляты утомления, ритмы ЭЭГ.
Контакты: irinapolikanova@mail.ru

Гасанов Арсений Аланович — научный сотрудник, лаборатория психологии информационной безопасности подростков, Федеральный научный центр психологических и междисциплинарных исследований.

Research Area: virtual reality, virtual 3D reconstruction of cultural heritage.
E-mail: quat@bk.ru

Sergei V. Leonov — Senior Research Fellow, Laboratory of Childhood Psychology and Digital Socialization, Federal Scientific Center for Psychological and Interdisciplinary Research, PhD in Psychology.

Research Area: virtual reality, sports psychology.
E-mail: svleonov@gmail.com

Сфера научных интересов: виртуальная реальность, виртуальная 3D-реконструкция культурного наследия.
Контакты: quat@bk.ru

Леонов Сергей Владимирович — старший научный сотрудник, лаборатория психологии детства и цифровой социализации, Федеральный научный центр психологических и междисциплинарных исследований, кандидат психологических наук.

Сфера научных интересов: виртуальная реальность, психология спорта.
Контакты: svleonov@gmail.com

Acknowledgements

The authors are grateful to coaches and athletes for their assistance in conducting the research.

Благодарности

Авторы статьи выражают благодарность тренерам и спортсменам за помощь в проведении исследования.

Biathlon is an Olympic sport that uniquely combines skiing and rifle shooting in a high-stress environment that requires extensive physiological effort along with fine motor control that is necessary for efficient shooting (Laaksonen et al., 2018). There are very few scientific studies on performance-related factors in biathlon standing shooting. This is particularly due to how challenging they are to investigate: firstly, this phenomenon is complex on different levels (biomechanics and postural control, psychophysiological parameters, physiology, psychological factors) (Mikhalev et al., 2014; Sattlecker et al., 2014); and secondly, there are many extra variables, such as stress levels (Abrahamsen et al., 2024; Finkenzeller et al., 2016; Heinrich et al., 2021), environment (temperature and altitude of the venue) (Skattebo & Losnegard, 2018), preparation of skis and ski trail (Losnegard et al., 2011; Rønnestad et al., 2016; Sandbakk et al., 2011, 2013).

The speed and accuracy of shooting are two critical performance parameters in biathlon that are significantly affected by body sway, stability of the body-rifle system, rifle butt pressure (Ivanov et al., 2022), and trigger pull behavior (Galay et al., 2021). Moreover, the physical exercise prior to shooting clearly modifies psychophysiological processes related to the complex task of aiming (Hoffman & Street, 1992; Luchsinger et al., 2019).

Shooting can also be impacted by the race format. Thus, for instance, the result in sprint may be 60% dependent on ski speed, while in individual races, where time is added for missed shots, the shooting performance has more value (Luchsinger et al., 2018).

Therefore, it is obvious that many factors contribute to success in biathlon. The gap between existing research and the expected outcomes of new studies in biathlon lies in the insufficient exploration of factors affecting standing shooting. The existing studies do not address the complexity of the interactions between biomechanical, physiological, and psychological factors, as well as variables like stress

levels and environmental conditions. To study them more effectively, one can use such technologies as virtual reality (VR) that allow simulations of various conditions (Polikanova et al., 2022a, 2024; Yakushina et al., 2024; Gasanov et al., 2025) and register a combination of psychophysiological, biomechanical and sensory-motor parameters in parallel (Polikanova et al., 2022b; Leonov et al., 2020).

This study is aimed to provide a thorough theoretical analysis of the factors affecting the standing shooting performance in biathlon, and to conduct a pilot study using VR to validate it as a training tool based on the observed parameters.

Study of Athletes' Standing and Balance

Static balance substantially affects sport results and is one of the key factors that affect athlete performance. When assessing postural control, center-of-pressure (COP) is usually registered (Michalska et al., 2022).

Several studies have shown that athletes are remarkably better at holding static postural balance compared to non-athletes. This is particularly evident when the task complexity is increased, e.g., when changing the inclination of a special platform (stabilometry) (Thompson et al., 2017; Sadowska et al., 2019a; Michalska et al., 2022), or when eyes are closed (Sadowska et al., 2019b).

Biathlon shooting is an extremely complex motor activity that requires good posture stability, rapid motor task execution and fine motor control under high psychological pressure. However, the skills involved in prone and standing shooting are not the same (Gros Lambert et al., 2007).

In prone shooting, the rifle stability is improved due to the shooting strap (Ibid.). In standing shooting, the body-rifle system stability is a critical variable that both elite shooters (Era et al., 1996; Lakie, 2010) and elite biathletes (Niinimaa & McAvoy, 1983) are characterized by. Based on some reports, the aiming strategies of shooters and biathletes are considerably dissimilar (Larue et al., 1989). Shooters attempt to control body and rifle sway, while biathletes rely on matching anticipation strategies. Multiple studies find that professional biathletes swing less compared to novices, including after a simulated physical activity (Ihalainen et al., 2018; Lang & Zhou, 2022; Sadowska et al., 2019a; Sattlecker et al., 2014). Meanwhile, anteroposterior movement is a greater contributor to sway than the lateral one (Niinimaa & McAvoy, 1983; Sattlecker et al., 2014).

Factors Affecting Tremor During Shooting

Tremor obviously plays an important role in shooting efficiency. Hence, the factors that affect the tremor magnitude are expected to influence shooting performance. There is some supportive evidence for mechanical, reflectory, and central mechanisms that trigger tremor, and it is probable that all of them may contribute to some extent (Durbaba et al., 2005; Lakie et al., 1986; McAuley et al., 2000). Generally, scientists agree that tremor control is beyond the power of will.

Tremor magnitude may change due to neurogenic or myogenic causes. Alcohol, for example, is known to reduce the sizes of essential tremor and physiologic tremor

(Growdon et al., 1975; Lakie et al., 1994a; Landauer, 1981). Lowering the limb temperature, for example by immersing it in cool water through myogenic action, also reduces muscle tremor. The exact opposite is seen with the limb warming (Lakie, 2010; Lakie et al., 1994b), as well as with β 2-agonists such as adrenaline (Marsden & Meadows, 1970). Presumably this is why physical activity causes tremor increase, which is observed not immediately, but approximately 5-10 minutes after the concentration of β -agonists in the bloodstream reaches its peak (Lakie et al., 2003). Exhausting limb physical exercise can also cause a specific tremor increase. Therefore, people who are planning to do fine work avoid prior intense physical activity for around a day (Furness et al., 1977).

Another factor that affects the magnitude of tremor is cardiac activity and, to a certain degree, respiratory movements (Žák & Ondráček, 2021). With each heartbeat, a limb transiently vibrates, supposedly at its resonant frequency. Its magnitude is likely to represent only 2–10% of the total postural tremor (Marsden et al., 1969).

We thus see that postural balance plays a pivotal role in biathletes' performance, ensuring high stability of the body-rifle system and, therefore, shooting accuracy. Meanwhile, athletes show better static balance compared to non-athletes, especially under challenging conditions. Intense physical activity can have a negative effect on rifle grip stability and reaction time. Tremor has a significant impact on shooting performance, and its magnitude depends on multiple factors, including neurogenic and myogenic mechanisms. All the above highlights the significance of both physical and motor training in achieving success in biathlon.

Methods

Biathlon-2024 Virtual Environment

This study utilized the Biathlon-2024 Virtual Environment, which simulated skiing and standing shooting in classical biathlon. A detailed description of the Biathlon-2024 Virtual Environment and its technical characteristics are presented in Gasanov et al., 2025.

This Virtual Environment is developed on Unity 3D platform and includes two stages: 1) VR skiing, 2) shooting. Subjects performed shooting at virtual targets, whereby the VR visualization fully simulated a biathlon shooting range (Figure 1). Figure 2 shows the view types of subjects.

To simulate shooting in a virtual environment, the Pioneer 345K rifle was used without the gas block required for firing. It served as a model identical to real conditions, as even a slight change in the weight of the weapon is critical for the shooting efficiency of professional athletes. In our case, shooting is performed in a VR environment by pressing a button located under the trigger (Figure 2). The use of the Pioneer 345K rifle is essential for accurately simulating the trigger pull, which athletes consider important in biathlon. When the trigger is pulled in a virtual environment, a shot is fired, and a hit is counted if the rifle is aimed at the target.

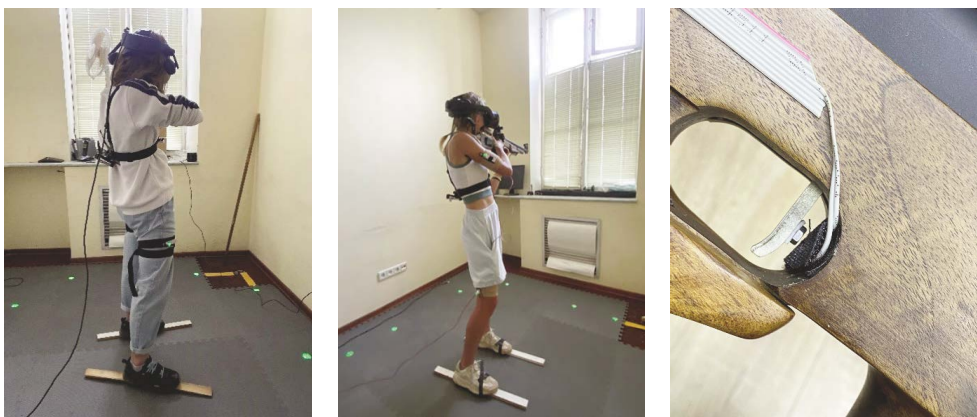
Figure 1

Virtual Environment Simulation of Shooting at Biathlon Targets (Subject View)



Figure 2

Subjects During Shooting (Left and Center); Trigger and Trigger Switch Location on the Test Rifle (Right)



Each subject had eight rounds for five targets and the opportunity to adjust their aim (Figure 3). VR environment allowed modifying the distance to the targets, which in biathlon amounts to 50 meters. However, due to limitations of some helmets and in order to train beginners, in the first stages, we decided to reduce the distance to 20–30 m.

Rifle Tracking System

A key VR element was a tracking system implemented via Antilatency¹ system. Figure 2 provides an illustration of how the Antilatency sensors were placed on the

¹ <https://antilatency.com/>

Figure 3

Advanced Operator Interface



subjects' bodies. This equipment included a set of cameras that were installed on the floor or ceiling and secured with a rubber structure. There were also trackers to be monitored by the cameras. The "Extension" module allows connecting an external button to signal a shot (Gasanov et al., 2025).

As part of the study, we registered the coordinates of aiming points on the target, rifle position and rotation in standing position. Then the following graphs were generated: a correlation between rifle movement speed and time; a correlation between rifle rotation speed and time; a trajectory of aiming points coordinates registration on the target.

The data recorded from each subject include spatial rifle position, rifle movement and rotation speed, intersection point of the aiming line and the target in target coordinates. The sensors of the Antilatency optical tracking system also allowed posture tracking: five sensors were attached to the subject — two on the arms, two on the legs and one on the back. The sixth sensor was placed on the rifle, ensuring that it was displayed synchronously in virtual space and received the signal to shoot when the trigger was pulled.

Sample

The pilot study involved six subjects (2 male, 4 female, average age = 28, SD = 7), including three biathletes (two Masters of Sports and one Candidate Master of Sports); one Master of Sports in Aerobic; two subjects did not have sports qualifications. The inclusion criterion for athletes was to have a rank of at least a Master of Sports. The study was performed during the period from June through August 2024.

Data manipulation was performed using Python. The obtained data was visualized in graphs as follows: a) the correlation between the rifle movement speed and time, b) the correlation between the rifle rotation speed and time, c) the trajectory of aiming point coordinates on the targets. The graphs were purposed to determine the most prominent trends that would separate professionals from beginners.

Results

Figures 4.1-4.4 show the correlation between the rifle movement speed and time (Figures 4.1 and 4.3) and the correlation between the rifle rotation speed and time (Figures 4.2 and 4.4) for different subjects.

Figure 4.1

Correlation between the Rifle Movement Speed and Time, Master of Sports in Aerobic, 20 m

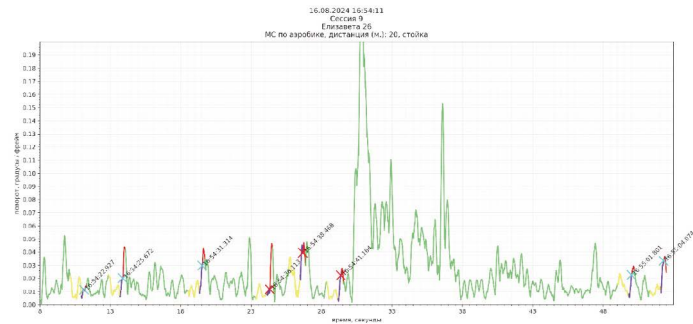


Figure 4.2

Correlation between the Rifle Rotation Speed and Time, Master of Sports in Aerobic, 20 m

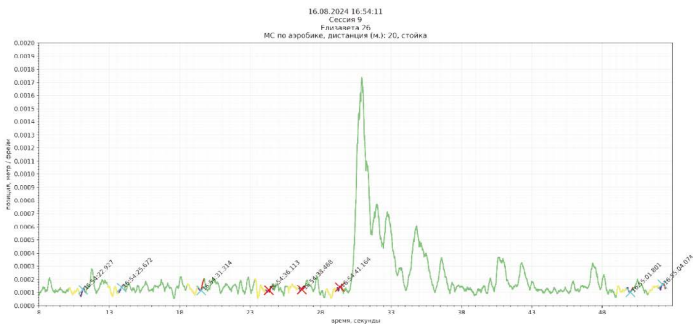


Figure 4.3

Correlation between the Rifle Movement Speed and Time, Candidate Master of Sports in Biathlon, 20 m

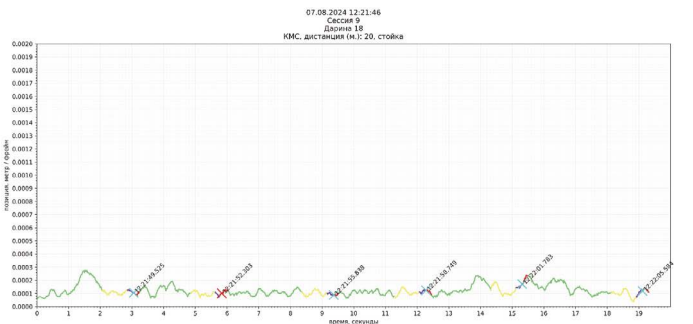
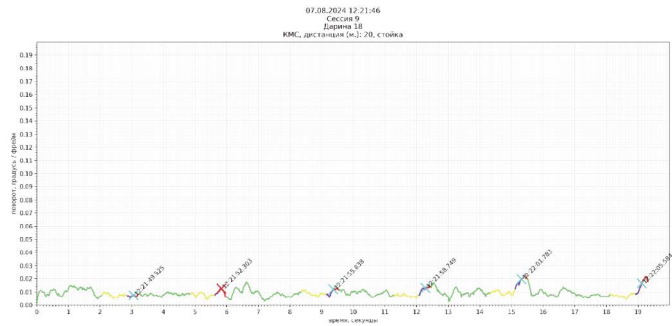


Figure 4.4

Correlation between the Rifle Rotation Speed and Time, Candidate Master of Sports in Biathlon, 20 m



Note. Interval of 1–0.2 s before the shot is marked yellow, the moment of the shot— 0.2 s before the shot is marked blue, 0.2 s after the shot is marked red, the rest of the time is marked green. Red crosses indicate misses, turquoise crosses — hits. Shot timing (a millisecond accuracy) is indicated next to the cross.

The graphs of rifle movement and rotation speed (Figures 4.1–4.4) show that the stability of aim holding increases right before a shot, whereby the rifle may suddenly jump when the trigger is pulled.

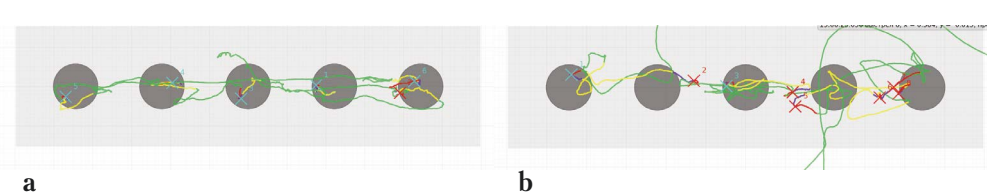
A similar shooting graph for a Candidate Master of Sports in biathlon shows that not only the overall speed of movement and rotation decreases (which speaks of a more stable target fixation), but also there are no jumps at the moment of shooting. The speed stability is considerably higher than that of a non-biathlete.

Figure 6 presents the trajectories of aiming point coordinates registration on the target. According to the graphs, one can see that a professional biathlete's aiming point might have little or no horizontal target zone.

Non-professional biathletes tend to have the aiming point out of the target zone much more often. Keeping the aiming point is remarkably more challenging for

Figure 5

Coordinate Trajectory of Aiming Points on the Target: (a) Candidate Master of Sports in Biathlon, 20 m; (b) Subject without Sport Qualifications



Note. Interval of 1–0.2 s before the shot is marked yellow, the moment of the shot — 0.2 s before the shot is marked blue, 0.2 s after the shot is marked red, the rest of the time is marked green. Red crosses indicate misses, turquoise crosses — hits. Shot timing (a millisecond accuracy) is indicated next to the cross.

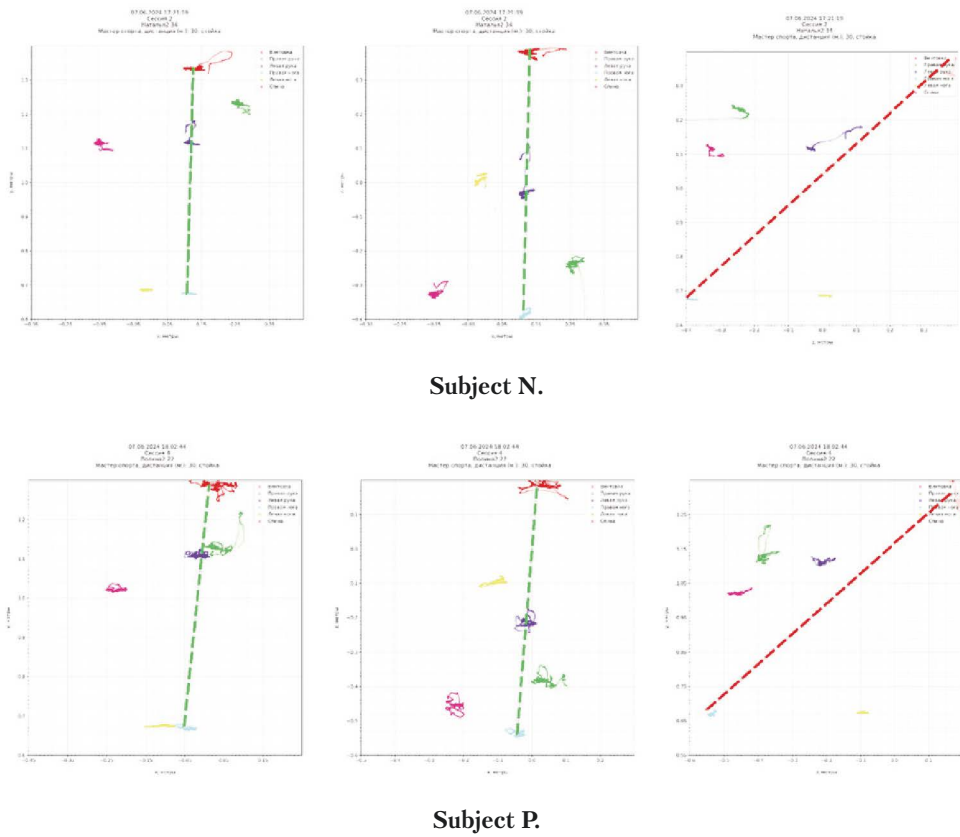
them. Also, the shots have different intervals, and there are visible pauses in the shooting.

The X and Y coordinates were also projected on the target image. The trajectory line was generated and divided into several intervals just as in Figures 4.1–4.4.

Based on the Antilatency tracker data, a scatter graph was generated for each tracker in a single coordinate plane. The study of biathletes' posture during shooting requires a considerable amount of follow-up research. Nevertheless, it seems of interest that a number of professional athletes' shootings reveal a clear “right foot – left hand – rifle” line in two of three planes. Graphs are shown in three planes – XY, XZ, and YZ, where X is directed to the athlete's right, Y is upward, and Z is forward (Figure 6 & 7).

Figure 6

Graph of Trackers Location in Different Coordinate Planes in Masters of Sports in Biathlon (Subjects N. and P.), Two Records Each



The obtained results on the graphs of correlation between the rifle movement speed and time, as well as correlation between the rifle rotation speed and time confirm the findings of previous studies on the significance of the body-rifle system stability for successful shooting in biathlon, where elite athletes demonstrate better postural balance, and less sway compared to beginners.

The analysis of scatter graphs of the Antiletancy system trackers highlighted a clear correlation between limb and rifle position, which emphasizes the relevance of fine postural control and reaction time.

Irrespective of the obtained results, the study of the posture and shooting technique of biathletes requires additional research to improve the understanding of shooting mechanics and optimize training.

In future studies, we plan to expand the sample size and focus on examining postural balance both under physical load conditions and in situations of psycho-emotional stress. Special attention will be given to the effects of distractors, such as noise, which simulate real competitive environments.

Limitations

This study has a number of limitations. The first is the modest sample size. This is due to the involvement of elite biathletes, the access to whom was limited. As this was a pilot study aimed at validating the designed VR technology for biathlon shooting, we believed it was appropriate to test it on subjects with different skill levels in biathlon, in another sport, as well as without any sports experience.

Expanding the sample as well as applying a variety of stress conditions are the target for the next phase.

References

- Abrahamsen, F. E., Kvam, A., & Sæther, S. A. (2024). Psychological determinants in biathlon performance: A U23 National Team case study. *Sports*, 12(2), Article 38. <https://doi.org/10.3390/sports12020038>
- Durbaba, R., Taylor, A., Manu, C. A., & Buonajuti, M. (2005). Stretch reflex instability compared in three different human muscles. *Experimental Brain Research*, 163(3), 295–305. <https://doi.org/10.1007/s00221-004-2165-x>
- Era, P., Konttinen, N., Mehto, P., Saarela, P., & Lyytinen, H. (1996). Postural stability and skilled performance – A study on top-level and naive rifle shooters. *Journal of Biomechanics*, 29(3), 301–306. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(95\)00066-6](https://doi.org/10.1016/0021-9290(95)00066-6)
- Finkenzeller, T., Sattlecker, G., Würth, S., Buchecker, M., Hödlmoser, K., Lindinger, S., & Amesberger, G. (2016). Biathlon shooting as a model from a biomechanical, kinesiological and psychological perspective – a multidisciplinary approach. In A. Hakkarainen, V. Linnamo, S. Lindinger, & S. Josef (Eds.), *Science and Nordic science and Nordic skiing III* (pp. 95–102). Jyväskylä University Printing House.
- Furness, P., Jessop, J., & Lippold, O. C. (1977). Long-lasting increases in the tremor of human hand muscles following brief, strong effort. *The Journal of Physiology*, 265(3), 821–831. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1977.sp011746>

- Galay, N., Vasyuk, V., Bykov, D., Vasilyeva, V., & Bakayev, V. (2021). Evaluation of the dynamics of the pressure applied to the trigger when shooting in biathlon. *Sport Mont*, 19(3), 9–13. <https://doi.org/10.26773/smj.211002>
- Gasanov, A. A., Odintsov, M. A., Leonov, S. V., Sukhochev, P. Yu., Sedogin, E. A., Belousova, M. D., & Polikanova, I. S. (2025). Modeling shooting skills in adaptive biathlon for athletes of varying skill levels using virtual reality technologies. *Natsional'nyi Psikhologicheskii Zhurnal [National Psychological Journal]*, 2(20), 130–149. <https://doi.org/10.11621/npj.2025.0209> (in Russian)
- Gros Lambert, A., Candau, R., Hoffman, M., Bardy, B., & Rouillon, J. (2007). Validation of simple tests of biathlon shooting ability. *International Journal of Sports Medicine*, 20(3), 179–182. <https://doi.org/10.1055/s-1999-970286>
- Growdon, J. H., Shahani, B. T., & Young, R. R. (1975). The effect of alcohol on essential tremor. *Neurology*, 25(3), 259–259. <https://doi.org/10.1212/WNL.25.3.259>
- Heinrich, A., Stoll, O., & Cañal-Bruland, R. (2021). A biopsychosocial framework to guide interdisciplinary research on biathlon performance. *Frontiers in Psychology*, 12, Article 671901. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.671901>
- Hoffman, M., & Street, G. (1992). Characterization of the heart rate response during biathlon. *International Journal of Sports Medicine*, 13(5), 390–394. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1021286>
- Ihalainen, S., Laaksonen, M. S., Kuitunen, S., Leppävuori, A., Mikkola, J., Lindinger, S. J., & Linnamo, V. (2018). Technical determinants of biathlon standing shooting performance before and after race simulation. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(6), 1700–1707. <https://doi.org/10.1111/sms.13072>
- Ivanov, D. I., Chumakov, V. N., Karintsev, I. A., & Lobanov, N. V. (2022). Elite biathletes' shooting skills kinematics analysis. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2, 12–15. <http://tpfk.ru/index.php/TPPC/article/view/121>
- Laaksonen, M. S., Finkenzeller, T., Holmberg, H.-C., & Sattler, G. (2018). The influence of physiobiomechanical parameters, technical aspects of shooting, and psychophysiological factors on biathlon performance: A review. *Journal of Sport and Health Science*, 7(4), 394–404. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2018.09.003>
- Lakie, M. (2010). The influence of muscle tremor on shooting performance. *Experimental Physiology*, 95(3), 441–450. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2009.047555>
- Lakie, M., Caplan, N., & Loram, I. D. (2003). Human balancing of an inverted pendulum with a compliant linkage: Neural control by anticipatory intermittent bias. *The Journal of Physiology*, 551(1), 357–370. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2002.036939>
- Lakie, M., Frymann, K., Villagra, F., & Jakeman, P. (1994a). The effect of alcohol on physiological tremor. *Experimental Physiology*, 79(2), 273–276. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.1994.sp003763>
- Lakie, M., Walsh, E. G., & Wright, G. W. (1986). Passive mechanical properties of the wrist and physiological tremor. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 49(6), 669–676. <https://doi.org/10.1136/jnnp.49.6.669>
- Lakie, M., Walsh, E. G., Arblaster, L. A., Villagra, F., & Roberts, R. C. (1994b). Limb temperature and human tremors. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 57(1), 35–42. <https://doi.org/10.1136/jnnp.57.1.35>
- Landauer, A. A. (1981). Alcohol drinking reduces hand tremor. *British Journal of Addiction*, 76(4), 429–430. <https://doi.org/10.1111/j.1360-0443.1981.tb03242.x>

- Laue, J., Bard, C., Otis, L., & Fleury, M. (1989). Stability in shooting: The effect of expertise in the biathlon and in rifle shooting. *Journal Canadien des Sciences du Sport [Canadian Journal of Sport Sciences]*, 14(1), 38–45.
- Lang, D., & Zhou, A. (2022). Relationships between postural balance, aiming technique and performance in elite rifle shooters. *European Journal of Sport Science*, 22(10), 1493–1498. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1971775>
- Leonov, S. V., Polikanova, I. S., Bulaeva, N. I., & Klimenko, V. A. (2020). Using virtual reality in sports practice. *Natsional'nyi Psikhologicheskii Zhurnal [National Psychological Journal]*, 1(13), 18–30. <https://doi.org/10.11621/npj.2020.0102> (in Russian)
- Losnegard, T., Mikkelsen, K., Rønnestad, B. R., Hallén, J., Rud, B., & Raastad, T. (2011). The effect of heavy strength training on muscle mass and physical performance in elite cross country skiers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(3), 389–401. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01074.x>
- Luchsinger, H., Kocbach, J., Ettema, G., & Sandbakk, Ø. (2018). Comparison of the effects of performance level and sex on sprint performance in the Biathlon World Cup. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(3), 360–366. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0112>
- Luchsinger, H., Talsnes, R. K., Kocbach, J., & Sandbakk, Ø. (2019). Analysis of a biathlon sprint competition and associated laboratory determinants of performance. *Frontiers in Sports and Active Living*, 1. <https://doi.org/10.3389/fspor.2019.00060>
- Marsden, C. D., & Meadows, J. C. (1970). The effect of adrenaline on the contraction of human muscle. *The Journal of Physiology*, 207(2), 429–448. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1970.sp009071>
- Marsden, C. D., Meadows, J. C., Lange, G. W., & Watson, R. S. (1969). The relation between physiological tremor of the two hands in healthy subjects. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 27(2), 179–185. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(69\)90171-0](https://doi.org/10.1016/0013-4694(69)90171-0)
- McAuley, J. H., Britton, T. C., Rothwell, J. C., Findley, L. J., & Marsden, C. D. (2000). The timing of primary orthostatic tremor bursts has a task-specific plasticity. *Brain*, 123(2), 254–266. <https://doi.org/10.1093/brain/123.2.254>
- Michalska, J., Zajac, R., Szydło, K., Gerasimuk, D., Słomka, K. J., & Juras, G. (2022). Biathletes present repeating patterns of postural control to maintain their balance while shooting. *PLoS ONE*, 17(5), Article e0267105. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267105>
- Mikhalev, V. I., Aikin, V. A., Koryagina, Yu. V., & Reutskaya, E. A. (2014). Current problems of biathlon physiology and biomechanics. *Uchenye Zapiski Universiteta imeni P.F. Lesgafta [Scientific notes of PF Lesgaft University]*, 4 (110), 98–103. <https://10.5930/issn.1994-4683.2014.04.110.p98-103> (in Russian)
- Niinimaa, V., & McAvoy, T. (1983). Influence of exercise on body sway in the standing rifle shooting position. *Journal Canadien des Sciences Appliquées au Sport [Canadian Journal of Applied Sport Sciences]*, 8(1), 30–33.
- Polikanova, I. S., Leonov, S. V., Yakushina, A. A., Bugriy, G. S., Kruchinina, A. P., Chertopolokhov, V. A., Lyutsko, L. N. (2022a). Development of VR-PACE virtual reality technology for diagnosing and training the skill level of hockey players. *Moscow University Psychology Bulletin*, 1, 269–297. <https://doi.org/10.11621/vsp.2022.01.12> (in Russian)
- Polikanova, I. S., Sabaev, D., Bulaeva, N. I., Panfilova, E. A., Leonov, S. V., Bugriy, G. S., Bespalov, B. I., & Kruchinina, A. P. (2024). Analysis of eye and head tracking movements during a puck-hitting task in ice hockey players, compared to wrestlers and controls. *Psychology in Russia: State of the Art*, 17(3), 63–80. <https://doi.org/10.11621/pir.2024.0305>

- Polikanova, I., Yakushina, A., Leonov, S., Kruchinina, A., Chertopolokhov, V., & Liutsko, L. (2022b). What differences exist in professional ice hockey performance using virtual reality (VR) technology between professional hockey players and freestyle wrestlers? (A pilot study). *Sports*, 10(8), Article 116. <https://doi.org/10.3390/sports10080116>
- Rønnestad, B. R., Hansen, J., Thyli, V., Bakken, T. A., & Sandbakk, Ø. (2016). 5 week block periodization increases aerobic power in elite cross country skiers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(2), 140–146. <https://doi.org/10.1111/sms.12418>
- Sadowska, D., Krzepota, J., & Klusiewicz, A. (2019a). Postural balance and rifle stability in a standing shooting position after specific physical effort in biathletes. *Journal of Sports Sciences*, 37(16), 1892–1898. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1603136>
- Sadowska, D., Sacewicz, T., Lichota, M., & Krzepota, J. (2020). Postural balance during quiet stance and standing shooting position in biathletes. *Acta Kinesiologica*, 2(14), 79–85.
- Sadowska, D., Sacewicz, T., Lichota, M., Krzepota, J., & Ladyga, M. (2019b). Static postural balance in modern pentathletes: A pilot study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(10), Article 1760. <https://doi.org/10.3390/ijerph16101760>
- Sandbakk, Ø., Sandbakk, S. B., Ettema, G., & Welde, B. (2013). Effects of intensity and duration in aerobic high-intensity interval training in highly trained junior cross-country skiers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(7), 1974–1980. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182752f08>
- Sandbakk, Ø., Welde, B., & Holmberg, H.-C. (2011). Endurance training and sprint performance in elite junior cross-country skiers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(5), 1299–1305. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d82d11>
- Sattlecker, G., Buchecker, M., Müller, E., & Lindinger, S. J. (2014). Postural balance and rifle stability during standing shooting on an indoor gun range without physical stress in different groups of biathletes. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 9(1), 171–184. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.9.1.171>
- Skattebo, Ø., & Losnegard, T. (2018). Variability, predictability, and race factors affecting performance in elite biathlon. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(3), 313–319. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0090>
- Thompson, L., Badache, M., Cale, S., Behera, L., & Zhang, N. (2017). Balance performance as observed by center-of-pressure parameter characteristics in male soccer athletes and non-athletes. *Sports*, 5(4), Article 86. <https://doi.org/10.3390/sports5040086>
- Yakushina, A. A., Bulaeva, N. I., Leonov, S. V., Polikanova, I. S., & Klimenko, V. A. (2024). Using the mobile eye-tracking system in sports. *Rossiiskii Psikhologicheskii Zhurnal [Russian Psychological Journal]*, 21(1), 34–46. <https://doi.org/10.21702/rpj.2024.1.2> (in Russian)
- Žák, M., & Ondráček, J. (2021). Breathing as one of the components of biathlon shooting in youth biathletes. *Studia sportiva*, 15(2), 88–97. <https://doi.org/10.5817/StS2021-2-7>

PSYCHOPHYSIOLOGICAL ASPECTS OF SELF-REGULATION IN PHYGITAL ATHLETES

L.R. SUFIYANOVA^a, K.S. NAZAROV^a, S.I. BARSHAK^a,
O.A. DZHAFAROVA^b, I.N. MITIN^a, S.A. PARASTAYEV^a

^a Federal State Budgetary Institution “Federal Scientific and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical-Biological Agency” (FSCCSM FMBA), 5 Bolshaya Dorogomilovskaya Str., Moscow, 121059, Russian Federation

^b Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine” (FRC FTM), 2 Timakova Str., Novosibirsk, 630060, Russian Federation

Психофизиологические аспекты саморегуляции у спортсменов видов спорта с цифровым компонентом

Л.Р. Суфиянова^a, К.С. Назаров^a, С.И. Баршак^a, О.А. Джафарова^b, И.Н. Митин^a,
С.А. Парастаев^a

^a Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации ФМБА», 121059, Россия, г. Москва, ул. Б. Дорогомиловская, 5

^b Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины», 630060, Россия, г. Новосибирск, ул. Тимакова, 2

Abstract

The present study attempts to investigate the psychophysiological aspects of self-regulation in post-exertion recovery among phygital athletes during competitive performances. To assess the participants' psychophysiological self-regulation under stressful conditions, stress tests were administered using the “BOSLAB-Samoregulyatsiya (БОСЛАБ – Саморегуляция)” hardware-software system (manufactured by COMSIB LLC, Novosibirsk). Electrocardiogram (ECG) and skin conductance response (SCR) were recorded before and after stress tests to calculate RR-interval and skin electrical

Резюме

Цель работы — исследовать особенности саморегуляции спортсменов высокой квалификации видов спорта с цифровым компонентом в условиях соревновательных выступлений. Использовались психофизиологические методики с аппаратным предъявлением стимулов и регистрацией ответных реакций на скорость и точность, чередующиеся с мониторингом в состоянии отдыха (АПК «БОСЛАБ», производство ООО «КОМСИБ»). Регистрировались физиологические параметры: длительность кардиоинтервалов, электрическая проводимость кожи, спонтанные кожно-гальванические реакции. Было обследовано 73 человека (включая спортсменов, занимающихся

activity respectively using the same hardware-software system. A total of 73 individuals were examined (including phygital football, phygital basketball and phygital shooter athletes). The control group consisted of 13 people—5 competition administrators and 8 referees. The study sample was broken into 4 self-regulation types, using a classification that was developed in our previous study using Principal Component Analysis and Classification (PCA). The study group showed twice as many participants with elevated heart rate, 1.5 times more participants with excessive emotional reactivity, but virtually no non-reactive individuals showing no response to testing compared to traditional sports athletes. The distribution of self-regulation types revealed in this study may indicate both greater emotional involvement and intensity of experience among athletes, as well as insufficient psychological preparation, limited competitive experience and poor physical fitness. The results obtained in this study offer the key targets for possible recovery programs for athletes who did not show optimal stress reactivity.

Keywords: phygital sports, stress management, self-regulation, proactive recovery, psychophysiological diagnostics, functional states, emotional reactions, biofeedback.

Liliana R. Sufiyanova — Medical Psychologist, Department of Medical and Psychological Support for Russian National Sports Teams, Federal State Budgetary Institution “Federal Scientific and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical-Biological Agency”.
Research Area: psychology of sports, applied psychophysiology.
E-mail: SufiyanovaLR@sportfmba.ru

Kirill S. Nazarov — Researcher, Organizational and Research Department, Federal State Budgetary Institution “Federal Scientific and Clinical Center

фиджитал-футболом, фиджитал-баскетболом и тактической стрельбой). Контрольная группа состояла из 13 человек — 5 организаторов соревнований и 8 судей. Исследуемая выборка была разделена на 4 типа саморегуляции в соответствии с классификацией, разработанной в нашем предыдущем исследовании с использованием метода главных компонент. По сравнению со спортсменами традиционных видов спорта, в исследуемой группе было выявлено в 2 раза больше участников с повышенной частотой сердечных сокращений, в 1,5 раза больше участников с чрезмерной эмоциональной реактивностью, практически отсутствовали лица с ареактивностью (отсутствием эмоциональной реакции на тестирование). Распределение типов саморегуляции, выявленное в данном исследовании, может свидетельствовать как о большей эмоциональной вовлеченности и интенсивности переживаний у спортсменов, так и о недостаточной психологической подготовке, ограниченном соревновательном опыте и слабой физической подготовке. Результаты данного исследования позволяют выделить основные мишени для потенциальных восстановительных психофизиологических программ, предназначенных для спортсменов, продемонстрировавших недостаточную эффективность процессов саморегуляции.

Ключевые слова: фиджитал-спорт, преодоление стресса, саморегуляция, проактивное восстановление, психофизиологическая диагностика, функциональные состояния, эмоциональные реакции, биологическая обратная связь.

Суфиянова Лилиана Рашидовна — медицинский психолог, отдел медико-психологического обеспечения спортивных сборных команд РФ Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства».
Сфера научных интересов: психология спорта, прикладная психофизиология.
Контакты: SufiyanovaLR@sportfmba.ru

Назаров Кирилл Сергеевич — научный сотрудник, организационно-исследовательский отдел Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный

for Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical-Biological Agency".
Research Area: psychology of sports, applied psychophysiology.
E-mail: NazarovKS@sportfmba.ru

Sergey I. Barshak — Medical Psychologist, Department of Medical and Psychological Support for Russian National Sports Teams, Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical-Biological Agency".
Research Area: psychology of sports, applied psychophysiology.
E-mail: BarshakSI@sportfmba.ru

Olga A. Dzharfarova — Head of the Laboratory, Laboratory of Computer Biofeedback Systems, Research Institute of Molecular Biology and Biophysics, Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine, PhD in Physics, Associate Professor.
Research Area: biofeedback, self-regulation, psychophysiology, stress, stress resistance, anxiety, virtual reality, system analysis.
E-mail: olga.jafarova@gmail.ru

Igor N. Mitin — Lead Research Fellow, Head of the Laboratory of Sports Psychophysiology and Medical Psychology, Organizational and Research Department, Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical-Biological Agency", PhD in Medical Sciences.
Research Area: psychology of sports, applied psychophysiology.
E-mail: pino4t@list.ru

Sergey A. Parastayev — Deputy Director, Organizational and Research Department, Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical-Biological Agency", PhD in Medical Sciences.

научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства». Сфера научных интересов: психология спорта, прикладная психофизиология.
Контакты: NazarovKS@sportfmba.ru

Баршак Сергей Игоревич — медицинский психолог, отдел медико-психологического обеспечения спортивных сборных команд РФ Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства». Сфера научных интересов: психология спорта, прикладная психофизиология.
Контакты: BarshakSI@sportfmba.ru

Джафарова Ольга Андреевна — руководитель лаборатории, лаборатория компьютерных систем биоуправления НИИ молекулярной биологии и биофизики, Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины (ФИЦ ФТМ), кандидат физико-математических наук, доцент.
Сфера научных интересов: биоуправление, саморегуляция, психофизиология, стресс, стрессоустойчивость, тревожность, виртуальная реальность, системный анализ.
Контакты: olga.jafarova@gmail.ru

Митин Игорь Николаевич — ведущий научный сотрудник, руководитель лаборатории спортивной психофизиологии и медицинской психологии, организационно-исследовательский отдел Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», кандидат медицинских наук.
Сфера научных интересов: психология спорта, прикладная психофизиология.
Контакты: pino4t@list.ru

Парастаев Сергей Андреевич — заместитель директора по научной работе, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства», доктор медицинских наук.

Research Area: sports medicine, psychology of sports, applied psychophysiology.
E-mail: ParastayevSA@sporfmba.ru

Сфера научных интересов: спортивная медицина, психология спорта, прикладная психофизиология.
Контакты: ParastayevSA@sporfmba.ru

Currently, the world is undergoing global transformations, primarily driven by the development of information technologies and their active integration into all spheres of human activity.

This trend has led to the emergence of a whole new branch of sports disciplines that combine digital technologies with physical activities. This hybrid form has been termed “phygital sports” (from “physical” + “digital”) (Masyagina et al., 2020; TASS, 2021; Drukovskii & Ivanova, 2024).

The first-ever international multisport tournament “Games of Future”, held in Kazan in 2024, featured 21 phygital sports disciplines, with 312 teams totaling 1,811 participants from 116 countries. The event garnered approximately 3.5 billion online views (TASS, 2023; Charyeva et al., 2024). This remarkable success has spurred the emergence of a new sports movement, which now represents a fusion of individual and team phygital sports (Ministry of Sports of the Russian Federation, 2023a). Competitions in this format aim to maximize scores across both digital and physical performance domains¹.

Given that phygital sports were officially included in the All-Russian Sports Registry on January 31, 2023 (Ministry of Sports of the Russian Federation, 2023b), their subsequent development has necessitated the creation of scientific, methodological, and biomedical frameworks to support athlete training in this discipline (Mazhirina et al., 2023).

Since 2024, specialists from the Federal Research and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of FMBA of Russia have been conducting a comprehensive multi-level experimental study. This research aims to develop approaches for the psychophysiological component of biomedical support for international and national-level phygital athletes within the paradigm of proactive recovery (Kellmann et al., 2018; Heidari & Kellmann, 2023).

One of the objectives addressed in this study is to investigate the psychophysiological aspects of self-regulation in post-exertion recovery processes among phygital athletes during competitive performances.

Materials and Methods

The study was conducted during the qualifying competitions for the Games of Future-2025 (Russian Championship) from August 31 to September 8, 2024, at the Luzhniki Olympic Complex in Moscow. The competitions included participants from phygital shooter, phygital basketball, and phygital football, totaling 73 individuals.

¹ Decree No. 3387-r on the approval of the concept for the development of the phygital sports movement in the Russian Federation until 2030 and the action plan for its implementation. <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202412020020>

The control group consisted of 13 people — 5 competition administrators, including 2 men and 3 women, with an average age of 32 ± 15.5 , and 8 sports referees, including 5 men (average age 23.8 ± 6.4) and 3 women (average age 25.7 ± 9.8). The number of subgroups, their composition, and gender-age characteristics are presented in Table 1.

Most of the participants were examined once at different stages of the championship. Some athletes ($N1 = 29$) were examined before the qualifying games, others ($N2 = 29$) in the middle of the championship, and the finalists of phygital shooter competition ($N3 = 15$) were examined after the completion of the event.

Repeated testing was conducted on athletes from one of the phygital shooter teams that advanced to the semifinals, as well as on the control group members on the final day of the championship upon the final matches (see Table 1).

Study Design

To assess the participants' psychophysiological states and self-regulation features under stressful conditions, stress tests (Sessions 2 and 4) were administered, with a one-minute rest period between them. Electrocardiogram (ECG) and skin conductance response (SCR) were recorded before and after stress tests to calculate RR-interval and skin electrical activity respectively (Boucsein, 2012; Laborde et al., 2017; Ghiasi et al., 2020). The EGC and SCR session duration was set to meet the condition of recording 300 heartbeats (Danilenko et al., 2024). The protocol is presented in Table 2.

It should be noted that the initial triggering of emotional reactions to stressors occurs at a subconscious level. While these reactions are difficult to consciously recognize and control, they serve as highly sensitive indicators of perceived stress intensity and manifest through skin conductance response (Benedek & Kaernbach, 2010).

Stress tests were offered to the participants as follows:

1. "Reaction to a Moving Object" test (RMO) — designed to assess excitation-inhibition balance in the nervous system and the ability for anticipation;

Table 1

Sample Parameters

№	Types of sports	Sex	Age ($M \pm SE$)	Baseline assessment (n)	Follow-up assessment (n)
1	Phygital basketball	M	25.00 ± 6.00	3	
2	Phygital shooter	M	22.07 ± 0.54	57	7
3	Phygital football	M	25.62 ± 1.58	13	
Total number of athletes:				73	7
4	Competition administrators and referees	M = 7 F = 6	27.23 ± 2.25	13	10

Table 2

Psychophysiological Stress Testing Protocol (see explanations in the text)

№	Session	Session type	Duration (not more than), minutes
1	ECG+SCR monitoring	Monitoring	5
2	RMO	Stress test	2
3	ECG+SCR monitoring	Monitoring	1
4	FMNP	Stress test	3
5	ECG+SCR monitoring	Monitoring	5

2. Khilchenko’s Functional Mobility of Nervous Processes test (FMNP) — a dynamic variation of the complex visual-motor reaction recording method (a modification by V. Cherepanov and K. Sugonyaev (Topchii & Churilova, 2009)).

The primary requirement for participants was to perform the tests as accurately as possible while reacting as quickly as possible, thus making the testing itself serve as a stress factor. ECG signals and SCR were recorded at all stages of testing. Subsequently, the following parameters were calculated:

- RR-interval durations (RR)
- Heart rate variability indicators: pNN50 and Stress Index (SI) (Bayevskii & Berseneva, 1997)
- Range of SCR changes per session (Range)
- Frequency and amplitude of Skin conductance response (SCR Amplitude)

Note: no distinction was made between stimulus-induced reactions and spontaneous ones.

Psychophysiological tests and physiological signals were recorded and processed using the “BOSLAB-Samoregulyatsiya (БОСЛАБ — Саморегуляция)” hardware-software system (manufactured by COMSIB LLC, Novosibirsk).

Data Analysis Methods

To determine the types of self-regulation among study participants, we employed a classification approach implemented through Principal Component Analysis and Classification (PCA), based on the results obtained in our previous study (Mazhirina et al., 2023).

For the analysis, we selected 20 features reflecting the dynamics of reactivity to stress exposures and recovery rates, specifically:

- RR1-RR5
- pNN501-pNN505
- GSR1-GSR5
- Range1-Range5

As previously demonstrated (Ibid.), the primary contribution to the first principal component came from features reflecting the dynamics of the functional condition of

an athlete, while the second factor comprised features related to emotional reactivity (Figure 1).

Based on the training sample of records obtained from the national youth team athletes examined between 2020 and 2022, four groups were identified and interpreted using the principal component analysis (Figure 2). The study (Ibid.) provides descriptions of the psychophysiological characteristics of these groups. Specifically, participants in Group 0 exhibited a decrease in RR duration in response to stress, which recovered during the rest phase. The SCR also increased during stress-test sessions before subsequently decreasing—this type of self-regulation was considered normal and adequate. Group 3 was characterized by a slower pulse, even reaching a state of bradycardia (RR over 1000 ms). These participants performed the tests with minimal cost in terms of cognitive and stress load, reflected by the activation of the parasympathetic nervous system. No emotional reactivity was observed in this group based on SCR.

Subsequently, with an expanded sample size, the interpretation of these groups underwent some modifications (Figure 2). An optimal response group was identified, combining a subset of participants from Groups 0 and 3. Additionally, we distinguished:

- High heart rate subgroup (RR < 665 ms, HR > 90)
- Non-reactive group, characterized by low stress reactivity.

For the non-reactive group, the diminished response to stress exposure likely reflected depletion of functional and emotional reserves rather than optimal self-regulation skills, as evidenced by:

Figure 1

Projection of the Variables on the Factor-Plane Factor 1 × Factor 2

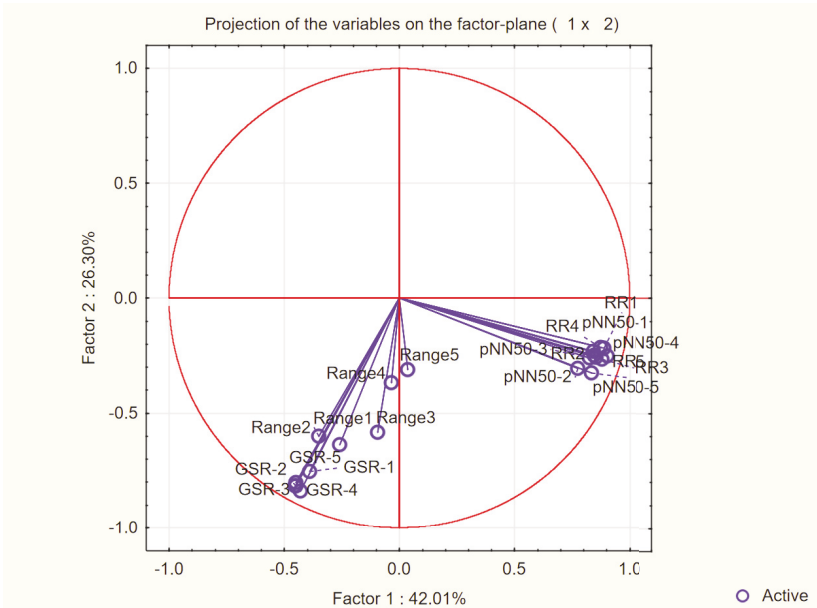
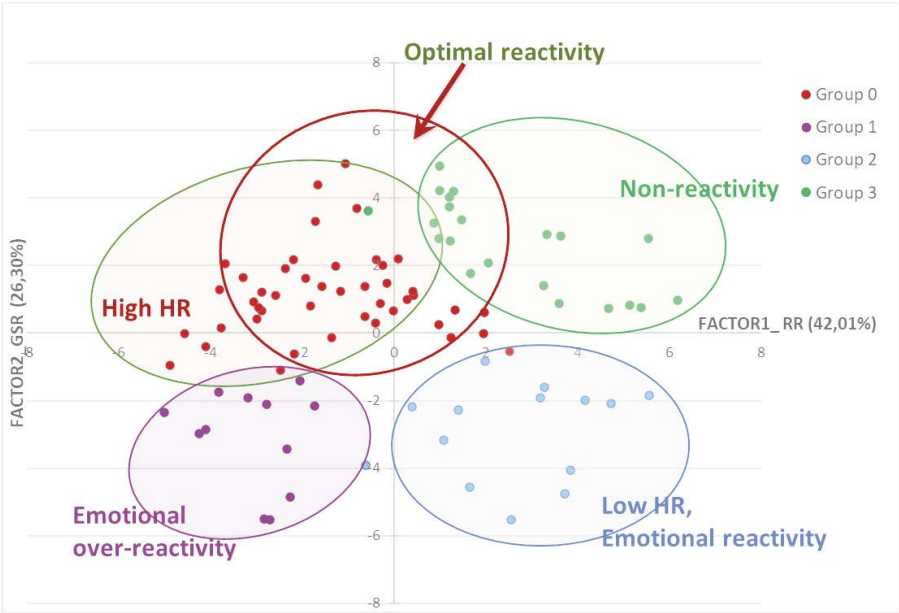


Figure 2

Distribution of Examined Athletes' Records on the Plane of the First and Second Principal Components (Factor 1, Factor 2)



- Low stress-index values (<50 AU)
- Absence of spontaneous CSR during baseline recordings.

Accordingly, participants were classified into specific self-regulation groups based on where their factor coordinates were located within the first two principal components' plane during stress testing.

Results and Discussion

The results of classifying athletes examined during the 2024 Russian Phygital Sports Championship using the algorithm described above are presented in Figure 3. The current study group showed twice as many participants with elevated heart rate compared to traditional sports athletes, 1.5 times more participants with excessive emotional reactivity, but virtually no non-reactive individuals showing no response to testing. The distribution of self-regulation types among traditional athletes and phygital athletes is shown in Table 3.

This kind of distribution of self-regulation types in phygital sports may indicate both greater emotional involvement and intensity of experience among athletes, as well as insufficient psychological preparation, limited competitive experience and poor physical fitness.

Figure 3

Distribution of Examined Phygital and Traditional Athletes' Records on the Plane of the First and Second Principal Components (Factor 1, Factor 2)

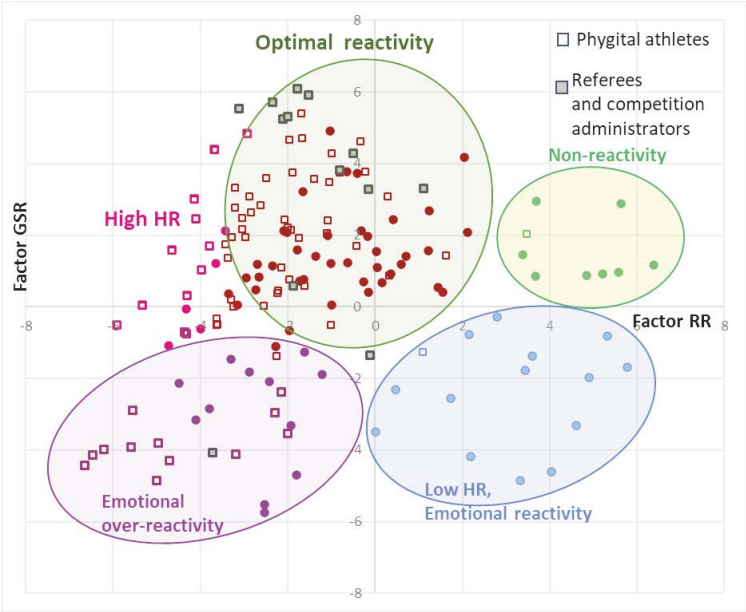


Table 3

Types of Self-Regulation among Phygital and Traditional Athletes

Sport	Sample size	Type of self-regulation*				
		-1	0	1	2	3
Classic (%)	94	5 5.3%	53 56.4%	12 12.8%	15 16.0%	9 9.6%
Phygital (%)	73	11 15.1%	46 63.0%	14 19.2%	1 1.4%	1 1.4%
Referees (%)	13	0	12 92.3	1 7.7%	0	

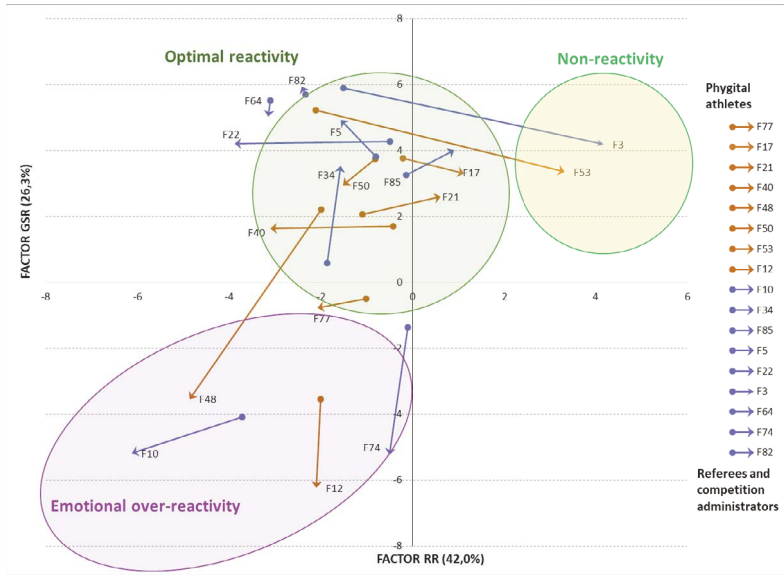
Note. Type of self-regulation: -1 – High HR, 0 – Optimal reactivity, 1 – Excess emotional reactivity, 2 – Low HR + Emotional Reactivity; 3 – Non-reactivity.

Of particular interest was the analysis of changes in participants' psychophysiological state during the competition. Data from competitors, referees, and competition administrators who underwent stress testing both at the beginning and end of the championship allowed for reclassification into self-regulation types. The results of these changes are presented in Figure 4.

The dynamics analysis revealed that the heavy workload on referees and competition administrators caused a quarter of them to move out of the optimal

Figure 4

Dynamics of Self-Regulation Groups before and after Competitions



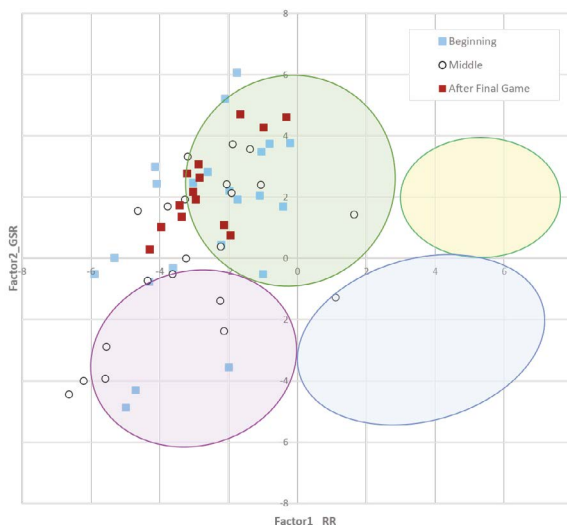
response zone. This was particularly evident in participants F3 and F53, who shifted to the non-reactive group (notably, these were female referees who may have been more susceptible to emotional burnout (Heidari, 2013; Flatt et al., 2017)). Among athletes, only one participant demonstrated more pronounced emotional reactivity to stress tests and poorer post-competition recovery compared to initial testing, while the others maintained their self-regulation type.

Since the athletes were tested at different stages of the championship, their factor coordinate distribution on the component plane was especially interesting. Given the heterogeneity of participants who differed in physical fitness (phygital football and basketball require greater physical endurance than phygital shooter), the analysis was conducted specifically on the phygital shooter competition group (N = 57).

As shown in Figure 5, no clear trend (e.g., a leftward and/or downward shift on the graph) is observed. The most noteworthy group comprises those tested upon competition's completion — the championship finalists, who were assessed after their final match. Notably, these athletes exhibited neither excessive emotional reactivity to the administered stress tests nor non-reactivity. However, given that testing occurred after significant physical, cognitive, and emotional exertion, their baseline heart rate averaged 89.85 ± 1.63 and 89.67 ± 1.60 bpm. Furthermore, many of the athletes were in suboptimal functional states, as indicated by a stress index of 159.22 ± 24.33 AU (calculated from baseline ECG recordings pre- and post-testing). It can be concluded that they possess strong psychological resilience, tend not to dwell on failures for too long, and are able to quickly concentrate and release tension, i. e., they demonstrate well-developed self-regulation skills (Park & Thayer, 2014).

Figure 5

Distribution of Examined Phygital Shooter Athletes According to the Time of Testing on the Plane of Factor 1 $\times$ Factor 2



Conclusion

The conducted research has revealed specific patterns in the distribution of phygital athletes into self-regulation types under stressful conditions. The results obtained in this study serve two key purposes: first, they demonstrate the current levels of stress reactivity in this relatively new cohort of athletes, and second, they offer the key targets for recovery programs for athletes who did not fall into the optimal stress response groups.

References

- Bayevskii, R. M., & Berseneva, A. P. (1997). *Otsenka adaptatsionnykh vozmozhnostey organizma i risk razvitiya zabolevaniy* [Assessment of the body's adaptive capabilities and the risk of disease development]. Moscow: Meditsina.
- Benedek, M., & Kaernbach, C. (2010). A continuous measure of phasic electrodermal activity. *Journal of Neuroscience Methods*, 190(1), 80–91. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2010.04.028>
- Boucsein, W. (2012). *Electrodermal activity*. Springer Science & Business Media.
- Charyeva, M. O., Lednev, V. A., & Skarzhinskaya, E. N. (2024). *Tsifrovye vidy sporta: ozhidaniya, real'nost' i perspektivy* [Digital sports: expectations, reality and prospects]. Moscow: Universitet "Sinergiya".
- Danilenko, E. N., Dzhaferova, O. A., Golubev, A. M., Mazhirina, K. G., & Mitin, I. N. (2024). Exploring the relationship between psychophysiological and psychological parameters in elite athletes as a source of competitiveness. *Chelovek. Sport. Meditsina [Human. Sport. Medicine]*, 24(S2), 167–174. <https://doi.org/10.14529/hsm24s225> (in Russian)
- Drukovskii, M., & Ivanova, E. (2024, February 28). *Chto takoe fidzhital-sport — novoe napravlenie na stike videoigr i traditsionnykh distsiplin* [What is phygital sports — a new direction at the intersection of video games and traditional disciplines]. <https://t-j.ru/phygital-sports/>

- Flatt, A. A., Esco, M. R., & Nakamura, F. Y. (2017). Individual heart rate variability responses to pre-season training in high level female soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(2), 531–538. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001482>
- Ghiasi, S., Greco, A., Barbieri, R., Scilingo, E. P., & Valenza, G. (2020). Assessing autonomic function from electrodermal activity and heart rate variability during cold-pressor test and emotional challenge. *Scientific Reports*, 10(1), Article 5406. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62225-2>
- Heidari, S. (2013). Gender differences in burnout in individual athletes. *European Journal of Experimental Biology*, 3(3), 583–588.
- Heidari, J., & Kellmann, M. (2023). Recovery as the centrepiece for mental health promotion in elite athletes. In M. Kellmann, J. Beckmann, & T. W. Andreassen (Eds.), *Routledge handbook of mental health in elite sport* (pp. 339–348). Routledge.
- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R., Erlacher, D., Halson, S. L., Hecksteden, A., Heidari, J., Kallus, K. W., Meeusen, R., Mujika, I., Robazza, C., Skorski, S., Venter, R., & Beckmann, J. (2018). Recovery and performance in sport: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(2), 240–245. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2017-0759>
- Laborde, S., Mosley, E., & Thayer, J. F. (2017). Heart rate variability and cardiac vagal tone in psychophysiological research – recommendations for experiment planning, data analysis, and data reporting. *Frontiers in Psychology*, 8, Article 213. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00213>
- Masyagina, N. V., Pleshakov, V. A., Skarzhinskaya, E. N., & Novoselov, M. A. (2022). International competitions based on digital technologies as a condition for transforming the personnel training system for the sports industry. *Fizicheskaya Kul'tura: Vospitanie, Obrazovanie, Trenirovka [Physical Culture: Upbringing, Education, Training]*, 4, 2–4.
- Mazhirina, K. G., Danilenko, E. N., Dzhafarova, O. A., & Mitin, I. N. (2023). Comprehensive assessment of adaptive mechanisms as the basis for effective recovery. *Chelovek. Sport. Meditsina [Human. Sport. Medicine]*, 23(3), 166–173. <https://doi.org/10.14529/hsm230322>
- Ministry of Sports of the Russian Federation. (2023a). *Pravila vida sporta "Fidzhital sport (funktsional'no-tsifrovoy sport)"* [Rules of the sport "Phygital sports (functional-digital sports)"]. <https://minsport.gov.ru/activity/government-regulation/vidy-sporta-razvivaemye-na-obsh-herossijskom-urovne/neolimpijskie-vidy-sporta-1/fidzhital-sport-funkczionalno-czifrovoy-sport/>
- Ministry of Sports of the Russian Federation. (2023b). *Priznanie vidov sporta i sportivnykh distsiplin. Vserossiyskiy reestr vidov sporta* [Recognition of sports and sports disciplines. All-Russian register of sports]. <https://www.minsport.gov.ru/activity/government-regulation/priznanie-vidov-sporta-i-sportivnyh-disciplin-vserossiyskiy-reestr-vidov-sporta/>
- Park, G., & Thayer, J. F. (2014). From the heart to the mind: Cardiac vagal tone modulates top-down and bottom-up visual perception and attention to emotional stimuli. *Frontiers in Psychology*, 5, Article 278. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00278>
- TASS. (2021, September 8). *Rossiya predlozila miru "Iгры budushchego". Itogi pervogo dnya sportivno-foruma v Kazani* [Russia offered the world "Games of the Future". Results of the first day of the sports forum in Kazan]. <https://tass.ru/sport/12336631>
- TASS. (2023, August 25). *Fidzhital-sport za god ob'yedinil okolo 1,5 mln chelovek* [Phygital sports united about 1.5 million people in a year]. <https://объясняем.рф/articles/news/fidzhital-sport-za-god-obedinil-okolo-1-5-mln-chelovek/>
- Topchii, M. V., & Churilova, T. M. (2009). *Stress kak ob'yekt nauchnoy refleksii* [Stress as an object of scientific reflection]. Stavropol: NOU VPO SKSI.

ANALYZING MULTIPLE OBJECT TRACKING ACCURACY IN ICE HOCKEY PLAYERS 13–15 YEARS OLD

M.M. TCEPELEVICH^a, A.M. MUKHAMEDOV^b

^a *Sirius University of Science and Technology, 1, Olimpiyskiy ave., Sirius, Krasnodar region, 354340, Russian Federation*

^b *Lomonosov Moscow State University, 1 Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russian Federation*

Факторы точности слежения за движущимися объектами у хоккеистов 13–15 лет

М.М. Цепелевич^a, А.М. Мухамедов^b

^a *Научно-технологический университет «Сириус», 354340, Россия, Краснодарский край, пгт Сириус, Олимпийский проспект, д. 1*

^b *Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, 119991, Россия, Москва, Ленинские горы, д. 1*

Abstract

The multiple object tracking task is extensively utilized to assess athletes in team sports, such as hockey, due to its relevance to real-game scenarios involving the tracking of partners and opponents. Typically, task difficulty is evaluated based on the number of objects and motion speed; however, the impact of additional parameters on athletes' tracking accuracy has been largely overlooked. The aim of the current study is to investigate the relationship between the accuracy of a three-dimensional multiple object tracking task and the task parameters, as well as the playing positions of field ice hockey players aged 13 to 15 years. A total of 29 forwards

Резюме

Задача слежения за движущимися объектами широко используется при тестировании спортсменов командных игровых видов спорта, таких как хоккей, из-за схожести с игровыми ситуациями, включающими отслеживание партнеров и соперников. Как правило, сложность задачи задается количеством объектов и скоростью их движения; при этом влияние других параметров задачи на точность зачастую не рассматривается. Цель исследования — изучение взаимосвязи точности слежения за движущимися объектами в трехмерном пространстве с параметрами задачи и игровым амплуа хоккеистов 13–15 лет. 29 нападающих и 20 защитников выполняли задачу слежения за движущимися объектами в виртуальной

Supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, (Agreement 075-10-2025-017).

Финансирование проекта осуществлялось Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (соглашение № 075-10-2025-017).

and 20 defensemen participated in a virtual reality-based three-dimensional multiple object tracking task. Key metrics recorded included task accuracy, total path length of objects, number of collisions, number of occlusions, and motion speed of the objects. A generalized linear mixed model analysis revealed that motion speed and the frequency of occlusions caused by distractors obscuring the target negatively impacted tracking accuracy. This finding highlights the necessity of incorporating various task parameters in the applied assessment of athletes. Moreover, no significant relationship was found between multiple object tracking performance and the playing positions of adolescent hockey players when controlling for task parameters. This indicates a need for domain-specific testing of athletes and suggests future comparisons involving adult athletes across different playing positions.

Keywords: sport, ice hockey, multiple object tracking, attention, accuracy, virtual reality.

Margarita M. Tcepelevich — Junior Research Fellow, Sirius University of Science and Technology.
Research Area: sport science, attention, eye-tracking.
E-mail: riks00022@gmail.com

Arthur M. Mukhamedov — Postgraduate Student, Lomonosov Moscow State University.
Research Area: virtual reality, neural networks, eye tracking.
E-mail: a.mukhamedov@vrmsu.ru

реальности. Регистрировались параметры выполнения задачи: общая длина пути объектов, количество столкновений, количество перекрытий, скорость движения объектов, а также точность отслеживания. Анализ с использованием обобщенных линейных моделей со смешанными эффектами показал, что скорость движения и частота перекрытий, в которых дистрактор закрывает целевой объект, отрицательно связаны с точностью отслеживания. Результаты указывают на значимость учета различных параметров задачи в тестированиях спортсменов. Кроме того, не было выявлено значимой взаимосвязи между точностью слежения за движущимися объектами и игровым амплуа хоккеистов-подростков при учете параметров задачи. Это свидетельствует о важности использования более специфических для спорта когнитивных тестов и необходимости дальнейших исследований с участием взрослых спортсменов разных амплуа.

Ключевые слова: спорт, хоккей, слежение за движущимися объектами, внимание, точность, виртуальная реальность.

Цепелевич Маргарита Михайловна — младший научный сотрудник, Научно-технологический университет «Сириус».
Сфера научных интересов: исследования спорта, внимание, айтрекинг.
Контакты: riks00022@gmail.com

Мухамедов Артур Мансурович — аспирант, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова.
Сфера научных интересов: виртуальная реальность, нейронные сети, айтрекинг.
Контакты: a.mukhamedov@vrmsu.ru

Perceptual-cognitive abilities are essential for athletes participating in team sports, as players must continuously perceive and analyze information to make informed decisions that enhance effective interaction within a dynamic game environment (Scharfen & Memmert, 2019). Research on perceptual-cognitive expertise in sports typically employs two main approaches. The first is the expert-performance approach, which investigates athletes within sport-specific or ecologically valid contexts by integrating key elements of the sport into the experimental design — such as the presentation of stimuli and the nature of responses (Starkes & Ericsson, 2003). Findings derived from this approach have consistently indicated

that experts outperform novices in perceiving and responding to sport-relevant signals (Kalén et al., 2021; Mann et al., 2007).

An alternative methodology, known as the cognitive component skill approach, examines the correlation between domain-general cognitive functions and athletic performance. Within this framework, cognitive functions are typically assessed through standardized cognitive assessments that provide context-independent information (Scharfen & Memmert, 2019; Voss et al., 2010). The theoretical assumption underlying this approach suggests that a prolonged engagement in team sports that require significant perceptual-cognitive abilities, leads to extensive alterations in cognitive functions which are evident even in tasks unrelated to a particular sport (Scharfen & Memmert, 2019; Voss et al., 2010).

One of the most challenging perceptual-cognitive requirements for athletes engaged in team sports is the ability to monitor the position of the ball (puck) while simultaneously tracking the movements of both teammates and opponents (Faubert, 2013). These requirements are comparable to the cognitive demands of the multiple object tracking (MOT) task, a cognitive paradigm where participants track multiple moving targets among visually similar distractors (Meyerhoff et al., 2017; Pylyshyn & Storm, 1988). Given that MOT is a perceptual-cognitive ability acquired through experience in dynamic sporting contexts, researchers are interested in assessing MOT differences between expert athletes, less skilled athletes and non-sporting population. Comparative studies generally indicate that athletes engaged in team sports exhibit performance advantages over non-athletic individuals (Howard et al., 2018; Jin et al., 2023; Wierzbicki et al., 2024). Furthermore, high-level athletes in ice hockey (Zhang et al., 2021), soccer (Jin et al., 2023), and basketball (Gou & Li, 2023) have been shown to possess superior accuracy in MOT when compared to lower-level athletes. Nevertheless, these findings have not been entirely consistent (Styrkowiec et al., 2024; Su et al., 2024). A recent meta-analysis suggests that athletes with varying levels of sports experience consistently outperform non-athletes, with notable differences observed between expert and novice athletes (Liu et al., 2024).

Although a relationship between MOT accuracy and athlete skill has been identified, the specific nature of this relationship remains unclear (Harris et al., 2020; Mackenzie et al., 2024). In discussing the mechanisms that contribute to the advantages, authors frequently provide ambiguous explanations, such as the transfer effects of training (e.g., Harris et al., 2020; Mackenzie et al., 2024) or the implications of selection processes (Jin et al., 2020; Howard et al., 2018).

The lack of a comprehensive understanding regarding the nature of the athletes' advantage in MOT may stem from the ambiguity surrounding the fundamental mechanisms underlying MOT. A primary question remains regarding how objects are associated with their mental representations, as well as how information regarding changes in location is updated during the tracking process (Holcombe, 2023). Current knowledge indicates that attention, potentially facilitated by spatial working memory, plays a critical role in enabling MOT (Holcombe, 2023; Merkel et al., 2022; Tombu & Seiffert, 2008; Holcombe & Chen, 2013). Furthermore, the capacity to group objects has been identified (Yantis, 1992), with

distinct processes observed in the two hemispheres that independently process information from hemifields (Merkel et al., 2024). The ongoing debate regarding whether information about objects is updated serially or in parallel continues (Holcombe, 2023; Holcombe & Chen, 2013), with evidence suggesting that both mechanisms may interact with one another (Holcombe, 2023; Meyerhoff et al., 2017). Additionally, research supporting the flexibly allocated tracking mechanisms (Alvarez & Franconeri, 2007) indicates that participants allocate their attention to regions or objects that are at the highest risk of being overlooked due to a high number of objects within a small space. The handling of object occlusions (Kamkar et al., 2020), collisions, and groupings (Vater et al., 2017) has a substantial impact on tracking accuracy, as saccades directed towards these areas result in the suppression of information processing (Hyönä et al., 2019).

Despite evidence from studies on visual perception and attention indicating that the specified task parameters significantly influence the accuracy of tracking, their consideration in research involving athletes remains limited. The tasks employed in applied studies typically account for the speed of object movement and the number of objects (Liu et al., 2024). However, interindividual variability may be partially associated with individuals' abilities to resolve object occlusions, collisions or other task parameters related to object spacing.

Additionally, research in sports science does not consider the playing position of athletes when investigating cognitive functions. While several studies have categorized goalkeepers as a distinct group, the differentiation among field players is notably infrequent, and the sample sizes utilized are often limited (Lundgren et al., 2016; Wimshurst et al., 2012). However, game requirements associated with forwards and defensemen exhibit significant differences (Vigh-Larsen & Mohr, 2024; Wimshurst et al., 2012), which are reflected in their skills and physical conditioning (Bournival et al., 2023; Daigle et al., 2022). Forwards must excel at evading defensemen while identifying optimal positions for puck reception and goal shooting. In contrast, defensemen are responsible for playing the attackers, necessitating a division of attention to maintain positional awareness relative to the goal while simultaneously monitoring the puck. Although essential for all players, this divided attention is particularly crucial for defensemen, who must maintain a comprehensive view of the ice surface to anticipate offensive maneuvers and devise counterattacks (Johnston & Walter, 2018). Therefore, based on these positional distinctions, it can be hypothesized that hockey defensemen will demonstrate higher accuracy rates in MOT compared to forwards.

Thus, the aim of the current study is to investigate the relationship between the accuracy of a three-dimensional (3D) multiple object tracking task and the task parameters, as well as the playing positions of adolescent field ice hockey players. In this context, task parameters are defined as the motion speed of objects, the distance traveled by objects, and the frequency of occlusions and collisions (both among objects and with boundaries). By considering these parameters, this study aims to enhance understanding of their impact on task performance in 3D space – a condition increasingly utilized in applied testing but one that has been less thoroughly examined in terms of tracking specifics.

Methods

Participants

A total of 49 young hockey players (29 forwards and 20 defensemen) were recruited for this study. The participants represented ten teams competing in the Russian Championship for athletes under 15 years of age. The cohort consisted of male athletes aged 13 to 15 years, with a mean age of $M(SD) = 14.50 (0.30)$. Participants had 6 to 10 years of organized hockey experience and engaged in 12 to 20 hours of training per week, with a mean of $M(SD) = 15.60 (2.36)$ during the year before testing (conducted in January 2023). All participants had normal or corrected-to-normal vision and reported no history of brain trauma or mental illness. Written informed consent was obtained from their parents prior to participation. The experimental protocol was approved by the ethics committee of Sirius University.

3D Multiple Object Tracking task

The 3D MOT task was implemented using the VR Head Mounted Display (VR-HMD) HTC VIVE Pro Eye. The environment was developed utilizing the Unity 3D game engine (version 2019.2), with SRanipal Runtime employed to interface the MOT paradigm. Observers utilized an HTC Vive Controller to identify the objects requiring tracking and to initiate new levels.

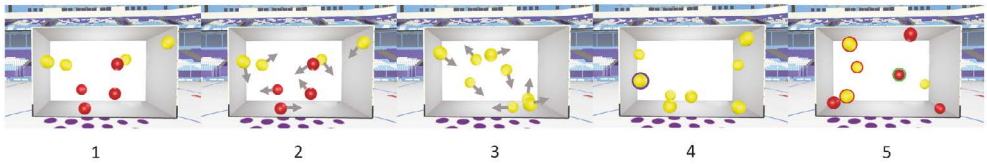
The participants completed the MOT task individually. Assessments were conducted in the same room at the testing facility with a standardized familiarization protocol. The participants were seated in a stationary chair and reported a comfortable VR-HMD position. Prior to the main task, the participants received instructions and engaged in one practice trial. All the participants completed the practice trial with a 100% accuracy, allowing us to limit the training to a single level.

The total duration of the task was approximately five minutes, comprising 15 control levels. Each level consisted of five standard phases (figure 1): (1) an array of four yellow distractor balls and four red target balls was presented within the VR space; (2) a participant initiated the motion of the balls by pressing a button on the controller; (3) four seconds thereafter, all target balls were rendered indistinguishable from the distractors; (4) eight seconds thereafter, the movement stopped, and the participant identified the targets by pointing at and selecting them with the controller; (5) a feedback was provided after the selection, highlighting correctly identified targets in green and incorrectly identified targets in red. Following the feedback, the participant initiated the next trial. The total duration of each trial was 12 seconds, in addition to the selection time. There were no time restrictions imposed on either the selection phase or the initiation of motion. The participants were permitted to move their eyes and heads freely throughout the entire task.

The initial speed of the balls was set at 1 m/s. If all four balls were accurately identified in a given stage, the speed for the subsequent stage was increased by 0.2 m/s; otherwise, it remained unchanged. The dimensions of the 3D environment

Figure 1

Five Phases of the Object Tracking Task



(1) an array of four yellow distractor balls and four red target balls is presented; (2) the participant initiates the motion of the balls; (3) four seconds thereafter, all target balls are rendered indistinguishable from the distractors; (4) eight seconds thereafter, the movement stops, and the participant identifies the targets; (5) a feedback is provided after selection.

were 3.5 m (length) $\times$ 2.2 m (height) $\times$ 1.5 m (depth), positioned 3.8 m forward and 1 m above the center of the virtual space established during the SteamVR room setup. The front wall was transparent, while the remaining walls were gray. The background of the room was designed to resemble a hockey court. The initial positions of the objects were randomly determined, with a constraint ensuring a minimum inter-object distance equivalent to one ball diameter. The initial movement direction for each ball was randomized. Collisions between objects were absolutely elastic; however, if any ball encountered multiple collisions within a period of five frames, that ball was subsequently moved in a random direction to prevent overcrowding.

The accuracy of task performance, quantified by the number of correct responses (ranging from 0 to 4), was recorded at each level. Additionally, variables related to task parameters were recorded. Table 1 presents the list of task parameters along with their mean values for all levels and participants.

Table 1

Multiple Object Tracking Task Parameters

Task parameter	Value (M $\pm$ SD)
Motion speed of objects, m/s	1.6 $\pm$ 0.36
Path length of all objects, m	179.16 $\pm$ 42.36
Path length of targets, m	89.27 $\pm$ 21.04
Collisions of all objects with walls, n	159.39 $\pm$ 37.77
Collisions of targets with walls, n	79.42 $\pm$ 19.22
Collisions between all objects, n	123.14 $\pm$ 30.53
Collisions of targets with other objects, n	96.89 $\pm$ 24.78
Occlusions when the target obscures the distractor, n	16.37 $\pm$ 6.18
Occlusions between distractors, n	12.45 $\pm$ 4.67
Occlusions between targets, n	12.56 $\pm$ 4.53
Occlusions when the distractor obscures the target, n	16.42 $\pm$ 6.33

Statistical Analysis

The statistical analysis was performed using R (version 4.3.0) and RStudio (version 2024.04.1). Prior to conducting the main analysis, outliers were identified and removed based on the criterion of exceeding 1.5 times the interquartile range. Additionally, logarithmic transformation was applied to variables associated with task parameters to achieve standardization.

To identify the task parameters that influence the accuracy of the 3D MOT task, a Generalized Linear Mixed Model (GLMM) utilizing a Poisson distribution and a log link function was employed to accommodate both fixed and random effects. The accuracy of the MOT task was designated as the dependent variable, while the task parameters were treated as predictors. Participant identification was incorporated as a random effect to account for the repeated measures across the 15 trials completed by each participant. Prior to modeling, a variable selection using L1-penalized estimation was performed to identify the most significant predictors for inclusion in the final model.

To investigate the relationship between the MOT accuracy and the positions of field ice hockey players, a GLMM with a binomial distribution and a log link function was employed. The player position (forward or defenseman) was designated as the dependent variable, while MOT accuracy and selected task parameters served as predictors.

Results

The accuracy of the MOT task was modeled using the GLMM, incorporating participants' ID as a random effect. Preliminary variable selection through L1-penalized estimation indicated that only the motion speed and the number of occlusions, when the distractor obscures the target, emerged as significant predictors based on the coefficients estimation. The GLMM analysis confirmed that both the motion speed and the number of occlusions are significant predictors of MOT accuracy ($p < .001$ and $p = .009$, respectively), that are negatively associated with the tracking performance, with a Marginal R^2 of .18 and a Conditional R^2 of .27.

Furthermore, an examination of the relationship between the player position and the MOT accuracy, while controlling for task parameters, revealed no significant effects (all $p > .05$). This suggests that hockey forwards and defensemen aged 13–15 do not exhibit differences in their 3D MOT accuracy.

Discussion

The aim of the study was to investigate the relationship between the accuracy of a 3D MOT task and the task parameters, as well as the playing positions of field ice hockey players aged 13 to 15 years. Among the task parameters considered in the study (the motion speed of objects, the number of collisions among objects and between objects and walls, the number of occlusions), motion speed and the number of occlusions when the distractor obscures the target were found to be significantly negatively correlated with tracking accuracy.

Even in early experiments, it was demonstrated that at sufficiently low movement speeds, it is possible to track up to eight targets, whereas at very high speeds, only one target can be tracked (Alvarez & Franconeri, 2007). A possible explanation for this phenomenon, as posited by the spatial interference theory, suggests that the redistribution of attention towards targets is accompanied by inhibition of information in surrounding areas. That is why the effect of speed on tracking accuracy is mediated by a change in the distance between objects, which tend to converge more frequently at higher speeds (Franconeri et al., 2010). Conversely, another study indicated that tracking accuracy diminished with increasing speed, even when the distance between moving objects remained constant (Tomblu & Seiffert, 2011). The notion that the spatial interference theory may not be universally applicable is further supported by Bouma's law, which states that the degree of proximity of objects required for grouping (where interfered zones overlap) is approximately half the eccentricity of the object (Nador & Reeves, 2023). When this threshold is exceeded, the degree of convergence no longer influences tracking accuracy (Holcombe & Chen, 2013; Holcombe, 2023). Consequently, the findings of the current study suggest that when performing tracking in 3D space, an increase in speed significantly reduces task accuracy. Furthermore, under equivalent speed conditions, accuracy decreases as the number of occlusions (when distractors overlap with targets) increases, which is a well-known effect of MOT (Kamkar et al., 2020). Thus, the spatial proximity of objects appears to at least partially exert an independent effect on tracking performance.

The absence of a significant relationship between object collisions and tracking accuracy observed in the current study partially contradicts prior research, which indicated a diminished ability to detect changes in objects during time intervals close to a collision with a frame (Vater et al., 2017). However, it is important to note that findings from the previous research were derived from a dual-task paradigm and do not directly imply that boundary collisions adversely affect tracking accuracy. Thus, further research is needed to explore this issue. Additionally, a more nuanced examination of the problem of collisions among objects is necessary, as prior studies have treated such collisions as a form of object crowding. This perspective may be somewhat misleading, considering that object crowding is predominantly overcome through foveal processing, whereas abrupt changes in direction are primarily registered by peripheral vision, potentially triggering a saccade toward the new direction (Ibid.).

Furthermore, the results obtained should be interpreted with consideration of the study's limitations. For instance, the types of collisions between objects — whether they occurred between targets, between distractors, or between targets and distractors — and their duration were not addressed. Additionally, this study did not examine task characteristics such as the crowding and distribution of targets across the visual hemifields, which are known to exert a significant influence on MOT (Vater et al., 2017; Iordanescu et al., 2009). It is also particularly pertinent to explore task parameters in relation to the spatial dimensions involved (e.g., differentiating between collisions with the front wall of a cube and those with its side walls). Future studies utilizing eye tracking methodologies that take these

limitations into account will be instrumental in elucidating the factors that impact the accuracy of tracking. The results may have also been influenced by the brief duration of the task, which did not fully allow for the minimization of the learning effect.

The results of the present study also indicated no significant relationships between the MOT performance and the athletes' roles. One potential explanation for this outcome is that the employed methods may represent a limited aspect of the cognitive demands inherent in the complex activity of ice hockey. Although attention is recognized as critical for effective performance across various contexts, the development of the ability to simultaneously track multiple moving objects may not be adequately captured by non-specific paradigms. Consequently, the results obtained may lend support to the perspective that domain-general cognitive functions are inseparably linked with professional knowledge and experience, and should be evaluated using sport-specific paradigms (Mann et al., 2007).

Furthermore, in modern hockey, the role of defensemen is not limited exclusively to defensive actions. A qualified defender takes an active part in offensive actions while forwards perform defensive functions (Johnston & Walter, 2018). It is possible that the distinctions in training and competitive experiences at this developmental stage are insufficient to delineate differences between players' roles, particularly given that participation in team sports inherently influences attention (Rahimi et al., 2022). In this context, the absence of differences between hockey players of different positions may reflect a generalized effect of the training and selection frameworks implemented within a team. Furthermore, it can be posited that specialization in hockey occurs without consideration of perceptual-cognitive abilities. Existing research highlights disparities in physiological profiles and physical fitness among goalkeepers, defensemen, and forwards (Bournival et al., 2023; Daigle et al., 2022), which may represent a more critical factor in achieving athletic performance than the MOT ability. Future investigations should focus on examining the differences among players in elite and semi-elite adult athletes, as long-term specialization may exert a more pronounced influence on cognitive functioning, particularly with respect to the MOT accuracy.

Conclusion

The motion speed and the frequency of occlusions caused by distractors obscuring the target were found to negatively impact the accuracy of the 3D MOT task among ice hockey players aged 13–15 years. This finding underscores the importance of incorporating task parameters in the applied testing of athletes. Furthermore, a more nuanced examination of task parameters, particularly the spatial positioning of objects in relation to the athlete's gaze, is warranted in future research. Additionally, no significant relationship was observed between the MOT performance and the playing positions of adolescent hockey players when controlling for task parameters. This suggests a need for testing athletes using domain-specific tasks, as well as the necessity for future comparisons involving adult athletes in various playing positions.

References

- Alvarez, G. A., & Franconeri, S. L. (2007). How many objects can you track? Evidence for a resource-limited attentive tracking mechanism. *Journal of Vision*, 7(13), Article 14. <https://doi.org/10.1167/7.13.14>
- Bournival, M., Martini, G., Trudeau, F., & Lemoyne, J. (2023). The science and art of testing in ice hockey: A systematic review of twenty years of research. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, Article 1252093. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1252093>
- Daigle, A.-P., Bélanger, S., Brunelle, J.-F., & Lemoyne, J. (2022). Functional performance tests, on-ice testing and game performance in elite junior ice hockey players. *Journal of Human Kinetics*, 83, Article 245. <https://doi.org/10.2478/hukin-2022-000076>
- Faubert, J. (2013). Professional athletes have extraordinary skills for rapidly learning complex and neutral dynamic visual scenes. *Scientific Reports*, 3(1), Article 1154. <https://doi.org/10.1038/srep01154>
- Franconeri, S. L., Jonathan, S. V., & Scimeca, J. M. (2010). Tracking multiple objects is limited only by object spacing, not by speed, time, or capacity. *Psychological Science*, 21(7), 920–925. <https://doi.org/10.1177/0956797610373935>
- Gou, Q., & Li, S. (2023). Study on the correlation between basketball players' multiple-object tracking ability and sports decision-making. *PLoS ONE*, 18(4), Article e0283965. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283965>
- Harris, D. J., Wilson, M. R., Crowe, E. M., & Vine, S. J. (2020). Examining the roles of working memory and visual attention in multiple object tracking expertise. *Cognitive Processing*, 21(2), 209–222. <https://doi.org/10.1007/s10339-020-00954-y>
- Holcombe, A. (2023). *Attending to moving objects*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009003414>
- Holcombe, A. O., & Chen, W.-Y. (2013). Splitting attention reduces temporal resolution from 7 Hz for tracking one object to <3 Hz when tracking three. *Journal of Vision*, 13, Article 12. <https://doi.org/10.1167/13.1.12>
- Howard, C. J., Uttley, J., & Andrews, S. (2018). Chapter 4 – Team ball sport participation is associated with performance in two sustained visual attention tasks: Position monitoring and target identification in rapid serial visual presentation streams. In S. Marcora & M. Sarkar (Eds.), *Progress in brain research* (Vol. 240, pp. 53–69). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2018.09.001>
- Hyönä, J., Li, J., & Oksama, L. (2019). Eye behavior during multiple object tracking and multiple identity tracking. *Vision*, 3(3), Article 37. <https://doi.org/10.3390/vision3030037>
- Iordanescu, L., Grabowecky, M., & Suzuki, S. (2009). Demand-based dynamic distribution of attention and monitoring of velocities during multiple-object tracking. *Journal of Vision*, 9, Article 1. <https://doi.org/10.1167/9.4.1>
- Jin, P., Li, X., Ma, B., Guo, H., Zhang, Z., & Mao, L. (2020). Dynamic visual attention characteristics and their relationship to match performance in skilled basketball players. *PeerJ*, 8, Article e9803. <https://doi.org/10.7717/peerj.9803>
- Jin, P., Zhao, Z.-Q., & Zhu, X.-F. (2023). The relationship between sport types, sex and visual attention as assessed in a multiple object tracking task. *Frontiers in Psychology*, 14, Article 1099254. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1099254>
- Johnston, M., & Walter, R. (2018). *Hockey plays and strategies*. Human Kinetics. <https://doi.org/10.5040/9781718219489>

- Kalén, A., Bisagno, E., Musculus, L., Raab, M., Pérez-Ferreirós, A., Williams, A. M., Araújo, D., Lindwall, M., & Ivarsson, A. (2021). The role of domain-specific and domain-general cognitive functions and skills in sports performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 147(12), 1290–1308. <https://doi.org/10.1037/bul0000355>
- Kamkar, S., Moghaddam, H. A., Lashgari, R., Oksama, L., Li, J., & Hyönä, J. (2020). Effectiveness of “rescue saccades” on the accuracy of tracking multiple moving targets: An eye-tracking study on the effects of target occlusions. *Journal of Vision*, 20(12), Article 5. <https://doi.org/10.1167/jov.20.12.5>
- Liu, H. J., Zhang, Q., Chen, S., Zhang, Y., & Li, J. (2024). A meta-analysis of performance advantages on athletes in multiple object tracking tasks. *Scientific Reports*, 14(1), Article 20086. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-70793-w>
- Lundgren, T., Högman, L., Näslund, M., & Parling, T. (2016). Preliminary investigation of executive functions in elite ice hockey players. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 10(4), 324–335. <https://doi.org/10.1123/jcsp.2015-0030>
- Mackenzie, A. K., Baker, J., Daly, R. C., & Howard, C. J. (2024). Peak occipital alpha frequency mediates the relationship between sporting expertise and multiple object tracking performance. *Brain and Behavior*, 14(2), Article e3434. <https://doi.org/10.1002/brb3.3434>
- Mann, D. T. Y., Williams, A. M., Ward, P., & Janelle, C. M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(4), 457–478. <https://doi.org/10.1123/jsep.29.4.457>
- Merkel, C., Hopf, J., & Schoenfeld, M. A. (2022). Electrophysiological hallmarks of location based and object based visual multiple objects tracking. *European Journal of Neuroscience*, 55(5), 1200–1214. <https://doi.org/10.1111/ejn.15605>
- Merkel, C., Hopf, J.-M., & Schoenfeld, M. A. (2024). Location- and object-based representational mechanisms account for bilateral field advantage in multiple-object tracking. *Eneuro*, 11(3). <https://doi.org/10.1523/ENEURO.0519-23.2024>
- Meyerhoff, H. S., Papenmeier, F., & Huff, M. (2017). Studying visual attention using the multiple object tracking paradigm: A tutorial review. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 79(5), 1255–1274. <https://doi.org/10.3758/s13414-017-1338-1>
- Nador, J., & Reeves, A. (2023). Crowding expands and is less sensitive to target-flanker differences during a shift of visual attention. *Vision Research*, 212, Article 108305. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2023.108305>
- Pylyshyn, Z. W., & Storm, R. W. (1988). Tracking multiple independent targets: Evidence for a parallel tracking mechanism. *Spatial Vision*, 3(3), 179–197. <https://doi.org/10.1163/156856888X00122>
- Rahimi, A., Roberts, S. D., Baker, J. R., & Wojtowicz, M. (2022). Attention and executive control in varsity athletes engaging in strategic and static sports. *PLoS ONE*, 17(4), Article e0266933. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266933>
- Scharfen, H.-E., & Memmert, D. (2019). Measurement of cognitive functions in experts and elite athletes: A meta-analytic review. *Applied Cognitive Psychology*, 33(5), 843–860. <https://doi.org/10.1002/acp.3526>
- Starkes, J. L., & Ericsson, K. A. (Eds.). (2003). *Expert performance in sports: Advances in research on sport expertise*. Champaign, IL: Human Kinetics. <https://doi.org/10.5040/9781492596257>
- Styrkowiec, P., Czyż, S. H., Hyönä, J., Li, J., Oksama, L., & Raś, M. (2024). Gaze behavior and cognitive performance on tasks of multiple object tracking and multiple identity tracking by handball players and non-athletes. *Perceptual and Motor Skills*, 131(3), 818–842. <https://doi.org/10.1177/00315125241235529>

- Su, Q., Wang, F., Li, J., Dai, Q., & Li, B. (2024). Applying the multiple object juggling task to measure the attention of athletes: Evidence from female soccer. *Medicine*, 103(5), Article e37113. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000037113>
- Tombu, M., & Seiffert, A. E. (2008). Attentional costs in multiple-object tracking. *Cognition*, 108(1), 1–25. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2007.12.014>
- Tombu, M., & Seiffert, A. E. (2011). Tracking planets and moons: Mechanisms of object tracking revealed with a new paradigm. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 73(3), 738–750. <https://doi.org/10.3758/s13414-010-0060-z>
- Vater, C., Kredel, R., & Hossner, E.-J. (2017). Disentangling vision and attention in multiple-object tracking: How crowding and collisions affect gaze anchoring and dual-task performance. *Journal of Vision*, 17(5), Article 21. <https://doi.org/10.1167/17.5.21>
- Vigh-Larsen, J. F., & Mohr, M. (2024). The physiology of ice hockey performance: An update. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 34(1), Article e14284. <https://doi.org/10.1111/sms.14284>
- Voss, M. W., Kramer, A. F., Basak, C., Prakash, R. S., & Roberts, B. (2010). Are expert athletes ‘expert’ in the cognitive laboratory? A meta analytic review of cognition and sport expertise. *Applied Cognitive Psychology*, 24(6), 812–826. <https://doi.org/10.1002/acp.1588>
- Wierzbicki, M., Rupaszewski, K., & Styrcowiec, P. (2024). Comparing highly trained handball players’ and non-athletes’ performance in a multi-object tracking task. *The Journal of General Psychology*, 151(2), 173–185. <https://doi.org/10.1080/00221309.2023.2241950>
- Wimshurst, Z., Sowden, P., & Cardinale, M. (2012). Visual skills and playing positions of Olympic field hockey players. *Perceptual and Motor Skills*, 114(1), 204–216. <https://doi.org/10.2466/05.22.24.PMS.114.1.204-216>
- Yantis, S. (1992). Multielement visual tracking: Attention and perceptual organization. *Cognitive Psychology*, 24(3), 295–340. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(92\)90010-Y](https://doi.org/10.1016/0010-0285(92)90010-Y)
- Zhang, Y., Lu, Y., Wang, D., Zhou, C., & Xu, C. (2021). Relationship between individual alpha peak frequency and attentional performance in a multiple object tracking task among ice-hockey players. *PLoS ONE*, 16(5), Article e0251443. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251443>

ANALYSIS OF EYE AND HEAD TRACKING MOVEMENTS DURING SHOOTING FROM THE PRONE POSITION IN BIATHLETES COMPARED TO NOVICES

A.P. KRUCHININA^a, I.S. POLIKANOVA^b

^a *Lomonosov Moscow State University, Leninskie Gory 1, Moscow, 119991, Russian Federation*
^b *Federal Scientific Center for Psychological and Interdisciplinary Research, 9/4 Mokhovaya St., Moscow, 125009, Russian Federation*

Анализ движений глаз и головы при стрельбе из положения лежа у биатлонистов в сравнении с новичками

А.П. Кручинина^a, И.С. Поликанова^b

^a *ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», 119991, Россия, Москва, Ленинские горы, д. 1*
^b *ФГБУ «Федеральный научный центр психологических и междисциплинарных исследований», 125009, Россия, Москва, ул. Моховая, д. 9, стр. 4*

Abstract

Biathlon shooting is one of the most crucial aspects that determines an athlete's success. Several factors can affect shooting performance. This research was aimed at studying a range of eye and head movement parameters in biathletes of different skill levels as well as in

Резюме

Стрельба в биатлоне является одним из наиболее важных аспектов, определяющих успех спортсмена. На результативность стрельбы могут влиять различные факторы. Целью данного исследования было изучение ряда параметров движения глаз и головы у биатлонистов разного уровня подготовки, а также у новичков,

The study was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (the research project 075-15-2024-526) “Development of scientific foundations for effective technologies incorporating innovative modules for comprehensive medical-psychological and interdisciplinary rehabilitation, habilitation, resocialization, and readaptation of veterans and combat participants, their family members, and other affected categories of the population”.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта Российской Федерацией в лице Минобрнауки России (соглашение № 075-15-2024-526) «Разработка научных основ эффективных технологий с включением инновационных модулей комплексной медико-психологической и междисциплинарной реабилитации, абилитации, ресоциализации и реадаптации ветеранов и участников боевых действий, членов их семей и других затронутых категорий населения».

novices in order to identify the most relevant and differentiating ones that separate novices from professionals. Eye and head movement parameters were recorded with a Pupil Labs Invisible (PI) infrared video recording eye tracker. Recorded frequency is up to 200 Hz, additive error in location determination is up to 5 deg, according to the documentation. The study revealed significant differences in visual motor control parameters between elite biathletes, sub elite biathletes (with Candidate Master of Sports levels of proficiency) and novices. Elite biathletes show: a minimal gaze path length after shooting, indicating strong fixation on the target, which enhances accuracy; lower pre shooting head and gaze velocities and a reduced movement range, demonstrating strong gaze stabilization; a significantly smaller normalized ellipse square, indicating focused concentration with minimal excessive movements; and longer (twice as long as novices) and fewer fixations, with a high QIVT ratio (0.93 vs. 0.51 for novices), reflecting efficient attention allocation. Professionals blink less, correlating with improved concentration and reduced cognitive load during critical tasks, alongside shorter shooting durations. The data obtained can be used to design personalized training programs aimed at enhancing gaze stability and reducing cognitive load.

Keywords: biathlon, shooting, eye movements, gaze analysis, eye tracking.

Anna P. Kruchinina — Teaching Assistant, Department of Applied Mechanics and Control of the Faculty of Mechanics and Mathematics, Lomonosov Moscow State University, PhD in Physics and Mathematics.

Research Area: biomechanics, optimal eye tracking problems, oculography processing methods, mathematical modeling.

E-mail: anna.kruchinina@math.msu.ru

чтобы выявить наиболее значимые и отличающие новичков от профессионалов. Параметры движения глаз и головы регистрировались с помощью инфракрасного видеорегистратора Pupil Labs Invisible (PI). Частота записи — до 200 Гц, аддитивная погрешность определения местоположения — до 5 градусов, согласно документации. Исследование выявило значительные различия в параметрах зрительно-моторного контроля между элитными биатлонистами, биатлонистами субэлиты (кандидаты в мастера спорта) и новичками. Элитные биатлонисты демонстрируют: минимальную длину траектории взгляда после стрельбы, что указывает на сильную фиксацию на мишени, повышающую точность; более низкие скорости движения головы и взгляда перед стрельбой и уменьшенный диапазон движений, что свидетельствует о сильной стабилизации взгляда; значительно меньший нормализованный квадрат эллипса, что указывает на сосредоточенную концентрацию с минимальными избыточными движениями; более длительные (в два раза дольше, чем у новичков) и меньшие фиксации, с высоким коэффициентом QIVT (0.93 против 0.51 у новичков), что отражает эффективное распределение внимания. Профессионалы меньше моргают, что коррелирует с улучшением концентрации и снижением когнитивной нагрузки во время выполнения критических задач, а также с меньшей продолжительностью съемки. Полученные данные могут быть использованы для разработки персонализированных тренировочных программ, направленных на повышение стабильности взгляда и снижение когнитивной нагрузки.

Ключевые слова: биатлон, стрельба, движения глаз, анализ взора, айтрекинг.

Кручинина Анна Павловна — ассистент, кафедра прикладной механики и управления, механико-математический факультет, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, кандидат физико-математических наук.

Сфера научных интересов: биомеханика, оптимальные задачи отслеживания глаз, методы обработки окулографии, математическое моделирование.

Контакты: anna.kruchinina@math.msu.ru

Irina S. Polikanova — Head of the Laboratory for Convergent Research of Cognitive Processes, Federal Scientific Center for Psychological and Interdisciplinary Research, PhD in Psychology.

Research Area: virtual reality, neuroscience, psychophysiology, cognitive science, psychophysiology and sport psychology, brain mechanisms of movement, genetic correlates of fatigue, EEG rhythms.

E-mail: irinapolikanova@mail.ru

Поликанова Ирина Сергеевна — заведующая лабораторией, лаборатория конвергентных исследований когнитивных процессов, Федеральный научный центр психологических и междисциплинарных исследований, кандидат психологических наук.

Сфера научных интересов: виртуальная реальность, нейронаука, психофизиология, когнитивная наука, психофизиология и психология спорта, мозговые механизмы движений, генетические корреляты утомления, ритмы ЭЭГ.

Контакты: irinapolikanova@mail.ru

Acknowledgments

The authors would like to thank the Moscow Academy of Ski Racing and Biathlon, represented by Oksana A. Zaitseva and Olga A. Zaitseva, for their assistance in providing sports equipment, as well as the coaching staff of the Russian Paralympic team in skiing and biathlon, represented by Irina Alexandrovna Gromova, Andrey Ivanovich Gladyshev, Ivan V. Goncharov, and the team members who participated in the research, for their help in data collection.

Благодарности

Авторы благодарят за помощь в предоставлении спортивного инвентаря Московскую академию лыжных гонок и биатлона в лице Оксаны Алексеевны Зайцевой и Ольги Алексеевны Зайцевой, а также за помощь в сборе данных Ирину Александровну Громову и Андрея Ивановича Гладышева, старших тренеров Паралимпийской сборной России по лыжным гонкам и биатлону, Ивана Владимировича Гончарова, тренера по стрельбе Паралимпийской сборной России по лыжным гонкам и биатлону, а также членов сборной, принявших участие в исследовании.

Biathlon shooting is one of the most crucial aspects that determines an athlete's success. Shooting is performed from both standing and prone positions. In adaptive biathlon, however, only prone shooting is allowed (Gasnov et al., 2025).

Several factors can affect shooting performance, including muzzle blast and rifle recoil, aiming patterns, stability of the body-rifle system, sight transfer strategies between targets, barrel rotation, trigger pull, muscle tremor, environment factors (temperature, pressure, wind), competition importance, and more.

The study of the eye movement strategies during aiming is an important focus area in the research of efficient shooting strategies in different sports, including biathlon.

Literature proposes two types of aiming methods:

1. Fixing the gaze on the target and bringing the "weapon" to the direction of the gaze (Goonetilleke et al., 2009). Abrams et al. (1990) refer to this type as the position-only hypothesis.

2. Focusing on the weapon and visually assisting its positioning as suggested by Rouquier and Prouzet in 1978 (Goonetilleke et al., 2009). This was called the movement-only hypothesis by Abrams et al. (1990).

Due to these differences, Ripoll et al. (1985) found that there is approximately a 0.5 s difference in the final adjustment of gaze onto the target. They explained the difference in time as that needed to attain equilibrium because the head and neck movements affect body posture and movement (Manzoni et al., 1979). The study

of Goonetilleke (Goonetilleke et al., 2009) shows that approximately 2 s of aiming is a sufficient time for expert shooters. The authors also demonstrated that differences at various skill levels were related to postural balance and stability rather than aiming or any cognitive task component (Ibid.).

Gaze transfers towards the target object, as well as fixation on it, are often reported to be associated with attention processes, and specifically with the Quiet Eye (QE) phenomenon (Vickers, 2009; Ganicheva et al., 2024). QE was first studied during a throwing task in basketball (Vickers, 1996). QE represents the final fixation during aiming, made prior to hitting the target – before shooting in biathlon. As defined by Lebeau et al., 2016, Quiet Eye is a fixation where gaze movements are localized on a region or object within a 3° viewing angle for minimum 100 ms.

For instance, a series of studies investigating the gaze strategies of expert and novice shotgun shooters (Causer et al., 2010; Causer et al., 2011) revealed that expert shooters were quicker to identify the target and tracked it for a longer period (QE duration) compared to less experienced shooters. Successful shots exhibited similar characteristics across both skill levels when contrasted with unsuccessful attempts, indicating that this gaze strategy is the most effective.

Similar results have been observed in other interceptive sports tasks, such as goaltending in ice hockey (Panchuk & Vickers, 2006; Polikanova et al., 2024; Yakushina et al., 2024), returning serves in table tennis (Rodrigues et al., 2002), receiving serves in volleyball (Vickers & Adolphe, 1997); dribbling in soccer (Grushko et al., 2015).

Therefore, we can define QE as a state that has the following features:

- a critical measure of an individual's ability to maintain visual focus and concentration, particularly in high-pressure situations;
- QE is defined as the final fixation or tracking gaze directed at a specific location or object within a visual angle of 3° or less for a minimum duration of 100 milliseconds;
- the onset of QE occurs prior to the critical final phase of a movement, while its offset is marked by the gaze deviating from the target location or object by more than 3° for over 100 milliseconds (Vickers, 1996; Vickers & Williams, 2007);
- a longer duration of QE can reliably differentiate elite performers from non-elite ones, as well as successful outcomes from unsuccessful motor performances.

According to Vickers and Williams (2007), the QE duration is defined as the final fixation before firing the rifle, measured from the initial fixation until the shot. If the athlete briefly loses focus due to blinks or gun motion, a re-fixation is necessary. The final action is identified as the peak trigger force leading to the shot. Fixation duration refers to the stable interval without interruptions from blinks, head movements, or eye movements, which were manually identified and annotated.

Gaze transfer by an athlete, particularly in shooting, may not necessarily serve as an indicator of attention: athletes can switch attention, keeping fixation at the same location (Vickers, 2009). Some researchers agree that gaze location can be separated from the attention location (Posner, 1980; Posner & Raichle, 1994; Mironets et al., 2024; Shelepin et al., 2024). At the same time, a gaze shift always

precedes a shift of attention to a new fixation location. Part of the cause for this correlation is that the neural structures governing saccadic eye movements and shifts in attention significantly overlap (Corbetta, 1998).

However, in some cases eye movements provide a good insight into athletes' competencies and allow distinguishing them by experience and skill. Modern eye tracking has its advantages, such as sufficient experimental validity, feasibility of use out of laboratory (in field conditions), in training, as well as the possibility to both detect changes in reactions and train the athlete to enhance the overall performance (Grushko et al., 2015).

Biathlon is considered to be a sport where aiming is essential. While eye and head movements play a pivotal role in this sport, systematic academic research in this area is not available and is represented by sporadic works (Hansen et al., 2019; Heinrich et al., 2021; Sattlecker et al., 2017; Vickers & Williams, 2007). At the same time, part of the findings are ambiguous and require further research.

This work was aimed at studying a range of eye and head movement parameters in biathletes of different skill levels as well as in novices in order to identify the most relevant and differentiating ones that separate novices from professionals.

Methods

Sample and Research Procedure

Five subjects (average age = 28, SD = 7) participated in the pilot study: masters of sports of international class (2 persons), candidate master of sports (1 person), novices (2 persons). The study involved adaptive biathlon athletes. This research was conducted during summer training camp (August 2024).

Each subject made two or three prone shootings from a 10 m distance, typical of adaptive biathlon with eye tracking (Figure 1).

Figure 1

Shooting



Note. The subject is wearing pupil invisible goggles (left), the target as recorded by a pupil invisible camera (center), an overall target view from a 10 m distance (right).

Eye and head movement parameters were recorded with a Pupil Labs Invisible (PI) infrared video-recording eye tracker (Tonsen et al., 2020; Panfilova et al., 2024). Recorded frequency was up to 200 Hz, additive error in location determination was up to 5 deg, according to the documentation.

All subjects volunteered for the study following a pre-signed consent and prior approval from the Ethics Committee of the Russian Psychological Society (March 2024) in line with the Declaration of Helsinki.

Data Analysis

All shots attributed to one of the three following groups were analyzed:

- elite biathletes (2 subjects, 5 shooting sequences, 27 shots in total);
- candidate master of sports (1 subject, 3 shooting sequences, 9 shots in total)
- novices (2 subjects, 5 shooting sequences, 20 shots in total).

Benchmarking was performed using Jamovi 2.4.1. Since the sample size was limited, we accepted that the data was not normally distributed and therefore decided to use the non-parametric Kruskal–Wallis criterion ($\alpha = 0.05$) to compare the shooting parameters in three test groups (elite biathletes, candidate master of sports in biathlon, novices).

Investigated Characteristics

To analyze the shooting, in this study we will exclusively focus on macroparameters. We will review sequences of shots, 5 to 8 shots to cover the target. For the sequence, we selected the parameters of time intervals between shots and their standard deviation (std). Pupil invisible provides their own fixations and gaze transfer markup; however, it is rather approximate and does not allow the assessment of the fixation parameters; therefore we made our own fixation markup.

Head and gaze movement parameters are analyzed for each shot at intervals of 1 s before and 0.3 s after shooting. Shots are marked based on the video data.

Raw data from pupil invisible (head angular velocity components, gaze position in relation to scene-camera) and calculated data (head rotation angle, eye angular velocity, gaze transfer velocity, head angular velocity and linear acceleration vector moduli) were considered. All data was processed using Python (libraries: Pandas, NumPy, and SciPy). Here, the gaze is defined as an eye's position (the optic axis direction) relative to ambient (stationary) environment; eye angular velocity refers to the rotational velocity of an eyeball relative to the head.

The following parameters were considered (Bleer et al., 2016):

1) Mean parameter and its mean root square deviation (std) are considered for head motion, while for the module, these are vertical (right/left rotation) and horizontal components of angular velocity (forward/backward rotation); vertical and horizontal components of linear acceleration. Based on the task, this set of parameters is also related to the rifle movements;

2) In terms of gaze, we analyzed mean and std of absolute value, vertical and horizontal component of angular velocity; gaze direction projections in sagittal and

horizontal planes; normalized on process latency path length (a sum of increments on all time steps).

3) In terms of the head-related eye movements, we considered a gaze-covered normalized ellipse square. All parameters related to the gaze viewpoint position on scene-camera are linked to the hardware resolution used and require normalization for further comparison. As the aiming task is tied to the target located at a fixed distance of 10 m, then the target size norming on the scene-camera frame seems reasonable. Since the task was static, the target size in the frame is fixed (27×13 px with camera resolution of 1080×1800 px).

Results

Shooting Sequence Analysis

The parameters of shot sequences and those of individual shots were compared.

We excluded gaze movement parameters from consideration in relation to the sequences as sequence duration was highly diverse between subjects. The most reliable observation parameter was the number of blinks, and a correlated number of blinks per second (Table 1). Blinking regularly with no saccadic movements significantly improves the visual information quality, yet when blinking, the athlete may momentarily lose focus on the target (Hansen et al., 2019).

To analyze the gaze properties, several aspects were considered: 1) technical: at 200 Hz data frequency, the estimation error of the maximal eye velocity is up to 10

Table 1

Mean Values of Gaze Parameters in Three Groups, Averaged over Shot Sequences
(5–8 Shots per Sequence)

Parameter	Group	Mean	SD	χ^2	p	Effect size	DSCF pairwise comparisons	
Sequence duration (s) (time for 1 shot, s)	1	21.1 (4)	4.2 (0.6)	7.45	.024*	0.65	1 vs 2	.268
	2	26.5 (6)	1.6 (1)				1 vs 3	.038
	3	53.8 (10)	25.9 (3)				2 vs 3	.347
blinks per sequence	1	4.40	2.07	8.04	.018*	0.80	1 vs 2	.119
	2	9.50	0.71				1 vs 3	.036
	3	23.00	21.48				2 vs 3	.469
blinks per second (units/s)	1	0.20	0.06	6.54	.038*	0.55	1 vs 2	.129
	2	0.36	0.04				1 vs 3	.070
	3	0.38	0.12				2 vs 3	1.000
the quality index of visual tracking (QIVT)	1	0.90	0.02	8.59	.014*	0.76	1 vs 2	.129
	2	0.77	0.02				1 vs 3	.040
	3	0.57	0.12				2 vs 3	.153

Note. 1 – elite biathletes, 2 – candidate master of sports, 3 – novices; PI – pupil invisible;

* $p < .05$; DSCF pairwise comparisons – Dwass–Steel–Critchlow–Fligner pairwise comparisons.

deg/s for movements of an up to 10 deg amplitude; 2) preliminary analysis of the eye movements' quantitative characteristics at 100 ms intervals before and after shooting (professional athletes) showed that the maximal velocity estimation at this fixation is 20 deg/s (including measurement and PI sampling errors). We considered the number of fixations, their duration, and the quality index of visual tracking (QIVT) (Shtefanova & Yakushev, 2008): the ratio of time when the gaze velocity was below the threshold velocity to the entire observation time (shot sequences). The number and duration of fixations depict similar patterns as QIVT. Meanwhile, the QIVT difference reliability is higher as baseline parameters are highly dependent on the sequence duration. Hence, QIVT was adopted as an integrated parameter to describe the gaze fixations.

Single Shots Analysis

The full set of the above parameters was selected to analyze single shots. We exclude head angular velocity and head acceleration modulus from our consideration in view of statistical indistinction by Kruskal–Wallis criterion ($p > .05$) or insignificant effect size. Regarding the head movement parameters, we shall focus on mean vertical linear accelerations of the head (associated with muzzle vertical movements). Gaze movements describe std of position in sagittal and horizontal planes.

Table 2 and 3 show the results of a statistical comparison of shot parameters, head, and gaze movements during shooting in the three groups. The tables also display statistical results of the pairwise comparison conducted by means of the Dwass–Steel–Critchlow–Fligner criterion. Insignificant parameters are excluded.

Discussion

The results of statistical analysis for shots parameters, analyzed individually, showed significant differences between the three groups for the selected parameters (Table 1). Pairwise comparison revealed a number of relevant patterns. The “gaze path length” and “normalized ellipse square” proved to be the most distinguishing parameters. Elite biathletes demonstrate the lowest scores and low standard deviation (SD) both before and after shooting. This might be due to gaze stabilization coupled with extended fixation, which terminates as soon as the shot is made.

Other notable distinguishing parameters include: mean angular velocity and vertical component of head acceleration before the shot, mean gaze velocity, std of vertical and horizontal gaze position, and normalized ellipse square.

Gaze path length of elite biathletes after shooting is significantly shorter compared to the other groups.

Mean head velocity of elite biathletes before shooting is also marked by the lowest values, while there is an increased value for sub-elite level athletes (candidate master of sports) and novices.

Table 2

Statistical Comparison Results Head and Gaze Parameters during Shooting in Three Groups on Time Interval: From 1 s before Shoot to 0.3 s after Shoot

Parameter	Group	Mean	SD	χ^2	p	Effect size	DSCF pairwise comparisons	
Mean vertical linear head acceleration	1	-0.91	0.02	15.94	< .001	0.25	1 vs 2	.49
	2	-0.92	0.01				1 vs 3	< .001
	3	-0.92	0.02				2 vs 3	.22
Mean horizontal linear head acceleration	1	-0.31	0.03	7.39	< .025	0.1	1 vs 2	.03
	2	-0.34	0.01				1 vs 3	< .09
	3	-0.34	0.03				2 vs 3	1
Std of vertical gaze movements (in sagit. planes) (deg)	1	0.6	0.8	18.34	< .001	0.3	1 vs 2	.01
	2	1	1.1				1 vs 3	< .001
	3	1.1	2.3				2 vs 3	.781
Std of horizontal eye movement (transverse plane), (deg)	1	19	21.3	26.49	< .001	0.4	1 vs 2	.011
	2	38	21.5				1 vs 3	< .001
	3	44.9	27				2 vs 3	.801
Std of vertical gaze velocity (in sagit. planes) (deg/s)	1	6	8.9	21.5	< .001	0.3	1 vs 2	.01
	2	15.9	6.8				1 vs 3	.006
	3	16.5	16				2 vs 3	.656
Std of horizontal gaze velocity (transverse plane), (deg)	1	10	13	10.42	.005	0.15	1 vs 2	.013
	2	23	27				1 vs 3	< .001
	3	24	17.8				2 vs 3	.855
Mean value of gaze velocity module (deg/s)	1	8	15	25.5	< .001	0.4	1 vs 2	.132
	2	24	21				1 vs 3	.002
	3	24	17				2 vs 3	.943
Gaze path length (deg)	1	223	140	24.1	< .001	0.4	1 vs 2	0
	2	512	145				1 vs 3	0
	3	467	217				2 vs 3	.612
Normalized ellipse square	1	8.2	17.9	29.3	< .001	0.44	1 vs 2	0
	2	70.3	101.7				1 vs 3	0
	3	80.0	111.9				2 vs 3	1

Table 3

Statistical Comparison Results of Head and Eye Velocity during Shooting in Three Groups

Parameter	Group	Mean	SD	χ^2	p	Effect size	DSCF pairwise comparisons	
1 s before the shoot								
Mean of head horizontal angular velocity (deg/s)	1	0.22	2.0	14.25	< .001	0.21	1 vs 2	.007
	2	0.23	2.5				1 vs 3	.073
	3	0.19	0.8				2 vs 3	.007
Mean of vertical component head acceleration	1	−0.91	0.02	10.69	.005	0.154	1 vs 2	.355
	2	−0.92	0.01				1 vs 3	.004
	3	−0.93	0.02				2 vs 3	.346
Mean of absolute gaze velocity value***	1	25.2	31.8	8.29	.016	0.130	1 vs 2	.109
	2	37.9	21.2				1 vs 3	.023
	3	39.8	26.5				2 vs 3	.981
Gaze path length	1	269	15.8	19.78	< .001	0.289	1 vs 2	< .001
	2	556	15.9				1 vs 3	.001
	3	486	25.8				2 vs 3	.546
Std of horizontal gaze position	1	1	1	27.93	< .001	0.427	1 vs 2	< .001
	2	4.8	4.4				1 vs 3	< .001
	3	5.1	4.6				2 vs 3	.888
Std of vertical gaze position	1	0.62	0.48	23.14	< .001	0.356	1 vs 2	< .001
	2	1.51	1.04				1 vs 3	< .001
	3	1.75	2.09				2 vs 3	1
Normalized ellipse square	1	4.1	5.6	30.01	< .001	0.460	1 vs 2	< .001
	2	69.5	93.3				1 vs 3	< .001
	3	68.5	113.0				2 vs 3	.801
0.3 s after shooting								
Mean of absolute gaze velocity value***	1	12.6	19.9	11	< .001	0.167	1 vs 2	.079
	2	26.4	33.4				1 vs 3	< .001
	3	27.6	24.4				2 vs 3	.260
Gaze path length	1	225	103	0.1	< .001	0.325	1 vs 2	.012
	2	403	227				1 vs 3	< .001
	3	485	248				2 vs 3	.104
Std of horizontal gaze position	1	0.83	0.82	22.42	< .001	0.344	1 vs 2	< .001
	2	2.38	1.16				1 vs 3	< .001
	3	2.46	2.25				2 vs 3	.827

Table 3 (ending)

Parameter	Group	Mean	SD	χ^2	p	Effect size	DSCF pairwise comparisons	
Std of vertical gaze position	1	0.70	1	16.76	.005	0.163	1 vs 2	.012
	2	0.74	0.23				1 vs 3	.022
	3	0.85	0.16				2 vs 3	.970
Normalized ellipse square	1	5.94	4.15	21.67	< .001	0.344	1 vs 2	.001
	2	12.72	8.4				1 vs 3	< .001
	3	16.15	15.6				2 vs 3	.992

Note. 1 – elite biathletes, 2 – candidate master of sports, 3 – novices; PI – pupil invisible; DSCF pairwise comparisons – Dwass–Steel–Critchlow–Fligner pairwise comparisons.

*** STD absolute value of gaze velocity is not presented, since they illustrate the same dependency.

Mean pre-shooting gaze velocity is significantly lower for elite biathletes compared to candidate masters of sports and novices, which suggests a higher aiming stability.

Std of gaze position horizontally and vertically before and after shooting for elite biathletes is featured by substantially lower values, which testifies to high stability of eye velocity of professionals. This parameter is considerably lower for elite athletes compared to the other groups.

Normalized ellipse square is also significantly lower for elite biathletes than for other subjects. This testifies to the high aiming stability.

The above patterns speak of a significantly greater eye stabilization of professionals, which is reflected in lower eye and head velocity both before and after shooting, their lower values of mean square deviations, and shorter gaze path length.

Head movement parameters show substantial differences at 1 s interval before shooting but are absent at 0.3 s interval after shooting. This can be attributed to the non-sensitivity of the chosen post-shooting interval. However, according to Heinrich (2022), it is worthwhile to perform a detailed analysis for several post-shooting interval options in the future.

Results of statistical analysis of the sequence-averaged shooting parameters allowed us to distinguish a number of parameters that set professionals apart from novices (post-hoc pairwise comparisons showed significant differences only between elite biathletes and novices) (Table 2): the number of blinks per sequence, time taken to blink, total fixation time/target coverage time (QIVT), mean head velocity before the shooting, mean eye velocity, mean value of linear acceleration, mean time between shots, and normalized ellipse square.

PI does not present data on pupil size, making it impossible to include pupil dynamics-related features, the analysis of which is also of interest when considering fixation parameters.

These findings extend the trends previously discussed in the literature (Janelle et al., 2000; Goonetilleke et al., 2009; Hansen et al., 2019; Vickers & Williams, 2007). Earlier studies show that professional athletes, and specifically shooters, have been characterized by a greater stability of postural balance, and a longer and

more stable QE. Meanwhile, there are ambiguous outcomes on the duration of QE in different studies. Vickers and Williams (2007) recorded the movement of a trigger movement with an external camera and defined “QE as the final fixation that was maintained on any part of the target for more than 100 ms. before and after the trigger pull.” Biathletes demonstrated significant individual differences in the duration of final fixation before shooting via Scatt (SCATT Electronics LLC, Moscow, Russia) shooting system (MX – 02), ranging from around 950 ms to approx. 4000 ms with 100% accuracy (Heinrich et al., 2020). Yet, in prone position, this parameter ranged from 1500–4000 ms likewise with a 100% accuracy.

In our study, QIVT (the total fixation time to target coverage time ratio) is an integrated parameter of number and duration of fixations (we believe the gaze transfers at a peak velocity of maximum 20 deg/s). QIVT shows a clear pattern: for elite biathletes, this parameter is 0.93, for candidate master of sports – 0.67, for novices – 0.51 (Table 2).

Larger mean QIVT values of elite athletes compared to both novice and candidate master of sports may signal that elite biathletes have a greater capacity for concentration and attention, which allows them to keep their attention on key elements during competition for a longer time. It may also suggest that elite athletes are better at processing visual information and taking more reasoned decisions under stress, both of which are essential to their successful performance.

Other interesting findings were also observed for blinks number on the shooting series. Elite biathletes have considerably fewer blinks in contrast to the other groups (Table 2). This pattern is kept when the number of blinks is normalized for the time of shooting sequences. This also correlated with the duration of shooting.

The results we obtained are, in general, consistent with the vast data on greater QE of professional shooters (Dahl et al., 2021; Hansen et al., 2019; Ripoll et al., 1985; Vickers & Williams, 2007).

Vickers attributes QE duration to the neural network of vigilance, which coordinates the orienting (directs attention) and executive (recognizes the reached target) networks. If QE is continuous, this suggests a good optimization of attentional resources by the vigilance network. Later studies (Vickers, 2012) examined the dorsal (DAN) and ventral (VAN) attention networks. DAN keeps focus by blocking distracting stimuli from VAN that is responsible for memory recording and emotional control. QE of extended duration acts as a mental buffer, preventing distraction from intrusive thoughts and emotions, thus enhancing concentration. Therefore, longer fixations among biathletes enable them to concentrate better and avoid distractions.

Several studies favor the “choking under monitoring pressure” model (Baumeister, 1984; Lewis & Linder, 1997; Belletier et al., 2015). According to this model, high-automated routine actions that require minimum deliberate effort are optimal for high performance, including at high workloads and under monitoring pressure. In the meantime, high-skill athletes have a strong outward focus of attention and tend to focus on key task aspects resulting in improved performance (Wulf et al., 2001; Wulf et al., 2002). When attention is centered on task aspects, it becomes the centerpiece of success without being distracted by minor tasks or concerns (Beilock & Carr, 2001; Eysenck, 1982).

Output and Conclusion

The study revealed significant differences in visual-motor control parameters between elite biathletes, sub-elite biathletes (candidate master of sports) and novices. The gaze path length after shooting became one of the key distinguishing factors, which appeared to be minimal among professionals and was also characterized by a low standard deviation. This testifies to the elite athletes' ability to maintain their gaze fixations on the target even after shooting is complete, which mitigates destabilizing movements and improves accuracy.

Basic biathlete patterns of eye and head movements during prone shooting are as follows:

1. Gaze Movements Stability. Elite biathletes demonstrate lower pre-shooting mean head and gaze velocity values, as well as a lower movements range (standard deviation) in all directions. This attests to a strong gaze stabilization during shooting.

2. Spatial Accuracy. The normalized ellipse square is considerably smaller for elite athletes, which reflects their ability to concentrate on core areas with no excessive movements.

3. Fixations number and duration (integrated QIVT parameter). Elite biathletes have longer fixations (2 times longer than novices) and a smaller number of fixations. Their total fixations time is close to the time of target coverage (0.93 vs. 0.51 for novices). That indicates efficient attention allocation.

4. Blinking. Professionals blink less, which correlates with improved concentration and reduced cognitive load during critical task moments. They also have shorter shooting duration.

The following summarizing conclusions regarding the practical application of the obtained results can thus be drawn. In addition to increasing the shooting rate, training should be aimed at developing a stabilized gaze with an emphasis on continuous gaze fixation on the target both during and after shooting, as well as on continuous gaze fixation on a single spot or transfer between spots. Furthermore, a reduction of excessive head and eye movements, blink dynamics, and QIVT along with the shooting rate can serve as technical improvement markers.

Limitations

This study contributes to the understanding of neurocognitive mechanisms of successful shooting in biathlon by expanding theoretical models of attention (Vickers, 2012) and confirming the importance of skill automatization (Baumeister, 1984). The data obtained can be used to design personalized training programs aimed at enhancing gaze stability and reducing cognitive load. At the same time, a larger sample is required to widen the study to improve on the results obtained. Although a significant number of trends has been detected in eye movements during shooting of elite biathletes compared to sub-elite ones and novices, the limited sample narrows the outcomes and requires further research.

References

- Abrams, R. A., Meyer, D. E., & Kornblum, S. (1990). Eye-hand coordination: oculomotor control in rapid aimed limb movements. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16(2), 248–267.
- Baumeister, R. (1984). Choking under pressure: Self-consciousness and paradoxical effects of incentives on skillful performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 46, 610–620.
- Beilock, S. L., & Carr, T. H. (2001). On the fragility of skilled performance: What governs choking under pressure? *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 701–725.
- Belletier, C., Davranche, K., Tellier, I. S., Dumas, F., Vidal, F., Hasbroucq, T., & Huguet, P. (2015). Choking under monitoring pressure: being watched by the experimenter reduces executive attention. *Psychonomic Bulletin & Review*, 22, 1410–1416.
- Bleer, A. N., Kolikov, M. B., Napalkov, D. A., Ramendik, D. M., & Shiyan, V. V. (2006). *Metody optimizatsii psikhofiziologicheskogo sostoyaniya strelka pri formirovanii dvigatel'nykh navykov strel'by iz korotkostvol'nogo oruzhiya* [Methods for optimizing the functional state and training of sensorimotor functions when performing complex coordination and precision movements in shooting from short-barreled weapons]. Moscow: Maks Press.
- Causser, J., Bennett, S. J., Holmes, P. S., Janelle, C. M., & Willams, A. M. (2010). Quiet eye duration and gun motion in elite shotgun shooting. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42, 1599–1608. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181d1b059>
- Causser, J., Holmes, P. S., & Mark, W. A. (2011). Quiet eye training in a visuomotor control task. *Medicine & Science in Sports and Exercise*, 43, 1042–1049. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182035de6>
- Corbetta, M. (1998). Frontoparietal cortical networks for directing attention and the eye to visual locations: Identical, independent, or overlapping neural systems? *PNAS*, 95(3), 831–838. <https://doi.org/10.1073/pnas.95.3.831>
- Dahl, M., Tryding, M., Heckler, A., & Nyström, M. (2021). Quiet eye and computerized precision tasks in first-person shooter perspective esports games. *Frontiers in Psychology*, 12, Article 676591. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.676591>
- Eysenck, M. W. (1982). *Attention and arousal*. New York, NY: Springer-Verlag.
- Ganicheva, A. A., Polikanova, I. S., Panfilova, E. A., & Leonov, S. V. (2024). The use of eye tracking systems in the psychological training of biathletes. *Uchenye Zapiski Universiteta imeni P.F. Lesgafta*, 9(235), 123–127. (in Russian)
- Gasanov, A. A., Odintsov, M. A., Leonov, S. V., Sukhochev, P. Yu., Sedogin, E. A., Belousova, M. D., & Polikanova, I. S. (2025). Modeling of shooting skills in adaptive biathlon in athletes of different skill levels using virtual reality technologies. *Natsional'nyi Psikhologicheskii Zhurnal [National Psychological Journal]*, 20(2), 130–149. (in Russian)
- Goonetilleke, R. S., Hoffmann, E. R., & Lau, W. C. (2009). Pistol shooting accuracy as dependent on experience, eyes being opened and available viewing time. *Applied Ergonomics*, 40(3), 500–508. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2008.09.005>
- Grushko, A., Leonov, S., & Veraksa, A. (2015). Eye-tracking in sport psychology. In E. S. Linton (Ed.), *Advances in sports research* (pp. 61–80). Nova Science Publishers.
- Hansen, D. W., Heinrich, A., & Cañal-Bruland, R. (2019). Aiming for the quiet eye in biathlon. In *Proceedings of the 11th ACM Symposium on Eye Tracking Research & Applications* (Article 10, pp. 1–7). New York, NY: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3314111.3319850>

- Heinrich, A. (2022). *Elite biathlon: an interdisciplinary approach to unravel the intricate links between biological, psychological, and social factors determining biathlon performance* [Doctoral dissertation]. Halle (Saale), Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- Heinrich, A., Hansen, D. W., Stoll, O., & Canal-Bruland, R. (2020). The impact of physiological fatigue and gaze behavior on shooting performance in expert biathletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(9), 883–890.
- Heinrich, A., Müller, F., Stoll, O., & Cañal-Bruland, R. (2021). Selection bias in social facilitation theory? Audience effects on elite biathletes' performance are gender-specific. *Psychology of Sport and Exercise*, 55, Article 101943. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2021.101943>
- Janelle, C. M., Hillman, C. H., Apparies, R. J., Murray, N. P., Meili, L., Fallon, E. A., & Hatfield, B. D. (2000). Expertise differences in cortical activation and gaze behavior during rifle shooting. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 22, 167–182. <https://doi.org/10.1123/jsep.22.2.167>
- Lebeau, J. C., Liu S., Sáenz-Moncaleano, C., Sanduvete-Chaves, S., Chacón-Moscoso, S., Becker, B. J., & Tenenbaum, G. (2016). Quiet eye and performance in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 38(5), 441–457. <https://doi.org/10.1123/jsep.2015-0123>
- Lewis, B. P., & Linder, D. E. (1997). Thinking about choking? Attentional processes and paradoxical performance. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 23, 937–947.
- Manzoni, D., Pompeiano, O., & Stampacchia, G. (1979). Cervical control of posture and movements. *Brain Research*, 169, 367–385.
- Mironets, S. A., Kotyusov, A. I., Kosachenko, A. I., Denisova I. V., & Kuzmina Y. V. (2024). Eye-tracking for non-symbolic numerosity estimation: A systematic literature review. *Rossiiskii Psikhologicheskii Zhurnal [Russian Psychological Journal]*, 21(4), 129–167. <https://rpf.ru.com/index.php/rpj/article/view/1777/2004>
- Panchuk, D., & Vickers, J. N. (2006). Gaze behaviors of goaltenders under spatial-temporal constraints. *Human Movement Science*, 25(6), 733–752. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2006.07.001>
- Panfilova, E. A., Aslanova, M. S., Leonov, S. V., Sukhochev, P. Yu., Sedogin, E. A., Glotova, G. A., & Polikanova, I. S., (2024). The application of eye movement registration systems in the assessment of visual-spatial memory in preschool children. *Natsional'nyi Psikhologicheskii Zhurnal [National Psychological Journal]*, 19(4), 58–77. <https://doi.org/10.11621/npj.2024.0404> (in Russian)
- Polikanova, I. S., Sabaev, D. D., Bulaeva, N. I., Panfilova, E. A., Leonov, S. V., Bugriy, G. S., Beshpalov, B. I., & Kruchinina, A. P. (2024). Analysis of eye and head tracking movements during a puck-hitting task in ice hockey players, compared to wrestlers and controls. *Psychology in Russia: State of the Art*, 17(3), 64–81.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3–25.
- Posner, M. I., & Raichle, M. E. (1994). *Images of mind*. New York, NY: Scientific American Library.
- Ripoll, H., Papin, J. P., Guezennec, J. Y., Verdy, J. P., & Philip, M. (1985). Analysis of visual scanning patterns of pistol shooters. *Journal of Sports Sciences*, 3(2), 93–101. <https://doi.org/10.1080/02640418508729739>
- Rodrigues, S. T., Vickers, J. N., & Williams, A. M. (2002). Head, eye, and arm coordination in table tennis. *Journal of Sports Sciences*, 20(3), 187–200. <https://doi.org/10.1080/026404102317284754>
- Sattlercker, G., Buchecker, M., Gressenbauer, C., Müller, E., & Lindinger, S. J. (2017). Factors discriminating high from low score performance in biathlon shooting. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(3), 377–384. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0195>

- Shelepin, E. Yu., Skuratova, K. A., Lekhnitskaya, P. A., & Shelepin, K. Yu. (2024). Eye tracking as a tool for medical diagnosis. *Rossiiskii Psikhologicheskii Zhurnal [Russian Psychological Journal]*, 21(4), 168–194. <https://rpj.ru.com/index.php/rpj/article/view/1783/2005>
- Shtefanova, O. Y., & Yakushev, A. G. (2008). A quality criterion for visual tracking during nystagmus. *Moscow University Mechanics Bulletin*, 63(4), 100–102. (in Russian)
- Tonsen, M., Baumann, C. K., & Dierkes, K. (2020). *A high-level description and performance evaluation of pupil invisible*. arXiv. <http://arxiv.org/abs/2009.00508>
- Vickers, J. N. (1996). Visual control while aiming at a far target. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22, 342–354.
- Vickers, J. N. (2009). Advances in coupling perception and action: the quiet eye as a bidirectional link between gaze, attention, and action. *Progress in Brain Research*, 174, 279–288.
- Vickers, J. N. (2012). Neuroscience of the quiet eye in golf putting. *International Journal of Golf Science*, 1(1), 2–9.
- Vickers, J. N., & Adolphe, R. M. (1997). Gaze behavior during a ball tacking and aiming skill. *International Journal of Sports Vision*, 4, 18–27.
- Vickers, J. N., & Williams, A. M. (2007). Performing under pressure: The effects of physiological arousal, cognitive anxiety, and gaze control in biathlon. *Journal of Motor Behavior*, 39(5), 381–394. <https://doi.org/10.3200/JMBR.39.5.381-394>
- Wulf, G., McConnel, N., Gartner, M., & Schwarz, A. (2002). Enhancing the learning of sport skills through external-focus feedback. *Journal of Motor Behavior*, 34, 171–182.
- Wulf, G., Shea, C., & Park, J. H. (2001). Attention and motor performance: Preferences for and advantages of an external focus. *Research Quarterly for Exercise & Health*, 72, 335–344.
- Yakushina, A. A., Bulaeva, N. I., Leonov, S. V., Polikanova, I. S., & Klimenko, V. A. (2024). Peculiarities of using the mobile eye-tracking system in sports. *Rossiiskii Psikhologicheskii Zhurnal [Russian Psychological Journal]*, 21(1), 34–46. <https://rpj.ru.com/index.php/rpj/article/view/1613/1815>

PSYCHOMOTOR PARAMETERS OF ATHLETES IN AEROBIC GYMNASTICS OF AGE GROUP 1 AND AGE GROUP 2

E.A. PANFILOVA^a

^a *Federal Scientific Center for Psychological and Interdisciplinary Research, 9/4 Mokhovaya St., Moscow, 125009, Russian Federation*

Психомоторные показатели спортсменов-аэробистов возрастных групп 12–14 лет и 15–17 лет

Е.А. Панфилова^a

^a *Федеральный научный центр психологических и междисциплинарных исследований, 125009, Россия, Москва, ул. Моховая, д. 9, стр. 4*

Abstract

Implementation of psychological support into a set of new strategies of training is one of the main tasks in elite sport. Psychophysiological tests are widely applied in assessing the efficacy of sport training, based on the close correlation between mental and physiological processes in an athlete's body. Despite the fact that aerobic gymnastics requires high levels of the gymnasts' functional states, their physiological abilities are barely studied. The aim of the research is to explore psychomotor parameters of athletes in aerobic gymnasts of age 12–17 years old and define the features of psychomotor skills in Age Group 1 (12–14 y.o.) and Age Group 2 (15–17 y.o.). Physiological diagnostics of the mobility,

Резюме

Создание новых стратегий подготовки спортсменов с внедрением их психологического сопровождения является одной из основных задач в спорте высших достижений. Опираясь на тесную взаимосвязь психических и физиологических процессов в организме спортсменов, для оценки эффективности спортивной подготовки широко применяется комплекс психофизиологических тестов в разных видах спорта. Однако физиологические возможности спортсменов-аэробистов изучены крайне слабо, в то время как спортивная аэробика требует от гимнастов высокого уровня развития функциональных систем организма. Цель работы — изучение психомоторных параметров спортсменов-аэробистов в возрасте 12–17 лет и определение особенностей психомоторных навыков у возрастных групп 12–14 и 15–17 лет. В межсезонный

The work was carried out in the Laboratory of Convergent Studies of Cognitive Processes of the Federal Scientific Center for Psychological and Interdisciplinary Research, established within the framework of the competition of the Ministry of Education and Science of Russia.

Работа выполнена в Лаборатории конвергентных исследований когнитивных процессов Федерального научного центра психологических и междисциплинарных исследований, созданной в рамках конкурса Минобрнауки России.

stability and the strength of nervous processes was carried out during the off season. Ten female athletes from AG1 and 14 female athletes from AG2 performed five physiological tests via the NS Psychotest.Sport system: reaction to a moving object, simple eye motor reaction, hindrance resistance test, tapping test, audio motor probe. Nervous processes of all gymnasts were at the medium level of mobility and its strength showed significant individual differences. Athletes of both age groups had balanced nervous processes. The number of fine reactions in the reaction to a moving object tend to differ between age groups. Age Group 2 performed the tapping test with a shorter intertap interval compared to Age Group 1 ($p < 0.05$). Simple eye motor reaction, hindrance resistance test and tapping test are the most informative tests in order to define features of psychomotor parameters in aerobic gymnastics. All gymnasts showed good reaction time, high attention concentration and could maintain the onset rhythm, while AG2 improved their sport results through increasing the accuracy and the tempo of movements.

Keywords: psychomotor parameters, reaction to a moving object, simple eye motor reaction, tapping test, audio motor reaction, hindrance resistance test, aerobic gymnastics.

Elizaveta A. Panfilova — Junior Research Fellow, Federal Scientific Center for Psychological and Interdisciplinary Research.
Research Area: cognitive neuroscience, sport psychology.
E-mail: lizaPanf11@yandex.ru

Acknowledgments

The authors are grateful to coaches, athletes and their parents for the assistance in organizing and conducting the research.

период тренировок была проведена психофизиологическая диагностика подвижности, уравновешенности и силы нервных процессов спортсменов. В исследовании приняли участие две группы спортсменов: 10 девушек 12–14 лет (12.7 ± 0.8) и 14 девушек 15–17 лет (15.8 ± 0.8). Участницы прошли пять психофизиологических тестов на комплексе «НСПсихотест. Спорт»: реакция на движущийся объект (РДО), простая зрительно-моторная реакция (ПЗМР), помехоустойчивость, теппинг-тест, акустико-моторная проба. Нервные процессы всех спортсменов-аэробистов характеризуются средней подвижностью и уравновешенностью. Высокие индивидуальные различия выявлены в силе нервных процессов. Количество точных реакций в реакции на движущийся объект различаются между возрастными группами на уровне тенденции. Спортсмены возрастной группы 15–17 лет выполняли теппинг-тест с более коротким междударным интервалом, чем спортсмены группы 12–14 лет ($p < 0.05$). Для определения особенностей психомоторных параметров спортсменов, занимающихся спортивной аэробикой, наиболее информативными являются такие тесты, как простая зрительно-моторная реакция, помехоустойчивость и теппинг-тест. Все спортсмены-аэробисты характеризуются быстротой реакции, высокой концентрацией внимания и способностью удерживать заданный ритм. Спортивные результаты старшей возрастной группы улучшаются за счет повышения точности и ускорения темпа движений.

Ключевые слова: психомоторные показатели, реакция на движущийся объект, простая зрительно-моторная реакция, теппинг-тест, акустико-моторная проба, помехоустойчивость, спортивная аэробика.

Панфилова Елизавета Аркадьевна — младший научный сотрудник, Федеральный научный центр психологических и междисциплинарных исследований.
Сфера научных интересов: когнитивные нейронауки, спортивная психология.
Контакты: lizaPanf11@yandex.ru

Благодарности

Автор статьи выражает благодарность тренерам, спортсменам и их родителям за помощь в организации и проведении исследования.

As a rule, physical, tactical, and technical components form the training basis in elite sports. However, top performance requires athletes to be able to cope with competition emotional pressure, keep motivation and confidence, and be prepared for the dynamics of pre-contest conditions (Shovina & Smolentseva, 2018). Thus, coaches face the task of developing new training strategies for athletes using psychological and pedagogical support patterns to ensure timely emotional preparation for competition. Meanwhile, by psychological support we understand the assessment of an athlete's psychological condition, as well as the development of personal traits and qualities that contribute to the efficiency of training and ensure stable performance (Mangeley & Chayun, 2018).

As per the theory of functional systems, "athletic performance is determined by the synergy of psychology and physiology of athletes" which in turn presupposes their physiological abilities in a sport career (Fudin & Vagin, 2016). Optimal motivation, coaching instructions, background information and emotional backdrop ignite an intent in the athlete's mind to achieve a certain result via implementing a motor activity program (Ibid.). The strong bond between psychological and physiological conditions of an athlete confirms that a psychophysiological method is a perspective training assessment tool. Taking into account results of psychophysiological diagnostics, personal characteristics of an athlete, their levels of training and intellectual development, we can receive a comprehensive prognosis of the training efficacy (Ilyin, 2021). According to the literature, resilience to such factors as monotonous activity, mental and emotional stress, high attention, and work intensity, is associated with different typological features of the nervous system. A typological complex of features based on the strength, mobility and balance forms the type of human behavior according to the characteristics of the activity (Ibid.). Methods aimed at diagnosing the typological features of the nervous system are widely used in studies of various sports. Thus, the method of willpower determination considering the functional state of tennis players' central nervous system has been proved reliable (Charykova et al., 2019). Psychophysiological state of high-skilled athletes practicing bullseye shooting was successfully assessed in complex using new technologies and psychological tests (Sturchak et al., 2020). Special attention is paid to the study of individual and personal traits of athletes in skiing (Aizman et al., 2013; Filippova, 2017), game sports (Leonov & Grushko, 2015; Klocek et al., 2023; Leonov et al., 2022; Polikanova et al., 2022a,b; Polikanova et al., 2024) and martial arts (Polikanova et al., 2023; Polikanova & Leonov, 2024), while complex coordination sports, including aerobic gymnastics, have been studied the least. Although there has been research into motor skills of athletes in rhythmic and artistic gymnastics (Botyaev et al., 2012; Botyaev & Apokin, 2011; Shmeleva et al., 2020), the prognostic power of psychomotor tests have not been stated.

Literature also shows a limited focus on psychological support of training in aerobic gymnastics (Shovina & Smolentseva, 2018). The competition program in aerobic gymnastics combines "the elements of gymnastics, acrobatics, classical and street dance, combined into a single styled composition with music, with a speed of 140-160 beats per minute" (Chayun, 2023). Just as in other gymnastics, aerobic athletes can perform in several disciplines (with a maximum of three), for which

they need psychological tuning before entering stage multiple times in one competition day (Mangeley & Chayun, 2018). Aerobic gymnastics is a spectacular, dynamic, and emotional sport that requires athletes to show a high-level physical, technical, tactical, and psychological training, as well as adequate development of the body functional systems (Chayun, 2023). Thus, aerobics gymnastics combines different and sometimes opposite aspects of professional activity. Pre-competition training is determined by monotony, predicting and prolonged physical stress. On the one hand, all competitive events have a similar organization and are characterized by high psycho-emotional stress and interval physical loads. On the other hand, athletes must be prepared for unexpected circumstances and be able to adapt to changing conditions. Therefore, the psychophysiological state of aerobic athletes is essential to form the correct mindset for achieving sport results.

Our study extends the research of our colleagues and suggests its own battery of tests to assess the psychophysiological performance of athletes engaged in aerobic gymnastics. The largest and most productive group of athletes is composed of participants aged 12 to 17 years old. Following the rules of aerobic gymnastics approved by the International Gymnastics Federation (FIG), the athletes in this group are classified into two age categories, the Youth Division (AG1, Age Group 1) and the Junior Division (AG2, Age Group 2) (Federation internationale de gymnastique, 2025). The Youth Division consists of athletes aged 12-14 in the year of competition. The Junior Division includes athletes aged 15-17 in the year of competition.

The age-related factor used is also a determinant of the athletic skill levels. Athletes from both groups are entitled to compete in several disciplines at the same competition on the same size area of 10x10 m. The same rules for qualifying and finals are applied to all athletes: top eight athletes/teams are selected for the finals (Ibid.). Still, there are important structural distinctions of the athletes' programs in the Youth and Junior Divisions. The program duration is 10 s shorter in Age Group 1. The difficulty elements considerably vary by difficulty in performing, where the permitted elements of difficulty in Age Group 2 require increased physical training. Also, athletes from the Youth Division are prohibited from performing some acrobatic elements, for example 360 salto and twist (Ibid.) The current FIG rules for aerobic gymnastics are designed with the consideration of the physiological and psychological abilities of athletes of different groups. They define proper skill formation of athletes during their physiological development from 12 to 17 years. In addition to the International Rules, the Russian Federation has established a set of procedures to award and confirm sports titles and categories. So, the highest category that can be achieved in AG1 is the First Senior Category, while for AG2 it is the Candidate Master of Sports in aerobic gymnastics.

Considering the above, we involved athletes aged 12 to 17 with more than three years of sport experience and recognized sport titles ranging from the third senior degree to the Candidate Master of Sports.

Our study is aimed at analyzing psychomotor parameters of aerobic gymnastics athletes aged 12-17 to determine specifics and differences of psychomotor skills in Age Group 1 and Age Group 2 (or Youth Division and Junior Division). Psychomotor tests were conducted on the athletes in order to investigate typologi-

cal features of their nervous systems. We suppose that it will help form the professional profile of athletes in aerobic gymnastics as well as find a relation between the research results and the features of aerobics gymnastics as a specific type of activity.

Methods

Sample

The sample studied included the diagnostic results of psychophysiological abilities of 24 girls engaged in aerobic gymnastics, aged from 12 to 17 (average age 14.5 ± 1.74 years). Diagnostics was conducted off-season, i.e., from May to July 2024. Two age groups comprised the quantitative composition of athletes during the study: AG1 (n = 10) and AG2 (n = 14). Table 1 shows descriptive statistics of participants.

Diagnostics of Psychological Abilities

Preliminary study of psychomotor responses of aerobic gymnastics athletes involved isolated diagnostics of the main typological features of nervous processes: balance, mobility, and intensity. Athletes were required to pass a set of psychophysiological tests at NS-Psychotest.Sport. Following the peer studies of skiing and complex coordination sports, we chose to select the most commonly used psychophysiological tests that determine response rate, concentration, and the degree of stamina. Some of the tests performed included:

- Response to a Moving Object (RMO)
- Simple Hand-Eye Response (SHER)
- Distraction Tolerance Test
- Tapping Test
- Acoustic-Motor Test

Study Procedure

The study was conducted off-season in absence of any competitions two weeks after the last competition of the season. Recordings were taken between late May

Table 1

Descriptive Statistics of Athletes in Aerobic Gymnastics

Age group	Age	Sport Category	Sports experience (years)
12–14 y.o. (AG1), n = 10	12.7 ± 0.8	1 and 2 Senior	6.1 ± 2.18 (3–10)
15–17 y.o. (AG2), n = 14	15.8 ± 0.8	1 and 3 Senior; Candidate in Master of Sports	9.4 ± 2.5 (5–13)

Note. y.o. – years old; values represent mean values $\pm$ standard deviations; AG1 – age group 1 (Youth Division), AG2 – age group 2 (Junior Division).

and late June 2024. The athletes' parents were made aware of the aims of the study and its procedure and signed informed consent.

This study was conducted in a gym 30 minutes before the start of training. Athletes were invited one by one into a private room isolated from external noise and distractions. Participants were seated directly in front of a PC monitor with a stimuli. Completion of all tests took from 10 to 15 minutes.

Description of Tests

Nervous process balance was measured by means of the Response to a Moving Object (RMO) method. During testing, a 10 mm diameter ring gradually colored red (object) clockwise from the start (red line). A green line was placed randomly. The participant's task was to press the button of the hand-eye analyzer at the moment the coloring reached the green line. Response is considered precise if the object is within a specified range around the green line when the button is pressed. The precision response corridor was 7 degrees (± 39 ms). The angular velocity of the object movement was 180 deg/s. The number of stimuli presentations was 50. Such parameters as the average response time, mean squared deviation, the number of precise responses, the number of anticipatory and delayed responses were evaluated by the test results.

Neural mobility was measured via several tests: Simple Hand-Eye Response, Distraction Tolerance, and Acoustic-Motor Test.

During SHER, the participants held the hand-eye analyzer 60–70 cm away from their eyes. The device displayed a red light signal with a 500–2500 ms interval and a 200 ms lighting duration. Participants were to press the hand-eye analyzer button as quickly as possible when the signal appeared. Response anticipation time was 1000 ms. Since we'd assumed high response time levels in aerobic athletes, we decided to try presenting 70 stimuli during testing. The average response time and the number of skips and anticipatory reactions were evaluated in the test result.

When athletes were tested for Distraction Tolerance, a 5 cm radius red spot with a yellow outline appeared in the center of the screen. The screen was gradually and randomly filled with spots of a different color and shape with a frequency of 5 Hz. The interval between stimuli presentations ranged from 500 to 1500 ms. The duration of stimuli presentation was 200 ms. The number of presentations was 50, since the distraction impact was low when increasing the number of presentations from 50 to 70. In response to stimuli, participants should have pressed the hand-eye analyzer button as quickly as possible, disregarding other stimuli. Average response time, numbers of skips and anticipatory responses were evaluated as a test result.

The Acoustic-Motor Test was performed in headphones. Participants pressed the hand-eye analyzer button as quickly as possible in response to sound signals. Interval between signal presentations ranged from 700 to 1800 ms. The standard *Stepwood* sound was used. The number of presentations was 70. The average response time and number of errors were evaluated based on the test results.

Nervous processes intensity was measured by a Tapping Test. The test was conducted using special equipment such as a “pencil” (contact pointer) and a rubber current-conducting “platform”. Participants were required to tap the “platform” with a pointer as often as possible. The test lasted 33 s for both hands. The NS-Psychotest.Sport system calculated tapping frequency every five seconds. Based on the test results, the type of nervous system (weak, medium-weak, medium, strong), interval between taps, average tapping frequency, the total number of taps and stamina parameters were evaluated.

Statistical Processing

The characteristics and differences between AG1 and AG2 were examined using t-test for independent samples. Post-hoc comparisons were made using pairwise comparisons with Bonferroni correction for multiple comparisons.

In order to form a complex of psychomotor parameters, based on which we could define a universal profile of aerobic athletes, we calculated the intragroup variability coefficient of all parameters. Coefficients of variability allow a researcher “to compare the variability of statistical populations that reflect the measurement results of different physical variables in respective units” (Botyaev, 2012).

Results

Comparison of Age Groups

Comparison of nervous process mobility revealed no significant distinctions between the age groups of aerobic athletes. According to SHER and acoustic-motor tests, the majority of participants have an agile nervous system. The average values of response times in SHER, distraction tolerance and acoustic-motor tests correspond to table average values (Mantrova, 2007) (Table 2).

The results of the SHER test, distraction tolerance and acoustic-motor test showed no difference between age groups.

Based on the RMO results, athletes are mostly characterized by the balanced type of nervous system. Comparisons between age groups demonstrated no differences

Table 2

SHER and Distraction Tolerance Tests Results and Reference Values

Age group	AG1 (n = 10)	AG2 (n = 14)	Reference
SHER*	233.63 ± 20.36	224.43 ± 17.42	193–233**
Distraction Tolerance	352.64 ± 33.14	328.42 ± 25.72	250–350

Note. *SHER — Simple Hand-Eye Response; ** Reference values were taken for red signal of binocular vision, 70 signals, age 17 years or more.

in average response times. However, we detected a tendency toward differences in the quantity of precise responses between juniors and AG1 ($t = -1.44$; $df = 17.9$; $p = .08$). Senior athletes scored made more precise responses (Table 3). Effect size = 0.68.

The most noticeable differences were found as a result of the tapping test. Athletes have a wide range of nervous system types in terms of intensity, from weak to strong. It is worth mentioning that 40% of Candidates in Master of Sport and 63% of the First Category athletes have a medium-weak type of nervous system. The weak nervous system is present in 30% and 25% of athletes, respectively. At the same time, 20% of Junior Division athletes who are Candidates in Master of Sport have a medium type of nervous system.

The interval between taps significantly differs among groups ($F(1, 22) = 5.9$; $p < .05$) for both left and right hands ($F(1, 22) = 16.6$; $p < .01$). Statistically significant results were found for the left hand, while for the right hand, variations were detected at the tendency level (Table 4).

All athletes were right-handed. The right hand performance is significantly different from the left hand one within each age group (Table 5).

Coefficient of Variation

The intragroup coefficient of variation was calculated for all test parameters. Based on the coefficient results, the type of population was determined (Table 6).

Table 3

Average Numbers of Precise Responses in an RMO Test for Two Age Groups

Parameter	Age group		<i>p</i>
	AG1 (n = 9)	AG2 (n = 14)	
Number of Precise Responses	21.9 ± 3.79	24.3 ± 4.03	<i>p</i> = .08

Table 4

Average Values of Intervals between Taps (ms) in the Tapping Test for Two Age Groups for Both Hands

Hand	Age group		<i>p</i>
	AG1 (n = 10)	AG2 (n = 14)	
Right	184 ± 22.9	167 ± 20.5	<i>p</i> = .06
Left	211 ± 23.2	186 ± 31.6	<i>p</i> = .04

Table 5

Average Values of Interval (ms) between Taps within Each Age Group for Right and Left Hands

Age group	Hand		<i>t</i>	df	<i>p</i>
	Left	Right			
AG1	211 ± 23.2	184 ± 22.9	3.07	9	<i>p</i> = .01
AG2	186 ± 31.6	167 ± 20.5	2.67	13	<i>p</i> = .01

Table 6

Group Coefficients of Variation for All Test Scores

Test	Scale	CV, %	limits	Population
RMO	Average response time	33	> 33	inhomogeneous
	Number of Precise Responses	20	10–20	homogeneous
	Number of delays	39	> 33	inhomogeneous
	Number of anticipatory responses	41	> 33	inhomogeneous
SHER	Average response time	8	< 10	homogeneous
	Number of skips	139	> 33	inhomogeneous
	Number of anticipatory responses	127	> 33	inhomogeneous
Distraction Tolerance	Average response time	9	< 10	homogeneous
	Attention keeping	15	10–20	homogeneous
	Concentration	6	< 10	homogeneous
	Number of delays	52	> 33	inhomogeneous
	Number of anticipatory responses	62	> 33	inhomogeneous
Acoustic-Motor Test	Average response time	26	20–33	homogeneous
	Number of errors	62	> 33	inhomogeneous
Tapping test right hand	Average tap frequency	29	20–33	homogeneous
	Tap quantity	29	20–33	homogeneous
	Initial pace level	21	20–33	homogeneous
	Interval between taps	13	10–20	homogeneous
	Stamina	55	> 33	inhomogeneous
	NS intensity	101	> 33	inhomogeneous
	NS intensity coefficient	97	> 33	inhomogeneous
Tapping test left hand	Average tap frequency	27	20–33	homogeneous
	Tap quantity	27	20–33	homogeneous
	Initial pace level	24	20–33	homogeneous
	Interval between taps	15	10–20	homogeneous
	Stamina	57	> 33	inhomogeneous
	NS intensity	87	> 33	inhomogeneous
	NS intensity coefficient	100	> 33	inhomogeneous

Note. CV, % – coefficient of variation in percent; RMO – response to a moving object; SHER – simple head-eye response.

Based on Table 5, a slight scatter in the results ($CV < 10\%$) corresponds to the tapping interval in the tapping test, precise responses number in RMO, average response time in SHER, as well as average response time and attention indices in distraction tolerance test. The listed parameters form a homogeneous population, which shows that individual traits of athletes have a low impact on the test results.

On the other hand, group results of average response rate in the acoustic-motor test are marked by a significant scatter of data, and the population is close to inhomogeneous. The acoustic-motor test and response to a moving object largely reflect individual characteristics of psychomotor development of athletes, while simple head-eye response, distraction tolerance and tapping test reflect the overall profile of athletes engaged in sport aerobics.

Discussion

The study presents the results of research on psychomotor parameters of aerobic athletes and the influence of age-related factors. Twenty-four female athletes aged 12 to 17 years participated in the study. The participants took a battery of psychophysiological tests aimed at evaluating the mobility, balance and intensity of nervous processes using the NS-Psychotest.Sport system.

Considering 70 presentations of light signals, all athletes showed the average value of response time in SHER, which was close to the upper limit of reference values (Mantrova, 2007) in the senior age group. The response time of gymnasts defines higher levels of mobility of nervous processes (Ibid.). Positive results with more signals than recommended for this age suggest that the nervous system is resilient to monotonous work. Meanwhile, no age impact was observed in the tests performed. Results of the Distraction Tolerance Test showed that all participants are prepared to perform a focused action for a longer period of time and maintain sufficient concentration under noise distractions.

The response to a moving object (RMO) is a complex sensory-motor response that requires not only processing of a simple sensory stimulus, but also an activation of visual extrapolation processes (Ibid.). In this respect, this test is well-suited for the study of the nervous processes balance. All athletes demonstrated a moderate balance of inhibition and excitation processes. Response time does not vary among age groups; however, there is a tendency for older athletes to make more precise responses.

Significant differences were only obtained for the tapping test results. Measuring the dynamics of hand movement rate allows an assessment of nervous processes intensity. Pace, frequency, and number of taps, as well as fatigue, do not differ among the age groups. Yet, we see relevant differences in the interval between taps in AG1 and AG2. Older athletes are more capable of keeping the pace of movements set in the first 5 s of the test. The differences between hands were predictable as all participants were right-handed. However, the differences between groups are more significant for the non-dominant left hand. Typological features of intensity of nervous processes are considerably varied among aerobic gymnastics athletes. Nearly 50% of participants in each age group had a medium-weak nervous system. Only 20% of athletes from the Junior Division had the medium type of nervous processes. Despite a common suggestion of increased fatigue in athletes with weaker intensity of nervous processes (Ibid.), activity of medium and low intensity is more feasible to such gymnasts with weak and medium-weak nervous systems.

Altogether our results showed diverse typological features of nervous processes of aerobic gymnastics athletes. Gymnasts were characterized by high mobility, moderate balance of inhibition and excitation processes and mostly weak intensity of nervous system. According to the literature, results seem to be contradictory and do not describe the athletes of aerobic gymnastics. For example, people with a strong nervous system and a moderate mobility are able to increase their efficiency in conditions of high stress and responsibility (Ilyin, 2021), which is a common situation at competitions. However, people with weak nervous processes are more inclined to perform optimal tasks than the most achievable ones such as taking the first place or beating the world record. Despite that all typological features in combination with each other can act in a new quality, positive or negative. The prognostic significance of psychophysiological diagnostics is based on the study of a complex of typological features. Thus, a combination of weak, or medium-weak, intensity and high mobility contributes to speed and resilience to monotonous activity. These parameters are crucial when athletes in aerobic gymnastics have to wait for their start for a long time and mobilize their energy resources for a short performance. Also, the activity of people with weaker nervous processes is most effective in preventing catastrophic situations.

The intragroup coefficient of variation of all recorded parameters was calculated to accurately display the results. The largest intragroup variation coefficients were observed in the acoustic-motor and RMO tests. The least individual differences were observed in SHER, distraction tolerance and tapping tests. It is significant that individual differences affect stamina in the tapping test, while pace-rhythm parameters showed a low coefficient of variation. The most efficient parameters to assess the overall profile of aerobic gymnastics athletes are the average response time in SHER and distraction tolerance tests. Further study of tapping test results is also relevant, as it allows us to evaluate both group intensity of nervous processes and individual differences of athletes' fatigue. It is worth noting that the results obtained correlate with the studies of psychomotor characteristics in complex coordination sports. Thus, it has been demonstrated that aerobic gymnastics has the greatest intragroup coefficient of variation in response abilities (SHER and RMO tests), balance and orientation, and the least individual differences in pace-rhythm rates (Botyaev, 2012). This sets aerobic gymnastics athletes apart from rhythmic gymnasts, where individual differences are least visible in response abilities (Ibid.). Nevertheless, the studies emphasize the dependence of the psychophysiological indicators on athletic skills in both complex coordination (Botyaev & Apokin, 2011) and ski sports (Aizman et al., 2013). Aerobic gymnastics is also characterized by the predominance of nervous processes of the medium-weak type even in juniors, which is in contrast with rhythmic gymnastics (Chugunova & Konovalova, 2023).

Our study adds to the available research on psychomotor parameters of complex coordination sports with a new battery of tests to assess psychophysiological parameters. This set of tests has successfully proved to be functional for assessing psychomotor performance of aerobic athletes. Aerobic gymnastics cultivates such abilities as quick response, high concentration, resilience to monotonous tasks, pre-

cision of responses, and rhythm maintenance. Recovery and balance of nervous processes are more difficult to assess since these parameters have strong individual differences. Nevertheless, all these features create a unique profile of athletes in aerobic gymnastics that help them to go through a monotonous activity during the day, get ready and mobilized in time for their start and be prepared for any unexpected circumstances.

Limitations

Currently, one cannot precisely state that the level of expertise has no influence on psychomotor parameters. This is due to the limited sample and considerable differences in experimental conditions in peer studies. Increasing the sample in future studies would allow for a detailed statistical analysis, finer distinctions between groups and detailed analysis of individual characteristics of athletes.

Conclusion

Interaction of psychological and physiological processes in the athlete's body is essential to form a proper psychophysiological state before competition. Since the specific traits of aerobics athletes are understudied, our study has successfully validated a range of methods to examine psychomotor performance of aerobics gymnastics athletes.

Our study revealed that a battery of tests aimed at assessing the mobility, balance, and intensity of nervous processes to determine the psychophysiological parameters of athletes engaged in aerobic gymnastics are the most informative. Particularly, the response time of SHER and distraction tolerance, as well as the tapping frequency and interval between taps during the tapping test reflect the overall profile of aerobic athletes most clearly. Athletes have good responsiveness, high concentration, and are able to maintain a set rhythm for extended periods of time. Sport performance in Junior Division has improved due to increased precision and acceleration of movement pace. The acoustic-motor and response to a moving object tests are both effective in determining individual characteristics of psychomotor parameters. Tapping test fatigue scores also show a significant number of individual differences. This is illustrated by the diversity of recovery types, from slow to fast.

Finally, our work suggests a new set of psychophysiological tests and provides results with the prognostic power of psychomotor tests that have enabled creating a professional profile of athletes in aerobic gymnastics and bonding it with features of aerobics gymnastics as a specific type of activity.

References

- Aizman, R. I., Golovin, M. S., & Girenko, L. A. (2013). Psychophysiological characteristics of racing skiers and biathletes of different levels of sportsmanship. *Theory and Practice of Physical Culture*, 4, 44–47.
- Botyaev, V. L. (2012). Individual features of development of coordinating abilities in athletes of various specializations, age and qualifications. *Teoriya i Praktika Fizicheskoi Kul'tury [Theory and Practice of Physical Culture]*, 7, 58–61. (in Russian)
- Botyaev, V. L., & Apokin, V. V. (2011). Stability of individual profile of development of coordinating abilities as criterion of selection and forecasting of successful specialization in sports with complex coordination. *Teoriya i Praktika Fizicheskoi Kul'tury [Theory and Practice of Physical Culture]*, 7, 87–90. (in Russian)
- Botyaev, V. L., Streltsov, V. A., & Apokin, V. V. (2012). Theoretical substantiation and selection of tests for estimation of abilities of athletes specializing in sports with complex coordination. *Teoriya i Praktika Fizicheskoi Kul'tury [Theory and Practice of Physical Culture]*, 4, 86–89. (in Russian)
- Charykova, I. A., Stepanova, E. M., & Mukhamova, A. A. (2019). Tennisists' conatios research of using psychophysiological testing indicators. *Prikladnaya Sportivnaya Nauka*, 2(10), 59–66. (in Russian)
- Chayun, D. V. (2023). Functional state of female aerobic athletes. *Nauka i Sport: Sovremennye Tendentsii [Science and Sport: Modern Tendencies]*, 11(3), 100–110. <https://doi.org/10.36028/2308-8826-2023-11-3-100-110> (in Russian)
- Chugunova, P. A., & Konovalova, L. A. (2023). Pokazateli deyatel'nosti CNS gimnastok-gruppovichek 14–16 let v usloviyakh, spetsifichnykh dlya khydozhestvennoy gimnastiki [Indicators of the CNS activity in 14–16 year old gymnasts in conditions specific for rhythmic gymnastics]. In *Sostoyanie, problemi i puti sovershenstvovaniya sportivnoy i ozdorovitel'noy trenirovki v gimnastike, tantseval'nom sporte i fitnesse* [The state, problems, and ways of improving sports and health-oriented training in gymnastics, dancesport, and fitness]. Materials of the III All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation (p. 66). Kazan: Povolzhskii GUFKSIT. https://www.elibrary.ru/download/elibrary_54814341_57385079.pdf#page=380
- Federation internationale de gymnastique. (2025, February 5). *Aerobic gymnastics. Code of points 2025–2028*. https://www.gymnastics.sport/publicdir/rules/files/en_1.1%20-%20AER%20CoP%202025-2028.pdf
- Filippova, E. N. (2017). Comparative analysis of morphofunctional and psychophysiological parameters of ski racers and biathletes. *Sovremennye Tendentsii Razvitiya Nauki i Tekhnologii*, 2(4), 137–141. (in Russian)
- Fudin, N. A., & Vagin, Yu. E. (2016). Sports activity in functional systems theory. *Sechenovskiy Vestnik*, 3(25), 34–45. (in Russian)
- Ilyin, E. P. (2021). *Differentsial'naya psikhologiya professional'noi deyatel'nosti* [Differentiated psychology of professional activity]. Saint Petersburg: Piter.
- Klocek, O., Lipowska, M., Klocek, T., Cepicka, L., & Spieszny, M. (2023). Psychomotor determinants of children's sports talent for team sports: A case study of mini-volleyball athletes. *Journal of Kinesiology and Exercise Sciences*, 33(102), 8–14. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0053.7517>
- Leonov, S. V., & Grushko, A. I. (2015). Using eye tracking system in psychological training of football players. *Natsional'nyi Psikhologicheskii Zhurnal [National Psychological Journal]*, 2(18), 13–24. (in Russian)
- Leonov, S. V., Kruchinina, A. P., Bugrii, G. S., Bulaeva, N. I., & Polikanova, I. S. (2022). Basic characteristics of postural balance of professional hockey players and novices. *Natsional'nyi*

- Psikhologicheskii Zhurnal* [National Psychological Journal], 2(46), 65–79. <https://doi.org/10.11621/npj.2022.0207> (in Russian)
- Mangeley, I. V., & Chayun, D. V. (2018). Psychological follow-up of athletes' training in aerobic gymnastics. *Vestnik Tomskogo Gosudarstvennogo Universiteta*, 434, 155–161. <https://doi.org/10.17223/15617793/434/21> (in Russian)
- Mantrova, I. N. (2007). *Metodicheskoe rukovodstvo po psikhofiziologicheskoi i psikhologicheskoi diagnostike* [Methodical guidance according to the psychophysiological and psychological diagnostics]. Ivanovo: OOO "Neurosoft".
- Polikanova, I. S., & Leonov, S. V. (2024). Investigation of EEG parameters in virtual reality puck shooting task in hockey players and freestyle wrestlers. *Lomonosov Psychology Journal*, 47(3), 249–280. <https://doi.org/10.11621/LPJ-24-52> (in Russian)
- Polikanova, I. S., Leonov, S. V., & Isaev, A. V. (2023). Research of characteristics of mental images of movements in martial artists. *Lurian Journal*, 4(2), 11–29. <https://doi.org/10.15826/Lurian.2023.4.2.1> (in Russian)
- Polikanova, I. S., Leonov, S. V., Yakushina, A. A., Bugriy, G. S., Kruchinina, A. P., Chertopolokhov, V. A., & Lyutsko, L. N. (2022a). Development of VR-PACE virtual reality technology for diagnosing and training the skill level of hockey players. *Moscow University Psychology Bulletin*, 1, 269–297. <https://doi.org/10.11621/vsp.2022.01.12> (in Russian)
- Polikanova, I. S., Leonov, S. V., Yakushina, A. A., Chertopolokhov, V. A., & Isaev, A. V. (2022b). The use of eye movement registration systems in psychological training of martial artists. In *Physical Education, Sports, Tourism: Scientific and Methodological Support: materials of the 10th All-Russian Scientific and Practical Conf. with International Participation, Perm, Russia* (pp. 106–109). Perm: Perm State Humanitarian Pedagogical University. (in Russian)
- Polikanova, I. S., Sabaev, D. D., Bulaeva, N. I., Panfilova, E. A., Leonov, S. V., Bugriy, G. S., Bespalov, B. I., & Kruchinina, A. P. (2024). Analysis of eye and head tracking movements during a puck-hitting task in ice hockey players, compared to wrestlers and controls. *Psychology in Russia: State of the Art*, 17(3), 63–80. <https://doi.org/10.11621/pir.2024.0305>
- Shmeleva, E. A., Kislyakov, P. A., Roganova, J. A., & Osokina, E. A. (2020). Psychological and pedagogical support of gymnasts in the pre competition period. *Uchenye Zapiski Universiteta imeni P.F. Lesgafta*, 2(180), 537–540. <https://doi.org/10.34835/issn.2308-1961.2020.2.p537-540> (in Russian)
- Shovina, E. A., & Smolentseva, V. N. (2018). Problema psikhologicheskoy podgotovki sportsmenov, zanimayushchikhsya sportivnoy aerobikoy [The problem of psychological training of athletes involved in sport aerobics]. In *Molodyozh' v novom tisyacheletii: problemy i resheniya* [Youth in the New Millennium: Challenges and Solutions]. Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference (pp. 238–241). Omsk: Siberian State University of Physical Education and Sports.
- Sturchak, I. S., Abramova, T. F., Nikitina, T. M., & Stashkevich, S. S. (2020). Use of vibration imaging technology for evaluating the psychophysiological state of high qualification athletes specialized in pulse shooting. *Vestnik Sportivnoi Nauki*, 3, 45–49. (in Russian)

Статьи

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КАК ПРОЯВЛЕНИЕ ПРОСОЦИАЛЬНОСТИ

А. НЕАМАН^а

^а Факультет сельскохозяйственных наук, Университет Тарапака, просп. 18 Сентября, 2222, Арика, 1000000, Чили

Environmental Conservation as an Expression of Prosociality

A. Neaman^a

^a Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Tarapacá, Av. 18 de Septiembre 2222, Arica, 1000000, Chile

Резюме

Относительно недавно в зарубежных исследованиях, посвященных экологической психологии, стали появляться утверждения о том, что экологическое поведение индивидуума является проявлением его просоциальности. Однако в российской литературе сохраняется традиционный подход: действия на благо других людей обычно рассматриваются как проявление просоциального поведения, в то время как действия по охране окружающей среды рассматриваются как проявление экологического поведения. Цель данной работы — проанализировать взаимосвязь между действиями на благо других людей и действиями по охране окружающей среды в России. Выборка исследования составила 841 респондента. В работе были использованы шкалы оценки (1) действий на благо других людей и (2) действий по охране окружающей среды. В настоящем исследовании была применена математическая модель Раша, являющаяся одной из моделей современной теории тестов. В выборке связь между экологическим поведением и просоциальным поведением респондентов была статисти-

Abstract

In recent years, some foreign studies on environmental psychology have suggested that pro-environmental actions should be viewed as an expression of prosociality. However, in the Russian literature, a traditional view has remained: actions aimed to benefit other people are usually regarded as prosocial behavior, whereas nature conservation actions are considered to be pro-environmental behavior. The purpose of this study is to analyze the relationship between actions aimed to benefit other people and nature conservation actions in a Russian population. The study involved 841 respondents. Two scales were used to quantify (1) actions aimed to benefit other people and (2) nature conservation actions. In this study, Rasch model, which is one of the modern test theory models, was used. The findings revealed that the relationship between respondents' environmental behavior and prosocial behavior was statistically significant ($r = 0.35$, $p < 0.001$). This aligns with the results of

стически значимой ($r = 0.35$, $p < 0.001$), что согласуется с результатами других исследований, проведенных в Германии и Чили, в которых были использованы идентичные шкалы и модель Раша. Таким образом, результаты данной работы дополняют выводы зарубежных исследований, доказывающих, что экологическое поведение является проявлением просоциальности. На базе этих результатов предложено объединить традиционное раздельное преподавание просоциальных и экологических предметов в единый образовательный подход. Комплексный подход к просоциальному и экологическому образованию будет способствовать междисциплинарным усилиям по созданию общества, которое является экологически и социально устойчивым.

Ключевые слова: действия по охране окружающей среды, действия на благо других, просоциальное образование, экологическое образование.

Неаман Александр — заведующий лабораторией, факультет сельскохозяйственных наук, Университет Тарапака (Чили), кандидат биологических наук, профессор.
Сфера научных интересов: экологическая психология.
Контакты: alexander.neaman@gmail.com

previous studies conducted in Germany and Chile, using identical scales and the Rasch model. Consequently, the results of this investigation complement the findings of foreign studies which claim that environmental behavior is a manifestation of prosociality. Based on these conclusions, it is proposed that the traditionally separated teaching of prosocial and environmental subjects should be combined into a single educational approach. An integrated approach will contribute to a multidisciplinary and interdisciplinary effort to create a society that is both ecologically and socially sustainable.

Keywords: pro-environmental actions, actions aimed to benefit others, prosocial education, environmental education.

Alexander Neaman — head of laboratory, School of Agricultural Sciences, University of Tarapaca (Chile), PhD in Soil Science, professor.
Research Area: environmental psychology.
E-mail: alexander.neaman@gmail.com

Диапазон определений просоциального поведения (*prosocial behavior*) достаточно широк в отечественной и зарубежной литературе (Kislyakov et al., 2020; Kislyakov, Shmeleva, 2020, 2021). Фокус большинства определений — действия, направленные на благо (пользу или выгоду) других (Eisenberg et al., 2016). Данные действия включают в себя сотрудничество с другими людьми, проявление эмпатии по отношению к ним, ориентированность на оказание добровольной помощи (Batson, Powell, 2003; Dunfield, 2014).

Важно отметить, что в психологии под «другими» подразумеваются люди или группы людей. Таким образом, действия на благо других людей обычно рассматриваются как проявление просоциального поведения, а действия, ориентированные на охрану окружающей среды, — как проявление экологического поведения (*ecological* или *pro-environmental behavior*) (Gatersleben, 2019; Leontev, 2022; Панов, 2009, 2024; Сауткина и др., 2022). Экологическое поведение включает в себя рациональное использование ресурсов (например, экономия электроэнергии, воды и т.п.), эконпотребление (приобретение товаров, не наносящих вред окружающей среде), утилизацию бытовых отходов (раздельный сбор мусора, компостирование), транспортное поведение (отказ от

использования личного или общественного транспорта (Masson, Otto, 2021; Сауткина, Иванова, 2023).

В отечественной литературе редки работы, рассматривающие связь между экологическим и просоциальным поведением. Цель данного исследования — оценить и проанализировать взаимосвязь между просоциальным поведением (действиями на благо других людей) и экологическим поведением (действиями по охране окружающей среды) в России.

Необходимо подчеркнуть, что ухудшение состояния окружающей среды — многофакторная проблема, напрямую связанная с деятельностью человека (Ермаков, 2021), именно поэтому исследование психологических факторов, влияющих на поведение людей по отношению к окружающей среде, является актуальным для решения глобальных экологических проблем (Сауткина, Иванова, 2023; Valko, 2021).

В ряде исследований применяется такое понятие, как «экологическое сознание», которое включает в себя поведенческие и аффективные компоненты (Мдивани, Миронова, 2023; Panov et al., 2013). Однако в контексте охраны природы видится целесообразным различать аффективные детерминанты поведения индивидуумов и сами действия — поведенческий компонент. Поэтому в данной работе термин «экологическое сознание» использован не будет.

Теоретическая модель

Рассмотрение природы как «другого» стало появляться относительно недавно в зарубежной литературе по психологии. Было предложено, что экологическое поведение может быть рассмотрено как тип просоциального поведения (Bamberg, Möser, 2007; Klein et al., 2022; Kollmuss, Agyeman, 2002). Подчеркивается, что, хотя традиционные модели просоциального поведения ориентированы прежде всего на людей, исследования в области экологической психологии показывают необходимость включения в эти модели живых организмов и природы в целом (Nolan, Schultz, 2015).

В частности, исследования в Мексике показали существование тесной взаимосвязи между просоциальным и экологическим поведением у респондентов (Corral-Verdugo et al., 2011; Tapia-Fonllem et al., 2013). Авторы утверждают, что человек, ориентированный на общественный прогресс, будет совершать действия, направленные и на охрану окружающей среды, и на благо других людей.

Кроме того, отмечается, что люди, склонные к просоциальному поведению (prosocial propensity), также предрасположены совершать действия, направленные на благо природы (Kaiser, Byrka, 2011). В дальнейшей дискуссии для просоциального поведения будет использован термин «просоциальность» (*prosociality*) (Kislyakov et al., 2020).

Для оценки просоциальности может быть использован фактор «Честность и скромность» (*honesty-humility*) модели HEXACO (Lee, Ashton, 2018). Подобные черты личности показывают готовность к сотрудничеству и беспристрастное,

объективное отношение (справедливость) в социальных взаимодействиях, т. е. предполагается лежащая в их основе просоциальность (Ashton, Lee, 2007; Pfattheicher, Böhm, 2018). В соответствии с идеей о том, что экологическое поведение является типом просоциального поведения, в ходе метаанализа (Soutter et al., 2020) была выявлена положительная связь «Честности и скромности» с экологическим поведением. Такая же связь была показана и в других аналогичных исследованиях (Neaman et al., 2023; Otto et al., 2021). Вместе с тем, фактор «Честность и скромность» предсказал значимость для людей экологических аспектов различных продуктов (Palomo-Vélez et al., 2021).

Отмечается, что эмпатия — черта личности, которая играет ключевую роль в формировании просоциального поведения (Batson, 2011). Однако важно добавить, что индивидуальные различия в эмпатии также положительно влияют на экологическое поведение (Geiger, Keller, 2018; Neaman et al., 2022; Pfattheicher et al., 2016). Опираясь на классический постулат социальной психологии, связывающий эмпатию и альтруизм (Batson et al., 1991; Cialdini et al., 1997), некоторые исследователи утверждают, что эмпатия является ключевой чертой личности, на которой базируется экологическое поведение, поэтому предлагается ввести дополнительный постулат, связывающий эмпатию и экологизм (Brown et al., 2019).

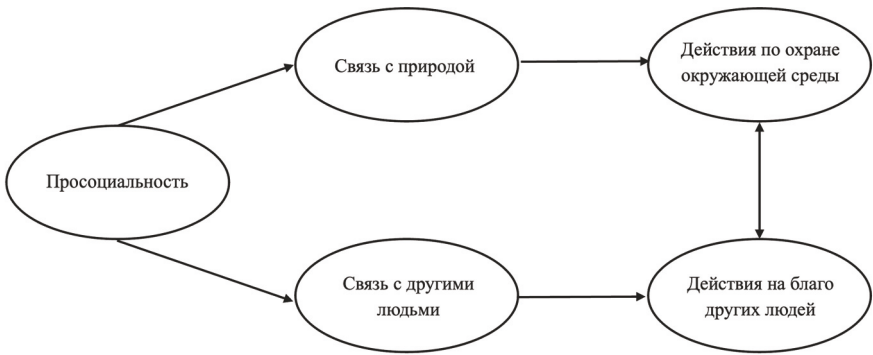
Возникает вопрос: в чем причина различной направленности просоциальности, т.е. почему у некоторых индивидуумов просоциальность проявляется в виде действий, направленных на благо других людей, в то время как у других индивидуумов — как действия по охране окружающей среды? Было предположено, что различная направленность просоциальности зависит от степени связи индивидуума с природой и с другими людьми (Neaman et al., 2021; Otto et al., 2021).

Связь с природой (*connection to nature* или *connectedness to nature*) может быть определена как степень эмоциональной связи с природным миром и идентификации с природой (Tanja Dijkstra et al., 2019). Эта концепция охватывает различные аспекты взаимоотношений человека с природным миром, включая чувство принадлежности к нему (Mayer, Frantz, 2004), чувство радости и эстетического удовольствия при взаимодействии с природой (Нартова-Бочавер, Мухортова, 2020) и чувство близости к природе (Otto, Pensini, 2017). В свою очередь, связь с другими людьми (*connection to humans*) может быть определена как степень эмоциональной связи с другими людьми и идентификация с ними (Lee et al., 2015; McFarland et al., 2012).

Таким образом, в зависимости от связи с другими людьми или с природой просоциальность индивидуума ориентирована на определенную область просоциального поведения и проявляется как действия, направленные на благо других людей, или действия, связанные с охраной окружающей среды (рисунок 1) (Angelis, Pensini, 2023; Duong, Pensini, 2023).

Рисунок 1

Теоретическая модель на основе обзора зарубежной литературы по экологической психологии (Angelis, Pensini, 2023; Duong, Pensini, 2023; Neaman et al., 2021; Otto et al., 2021): просоциальность индивидуума проявляется в виде действий по охране окружающей среды через связь с природой или как действия, направленные на благо других, посредством связи с другими людьми



Методы

Методологический подход

В исследовании используется одномерная шкала для оценки экологического поведения, включающая действия разной сложности, от легких до трудных (Kaiser, Wilson, 2004). Шкала основывается на математической модели Раша (Rasch, 1960) — одной из моделей современной теории тестов, которая применяется в различных областях науки (Aryadoust et al., 2021; Dabaghi et al., 2020; Linacre, 2022; Ockey, 2022).

В данной модели баллы респондентов преобразуются в логиты (Bond, Fox, 2007). Подобное преобразование направлено на то, чтобы убрать из оценки тестируемого зависимость от трудности поведения и из трудности поведения убрать зависимость от конкретной выборки испытуемых (Ibid.), таким образом, трудность шкалы и выраженность измеряемого свойства у респондента не зависят друг от друга. Исходя из этого, шкала Кайзера и Уилсона объективно оценивает степень выраженности экологического поведения у респондентов (Kaiser, Wilson, 2004).

Следовательно, модель Раша может применяться не только для оценки экологического поведения, но и для оценки просоциального (Neaman et al., 2021; Neaman et al., 2023; Neaman et al., 2018; Otto et al., 2021).

Процедура исследования

Выборка исследования составила 841 респондента. Подробные социально-демографические характеристики респондентов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Социально-демографические характеристики респондентов

Возраст, лет	Среднее ± стандартное отклонение	31 ± 14
	Интервал	16–80
Пол, %	Женский	72
	Мужской	28
Семейный доход в последние годы, %	Очень высокий	1
	Высокий	8
	Средний	64
	Ниже среднего	21
	Низкий	7
Образование, %	Неоконченное среднее	1
	Среднее (или школьник)	5
	Среднее техническое (или студент колледжа)	3
	Высшее (или студент университета)	52
	Магистр или ученая степень (или соискатель)	39
Гражданство, %	Россия	89
	Казахстан	2
	Другое (< 1% каждое)	9

Примечание. Данные, выраженные в процентах, соответствуют проценту данной категории переменной от общего числа респондентов.

Данные собраны на онлайн-платформе. Исследование было заявлено как посвященное вопросам экологического поведения, участие было добровольным (респонденты давали свое согласие, сделав отметку в соответствующей графе). Для оценки действий на благо других людей была использована шкала самооценки альтруизма (*Self-Report Altruism Scale*; Rushton et al., 1981), а для оценки действий по охране окружающей среды — шкала Кайзера и Уилсона.

В целях формулировки вопросов на русском языке были проведены интервью с экспертами-экологами. Была поставлена задача включить в шкалы действия разной сложности, от легких до трудных, что является обязательным условием модели Раша (Bond, Fox, 2007).

Чтобы гарантировать, что каждая из используемых шкал измеряет один конструкт, была оценена одномерность каждой шкалы. По определению Американской психологической ассоциации, одномерность — качество измерения отдельного конструкта, или признака, или характеристики. Другими словами, одномерная шкала содержит вопросы, относящиеся только к одному фактору, измерение которого является целью (АРА, 2018). Для оценки одномерности модели Раша был проведен анализ по методу главных компонент (*principal component analysis, PCA*) с использованием остатков модели Раша (Brentani, Golia, 2007).

Результаты

Характеристики шкал

Используемые шкалы на русском языке представлены в таблицах 2 и 3. Полученные шкалы соответствуют требованию модели Раша и содержат действия разной сложности: легкие и трудные (см. таблицы 2 и 3). Отмечается, что люди, обладающие высокой экологической мотивацией, будут вовлекаться

Таблица 2

Шкала оценки действий на благо других людей

N	Действие	Индекс соответствия	Сложность действия
62	Подвожу незнакомых на своей машине	0.79	1.97
58	Сдаю кровь	1.00	1.95
64	Покупаю товары на благотворительных распродажах	0.87	1.60
57	Состою волонтером в благотворительной организации	1.03	1.55
55	По просьбе незнакомых выручаю их деньгами	0.91	1.32
53	По просьбе незнакомых размениваю им деньги	0.94	1.08
54	Жертвую деньги на благотворительность	0.94	0.69
51	Помогаю незнакомым людям завести машину с толкача	1.09	0.54
59	Помогаю незнакомым людям донести вещи (чемоданы, сумки и т.д.)	0.83	0.52
56	Жертвую пищу и одежду на благотворительность	0.95	0.49
68	Стараюсь утешить незнакомого человека, если он плачет	0.98	0.25
65	<i>Отказываю в помощи незнакомым</i>	1.28	−0.49
61	Пропускаю вперед незнакомых (в очереди и т.п.) и/или уступаю на дороге другим автомобилям	0.89	−0.53
66	Помогаю незнакомым (например, пожилой женщине) перейти через дорогу	0.81	−0.95
70	<i>Игнорирую просьбы ко мне со стороны незнакомых людей на улице</i>	1.21	−1.12
69	Помогаю незнакомому человеку, упавшему на улице	0.91	−1.25
67	Уступаю свое место в общественном транспорте незнакомым людям	0.90	−1.47
60	Останавливаю лифт и придерживаю двери для незнакомых	0.89	−1.54
63	Возвращаю кассиру лишнюю сдачу	1.08	−2.01
52	По просьбе незнакомых показываю им дорогу	0.86	−2.61

Примечание. Здесь и далее пункты, выделенные курсивом, обозначают негативно сформулированное поведение; их баллы были инвертированы для анализа. Сложность действия выражается в логитах – основных единицах модели Раша. Среднее значение распределения оценок равно нулевому логиту. Стандартное отклонение распределения равно одному логиту. Большее значение логита указывает на большую сложность действия в соответствующей шкале. И наоборот, меньшее значение логита указывает на меньшую сложность действия в соответствующей шкале.

Таблица 3

Шкала оценки действий по охране окружающей среды

N	Действие	Индекс соответствия	Сложность действия
37	Использованное масло для жарки собираю и сдаю в приемный пункт	0.99	3.25
31	У меня есть солнечные батареи для производства электроэнергии	0.97	3.07
38	Делаю денежные взносы в организации по защите окружающей среды	0.97	1.90
27	Состою в организации по защите окружающей среды	0.91	1.65
17	Выключаю отопление, уходя из дома дольше чем на 1 час	0.98	1.37
12	Выбрасываю алюминиевые банки в мусор	0.95	1.19
13	Выбрасываю картон/упаковочные материалы в мусор	0.92	1.15
3	Покупаю напитки в одноразовой таре (пластиковой, металлической)	1.03	1.11
40	Посещаю лекции по охране окружающей среды, чтобы всегда быть в курсе событий	0.93	1.09
39	Покупаю продукты оптом (рис, лапшу, орехи, бобы и т. д.) и в собственную тару	1.00	1.05
23	Зимой включаю отопление на такую температуру, чтобы не пришлось надевать свитер или кофту	1.22	0.71
26	Компостирую органические отходы, превращая их в органические удобрения	0.93	0.64
14	Покупаю напитки в многоразовой таре	0.91	0.59
11	Отправляю в переработку и повторно использую стеклянную тару	0.81	0.59
10	Отправляю в переработку и повторно использую старую бумагу	0.80	0.45
34	Бойкотирую компании с плохой репутацией в области охраны окружающей среды	0.95	0.41
5	Выключаю воду в душе во время намыливания и снова включаю для ополаскивания	0.98	0.36
2	Покупаю натуральные/экопродукты/товары (например, моющие средства, шампуни и т.д.)	0.98	0.29
35	Добираюсь на работу/учебу на автомобиле совместно с другими людьми	1.25	0.29
16	Отправляю в переработку и повторно использую пластиковую тару	0.82	0.25
32	Произвожу/выращиваю собственные органические продукты (фрукты/овощи, мед, молоко, сыр и т.д.)	1.14	0.23
36	Расход топлива у моего автомобиля на превышает 7.5 литров на 100 км	1.16	0.23
20	Делая покупки, выбираю экологически чистые продукты	0.97	0.10
7	Покупаю товары в многоразовой упаковке	0.85	0.08

Таблица 3 (окончание)

N	Действие	Индекс соответствия	Сложность действия
18	Предпочитаю покупать только сезонные фрукты/овощи	1.01	−0.24
15	Стараюсь улучшить отношение родственников/друзей к окружающей среде	0.83	−0.41
19	Вместо душа предпочитаю принимать ванну	1.22	−0.48
33	Выбрасываю использованные батарейки в мусор	0.97	−0.57
25	Не выключаю воду, когда чищу зубы	0.98	−0.67
6	Интересуюсь экологическими проблемами	0.83	−0.73
29	Поездки по стране более чем на 500 км совершаю на самолете	1.23	−0.82
8	Отправляясь за покупками, беру с собой собственные многоразовые сумки/пакеты	0.86	−0.90
9	Передвигаюсь по городу на общественном транспорте, велосипеде или пешком	1.10	−1.10
1	Выключаю телевизор, компьютер и другие электроприборы, когда ими не пользуюсь	1.01	−1.14
4	Накапливаю белье до полной загрузки стиральной машины	1.03	−1.31
22	Пользуюсь многоразовыми сумками для покупок	0.90	−1.56
28	Ежедневно меняю использованные полотенца	1.08	−2.35
21	Отапливаю дом дровами/углем	1.09	−2.71
24	Пользуюсь электрической сушилкой для белья круглый год	1.07	−2.79
30	На пикнике стараюсь не оставлять за собой никакого мусора	0.92	−4.29

не только в легкие, но и в сложные действия, а люди с более низкой экологической мотивацией предпочтут легкие действия. Таким образом, становятся очевидными различия как между людьми с разным уровнем экологической мотивации, так и между действиями разной сложности (Gatersleben, 2019).

Характеристики шкал, используемых в данном исследовании, представлены в таблице 4. В модели Раша индекс соответствия (*infit mean square*) позволяет оценить, насколько эффективно каждый вопрос шкалы функционирует в оценке исследуемого конструкта. Верхнее значение индекса соответствия 1.2 считается хорошим, значения от 1.2 до 1.3 считаются приемлемыми (Wright et al., 1994). Для обеих шкал, используемых в данном исследовании, были получены хорошие индексы соответствия для каждого отдельного вопроса (см. таблицы 2 и 3), что возможно только в случае релевантности каждого из действий для российского контекста.

В свою очередь, в модели Раша надежность шкалы концептуально близка коэффициенту альфа Кронбаха, причем чем выше ее значение, тем лучше. Значения надежности выше 0.7 считаются хорошими (Bond, Fox, 2007). Для обеих шкал, используемых в данном исследовании, была получена высокая надежность (см. таблицу 4).

Таблица 4

Характеристики шкал, используемых в данном исследовании

Шкала	Интервал шкалы	Надежность шкалы	Количество вопросов с $1.2 < MS \leq 1.3$	Количество вопросов с $MS > 1.3$
Действия по охране окружающей среды	–2.67–2.72	0.79	4	0
Действия на благо других людей	–4.61–3.62	0.78	2	0

Исходя из критериев, предложенных в работе Фишера (Fisher, 2007), шкала является одномерной, когда остатки модели Раша объясняют менее 15% дисперсии в анализе по методу главных компонент. В статистическом анализе остатки являются различиями между фактическими значениями и прогнозируемыми значениями (в соответствии с моделью Раша).

В случае шкалы экологического поведения остатки модели Раша объяснили 7.5% дисперсии, попадая в категорию «хорошо» (5–10%) согласно критериям, предложенным Фишером (Ibid.). Это означает, что остатки не содержат каких-либо существенных дополнительных аспектов, помимо основного конструкта. Аналогичным образом по шкале просоциального поведения остатки модели Раша объяснили 8.0% дисперсии. Таким образом, шкалы, используемые в данном исследовании, являются одномерными.

Влияние социально-демографических характеристик респондентов

Возраст респондентов оказал положительный эффект на их действия по охране окружающей среды ($r = 0.21$, $p < 0.001$, таблица 5), что соответствует выводам исследований, в которых также показана положительная связь между экологическим поведением и возрастом респондентов (Baierl et al., 2022; Otto, Kaiser, 2014). Другими словами, экологическое поведение людей улучшается в течение жизни. Однако влияние возраста людей на их просоциальное поведение было статистически незначимым ($p > 0.05$, таблица 5). Это соответствует выводам о том, что возраст респондентов не влияет на действия, направленные на благо других людей (Wenner, Randall, 2016).

У женщин более высокий балл при оценке действий по охране окружающей среды по сравнению с мужчинами (критерий Краскела–Уоллиса, $p < 0.001$, таблица 6), что согласуется с выводами, полученными в других аналогичных исследованиях (Desrochers et al., 2019; Zelezny et al., 2000).

Однако влияние пола респондентов на их просоциальное поведение было статистически незначимым (см. таблицу 6), что соответствует данным других исследований, доказывающих, что женщины и мужчины, как правило, в большинстве случаев с одинаковой вероятностью помогали незнакомым людям (Nielson et al., 2017). При этом важно отметить, что шкала, используемая в данном исследовании для оценки действий на благо других людей, была ориентирована на помощь незнакомым людям. В этом аспекте результаты данной работы

Таблица 5

Корреляции Пирсона между исследуемыми переменными

Переменная	Возраст	Семейный доход	Образование	Действия по охране окружающей среды
Семейный доход	нз	—		
Образование	0.34*** [0.27, 0.40]	нз	—	
Действия по охране окружающей среды	0.21*** [0.14, 0.27]	нз	0.13*** [0.06, 0.20]	—
Действия на благо других людей	нз	нз	0.15*** [0.06, 0.20]	0.35*** [0.29, 0.41]

Примечание. Значения в квадратных скобках показывают 95%-ный доверительный интервал для каждой корреляции. *** $p < 0.001$, нз – статистически незначимо.

Таблица 6

Влияние пола респондентов на действия по охране окружающей среды и действия на благо других людей

Пол респондентов	Показатель	Действия на благо других людей	Действия по охране окружающей среды
Мужской	(Медиана)	(−0.74) ^А	(−0.22) ^А
	Интервал	−1.3–1.3	−3.62–3.62
	M ± SD	−0.62 ± 1.44	−0.21 ± 0.86
Женский	(Медиана)	(−0.83) ^А	(0.02) ^В
	Интервал	−1.3–1.3	−3.62–3.62
	M ± SD	−0.78 ± 1.38	0.04 ± 0.91

Примечание. Разные буквы в столбце указывают на статистически значимые различия между мужчинами и женщинами (критерий Краскела–Уоллиса, $p < 0.001$). Бóльшее значение логита указывает на более высокий балл в соответствующей шкале. И наоборот, меньшее значение логита указывает на более низкий балл в соответствующей шкале.

также согласуются с другими исследованиями, в которых пол респондентов не оказывал статистически значимых эффектов на желание помочь незнакомым людям (Monk-Turner et al., 2002).

Уровень образования респондентов оказал положительное влияние на их действия по охране окружающей среды ($r = 0.13$, $p < 0.001$, таблица 5) и действия на благо других людей ($r = 0.15$, $p < 0.001$, таблица 5). Эти результаты согласуются с выводами обзора (Bekkers, 2004): люди с более высоким уровнем образованием чаще демонстрируют широкий спектр просоциального поведения, чем малообразованные. Результаты данного исследования также соотносятся с выводами других работ (Meyer, 2015; Wang et al., 2023).

Результаты исследования зависимости выбора респондентами вида транспорта от уровня дохода показали, что высокий уровень дохода отрицательно влияет на выбор общественного транспорта, велосипеда для передвижения по городу ($r = 0.15, p < 0.001$). Другими словами, в данной выборке респонденты с более высоким уровнем дохода передвигались по городу на личном автомобиле, что соответствует выводам работы Отто и коллег (Otto et al., 2016). Аналогичным образом уровень семейного дохода оказал положительное влияние на приобретение и установку в доме солнечных батарей для производства электроэнергии ($r = 0.12, p < 0.001$), т.е. только респонденты с более высоким уровнем дохода могли приобрести такие батареи. Таким образом, в будущих исследованиях в России рекомендуется удалить эти два действия из предложенной шкалы для оценки экологического поведения (см. таблицу 3).

Для других действий по охране окружающей среды влияние уровня семейного дохода было статистически незначимым ($p > 0.05$). Это позволяет предположить, что респонденты данного исследования совершали действия на благо природы не из-за экономии личных финансовых средств, а как результат мотивации охранять окружающую среду (Schultz et al., 2000). Также важно отметить, что влияние уровня семейного дохода было статистически незначимым ($p > 0.05$) в случае действий, направленных на благо других людей, что согласуется с выводами других работ (Andreoni et al., 2021).

Связь между экологическим и просоциальным поведением

В нашей выборке связь между экологическим и просоциальным поведением респондентов была статистически значимой ($r = 0.35, p < 0.001$), что согласуется с результатами других исследований в Германии и Чили, в которых применялись аналогичные шкалы и модель Раша (см. таблицу 7). Результаты данной работы соотносятся с выводами, полученными в ходе зарубежных исследований, и дополняют их: действительно, экологическое поведение является проявлением просоциальности.

Следовательно, действия, направленные на благо других людей и на благо природы, — взаимосвязанные типы поведения, обусловленные просоциальной склонностью индивидуума (рисунок 1). Однако важно отметить, что во всех случаях, представленных в таблице 7, корреляции могут быть классифицированы как «умеренные» (*moderate*) (Dancey, Reidy, 2011), что может быть объяснено

Таблица 7

Корреляции Пирсона между экологическим и просоциальным поведением респондентов

Исследование	Страна исследования	Коэффициент корреляции Пирсона
Vllasaliu, 2011	Германия	0.33**
Neaman et al., 2018	Чили	0.34***
Данная работа	Россия	0.35***

** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

различными уровнями связи респондентов с другими людьми и с природой. Поэтому для подтверждения предложенной схемы (рисунок 1) в последующих исследованиях в России будет важно учитывать эту степень связи.

Кроме того, в будущих исследованиях для оценки степени связи респондентов с природой представляется целесообразным использовать шкалу на русском языке, апробированную в работе Ф.Б. Агисовой и коллег (Agissova et al., 2023). Также представляет интерес подход (Berger et al., 2025), при котором после заполнения опросника респондентов просили объяснить, почему они ответили на каждый вопрос именно так, а не иначе. Помимо этого, респондентов просили объяснить каждый вопрос своими словами. Подобный подход позволит улучшить шкалы на русском языке, использованные в данном и последующих исследованиях.

Практическая значимость полученных результатов

Как указано выше, действия на благо других людей обычно рассматриваются как проявление просоциального поведения, в то время как действия по охране окружающей среды рассматриваются как проявление экологического поведения. Это привело к разрозненным образовательным подходам, в которых эти виды поведения рассматриваются как отдельные.

Цель просоциального образования — обучение открытости к другим людям, состраданию, заботе и ответственности за других (Higgins-D'Alessandro, 2012). Просоциальное образование помогает учащимся преодолеть чувство отчуждения, выйти за рамки себя, чтобы научиться заботиться о других так же, как о себе (Navarro-Villarroel, 2011). С другой стороны, согласно первому определению экологического образования в зарубежной литературе (Stapp et al., 1969) оно сфокусировано на обучении широкой общественности действиям, направленным на решение экологических проблем, т.е. конечная цель экологического образования — обучение широкой общественности экологическому поведению (Díaz-Sieffer et al., 2015; Ермаков, Панов, 2020).

Необходимо заметить, что на сегодняшний момент программы экологического образования практически не включают в себя просоциальные аспекты (Bixler et al., 2014; Cuadrado et al., 2017), равно как и программы просоциального образования игнорируют аспекты экологического (Bergin, 2014).

Основываясь на результатах данного исследования, необходимо заметить, что традиционный акцент экологического образования, ориентированного на защиту окружающей среды, может быть подкреплён подходами, направленными на создание более просоциальной среды среди учеников. К примеру, в зарубежной литературе используется термин «экологическая социализация» (Bixler et al., 2014), которая включает в себя общение с природой и единомышленниками. Также в некоторых исследованиях было продемонстрировано, что контекст сотрудничества, в отличие от контекста конкуренции, стимулировал экологическое поведение среди участников исследования (Cuadrado et al., 2017). Таким образом, данные исследования подчеркивают, что просоциальное образование способствует развитию экологического поведения среди учащихся и студентов.

В свою очередь, традиционный акцент просоциального образования может быть подкреплён подходами, направленными на защиту окружающей среды. Результаты данного исследования показывают, что забота о природе может также привести к большей заботе о других людях. Таким образом, комплексный подход к просоциальному и экологическому образованию будет способствовать междисциплинарным усилиям по созданию общества, которое является экологически и социально устойчивым.

Вывод

Результаты данной работы дополняют выводы зарубежных исследований, доказывающих, что экологическое поведение является проявлением просоциальности.

Литература

Ермаков, Д. С., Панов, В. И. (2020). От экологии детства – к психологии устойчивого развития. *Психологический журнал*, 41(4), 121–125.

Мдивани, М. О., Миронова, К. В. (2023). Типы экологического сознания в русских волшебных сказках. *Экспериментальная психология*, 16(4), 116–128.

Нартова-Бочавер, С. К., Мухортова, Е. К. (2020). Опросник «Люди и растения» (ЛиР): изучение отношения человека к миру растений. *Психологический журнал*, 41(1), 86–96.

Панов, В. И. (2009). 5-я российская конференция по экологической психологии. *Психологический журнал*, 30(4), 113–115.

Панов, В. И. (2024). Экопсихологическая концептуализация психологических ресурсов в системе «человек — среда (внутренняя, внешняя)». *Человек*, 35(5), 13–28. <https://doi.org/10.31857/S0236200724050012>

Сауткина, Е. В., Агисова, Ф. Б., Иванова, А. А., Иванде, К. С., Кабанова, В. С. (2022). Проэкологическое поведение в России. Систематический обзор исследований. *Экспериментальная психология*, 15(2), 172–193. <https://doi.org/10.17759/exppsy.2022150213>

Сауткина, Е. В., Иванова, А. А. (2023). Роль мотивации к защите окружающей среды в детерминации проэкологического поведения. *Психология. Журнал Высшей школы экономики*, 20(4), 623–642. <https://doi.org/10.17323/1813-8918-2023-4-623-642>

Ссылки на зарубежные источники см. в разделе *References*.

References

- Agissova, F., Ivanova, F., & Sautkina, E. (2023). Political values, patriotism, institutional trust and connectedness to nature predict environmental attitudes and pro-environmental behaviour. *PsyEcology*, 14, 244–296. <https://doi.org/10.1080/21711976.2023.2204012>
- Andreoni, J., Nikiforakis, N., & Stoop, J. (2021). Higher socioeconomic status does not predict decreased prosocial behavior in a field experiment. *Nature Communications*, 12(1), Article 4266. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-24519-5>

- Angelis, S., & Pensini, P. (2023). Honesty-humility predicts humanitarian prosocial behavior via social connectedness: A parallel mediation examining connectedness to community, nation, humanity, and nature. *Scandinavian Journal of Psychology*, 64, 810–818. <https://doi.org/10.1111/sjop.12932>
- APA. (2018). *APA dictionary of psychology*. American Psychological Association.
- Aryadoust, V., Ng, L., & Sayama, H. (2021). A comprehensive review of Rasch measurement in language assessment: Recommendations and guidelines for research. *Language Testing*, 38(1). <https://doi.org/10.1177/0265532220927487>
- Ashton, M. C., & Lee, K. (2007). Empirical, theoretical, and practical advantages of the HEXACO model of personality structure. *Personality and Social Psychology Review*, 11, 150–166. <https://doi.org/10.1177/1088868306294907>
- Baierl, T. M., Kaiser, F. G., & Bogner, F. X. (2022). The supportive role of environmental attitude for learning about environmental issues. *Journal of Environmental Psychology*, 81, Article 101799. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2022.101799>
- Bamberg, S., & Möser, G. (2007). Twenty years after Hines, Hungerford, and Tomera: A new meta-analysis of determinants of pro-environmental behaviour. *Journal of Environmental Psychology*, 27, 14–25. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2006.12.002>
- Batson, C. D. (2011). *Altruism in humans*. Oxford University Press.
- Batson, C. D., Batson, J. G., Slingsby, J. K., Harrell, K. L., Peekna, H. M., & Todd, R. M. (1991). Empathic joy and the empathy-altruism hypothesis. *Journal of Personality and Social Psychology*, 61(3), 413–426. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.61.3.413>
- Batson, C. D., & Powell, A. A. (2003). Altruism and prosocial behavior. In T. Millon & M. J. Lerner (Eds.), *Handbook of psychology: Personality and social psychology* (Vol. 5, pp. 463–484). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/0471264385.wei0519>
- Bekkers, R. H. F. P. (2004). *Giving and volunteering in the Netherlands: Sociological and psychological perspectives* [PhD dissertation]. Utrecht University.
- Berger, C., Andaur, A., Fábrega, C., & Torres Irribarra, D. (2025). Design and analysis of a scale to measure pro-environmental behaviours among adolescents. *PsyEcology*, 16(2). <https://doi.org/10.1177/21711976251323536>
- Bergin, C. (2014). Handbook of prosocial education. *Journal of Moral Education*, 43, 126–129.
- Bixler, R. D., Joseph, S. L., & Searles, V. M. (2014). Volunteers as products of a zoo conservation education program. *The Journal of Environmental Education* 45(1), 57–73. <https://doi.org/10.1080/00958964.2013.814618>
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2007). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Brentani, E., & Golia, S. (2007). Unidimensionality in the Rasch model: how to detect and interpret. *Statistica*, 67(3), 253–261. <https://doi.org/10.6092/issn.1973-2201/3508>
- Brown, K., Adger, W. N., Devine-Wright, P., Anderies, J. M., Barr, S., Bousquet, F., Butler, C., Evans, L., Marshall, N., & Quinn, T. (2019). Empathy, place and identity interactions for sustainability. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions*, 56, 11–17. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.03.003>
- Cialdini, R. B., Brown, S. L., Lewis, B. P., Luce, C., & Neuberg, S. L. (1997). Reinterpreting the empathy–altruism relationship: When one into one equals oneness. *Journal of Personality and Social Psychology*, 73, 481–494. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.73.3.481>
- Corral-Verdugo, V., Mireles-Acosta, J., Tapia-Fonllem, C., & Fraijo-Sing, B. (2011). Happiness as correlate of sustainable behavior: A study of pro-ecological, frugal, equitable and altruistic actions that promote subjective wellbeing. *Human Ecology Review*, 18(2), 95–104.

- Cuadrado, E., Tabernero, C., García, R., & Luque, B. (2017). The interactive effect of pro-environmental disciplinary concentration under cooperation versus competition contexts. *Environmental Education Research*, 23(6), 797–811. <https://doi.org/10.1080/13504622.2015.1095860>
- Dabaghi, S., Esmailzadeh, F., & Rohani, C. (2020). Application of Rasch analysis for development and psychometric properties of adolescents' quality of life instruments: A systematic review. *Adolescent Health Medicine and Therapeutics*, 11, 173–197. <https://doi.org/10.2147/ahmt.S265413>
- Dancey, C., & Reidy, J. (2011). *Statistics without maths for psychology*. Prentice Hall.
- Desrochers, J. E., Albert, G., Milfont, T. L., Kelly, B., & Arnocky, S. (2019). Does personality mediate the relationship between sex and environmentalism? *Personality and Individual Differences*, 147, 204–213. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2019.04.026>
- Díaz-Sieffer, P., Neaman, A., Salgado, E., Celis-Diez, J. L., & Otto, S. (2015). Human-environment system knowledge: A correlate of pro-environmental behavior. *Sustainability*, 7, 15510–15526. <https://doi.org/10.3390/su71115510>
- Dunfield, K. A. (2014). A construct divided: prosocial behavior as helping, sharing, and comforting subtypes. *Frontiers in Psychology*, 5, Article 958. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00958>
- Duong, M., & Pensini, P. (2023). The role of connectedness in sustainable behaviour: A parallel mediation model examining the prosocial foundations of pro-environmental behaviour. *Personality and Individual Differences*, 209, Article 112216. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2023.112216>
- Eisenberg, N., VanSchyndel, S. K., & Spinrad, T. L. (2016). Prosocial motivation: Inferences from an opaque body of work. *Child Development*, 87, 1668–1678. <https://doi.org/10.1111/cdev.12638>
- Ermakov, D. S. (2021). Sustainability as a driver for vocational education and competitiveness. In A. V. Bogoviz & J. V. Ragulina (Eds.), *Industry competitiveness: Digitalization, management, and integration* (pp. 774–781). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80485-5_87
- Ermakov, D. S., & Panov, V. I. (2020). From ecology of childhood to psychology of sustainable development. *Psikhologicheskii Zhurnal*, 41(4), 121–125. (in Russian)
- Fisher, W. P. (2007). Rating scale instrument quality criteria. *Rasch Measurement Transactions*, 21(1), 1095.
- Gatersleben, B. (2019). Measuring environmental behaviour. In L. Steg & J. I. M. de Groot (Eds.), *Environmental psychology: An introduction* (pp. 157–166). John Wiley & Sons.
- Geiger, S. M., & Keller, J. (2018). Shopping for clothes and sensitivity to the suffering of others: The role of compassion and values in sustainable fashion consumption. *Environment and Behavior*, 50(10), 1119–1144. <https://doi.org/10.1177/0013916517732109>
- Higgins-D'Alessandro, A. (2012). The second side of education: Prosocial development. In P. M. Brown, M. W. Corrigan, & A. Higgins-D'Alessandro (Eds.), *Handbook of Prosocial Education* (Vol. 1, pp. 3–38). Rowman & Littlefield.
- Kaiser, F. G., & Byrka, K. (2011). Environmentalism as a trait: Gauging people's prosocial personality in terms of environmental engagement. *International Journal of Psychology*, 46, 71–79. <https://doi.org/10.1080/00207594.2010.516830>
- Kaiser, F. G., & Wilson, M. R. (2004). Goal-directed conservation behavior: The specific composition of a general performance. *Personality and Individual Differences*, 36, 1531–1544. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2003.06.003>
- Kislyakov, P. A., & Shmeleva, E. A. (2020). Analysis of Russians' views on personal qualities as a basis for prosocial safe behavior factors' identification. *The Open Psychology Journal*, 13(1), 40–48. <https://doi.org/10.2174/1874350102013010040>
- Kislyakov, P. A., & Shmeleva, E. A. (2021). Prosocial orientation of Russians during the COVID-19 pandemic: Caring for others and yourself. *Frontiers in Psychology*, 12, Article 629467. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.629467>

- Kislyakov, P. A., Shmeleva, E. A., Sergeev, S. E., & Kulikov, S. B. (2020). Social justice based on religious forms of prosociality in Russia. *International Journal of Criminology and Sociology*, 9, 63–73.
- Klein, S. A., Nockur, L., & Reese, G. (2022). Prosociality from the perspective of environmental psychology. *Current Opinion in Psychology*, 44, 182–187. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2021.09.001>
- Kollmuss, A., & Agyeman, J. (2002). Mind the gap: why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, 8, 239–260. <https://doi.org/10.1080/13504620220145401>
- Lee, K., & Ashton, M. C. (2018). Psychometric properties of the HEXACO-100. *Assessment*, 25(5), 543–556. <https://doi.org/10.1177/1073191116659134>
- Lee, K., Ashton, M., Choi, J., & Zachariassen, K. (2015). Connectedness to Nature and to Humanity: their association and personality correlates. *Frontiers in Psychology*, 6, Article 1003. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01003>
- Leontev, M. (2022). Psychological reasons for university students' preference for environmental modes of transportation. *E3S Web of Conferences*, 363, Article 04045. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202236304045>
- Linacre, J. (2022). R Statistics: survey and review of packages for the estimation of Rasch models. *International Journal of Medical Education*, 13, 171–175. <https://doi.org/10.5116/ijme.629d.d88f>
- Masson, T., & Otto, S. (2021). Explaining the difference between the predictive power of value orientations and self-determined motivation for proenvironmental behavior. *Journal of Environmental Psychology*, 73, Article 101555. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2021.101555>
- Mayer, F. S., & Frantz, C. M. P. (2004). The connectedness to nature scale: A measure of individuals' feeling in community with nature. *Journal of Environmental Psychology*, 24, 503–515. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2004.10.001>
- McFarland, S., Webb, M., & Brown, D. (2012). All humanity is my ingroup: A measure and studies of identification with all humanity. *Journal of Personality and Social Psychology*, 103, 830–853.
- Mdivani, M., & Mironova, K. (2023). Types of ecological consciousness in Russian fairy tales. *Ekspieriment'naya Psikhologiya [Ekspierimentalnaya Psikhologiya (Russia)]*, 16(4), 116–128. <https://doi.org/10.17759/exppsy.2023160408> (in Russian)
- Meyer, A. (2015). Does education increase pro-environmental behavior? Evidence from Europe. *Ecological Economics*, 116, 108–121. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.04.018>
- Monk-Turner, E., Blake, V., Chniel, F., Forbes, S., Lensey, L., & Madzuma, J. (2002). Helping hands: A study of altruistic behavior. *Gender Issues*, 20, 65–70. <https://doi.org/10.1007/s12147-002-0024-2>
- Nartova-Bochaver, S., & Muhortova, E. (2020). Questionnaire “People and Plants” (PaP): A study of human relations to the plant world. *Psikhologicheskii Zhurnal*, 41(1), 86–96. <https://doi.org/10.31857/s020595920007984-8> (in Russian)
- Navarro-Villarroel, C. (2011). *Young students' attitudes toward languages* [PhD dissertation]. Iowa State University.
- Neaman, A., Diaz-Siefer, P., Burnham, E., Castro, M., Zabel, S., Dovletyarova, E. A., Navarro-Villarroel, C., & Otto, S. (2021). Catholic religious identity, prosocial and pro-environmental behaviors, and connectedness to nature in Chile. *Gaia-Ecological Perspectives for Science and Society*, 30(1), 44–50. <https://doi.org/10.14512/gaia.30.1.9>
- Neaman, A., Montero, E., Pensini, P., Burnham, E., Castro, M., Ermakov, D. S., & Navarro-Villarroel, C. (2023). Unleashing the power of connection: How adolescents' prosocial propensity drives ecological and altruistic behaviours. *Sustainability*, 15(10), Article 8070. <https://doi.org/10.3390/su15108070>

- Neaman, A., Otto, S., & Vinokur, E. (2018). Toward an integrated approach to environmental and prosocial education. *Sustainability*, 10, 583–594. <https://doi.org/10.3390/su10030583>
- Neaman, A., Pensini, P., Zabel, S., Otto, S., Ermakov, D. S., Dovletyarova, E. A., Burnham, E., Castro, M., & Navarro-Villarroel, C. (2022). The prosocial driver of ecological behavior: The need for an integrated approach to prosocial and environmental education. *Sustainability*, 14(7), Article 4202. <https://doi.org/10.3390/su14074202>
- Nielson, M. G., Padilla-Walker, L., & Holmes, E. K. (2017). How do men and women help? Validation of a multidimensional measure of prosocial behavior. *Journal of Adolescence*, 56, 91–106. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2017.02.006>
- Nolan, J. M., & Schultz, P. W. (2015). Prosocial behavior and environmental action. In W. G. Graziano & D. A. Schroeder (Eds.), *The Oxford handbook of prosocial behavior* (pp. 626–652). Oxford University Press.
- Ockey, G. (2022). Item response theory and many-facet Rasch measurement. In G. Fulcher & L. Harding (Eds.), *Routledge handbook of language testing* (2nd ed., pp. 462–476). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003220756-36>
- Otto, S., & Kaiser, F. G. (2014). Ecological behavior across the lifespan: Why environmentalism increases as people grow older. *Journal of Environmental Psychology*, 40, 331–338. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2014.08.004>
- Otto, S., Neaman, A., Richards, B., & Marió, A. (2016). Explaining the ambiguous relations between income, environmental knowledge, and environmentally significant behavior. *Society & Natural Resources*, 29, 628–632. <https://doi.org/10.1080/08941920.2015.1037410>
- Otto, S., & Pensini, P. (2017). Nature-based environmental education of children: Environmental knowledge and connectedness to nature, together, are related to ecological behaviour. *Global Environmental Change*, 47, 88–94. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.09.009>
- Otto, S., Pensini, P., Zabel, S., Diaz-Siefer, P., Burnham, E., Navarro-Villarroel, C., & Neaman, A. (2021). The prosocial origin of sustainable behavior: A case study in the ecological domain. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions*, 69, Article 102312. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102312>
- Palomo-Vélez, G., Perlaviciute, G., Contzen, N., & Steg, L. (2021). Promoting energy sources as environmentally friendly: does it increase public acceptability? *Environmental Research Communications*, 3(11), Article 115004. <https://doi.org/10.1088/2515-7620/ac32a8>
- Panov, V. (2009). 5-ya rossiiskaya konferentsiya po ekologicheskoi psikhologii [5th Russian conference on ecological psychology]. *Psikhologicheskii Zhurnal*, 30(4), 113–115.
- Panov, V. I. (2024). Ecopsychological conceptualization of psychological resources in the “person-environment (internal, external)” system. *Chelovek*, 35(5), 13–28. <https://doi.org/10.31857/S0236200724050012> (in Russian)
- Panov, V. I., Mdivani, M. O., Khisambeev, R. Sh., & Lidskaya, E. V. (2013). The development of the questionnaire for investigation of ecological consciousness of townspeople in Russia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 86, 384–389. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.584>
- Pfattheicher, S., & Böhm, R. (2018). Honesty-humility under threat: Self-uncertainty destroys trust among the nice guys. *Journal of Personality and Social Psychology*, 114, 179–194. <https://doi.org/10.1037/pspp0000144>
- Pfattheicher, S., Sassenrath, C., & Schindler, S. (2016). Feelings for the suffering of others and the environment: Compassion fosters proenvironmental tendencies. *Environment and Behavior*, 48(7), 929–945. <https://doi.org/10.1177/0013916515574549>

- Rasch, G. (1960). *Studies in mathematical psychology: I. Probabilistic models for some intelligence and attainment tests*. Nielsen & Lydiche.
- Rushton, J. P., Chrisjohn, R. D., & Fekken, G. C. (1981). The altruistic personality and the self-report altruism scale. *Personality and Individual Differences*, 2, 293–302. [https://doi.org/10.1016/0191-8869\(81\)90084-2](https://doi.org/10.1016/0191-8869(81)90084-2)
- Sautkina, E., Agissova, F. B., Ivanova, A. A., Ivande, K. S., & Kabanova, V. S. (2022). Pro-environmental behaviour in Russia. A systematic review. *Eksperimental'naya Psikhologiya [Experimental Psychology (Russia)]*, 15(2), 172–193. <https://doi.org/10.17759/exppsy.2022150213> (in Russian)
- Sautkina, E. V., & Ivanova, A. A. (2023). The role of motivation for environmental protection in predicting pro-environmental behaviour in Russia. *Psychology. Journal of the Higher School of Economics*, 20(4), 623–642. <https://doi.org/10.17323/1813-8918-2023-4-623-642> (in Russian)
- Schultz, P. W., Unipan, J. B., & Gamba, R. J. (2000). Acculturation and ecological worldview among Latino Americans. *Journal of Environmental Education*, 31(2), 22–27. <https://doi.org/10.1080/00958960009598635>
- Soutter, A., Bates, T., & Mottus, R. (2020). Big Five and HEXACO Personality Traits, pro-environmental attitudes, and behaviors: A meta-analysis. *Perspectives on Psychological Science*, 15(4). <https://doi.org/10.1177/1745691620903019>
- Stapp, W. B., Havlick, S., Bennett, D., Bryan Jr., W., Fulton, J., MacGregor, J., Nowak, P., Swan, J., & Wall, R. (1969). The concept of environmental education. *Journal of Environmental Education*, 1, 30–31. <https://doi.org/10.1080/00139254.1969.10801479>
- Tanja Dijkstra, K., Maas, J., van Dijk Wesselius, J., & van den Berg, A. (2019). Children and the natural environment. In L. Steg & J. I. M. de Groot (Eds.), *Environmental psychology: An introduction* (pp. 95–103). John Wiley & Sons.
- Tapia-Fonllem, C., Corral-Verdugo, V., Fraijo-Sing, B., & Durón-Ramos, M. F. (2013). Assessing sustainable behavior and its correlates: A measure of pro-ecological, frugal, altruistic and equitable actions. *Sustainability*, 5(2), 711–723. <https://doi.org/10.3390/su5020711>
- Valko, D. (2021). Environmental attitudes and contextual stimuli in emerging environmental culture: An empirical study from Russia. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 2075–2089. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.05.008>
- Vllasaliu, L. (2011). *Erst prosozial und dann Vegetarier? Über den Zusammenhang zwischen prosozialem und umweltschützendem Verhalten* [Bachelorarbeit][First Prosocial and Then Vegetarian? On the Relationship Between Prosocial and Environment-Protecting Behavior]. Institut für Psychologie, Otto-von-Guericke Universität Magdeburg.
- Wang, Q., Li, L. J., & Li, R. R. (2023). Does improvement in education level reduce ecological footprint? A non-linear analysis considering population structure and income. *Journal of Environmental Planning and Management*, 66(8), 1765–1793. <https://doi.org/10.1080/09640568.2022.2042218>
- Wenner, J. R., & Randall, B. A. (2016). Predictors of prosocial behavior: Differences in middle aged and older adults. *Personality and Individual Differences*, 101, 322–326. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2016.05.367>
- Wright, B. D., Linacre, J. M., Gustafson, J. E., & Martin-Lof, P. (1994). Reasonable mean-square fit values. *Rasch Measurement Transactions*, 8, 370–371.
- Zelezny, L. C., Chua, P. P., & Aldrich, C. (2000). Elaborating on gender differences in environmentalism. *Journal of Social Issues*, 56(3), 443–457. <https://doi.org/10.1111/0022-4537.00177>

МЕТОДИКА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПРОПУЩЕННОГО ЦВЕТА ПО АНАЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОБЪЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ СПОСОБНОСТИ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ ЦВЕТА

В.П. ИВАНУШКО^а, В.С. ВАСИЛЕНКО^{а,б}, Е.В. ПЕЧЕНКОВА^а

^а *Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, Россия, Москва, ул. Мясницкая, д. 20*

^б *Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, 119571, Россия, Москва, просп. Вернадского, д. 82, стр. 1*

Imaginary Completion of Color Sequence by Analogy as a Tool for Objective Assessment of Mental Imagery of Color

V.P. Ivanushko^а, V.S. Vasilenko^{а,б}, E.V. Pechenkova^а

^а *HSE University, 20 Myasnitskaya Str., Moscow, 101000, Russian Federation*

^б *Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, 82 bld. 1 Vernadsky Ave., Moscow, 119571, Russian Federation*

Резюме

Можно выделить два аспекта зрительного воображения — объектное воображение, связанное с репрезентацией в мысленных образах изобразительных признаков, и пространственное, связанное с репрезентацией пространственных отношений и преобразований. Одна из методических проблем в психологии воображения состоит в том, что оценка пространственного воображения производится преимущественно с помощью тестовых заданий, позволяющих объективно оценить сформированные человеком образы представления, тогда как объектное воображение оценивается преимущественно на основе субъективных оценок (самоотчета о

Abstract

Object imagery, representing pictorial features, and spatial imagery, representing spatial relations and transformations, are two aspects of visual mental imagery distinguished in the literature. While spatial imagery is assessed primarily with performance tests that allow an objective assessment of mental images, object imagery is assessed mainly on the basis of subjective self-report on imagery vividness. Aiming to fill this methodological gap, we developed an experimental task for color imagery, allowing an objective assessment of imagery performance.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 23-28-01561; <https://rscf.ru/project/23-28-01561/>).

This research was supported by the Russian Science Foundation, project # 23-28-01561, <https://rscf.ru/project/23-28-01561/>.

яркости образов). В связи с этим мы разработали экспериментальную задачу на представление цвета, допускающую объективную оценку правильности ее выполнения. Мы опирались на структуру методического «золотого стандарта» исследований пространственного воображения — методику Р. Шепарда и Ж. Метцлер, направленную на изучение мысленного вращения и включающую параметрически заданные уровни сложности, измерение точности и времени реакции и минимальные возможности вербализации материала. Два уровня сложности разработанной задачи представления пропущенного цвета по аналогии, требующие анализа цветов внутри одного оттенка, были использованы в пилотном исследовании на выборке из 35 испытуемых в возрасте 18–22 лет. Полученные результаты свидетельствуют о том, что целый ряд испытуемых (37%) способны формировать соответствующие требованиям задачи дифференцированные репрезентации цвета, хотя доля таких людей в популяции, предположительно, значительно меньше, чем доля людей, дающих высокие субъективные оценки своим мысленным образам в задачах на представление цветных объектов и сцен по вербальному описанию. Для более подробного представления об объективной характеристике распределения способности к представлению цвета и ее возможных механизмов в популяции потребуется проведение дальнейших исследований на более обширных выборках с использованием дополнительных контрольных задач.

Ключевые слова: мысленные образы, зрительное воображение, объектное воображение, воображение цвета, репрезентация, время реакции.

Иванушко Вера Павловна — стажер-исследователь, научно-учебная лаборатория когнитивных исследований, департамент психологии, факультет социальных наук, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики».

Сфера научных интересов: когнитивные исследования, зрительное воображение, нейровизуализация.

Контакты: ivanushkovera@gmail.com

Василенко Варвара Сергеевна — стажер-исследователь, научно-учебная лаборатория когнитивных исследований, департамент психологии,

We took as a basis the structure of the methodological “gold standard” for the studies of spatial imagery — the Shepard and Metzler mental rotation task. Its important features are parametrically specified levels of complexity, measurement of the accuracy and reaction time, and restricted options for verbalizing. Our missing-color task requires mental construction of the missing color by analogy. Two levels of difficulty of the task with color sequences within a single hue were used in a pilot study on a sample of 35 young adults. The results indicate that a number of participants (37% in our sample) are able to generate task-relevant and differentiated representations of color, although the proportion of such people in the population is presumably significantly smaller than the proportion of people who provide high subjective ratings of their mental images in tasks requiring imagination of colored objects and scenes from verbal description. A more detailed understanding of the population distribution of color imagery performance and of possible mechanisms beyond it will require further research on larger samples, as well as developing additional control tasks.

Keywords: mental imagery, visual imagery, object visual imagery, imagery of color, representation, reaction time.

Vera P. Ivanushko — Research Assistant, Laboratory for Cognitive Research, School of Psychology, Faculty of Social Sciences, HSE University. Research Area: cognitive studies, visual imagery, neuroimaging.

E-mail: ivanushkovera@gmail.com

Varvara S. Vasilenko — Research Assistant, Laboratory for Cognitive Research, School of Psychology, Faculty

факультет социальных наук, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»; старший преподаватель, кафедра общей психологии, факультет психологии, Институт общественных наук, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации.

Сфера научных интересов: когнитивная психология, воплощенное познание, воображение.

Контакты: vvasil5664@gmail.com

Печенкова Екатерина Васильевна — заведующая лабораторией, научно-учебная лаборатория когнитивных исследований, департамент психологии, факультет социальных наук, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», кандидат психологических наук.

Сфера научных интересов: нейрокогнитивные исследования, когнитивная психология, зрительное внимание, рабочая память, зрительное воображение, нейровизуализация.

Контакты: epechenkova@hse.ru

of Social Sciences, HSE University; Senior Lecturer, Chair of General Psychology, Department of Psychology, Institute of Social Sciences, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, MSc in Psychology.

Research Area: cognitive psychology, embodied cognition, mental imagery.

E-mail: vvasil5664@gmail.com

Ekaterina V. Pechenkova — Head of the Laboratory, Laboratory for Cognitive Research, School of Psychology, Faculty of Social Sciences, HSE University, PhD in Psychology.

Research Area: neurocognitive studies, cognitive psychology, visual attention, working memory, visual imagery, neuroimaging.

E-mail: epechenkova@hse.ru

Зрительное воображение — это совокупность квазиперцептивных процессов, позволяющих создавать зрительные образы представления и оперировать ими без непосредственного воздействия релевантных этим образам стимулов на органы чувств (Farah et al., 1988; Marks, 2023). Процессы зрительного воображения могут протекать как при минимальной зрительной стимуляции (например, с закрытыми глазами), так и одновременно с процессами зрительного восприятия, в том числе в режиме взаимодействия с ними (например, представление отсутствующего объекта в наблюдаемой сцене; Marks, 2023). Часто выделяются два аспекта зрительного воображения: объектный и пространственный. Объектное зрительное воображение связано с репрезентацией изобразительных признаков объектов, таких как цвет, яркость, текстура, а пространственное — с представлениями о пространстве, расположении объектов, соотношении их частей, а также с пространственными трансформациями образов во внутреннем плане (Farah et al., 1988; Kozhevnikov et al., 2005).

Данные в пользу теории, выделяющей объектный и пространственный аспекты зрительного воображения (см. обзор: Blazhenkova, Pechenkova, 2019), были получены в области дифференциальной психологии и психодиагностики: показано существование относительно независимых индивидуальных различий по способностям к объектному и пространственному воображению, причем шкалы по каждому из аспектов воображения связаны с успешностью в соответствующем роде профессиональной деятельности — изобразительном искусстве или точных науках, а также в области нейропсихологии: задокументированы

избирательные нарушения объектного и пространственного воображения при локальных поражениях головного мозга.

Для оценки зрительного воображения в научных и практических исследованиях используются самоотчетные и тестовые психометрические методики. Одной из самых распространенных самоотчетных методик является опросник живости зрительного воображения (Vividness of Visual Imagery Questionnaire, VVIQ; Marks, 1973). Участнику предлагается представить детализированные цветные сцены (например, восход солнца), а затем оценить по шкале от 1 до 5, насколько ярким получился образ: от ситуации, когда человек только думает о сцене, но сам образ отсутствует, до максимально ясного и яркого образа, как будто человек видит сцену наяву. В силу специфики предлагаемого для представления материала (участников просят представить объекты, в том числе лица, а также детализированные сцены; в вопросах делается акцент на цвет и форму объектов, а не на пространственные отношения между ними), данная методика позволяет получить субъективные оценки преимущественно объектного воображения (Blazhenkova, 2016).

Для оценки пространственного воображения существуют надежные тестовые методики, наиболее известная среди которых — задача мысленного вращения (Shepard, Metzler, 1971), ставшая методическим «золотым стандартом» в поведенческих и психофизиологических исследованиях мысленных образов. В то же время тестовых методик, адресованных объектному воображению, крайне мало. В недавно вышедшей обширной обзорной работе А. Спанья и коллеги выделяют пять основных областей исследования зрительного воображения, из которых согласно принятой нами классификации одну (представление траекторий и вращения) можно отнести к пространственному воображению, а четыре (представление лиц, цвета, формы, букв) — к объектному (Spagna et al., 2024). Хотя цвет является признаком, а не объектом, по сравнению с представлением лиц, форм и букв представление цвета несет в себе минимальный пространственный компонент. Таким образом, его можно рассматривать как чистый случай объектного воображения, и в данной работе мы сосредоточимся только на представлении цвета.

Для представления цвета существуют методики сравнения объектов по заданному признаку, являющиеся разновидностью задачи обследования образов (object inspection task), — мысленное сравнение цветового тона (mental hue comparison task; Shuren et al., 1996) или светлоты (color imagery task; Palermo et al., 2022) и задача цветового третьего лишнего. В первом случае предлагается сравнить по памяти цвет двух предметов («если сравнить цвет сливы и баклажана, в каком больше красного оттенка?»), а во втором — трех предметов, например, сливочного масла, яичного желтка и американского школьного автобуса, и ответить, какие два предмета больше похожи по цвету, а какой отличается (Shuren et al., 1996). Также предпринимались попытки косвенной оценки представления цвета на основе его влияния на последующее восприятие. Для этого разрабатывались задачи на представление беспредметного цвета, заполняющего заданную область экрана, на основании вербальной подсказки или черно-белого изображения предмета, устойчиво

ассоциирующегося с определенным цветом, например лимона (Chang et al., 2013; Wantz et al., 2015).

Перечисленные задачи обладают двумя существенными недостатками: во-первых, в их выполнении большую роль играют долговременная память и знакомость объектов и цветов, а также речевые процессы; во-вторых, трудно параметрически задать их уровень сложности.

В попытке преодолеть указанные сложности мы предложили задачу представления пропущенного цвета по аналогии, позволяющую объективно оценивать способность представлять цвет, и провели пилотное исследование для проверки возможностей этой методики. В ходе задачи участникам предлагается представить «пропущенный» цвет согласно некоторой закономерности и выбрать его из двух вариантов ответа. Данная форма задачи позволяет не только индуцировать процесс воображения (представления цвета, отсутствующего в момент решения в восприятии), но и верифицировать результат этого процесса.

Методический прием представления цвета, «пропущенного» в предъявленном испытуемому цветовом ряду, уже предлагался для изучения зрительного воображения (Blazhenkova et al., 2022). Однако в случае, когда требуется представить «средний» цвет, равноудаленный от двух других в цветовом пространстве, задача потенциально может решаться за счет вычисления зрительных статистик, протекающего автоматически, без вовлечения произвольного зрительного воображения (Maule, Franklin, 2015). В связи с этим в предложенной нами задаче используются цветовые ряды из четырех элементов, в которых пропущенный элемент отличается от среднего цвета всех предъявленных на экране стимулов. Кроме того, от участников требуется сначала понять правило построения цветового ряда на основе полного ряда-эталона и лишь затем, когда эталон уже исчез из поля зрения, перенести правило по аналогии на тестовый ряд. Использование эталонного ряда и аналогии исключает возможность решения предложенных задач только на основе текущего содержания поля восприятия. Ряд-эталон, тестовый ряд и отсутствие текстовых описаний материала также позволяют в значительной степени исключить потенциальное замещение процессов порождения образов вербальной обработкой материала в рабочей памяти.

В ходе разработки мы опирались на структуру методики мысленного вращения, включающую параметрически заданные уровни сложности, измерение точности и времени реакции и минимальные возможности вербализации материала. Уровни сложности задаются удаленностью стимула-дистрактора от правильного ответа внутри того же оттенка в цветовом пространстве (правильный выбор смогут осуществить участники, способные к более дифференцированному представлению цветов). Мы предположили, что у участников, способных к произвольной репрезентации цвета в мысленных образах, будут наблюдаться значимые различия в точности и времени ответа при выполнении задач разного уровня сложности.

Метод

Участники

В онлайн-исследовании приняли участие 40 человек из российского академического сообщества в возрасте от 18 до 22 лет, из них 39 женщин. Все участники заявили об отсутствии нарушений цветового зрения. Пять человек не завершили процедуру, и их данные были исключены из обработки.

Материалы

В основной части исследования использовались две методики: онлайн-эксперимент с задачей представления пропущенного цвета по аналогии и опросник яркости объектного и пространственного воображения (Visual Object and Spatial Imagery, VOSI; Blazhenkova, 2016). Также заполнялась электронная форма, содержащая демографические вопросы и шкалы Ликерта (от 1 до 7) для оценки прошлого опыта в областях, связанных с развитием объектного (сбор цветowych пазлов, работа художником или фотографом, написание картин) и пространственного (создание 3D-моделей, 3D-печать, игры в объемные головоломки) воображения. Список вопросов представлен в репозитории OSF (<https://osf.io/8apj4>).

Пункты и инструкция опросника VOSI сходны с опросником VVIQ, но предлагаемые задания относятся к двум группам: представление объектов и сцен с акцентом на цвете, форме и текстуре и представление пространственных отношений (планы, механизмы, маршруты). Оценки яркости образов по каждому вопросу даются по шкале от 1 (отсутствие зрительного образа) до 5 (максимальная яркость). Использовались 28 из 69 вопросов обновленной версии опросника VOSI-2, находящейся в стадии разработки (Blazhenkova et al., 2022; полная версия доступна в репозитории OSF: <https://osf.io/4u8fg/>). Для каждой из двух шкал были выбраны те пункты, которые также входили в исходную версию VOSI (по 14 вопросов); они были переведены на русский язык (использованные переводы представлены в репозитории OSF: <https://osf.io/9rmcs>). Подсчитывалась сумма оценок яркости образов по вопросам каждой шкалы. По каждой из шкал объектного и пространственного воображения участники могли набрать от 14 (полное отсутствие мысленных образов) до 70 (максимально яркие образы) баллов.

Стимульный материал методики с представлением пропущенного цвета был организован как библиотека из 80 пар аналогичных последовательностей цветowych стимулов: эталонного набора четырех цветов и тестового набора с «пропущенным» цветом, который представлен пустым квадратиком на второй или третьей позиции в ряду.

Все цвета в одном ряду (эталонном или тестовом) имели общий цветовой тон, но градации оттенков могли быть расположены по возрастанию, по убыванию или в двух псевдослучайных порядках, всего использовалось четыре различных принципа организации («правила»). Использование только одного

цветового тона в ряду уменьшало возможность вербального кодирования стимулов. Уровень сложности задач задавался цветовой удаленностью стимула-дистрактора от правильного ответа внутри того же оттенка: на 100 (сложные) или на 200 баллов (легкие) в библиотеке «2014 Material Design color palettes».

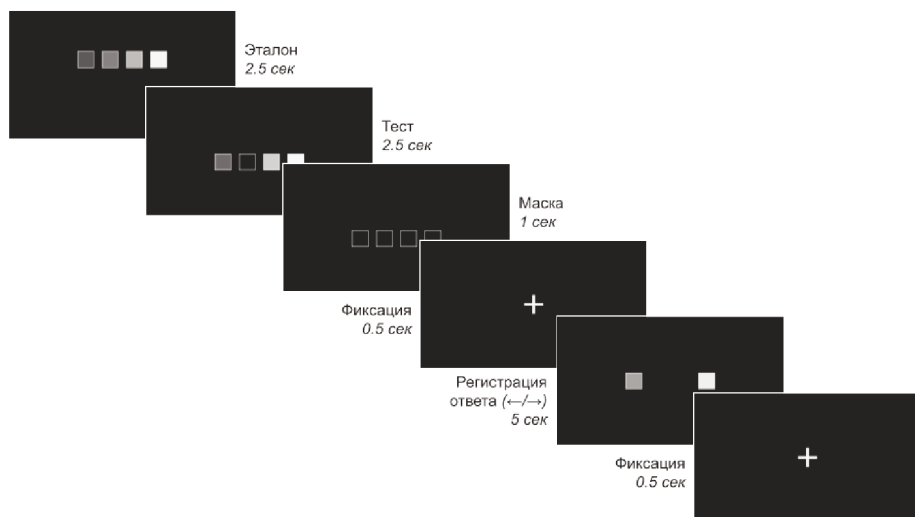
Методика реализована в среде PsychoPy и доступна в репозитории OSF: <https://osf.io/wya4u/>.

Процедура

После заполнения электронной формы (демографическая информация, опыт деятельности, связанной с воображением, опросник VOSI) участник на собственном компьютере проходил онлайн-эксперимент с задачей представления пропущенного цвета на платформе Pavlovia (pavlovia.org). Эксперимент включал тренировочный (8 задач с обратной связью) и основной (80 задач без обратной связи) этапы. Внутри одной пробы одна за другой по 2.5 сек. предъявлялись эталонная и тестовая последовательности цветов, после чего на 1 сек. предъявлялась маска для ослабления сенсорного следа и на 0.8 сек. пустой экран с фиксационным крестом в центре (рисунк 1). Варианты ответа предъявлялись на 5 сек. независимо от скорости ответов, участник выбирал один из вариантов нажатием клавиш «влево» или «вправо». Участникам сообщалось, что в каждой задаче оба ряда цветов сделаны по единому правилу и необходимо представить пропущенный цвет по аналогии согласно этому правилу и дать ответ не только как можно точнее, но и как можно быстрее.

Рисунок 1

Порядок предъявления стимулов в рамках одной пробы в задаче представления пропущенного цвета по аналогии



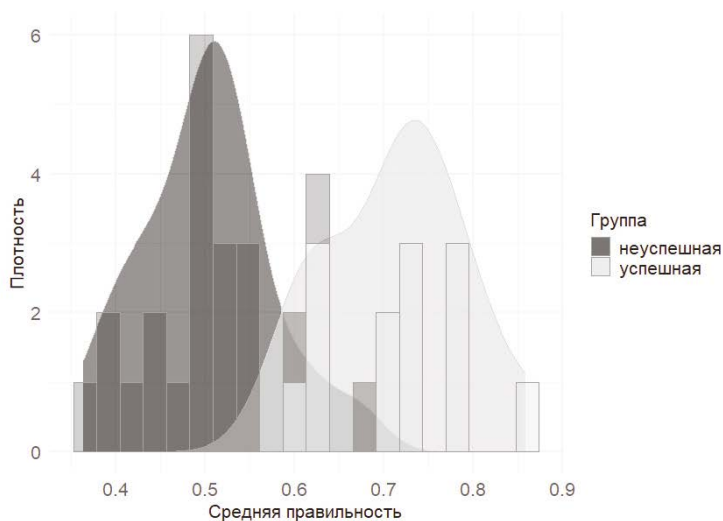
Результаты

В обработку были включены данные 35 человек. В ходе первичной обработки данных были удалены 112 наблюдений (4.7%) в качестве выбросов по времени ответа относительно медианного абсолютного отклонения ($\pm 3 \cdot \text{MAD}$, $\text{MAD} = 0.51$ сек.). Статистически значимое отличие от уровня случайного угадывания (50%) внутри одного уровня сложности для одного участника достигается при 70% правильных ответов (хи-квадрат, односторонняя гипотеза, $p < 0.05$). Распределение процента правильных ответов оказалось бимодальным, с пиками на 45–50% и 70–75%. Для легких задач 70% и более правильных ответов было зафиксировано у 13 человек, для сложных — у 2 человек. Таким образом, можно выделить группы успешно ($n = 13$) и неуспешно ($n = 22$) справившихся с заданием участников (рисунок 2). Средняя правильность выполнения в группе успешно справившихся — 81% для легких задач, 62% для сложных. В группе несправившихся — 49% и 51.1% соответственно.

Средний суммарный балл по шкале объектного воображения VOSI по всей выборке составил 53.9 ± 7.7 балла, в успешной подгруппе — 56.2 ± 6.4 балла; по шкале пространственного воображения — 37.1 ± 8.5 , у успешной группы — 39.8 ± 7.5 . Успешная группа оценивала свой опыт в сферах деятельности, связанных с объектным воображением, в среднем на 3.48 балла из 7 (разброс 4.25), а неуспешная на 4.04 (разброс 5.75). Правильность ответов ни на одном из уровней сложности не была значимо связана с баллами по шкале объектного воображения VOSI (коэффициент корреляции Спирмена, $\rho = 0.218$, $p = 0.217$; $\rho = 0.117$, $p = 0.506$), с баллами по шкале пространственного воображения

Рисунок 2

Гистограмма распределения средней правильности ответа в успешной (> 70% правильных ответов в легких задачах) и неуспешной (< 70% в легких задачах) группах



VOSI ($\rho = 0.205$, $p = 0.237$; $\rho = 0.087$, $p = 0.621$) или оценкой опыта в областях деятельности, релевантных для объектного воображения ($\rho = 0.202$; $p = 0.251$; $\rho = 0.198$, $p = 0.262$).

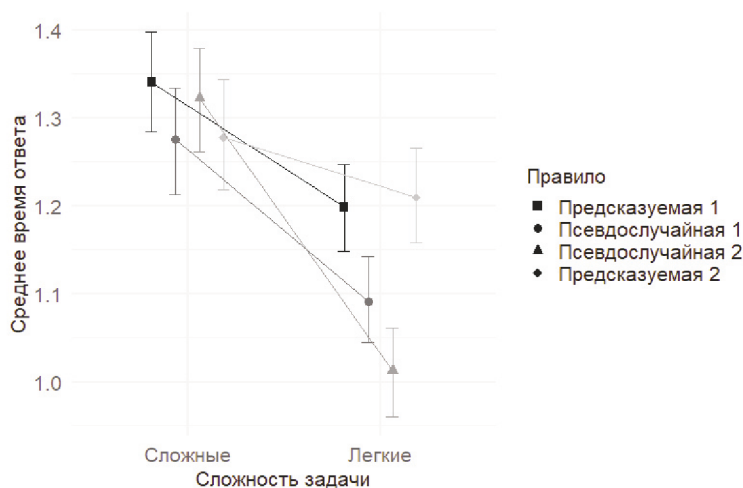
Для анализа времени ответов использовался трехфакторный дисперсионный анализ с факторами «Участник» (включен для учета индивидуальных различий при повторных измерениях, количество уровней равно количеству участников), «Правило» (четыре уровня, соответствующие четырем правилам организации цветовой последовательности) и «Сложность» (два уровня — легкие и сложные задачи, различающиеся по цветовой удаленности стимула-дистрактора и правильного ответа). По данным всей выборки были обнаружены основные эффекты факторов «Участник»: $F(33; 2071) = 5.62$, $p < 0.001$; «Правило»: $F(3; 2071) = 6.07$, $p < 0.001$; «Сложность»: $F(1; 2071) = 81.98$, $p < 0.001$, а также значимые взаимодействия факторов «Правило» $\times$ «Сложность»: $F(3; 2071) = 6.75$, $p < 0.001$; «Участник» $\times$ «Правило»: $F(102; 2071) = 1.44$, $p = 0.003$ (рисунок 3). Участники решали сложные задачи медленнее, чем легкие; также при попарных сравнениях с поправкой Бонферрони значимо отличались друг от друга правила: предсказуемое № 1 (градиент от светлого к темному) — псевдослучайное № 1 ($p = 0.008$), предсказуемое № 1 — псевдослучайное № 2 ($p = 0.004$).

Статистически значимая зависимость времени ответа от уровня сложности была обнаружена также в успешной ($F(1; 818) = 47.66$, $p < 0.001$) и неуспешной ($F(1; 1421) = 32.35$, $p < 0.001$) подгруппах по отдельности, зависимость от правила — только в успешной ($F(3; 678) = 4.89$, $p = 0.002$).

При рассмотрении времени ответа только для правильных ответов мы использовали смешанную линейную модель с фиксированными эффектами

Рисунок 3

Порядок предъявления стимулов в рамках одной пробы в задаче представления пропущенного цвета по аналогии



сложности и правила, случайным эффектом правильности ответа и кластеризующим фактором участника. Статистически значимыми оказались основные эффекты: «Сложность» ($F(1; 1934.1) = 110.55, p < 0.001$), «Правило» ($F(3; 1923.1) = 8.60, p < 0.001$), а также взаимодействие «Сложность» $\times$ «Правило» ($F(1; 1929.1) = 7.98, p < 0.001$).

Для анализа точности ответа мы использовали бинарную логистическую регрессию с пошаговым удалением предикторов на основе отношения правдоподобия. В успешной группе статистически значимыми оказались эффекты факторов «Сложность» ($B = 1.021, SE = 0.166, p < 0.001$) и «Правило» ($B = 0.670, SE = 0.164, p < 0.001$). В неуспешной группе был значим только эффект фактора «Правило»: $B = 0.588, SE = 0.107, p < 0.001$.

Обсуждение

Предложенная нами экспериментальная задача на представление пропущенного цвета по аналогии обладает рядом характеристик, важных для объективного изучения возможностей объектного зрительного воображения в поведенческих и психофизиологических исследованиях (Печенкова и др., 2024). Она не может выполняться без обращения к мысленным образам, например, только за счет извлечения информации из долговременной памяти или исходя из текущих условий, представленных в поле восприятия; не апеллирует к специальным знаниям; минимизирует возможности вербального кодирования; имеет минимальный пространственный компонент; позволяет объективно оценить правильность решения; позволяет параметрически варьировать уровень сложности и создавать большое количество однотипных проб.

Треть участников обследованной выборки оказались способны решать предложенную задачу на уровне, достоверно превышающем случайное угадывание, что говорит об их способности произвольно формировать репрезентацию цвета на основе анализа предварительно обследованной зрительной сцены. В силу небольшого размера выборки оценку доли таких людей можно считать очень предварительной, для ее уточнения потребуются масштабное исследование. Кроме того, оценка может оказаться заниженной в силу повышенных требований к решателю: для успешного выполнения задачи необходимо не только способность к порождению мысленных образов, но и понимание визуальных аналогий.

Примечательно, что все участники, а не только успешно справившиеся с задачей, субъективно оценивали живость своих цветных мысленных образов (объектная шкала опросника VOSI) достаточно высоко (в среднем почти на 4 балла, что соответствует описанию «представляет ясно и достаточно ярко»). В выборке не было ни одного участника, чьи оценки яркости образов были бы не выше 2 баллов по всем вопросам из VOSI, что могло бы сигнализировать о наличии афантазии. Связи с объективной продуктивностью не наблюдалось не только для субъективных оценок мысленных образов, но для субъективных оценок опыта в сферах, релевантных для объектного воображения.

Чтобы прояснить причины отсутствия этой связи, необходимо понять, насколько различается процесс решения задачи в двух подгруппах. Поскольку время ответа значимо зависит от уровня сложности в обеих подгруппах, то можно отбросить предположение, что в неуспешной подгруппе, в которой средняя точность ответа составляла около 50%, испытуемые решали задачу путем случайного угадывания. Об этом же говорит и тот факт, что правило организации цветов в ряду (но не расстояние между вариантами ответа в цветовом пространстве) оказывало значимый эффект на точность ответа в неуспешной подгруппе (упорядоченные ряды оказывались легче, тогда как для успешной подгруппы парадоксальным образом оказались легче неупорядоченные). В совокупности эти результаты заставляют предположить, что испытуемые, не справляющиеся с задачей, все же формируют репрезентацию пропущенного цвета, однако она недостаточно дифференцирована, чтобы обеспечить верное решение.

В успешной подгруппе правило организации ряда влияет не только на точность, но и на время ответа, что свидетельствует о том, что эти испытуемые используют репрезентации эталонного и тестового рядов как на этапе первичного анализа условий, так и на этапе выбора ответа.

Для уточнения полученных результатов необходимы дальнейшие исследования, которые предполагают расширение выборки, а также включение дополнительных легких задач на цветовые аналогии (например, цветовой ряд, включающий не оттенки одного тона, а несколько цветовых тонов) и контрольных задач, которые позволили бы оценить дифференциацию репрезентаций цвета на основе стимулов, представленных в поле восприятия (без обращения к мысленным образам). Таким образом, дальнейшие исследования будут способствовать описанию способности к воображению цвета на всем континууме ее выраженности, включая обнаруженную в данном исследовании большую группу людей, не справляющихся с представлением невербализуемых цветов.

Литература

Печенкова, Е. В., Рачинская, М. Е., Иванушко, В. П., Василенко, В. С., Мершина, Е. А. (2024). Обзор экспериментальных задач на объектное зрительное воображение и их применимости в психофизиологических исследованиях. *Вопросы психологии*, 6, 105–115.

Ссылки на зарубежные источники см. в разделе *References*.

References

- Blazhenkova, O. (2016). Vividness of object and spatial imagery. *Perceptual and Motor Skills*, 122(2), 490–508. <https://doi.org/10.1177/0031512516639431>
- Blazhenkova, O., Duman, I., Deryalar, B., Umitli, O., Aydinlar, A., Togal, I., Akbas, P., Kanero, J., Pechenkova, E., & Vasilenko, V. (2022). Development of imagery assessments. In *Abstracts of the Psychonomic Society, 63rd Annual Meeting* (Vol. 27, p. 368). A Psychonomic Society Publication.

- https://www.psychonomic.org/resource/resmgr/annual_meeting/2022_meeting/ps22_abstract_book_10.27.22.pdf
- Blazhenkova, O., & Pechenkova, E. (2019). The two eyes of the blind mind: object vs. spatial aphantasia? *The Russian Journal of Cognitive Science*, 6(4), 51–65. <https://doi.org/10.47010/19.4.5>
- Chang S., Lewis D. E., & Pearson J. (2013). The functional effects of color perception and color imagery. *Journal of Vision*, 13(10), Article 4. <https://doi.org/10.1167/13.10.4>
- Farah, M. J., Hammond, K. M., Levine, D. N., & Calvanio, R. (1988). Visual and spatial mental imagery: Dissociable systems of representation. *Cognitive Psychology*, 20(4), 439–462.
- Kozhevnikov, M., Kosslyn, S. M., & Shepard, J. (2005). Spatial versus object visualizers: A new characterization of visual cognitive style. *Memory and Cognition*, 33, 710–726. <https://doi.org/10.3758/bf03195337>
- Marks, D. F. (1973). Visual imagery differences in the recall of pictures. *British Journal of Psychology*, 64(1), 17–24. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1973.tb01322.x>
- Marks, D. F. (2023). The action cycle theory of perception and mental imagery. *Vision*, 7(1), Article 12. <https://doi.org/10.3390/vision7010012>
- Maule, J., & Franklin, A. (2015). Effects of ensemble complexity and perceptual similarity on rapid averaging of hue. *Journal of Vision*, 15(4), Article 6. <https://doi.org/10.1167/15.4.6>
- Palermo, L., Boccia, M., Piccardi, L., & Nori, R. (2022). Congenital lack and extraordinary ability in object and spatial imagery: An investigation on sub-types of aphantasia and hyperphantasia. *Consciousness and Cognition*, 103, Article 103360. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2022.103360>
- Pechenkova, E. V., Rachinskaya, M. E., Ivanushko, V. P., Vasilenko, V. S., & Merzhina, E. A. (2024). Review of experimental tasks for the study of object visual imagery and their applicability in psychophysiological research. *Voprosy Psikhologii*, 6, 105–115. (in Russian)
- Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171(3972), 701–703.
- Shuren, J. E., Brott, T. G., Schefft, B. K., & Houston, W. (1996). Preserved color imagery in an achromatopsic. *Neuropsychologia*, 34(6), 485–489. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(95\)00153-0](https://doi.org/10.1016/0028-3932(95)00153-0)
- Spagna, A., Heidenry, Z., Miselevich, M., Lambert, C., Eisenstadt, B. E., Tremblay, L., & Bartolomeo, P. (2024). Visual mental imagery: Evidence for a heterarchical neural architecture. *Physics of Life Reviews*, 48, 113–131.
- Wantz, A. L., Borst, G., Mast, F. W., & Lobmaier, J. S. (2015). Colors in mind: A novel paradigm to investigate pure color imagery. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 41(4), Article 1152. <https://doi.org/10.1037/xlm0000079>

МОТИВАЦИЯ ЧТЕНИЯ, ЧИТАТЕЛЬСКАЯ ГРАМОТНОСТЬ И ПРОБЛЕМНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРНЕТА У ПОДРОСТКОВ

**М.С. ВЛАСОВ^а, О.А. СЫЧЕВ^{а,б}, К.И. БЕЛОУСОВ^{а,с},
О.В. ТОРОПЧИНА^а, Ю.Г. БАБИЧЕВА^а, Т.В. ГАВРУТЕНКО^а**

^а Алтайский государственный педагогический университет, Бийский филиал имени В.М. Шукшина, 659333, Российская Федерация, г. Бийск, ул. Короленко, д. 53

^б Московский институт психоанализа, 121170, Российская Федерация, г. Москва, Кутузовский проспект, д. 34, стр. 14

^с Белорусский государственный университет иностранных языков, 220034, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Захарова, д. 21

Reading Motivation, Reading Literacy, and Problematic Internet Use in Adolescents

**M.S. Vlasov^а, O.A. Sychev^{а,б}, K.I. Belousov^{а,с}, O.V. Toropchina^а,
Y.G. Babicheva^а, T.V. Gavrutenko^а**

^а Altai State Pedagogical University, Biysk Branch named after V.M. Shukshin, 53 Korolenko Str., Biysk, 659333, Russian Federation

^б Moscow Institute of Psychoanalysis, bld. 1434 Kutuzovskiy Ave., Moscow, 121170, Russian Federation

^с Belarusian State University of Foreign Languages, 21 Zakharova Str., Minsk, 220034, Republic of Belarus

Резюме

В статье рассматривается мотивация развлекательного чтения школьников как субъективный фактор, связанный с объемом чтения и читательской грамотностью, развивающейся

Abstract

The article discusses motivation for recreational reading in secondary school students as a subjective factor associated with reading amount and reading literacy,

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства просвещения РФ в рамках реализации государственного задания на выполнение прикладной НИР по теме «Взаимосвязь проблемного использования интернета, читательской мотивации и читательских навыков у обучающихся городских и сельских школ» (государственное задание № 073-00014-24-07, № ПТНИ 1023032200007-4-5.1.1; 6.2.6, номер госрегистрации НИР 124120300005-4).

The study was supported by the Ministry of Education of the Russian Federation as part of the implementation of the state assignment for applied research “The relationship between problematic Internet use, reading motivation and reading skills of secondary school students in urban and rural schools” (state assignment No. 073-00014-24-07, No. PTNI 1023032200007-4-5.1.1; 6.2.6, state registration number of research 124120300005-4).

по мере приобретения читательского опыта. В основу исследования положена теория самодетерминации, в рамках которой выделяют автономную мотивацию, отражающую собственные интересы и ценности; контролируемую мотивацию, основанную на внешнем давлении или ориентации на чужие ожидания, и амотивацию как утрату смысла деятельности. В ходе обзора обосновано предположение о том, что проблемное использование Интернета у школьников связано со снижением автономной мотивации, повышением контролируемой мотивации и амотивации, а также со снижением объема чтения и читательской грамотности. Для проверки этой гипотезы было проведено корреляционное исследование на выборке из 446 российских учащихся 5–9-х классов. На основе аналогичного англоязычного опросника для настоящего исследования была разработана методика оценки мотивации чтения у школьников. Результаты корреляционного анализа подтвердили предположение о наличии обратной связи проблемного использования Интернета с автономной мотивацией чтения и прямых связей с контролируемой мотивацией и амотивацией. Автономная мотивация и амотивация показали предсказуемые корреляции с объемом чтения и читательской грамотностью. С помощью структурного моделирования было установлено, что проблемное использование Интернета показывает опосредованный через мотивацию негативный эффект как на объем чтения, так и на читательскую грамотность. Полученные результаты соответствуют представлениям о том, что проблемное использование Интернета подрывает мотивацию подростков к развлекательному чтению и через это приводит к снижению читательской активности и грамотности. Вместе с тем с учетом корреляционного дизайна исследования можно также предполагать, что интерес и любовь к чтению у подростков могут, в свою очередь, служить защитным фактором в отношении проблемного использования Интернета.

Ключевые слова: мотивация чтения, автономная мотивация, контролируемая мотивация, проблемное использование Интернета, вовлеченность в чтение, читательская грамотность.

which develops as they gain reading experience. The study is based on the self-determination theory, which identifies autonomous motivation, reflecting one's own interests and values; controlled motivation, based on external pressure or orientation toward other people's expectations, and amotivation as a loss of meaning in an activity. The review provides a rationale that problematic Internet use in secondary school students is associated with a decrease in autonomous motivation, an increase in controlled motivation and amotivation, as well as a decrease in reading amount and reading literacy. To test this hypothesis, a correlation study was conducted on a sample of 446 Russian students in grades 5–9. Based on a similar English-language questionnaire, a methodology for assessing reading motivation in schoolchildren was developed for this study. The results of the correlation analysis confirmed the hypothesis of an inverse relationship between problematic Internet use and autonomous reading motivation and direct relationships with controlled motivation and amotivation. Autonomous motivation and amotivation showed predictable correlations with reading amount and reading literacy. Using structural equation modeling (SEM), it was found that problematic Internet use had a negative effect on both reading amount and reading literacy mediated through motivation. The results obtained are consistent with the idea that problematic Internet use undermines adolescents' motivation for recreational reading and, through this, leads to a decrease in reading activity and reading literacy. At the same time, given the correlational design of the study, it can also be assumed that interest and passion for reading in adolescents may, in turn, serve as a protective factor in relation to problematic Internet use.

Keywords: reading motivation, autonomous motivation, controlled motivation, problematic Internet use, reading engagement, reading literacy.

Власов Михаил Сергеевич — начальник, научно-исследовательский отдел; доцент, кафедра русского языка и литературы, Алтайский государственный педагогический университет, Бийский филиал имени В.М. Шукшина, кандидат филологических наук, доцент. Сфера научных интересов: психолингвистика, когнитивная психология, чтение. Контакты: vlasov_mikhailo@mail.ru

Сычев Олег Анатольевич — старший научный сотрудник, научно-исследовательский отдел, Алтайский государственный педагогический университет, Бийский филиал имени В.М. Шукшина; доцент, кафедра психотерапии качества жизни, Московский институт психоанализа, кандидат психологических наук, доцент. Сфера научных интересов: позитивная психология личности, мотивация, теория самодетерминации. Контакты: osn1@mail.ru

Белюсов Константин Игоревич — научный сотрудник, научно-исследовательский отдел, Алтайский государственный педагогический университет, Бийский филиал имени В.М. Шукшина; профессор, кафедра теоретической и прикладной лингвистики, Белорусский государственный университет иностранных языков (Республика Беларусь), доктор филологических наук (лингвистика). Сфера научных интересов: когнитивная лингвистика, компьютерная лингвистика, экспертные и машинные методы анализа текста. Контакты: belousovki@gmail.com

Торопчина Ольга Викторовна — специалист, научно-исследовательский отдел; старший преподаватель, кафедра русского языка и литературы, Алтайский государственный педагогический университет, Бийский филиал имени В.М. Шукшина. Сфера научных интересов: психолингвистика, когнитивная психология, чтение. Контакты: olatoro@mail.ru

Бабичева Юлия Геннадьевна — заведующая кафедрой, кафедра русского языка и литературы, Алтайский государственный педагогический университет, Бийский филиал имени В.М. Шукшина, кандидат филологических наук (теория литературы), доцент. Сфера научных интересов, теория литературы, обучение русскому языку, чтение. Контакты: liraff1@yandex.ru

Mikhail S. Vlasov — Head of Research Department; Associate Professor, Department of Russian Language and Literature, Altai State Pedagogical University, Biysk Branch named after V.M. Shukshin, PhD in Linguistics, Associate Professor. Research Area: psycholinguistics, cognitive psychology, reading. E-mail: vlasov_mikhailo@mail.ru

Oleg A. Sychev — Senior Research Fellow, Research Department, Altai State Pedagogical University, Biysk Branch named after V.M. Shukshin; Associate Professor of the Department of Psychotherapy of Quality of Life, Moscow Institute of Psychoanalysis, PhD in Psychology, Associate Professor. Research Area: positive psychology of personality, motivation, self-determination theory. E-mail: osn1@mail.ru

Konstantin I. Belousov — Research Fellow, Research Department, Altai State Pedagogical University, Biysk Branch named after V.M. Shukshin; Professor, Department of Theoretical and Applied Linguistics, Belarusian State University of Foreign Languages (Republic of Belarus), DSc in Philology (PhD in Linguistics). Research Area: cognitive linguistics, computational linguistics, expert and machine methods of text analysis. E-mail: belousovki@gmail.com

Olga V. Toropchina — Research Specialist; Senior Lecturer, Department of Russian Language and Literature, Altai State Pedagogical University, Biysk Branch named after V.M. Shukshin. Research Area: psycholinguistics, cognitive psychology, reading. E-mail: olatoro@mail.ru

Yulia G. Babicheva — Head of the Department of Russian Language and Literature, Altai State Pedagogical University, Biysk Branch named after V.M. Shukshin, PhD in Philology (Literature), Associate Professor. Research Area: literary theory, teaching Russian language, reading. E-mail: liraff1@yandex.ru

Гаврутенко Татьяна Витальевна — доцент, кафедра педагогики и психологии, Алтайский государственный педагогический университет, Бийский филиал имени В.М. Шукшина, кандидат педагогических наук, доцент.

Сфера научных интересов: начальное образование, педагогические приемы, инновации в образовательной организации.

Контакты: gavrutenko_tv@altspu.ru

Tatyana V. Gavrutenko — Associate Professor, Department of Pedagogy and Psychology, Altai State Pedagogical University, Biysk Branch named after V.M. Shukshin, PhD in Education, Associate Professor.

Research Area: primary education, pedagogical techniques, innovations in educational institutions.

E-mail: gavrutenko_tv@altspu.ru

Сформированность читательских умений представляет существенный интерес для исследователей в области образования, поскольку именно тексты остаются мощным и универсальным средством обучения и самообучения (Цукерман и др., 2018). Для обучающихся основной школы (5–6-х классов) главным образовательным вызовом является переход от процесса усвоения навыков чтения к чтению для обучения (Фрумин и др., 2010), т.е. переход от низкоуровневых металингвистических умений при чтении к высокоуровневым умениям: выделять критическую информацию в тексте, формулировать и проверять гипотезы на основе прочитанного, использовать информацию из одного или нескольких текстов для формулирования выводов (Григоренко, 2012). Данные умения являются основой для развития читательской грамотности школьников.

Читательская грамотность, как один из компонентов функциональной грамотности, рассматривается как «способность человека понимать, использовать, оценивать тексты, размышлять о них и заниматься чтением для того, чтобы достигать своих целей, расширять свои знания и возможности, участвовать в социальной жизни» (OECD, 2019, р. 14). Читательская грамотность включает широкий спектр компетенций — от базисного декодирования, знания лексики, грамматики, структуры текста до формирования умозаключений на основе информации из текста с опорой или без опоры на фоновые знания (Власов, Бабичева, 2023; Гостица и др., 2019). К числу важнейших для читательской грамотности умений и навыков в исследовании PISA 2018 относят следующие: поиск и нахождение информации в тексте; понимание буквального смысла текста или фрагмента текста; интеграция разных частей текста и формулирование выводов (умозаключений); оценка качества и достоверности информации в тексте; рефлексия на содержание и форму текста; обнаружение и устранение противоречий (OECD, 2019).

Уровень развития читательской грамотности имеет значительные индивидуальные и социальные последствия. Известно, что учащиеся с высоким уровнем читательской грамотности имеют большие шансы успешно окончить школу и продолжить образование, а ее средний уровень среди 15-летних школьников является более важным предиктором экономического роста, чем другие учебные достижения (Цукерман и др., 2018; OECD, 2016).

Современные когнитивные исследования понимания традиционных и мультимедийных текстов развиваются в русле теоретических представлений о целостной, «воплощенной» природе человеческого познания, учитывающих

восходящие и нисходящие когнитивные процессы при чтении, индивидуальные особенности читателя (Chuykova et al., 2024; Блинова, Щербакова, 2024), в том числе его мотивацию. Так, исследования индивидуально-личностных факторов читательской грамотности на материале результатов международных тестов PIRLS и PISA позволили выявить универсальные и культурно-специфичные факторы мотивации чтения. Результаты PISA, полученные в 2018 г. на примере выборки российских подростков, позволили установить, что внутренняя мотивация (в форме увлеченности чтением) вносит статистически значимый вклад в читательскую грамотность, при этом уровень такой мотивации несколько выше у девочек и у детей из семей с более высоким социально-экономическим и культурным статусом (Тордеева, Сычев, 2024). Вместе с тем мотивационные факторы в данных международных исследованиях не рассматриваются в качестве самостоятельного предмета изучения, поэтому для их оценки используются краткие шкалы, слабо соответствующие современным теоретическим представлениям о структуре мотивации.

Мотивация чтения

Мотивация чтения рассматривается как совокупность субъективных причин, которые побуждают человека читать (Conradi et al., 2014; Schiefele et al., 2012). В рамках одного из наиболее известных подходов в психологии мотивации — теории самодетерминации — основные типы мотивации характеризуются через понятия автономной и контролируемой мотивации (De Naeghel et al., 2012; Ryan, Deci, 2000). Автономная мотивация, связанная с ощущением автономной регуляции, когда причины вовлеченности в деятельность переживаются как личные, не связанные с контролем извне, включает внутреннюю и идентифицированную мотивацию. Если внутренняя основана на непосредственном интересе и удовольствии от процесса деятельности, то идентифицированная — на личных целях и ценностях человека, побуждающих к деятельности, но не связанных непосредственно с удовольствием от процесса деятельности. Контролируемая мотивация включает внешнюю (или экстерналичную) мотивацию и интроецированную, отражающую регуляцию деятельности перенесенными вовнутрь (интроецированными) целями и ценностями, воспринимаемыми как в некоторой мере чуждые, не свои (например, усвоенные родительские требования и ожидания). Наряду с автономной и контролируемой мотивацией в теории самодетерминации выделяется также состояние амотивации — отсутствия мотивации к действию, выражающееся либо в отсутствии соответствующей деятельности, либо в ее формальной реализации с минимальной вовлеченностью. Причины амотивации могут быть связаны с тем, что человек не ценит какую-либо деятельность, не чувствует себя в ней компетентным или не ожидает, что она принесет желаемый результат (Ryan, Deci, 2000).

Еще один популярный в области мотивации чтения подход Дж. Гатри и А. Уигфилда объединяет достижения разных актуальных психологических теорий и концепций. В рамках этого подхода используются не только идеи

теории самодетерминации (Ibid.), но и теории самоэффективности (Бандура, 2000), а также теории ожидаемой ценности (Wigfield, Eccles, 2000). Самоэффективность как вера в эффективность собственных действий, основанная на прошлом опыте деятельности, имеет большое значение в чтении, определяя ожидания детей относительно своих достижений в данной деятельности. Согласно теории ожидаемой ценности, мотивация определяется двумя основными факторами: ценностью задачи и ожиданиями ее успешного решения.

Для оценки мотивации чтения в исследованиях, проведенных на основе теории самодетерминации, обычно используется методика SRQ-Reading Motivation, предложенная Дж. Де Нагель с коллегами (De Naeghel et al., 2012), которая позволяет оценить автономную и контролируемую мотивацию академического чтения (связанного с учебными задачами) и развлекательного чтения (чтения на досуге) у учащихся начальных классов. Еще одним инструментом является шкала мотивации к учебе для младших школьников (Elementary School Motivation Scale, ESMS-R), предложенная Ф. Гуае с коллегами (Guay et al., 2010). Последняя из них использовалась в исследованиях российских ученых (Kanonire et al., 2020), однако работ, посвященных адаптации этих методик в нашей стране, нам не известно. Общим недостатком этих инструментов представляется отсутствие шкалы амотивации чтения, которая представляется также важным мотивационным показателем (Ryan, Deci, 2000).

Эмпирические исследования последствий мотивации показывают, что автономная (в частности, внутренняя) мотивация связана с лучшими достижениями в чтении, в то время как контролируемая внешняя мотивация обычно показывает незначительные или негативные эффекты (McGeown et al., 2016; Schiefele et al., 2012; Wang et al., 2022). В проведенном Т.Н. Канонир с коллегами лонгитюдном исследовании (Kanonire et al., 2020) на примере выборки российских школьников с помощью методики ESMS-R (Guay et al., 2010) было установлено, что внутренняя мотивация демонстрирует прямую связь с читательскими навыками и достижениями в чтении как во время обучения в начальной школе, так и в средней школе, а внешняя мотивация — обратную связь. Эти выводы полностью подтверждают теоретические представления о том, что автономная мотивация является основой продуктивной деятельности и достижений.

Результаты исследований показывают также, что связь мотивации чтения с результативными показателями (достижениями в чтении, читательской грамотностью) опосредована соответствующими поведенческими характеристиками, отражающими больший объем чтения (De Naeghel et al., 2012; Schiefele et al., 2012; Wang et al., 2020, 2022). Объем чтения, выражающий поведенческий компонент вовлеченности в чтение, обычно характеризуется регулярными затратами времени на чтение и его частотой (Lee et al., 2021; Wang et al., 2020). Вовлеченность в чтение в целом, включающая поведенческие, эмоциональные и когнитивные компоненты (Barber, Klauda, 2020; Guthrie, Wigfield, 2000), отражающие степень погружения в чтение, также имеет существенное значение для читательской грамотности (Ho, Lau, 2018), однако в таком широком понимании ее сложно отделить от мотивации, что затрудняет анализ ее специфических последствий.

Связь мотивации с проблемным использованием Интернета

Цифровая среда, как правило, является частью повседневной жизни современных школьников. Чтение книг стало далеко не единственным способом получения информации и самообразования, а исследователи ставят проблемные вопросы о наиболее эффективных способах получения знания: через печатные и электронные ресурсы разных форматов (Baron, 2021). Влияние чтения цифровых и печатных книг на различные поведенческие проявления (понимание прочитанного, достижения в чтении, читательскую грамотность, усвоение лексики) за последние годы становилось предметом ряда исследований в разных странах, в том числе связанных с международным исследованием PISA (см. обзор: Sezgin, 2022). Доступность цифровых устройств позволяет использовать и новые форматы детского чтения (книжки-игрушки, цифровые книги, книги с дополненной реальностью), хотя и новые форматы вызывают неоднозначное отношение у родителей в связи с их представлением о вреде здоровью и негативных последствиях чрезмерного времени, проводимого ребенком за экраном (Клопотова, Смирнова, 2024). При этом в психолого-педагогических исследованиях чтения практически не учитываются такие поведенческие проявления, как продуктивное и непродуктивное использование цифровых ресурсов или цифровых устройств, в том числе проблемное использование Интернета (далее — ПИИ): недостаточно учитывать количество времени, проводимого подростком за цифровым устройством, важно принимать во внимание и индивидуальные особенности, и характер взаимодействия с цифровой средой. Так, в исследовании Т.О. Риппинен и Е.Р. Слободской на примере выборки из 993 российских подростков в возрасте от 14 до 18 лет показано, что чрезмерное увлечение компьютерными играми провоцирует риск академической неуспеваемости, употребления психоактивных веществ и антисоциального и деструктивного поведения, а продвинутое использование компьютера связано с успехами в учебе, отказом от психоактивных веществ и просоциальным поведением (Риппинен, Слободская, 2014).

Известно, что зависимое поведение молодежи, такое как употребление алкоголя, психоактивных веществ, отрицательно связано с уровнем читательского опыта и мотивации чтения (de la Rocha Díaz, 2020), однако данные о связи мотивации чтения с ПИИ немногочисленны. На выборке турецких студентов педагогического отделения университета была обнаружена обратная связь между отношением к чтению и зависимостью от современных технологий, под которой понимается зависимость от Интернета, социальных сетей и электронных игр (Gerez Taşgin, Taşgin, 2023). Эти данные свидетельствуют о том, что ПИИ действительно может быть связано со снижением автономной мотивации чтения и ростом амотивации. Лучше исследован вопрос о связи ПИИ с академической мотивацией: интернет-зависимость негативно сказывается на академической мотивации и результатах обучения в высших учебных заведениях (Reed, Reay, 2015; Truzoli et al., 2020). А.Б. Холмогорова с коллегами (Холмогорова и др., 2022) показали, что ПИИ у обучающихся школ и вузов связано с предпочтением ими информационного и развлекательного

контента, онлайн-общения и самопрезентации в Интернете. Оно также положительно коррелирует с объектной (чисто исполнительской, подчиненной) позицией и негативной (отстраненной) позицией обучающихся в учебной деятельности, что указывает на негативные последствия ПИИ для академической мотивации.

Развлекательное чтение и использование Интернета представляют собой различные формы досуга подростков, конкурирующие за ограниченный ресурс свободного времени (Romer et al., 2013). Поскольку в такой конкуренции информационных форматов медиаплатформы (социальные сети, видеосервисы и игровые платформы) предлагают более захватывающий мультимедальный контент, чем традиционное чтение, происходит явление вытеснения привычки чтения на периферию (так называемая гипотеза вытеснения), которая нашла подтверждение в ряде исследований (Guerrero et al., 2019). В этой связи можно предполагать, что чрезмерная увлеченность интернет-ресурсами снижает вовлеченность в чтение печатной литературы и подрывает мотивацию чтения. Стремление к онлайн-общению, потреблению развлекательного и информационного контента из Интернета, приобретая доминирующее положение в системе мотивов подростка (Холмогорова и др., 2022), может вытеснять другие важные мотивы, такие как интерес к учебе или желание читать литературу.

На основе результатов анализа прошлых исследований была выдвинута гипотеза о том, что ПИИ у школьников связано со сниженной автономной мотивацией к чтению и повышенной контролируемой мотивацией и амотивацией. Последствия возможных эффектов ПИИ на мотивацию могут затрагивать снижение объема чтения и читательской грамотности. Таким образом, целью работы стал анализ связи ПИИ с мотивацией чтения, объемом чтения и читательской грамотностью школьников.

Выборка и методы исследования

Выборка. В исследовании приняли участие 446 учащихся 5–9-х классов, из них 137 проживающих в г. Бийске, 136 – в г. Горно-Алтайске, 100 – в г. Перми и 73 – в сельских районах Алтайского края и Республики Алтай. В состав выборки вошли 58% девочек и 42% мальчиков, средний возраст опрошенных составил $M = 12.59$, $SD = 1.45$.

Методики. Для оценки мотивации чтения использовалась адаптированная для этого исследования методика Дж. Де Нагель и соавторов (SRQ-Reading Motivation) (De Naeghel et al., 2012), предназначенная для оценки автономной и контролируемой мотивации развлекательного чтения. Мотивация чтения для академических целей отдельно не измерялась, так как, по данным авторов методики, она тесно связана с мотивацией развлекательного чтения (Ibid.). При этом мотивация развлекательного чтения, по всей видимости, может быть более индивидуальной и показательной, так как эта форма чтения относительно самостоятельна и не зависит от требований учителя. Опросник состоит из 17 вариантов завершения предложения «Я читаю в свободное

время, потому что...», например, «...мне это действительно нравится» (автономная мотивация), «...родители считают, что я должен это делать» (контролируемая мотивация). Согласие с каждым из них требовалось оценить по шкале от 1 — совершенно не согласен до 7 — полностью согласен. Текст методики был получен в результате перевода с английского двумя специалистами, хорошо владеющими английским языком и имеющими опыт в исследованиях мотивации. Двухфакторная модель, включающая факторы автономной и контролируемой мотивации, показала недостаточное соответствие данным: $\chi^2 = 481.24$; $df = 118$; $p < 0.001$; CFI = 0.876; TLI = 0.857; RMSEA = 0.084 (90% CI = [0.076, 0.092]); PCLOSE = 0.000; N = 438. Анализ индексов модификации выявил, что ряд заданий показывает тенденцию к тесной связи друг с другом, при этом их содержание является очень близким. По этой причине, а также из соображений избегания избыточности три задания, показывающие наибольшие ковариации, были исключены, в результате чего в каждой из шкал осталось по 7 заданий. После этого показатели соответствия модели данным стали приемлемыми: $\chi^2 = 230.95$; $df = 76$; $p < 0.001$; CFI = 0.929; TLI = 0.915; RMSEA = 0.068 (90% CI = [0.058, 0.078]); PCLOSE = 0.002; N = 438. Коэффициенты α Кронбаха для полученных шкал автономной и контролируемой мотивации составили 0.93 и 0.78 соответственно.

Ввиду того что описанная выше методика не позволяет оценить амотивацию к чтению, нами была составлена соответствующая шкала амотивации из четырех утверждений: 1. *Я не читаю в свободное время, так как не вижу в этом смысла.* 2. *Я не понимаю, зачем мне читать в свободное время.* 3. *Раньше я понимал, зачем мне читать, а сейчас не вижу в этом смысла.* 4. *Я не люблю читать, мне это неинтересно.* Согласие с каждым из них требовалось оценить по шкале от 1 — совершенно не согласен до 7 — полностью согласен. Однофакторная модель шкалы амотивации чтения показала отличное соответствие данным: $\chi^2 = 3.65$; $df = 2$; $p = 0.161$; CFI = 0.996; TLI = 0.988; RMSEA = 0.043 (90% CI = [0.000, 0.114]); PCLOSE = 0.455; N = 436. Коэффициент α Кронбаха для шкалы составил 0.89.

Общая шкала проблемного использования Интернета-3 (GPIUS3), разработанная А.А. Герасимовой и А.Б. Холмогоровой (Герасимова, Холмогорова, 2018), включает пять субшкал: *Предпочтение онлайн-общения* (3 пункта), *Регуляция настроения* (3 пункта), *Когнитивная поглощенность* (3 пункта), *Компульсивное использование* (3 пункта), *Негативные последствия* (2 пункта). Эти субшкалы с разных сторон характеризуют проявления проблемного поведения, связанного с использованием Интернета. Надежность субшкал (α Кронбаха) находилась в пределах 0.72–0.81, надежность общей шкалы составила 0.86.

Шкала объема чтения была составлена для оценки поведенческих проявлений мотивации к чтению, выражающихся в количестве прочитанных материалов и затратах времени на чтение на основе аналогичной зарубежной шкалы (Wang et al., 2020). Исходная версия из трех вопросов была переведена с английского языка, и с учетом ее умеренной внутренней согласованности был добавлен четвертый вопрос: 1. *Сколько книг ты прочитал(а) для интереса в*

течение прошлого месяца? 2. Как часто ты читаешь просто для интереса? 3. Как долго ты обычно читаешь книгу без перерыва, когда читаешь что-нибудь для интереса? 4. Сколько времени в день (примерно) ты обычно тратишь на чтение для собственного удовольствия? К каждому из вопросов предлагалась своя шкала ответов с четырьмя градациями. Оценка однофакторной модели шкалы показала неудовлетворительное соответствие данным: $\chi^2 = 30.10$; $df = 2$; $p < 0.001$; CFI = 0.971; TLI = 0.913; SRMR = 0.031; RMSEA = 0.178 (90% CI = [0.126, 0.237]); PCLOSE = 0.000; N = 441. Вместе с тем добавление на основе индексов модификации и сходства в содержании вопросов ковариации между пунктами 3 и 4 приводит к получению хороших показателей соответствия: $\chi^2 = 0.01$; $df = 1$; $p = 0.929$; CFI = 1; TLI = 1; SRMR < 0.001; RMSEA < 0.001 (90% CI = [0.000, 0.040]); PCLOSE = 0.959; N = 441. Коэффициент α Кронбаха для шкалы составил 0.75.

Оценка читательской грамотности проводилась с помощью разработанного банка заданий для оценки читательской грамотности школьников (Власов, Бабицева, 2023). В каждой возрастной группе (классе) использовался соответствующий ей набор заданий. Каждый набор заданий включал от 4 до 8 вопросов к тексту, оценивающих различные читательские умения:

- 1) извлекать эксплицитную или имплицитную информацию из текста;
- 2) интегрировать разрозненные понятия, предложения для понимания темы или микротемы, интерпретировать правильным образом фрагменты с локальной неоднозначностью (лексической, синтаксической и т.д.), вычленять предположения, определять значение многозначного слова в контексте и т.д.;
- 3) оценивать информацию с точки зрения модальности, достоверности, вероятности и т.д.;
- 4) использовать информацию из текста, предлагать конкретное решение какой-либо практической задачи с опорой на глубинное понимание текста.

К каждому из вопросов предлагался список из 4–6 вариантов ответа, один из которых являлся верным. Для оценки читательской грамотности для каждого испытуемого была вычислена доля верно решенных заданий. Полученные оценки были стандартизированы внутри возрастной группы для последующего анализа в общей разновозрастной выборке.

Методы анализа данных. Анализ данных проводился с использованием методов описательной статистики, корреляционного анализа, структурного линейного моделирования. Вычисления осуществлялись в среде статистического анализа R, моделирование проводилось с помощью программы Mplus 8 методом максимального правдоподобия с робастной оценкой стандартных ошибок (MLR). В качестве приемлемых (хороших) показателей соответствия модели данным рассматривались следующие (Mueller, Hancock, 2018): CFI > 0.90 (0.95), RMSEA < 0.08 (0.06), SRMR < 0.08 (0.06). Оценка статистической значимости опосредованных эффектов проводилась в Mplus с помощью бутстреп-анализа (5000 выборок). Количество наблюдений с пропущенными значениями не превышало 5%. В ходе корреляционного анализа использовалось попарное исключение случаев, структурное моделирование проводилось с использованием метода FIML (Full Information Maximum Likelihood)

(Enders, Bandalos, 2001), обеспечивающего наиболее эффективную оценку модели на основе всех имеющихся наблюдений.

Результаты

Результаты корреляционного анализа (таблица 1) показали наличие ожидаемых связей между показателями ПИИ, мотивации чтения, объема чтения и читательских навыков.

Для проверки гипотезы выполнено структурное линейное моделирование, в ходе которого сначала была проверена измерительная модель, включающая свободно коррелирующие между собой факторы автономной и контролируемой мотивации, амотивации, объема чтения и ПИИ. Индикаторами последнего фактора были показатели по шкалам ПИИ, индикаторы остальных факторов — входящие в соответствующие шкалы задания. Такая модель показала удовлетворительное соответствие данным: $\chi^2 = 746.37$; $df = 341$; $p < 0.001$; CFI = 0.915; TLI = 0.906; SRMR = 0.068; RMSEA = 0.052; 90%-ный доверительный интервал для RMSEA: 0.047–0.057; PCLOSE = 0.291; N = 446. Затем в эту модель были добавлены коррелирующие между собой и со всеми остальными факторами наблюдаемые переменные: читательская грамотность, пол и возраст. После этого показатели фита модели изменились в минимальной степени: $\chi^2 = 834.97$; $df = 387$; $p < 0.001$; CFI = 0.910; TLI = 0.899; SRMR = 0.066; RMSEA = 0.051; 90%-ный доверительный интервал для RMSEA: 0.046–0.056; PCLOSE = 0.365; N = 446.

Таблица 1

Описательная статистика и корреляции между измеренными переменными

Шкалы (переменные)	M	SD	1	2	3	4	5	6	7
1. Автономная мотивация	4.71	1.45	—						
2. Контролируемая мотивация	3.37	1.18	0.14**	—					
3. Амотивация	3.02	1.51	−0.71***	0.09	—				
4. Проблемное использование интернета (ПИИ)	3.03	1.02	−0.11*	0.31***	0.31***	—			
5. Объем чтения	2.44	0.68	0.62***	0.03	−0.56***	−0.10*	—		
6. Читательские навыки	0	1	0.14**	0.02	−0.12*	0.03	0.20***	—	
7. Возраст	12.59	1.45	0.14**	−0.16***	0	0.01	0.14**	0.01	—
8. Пол (0 — Ж, 1 — М)	—	—	−0.13**	0.08	0.08	−0.17***	−0.11*	−0.02	−0.12*

Примечание. Объем выборки N от 427 до 446, использовалось попарное исключение пропусков.

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$.

Далее на основе выдвинутой гипотезы была составлена структурная модель, в которой читательская грамотность зависит от объема чтения, трех факторов мотивации и фактора ПИИ. Объем чтения, в свою очередь, зависит от трех факторов мотивации и ПИИ. Три фактора мотивации в этой модели зависят от ПИИ. Для контроля пола и возраста в модель также были добавлены их эффекты на все другие переменные. В модели допускались попарные ковариации между тремя факторами мотивации. Оценка такой модели (рисунок 1) показала удовлетворительное соответствие данным: $\chi^2 = 821.32$; $df = 381$; $p < 0.001$; CFI = 0.912; TLI = 0.899; SRMR = 0.063; RMSEA = 0.051; 90-процентный доверительный интервал для RMSEA: 0.046–0.056; PCLOSE = 0.371; $N = 446$.

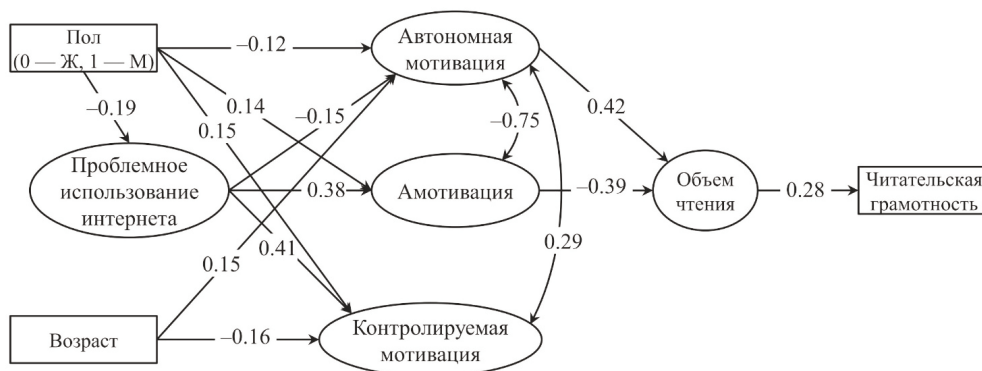
Приведенная на рисунке 1 модель демонстрирует, что непосредственные эффекты мотивации и ПИИ на читательскую грамотность не показали статистической значимости. Также не является значимым непосредственный эффект ПИИ на объем чтения. При этом анализ опосредованных эффектов показал, что эффект автономной мотивации на читательскую грамотность является статистически значимым (0.100 ; $p \leq 0.01$), так же как и эффект амотивации (-0.079 ; $p \leq 0.01$). Суммарный опосредованный эффект ПИИ статистически значим как для читательской грамотности (-0.044 ; $p \leq 0.01$), так и для объема чтения (-0.198 ; $p \leq 0.001$). Таким образом, модель демонстрирует, что ПИИ непосредственно связано со всеми показателями мотивации чтения и опосредованно через них с объемом чтения и читательской грамотностью.

Обсуждение результатов

Результаты проведенного исследования подтверждают гипотезу о связи ПИИ у школьников со сниженной автономной мотивацией чтения, а также повышенной контролируемой мотивацией и амотивацией. В нашей выборке

Рисунок 1

Структурная модель связей проблемного использования Интернета (ПИИ) с мотивацией чтения, объемом чтения и читательской грамотностью при контроле пола и возраста (все приведенные коэффициенты статистически значимы при $p \leq 0.001$, незначимые пути и остатки опущены для упрощения рисунка)



слабая, но статистически значимая обратная связь ПИИ с автономной мотивацией дополняется умеренными прямыми корреляциями с амотивацией и контролируемой мотивацией. Результаты структурного моделирования позволяют сделать вывод о том, что представления об опосредованном через мотивацию (в частности, через автономную мотивацию и амотивацию) негативном эффекте ПИИ на объем чтения и читательскую грамотность хорошо соответствуют эмпирическим данным. Лишь контролируемая мотивация, несмотря на ее прямую корреляцию с ПИИ, оказалась не связана с объемом чтения и читательской грамотностью. Последний факт согласуется с данными об отсутствии существенных эффектов контролируемой мотивации чтения на объем чтения в развлекательных целях (Schiefele et al., 2012; McGeown et al., 2016).

Выводы, сделанные на основе данного исследования, подтверждают и дополняют сведения об обратной связи между отношением к чтению и зависимостью от современных технологий, полученные в исследовании на примере выборки турецких студентов (Gerez Taşgin, Taşgin, 2023). По нашим данным, ПИИ как одно из проявлений подобной зависимости имеет негативные следствия не только для мотивации чтения, но и для связанных с ней поведенческих и образовательных последствий: объема чтения и читательской грамотности. Наши данные о том, что автономная мотивация чтения выше у девочек, согласуются с результатами PISA 2018 (Гордеева, Сычев, 2024).

Результаты исследования также соответствуют данным о гендерных различиях в ПИИ: более высокая склонность девочек к ПИИ согласуется с данными некоторых прошлых исследований (Procházka et al., 2021). Вероятно, что подобные различия обнаружились ввиду того, что использовавшаяся в данном исследовании методика ПИИ несколько лучше фиксирует типичные для девочек способы использования Интернета: чрезмерное общение в социальных сетях, чтение блогов, в то время как мальчики более склонны использовать Интернет для онлайн-игр (Колесников и др., 2019; Su et al., 2020). Подобные особенности использования Интернета девочками могут служить объяснением их большей депрессивности, тревожности и склонности к переживанию одиночества (Холмогорова, Герасимова, 2019; Twenge, 2020).

Ограничением исследования является его корреляционный характер, не предоставляющий возможности причинно-следственной интерпретации выявленных связей. Не исключено, что наряду с негативным влиянием ПИИ на продуктивную мотивацию чтения может иметь место также и снижение рисков ПИИ вследствие увлеченности чтением. Возможно, наличие выраженной мотивации чтения приводит к соответствующему перераспределению свободного времени в пользу чтения и снижению активности в Интернете. В этом случае она может выступать в качестве защитного фактора, предотвращающего чрезмерное погружение в Интернет. Еще одно ограничение исследования связано с отсутствием контроля социально-экономического статуса семей, который, по данным прошлых исследований, имеет существенное значение для читательской грамотности (Гордеева, Сычев, 2024).

Практическое значение полученных результатов связано с тем, что они убедительно демонстрируют потенциальную пользу усилий по поддержке

родителями и педагогами автономной мотивации чтения у подростков. Для ее укрепления с точки зрения теории самодетерминации важно, чтобы в деятельности, связанной с чтением, удовлетворялись базовые психологические потребности подростков в автономии, компетентности и связанности (De Naeghel et al., 2014). Для удовлетворения потребности в автономии важно предоставлять им возможность выбора материалов для чтения, соответствующих их интересам. Учащихся можно вовлекать в творческую деятельность, связанную с чтением, например, иллюстрирование прочитанного или написание собственных текстов по мотивам прочитанного, но важно, чтобы эта деятельность соответствовала интересам и увлечениям подростка. В тех случаях, когда речь идет об обязательном изучении некоторых текстов, полезно интересоваться отношением школьника к ним, его чувствами по поводу прочитанного. Следует признавать его право на собственное мнение по поводу прочитанного и проявлять уважение к данному мнению. Поддержка автономии при освоении чтения и изучении литературы должна сочетаться с наличием ясных учебных целей и критериев достижений, на которые школьник может ориентироваться, чтобы добиться успеха. Такое сочетание автономии и структуры создает благоприятную среду, в которой дети, ощущая себя достаточно автономными, понимают, что нужно делать, чтобы почувствовать себя успешным. Для удовлетворения потребности в связанности важно вовлечение подростков в совместную деятельность. Примерами такой общей вовлеченности является чтение вслух родителями или учителями, чтение по ролям, обсуждение прочитанного. Для укрепления автономной мотивации может иметь значение не только удовлетворение базовых потребностей, но и наличие ролевых моделей, в качестве которых могут выступать родители и учителя, демонстрирующие детям собственную увлеченность чтением и читательские интересы, предпочтения и привычки.

Выводы

В нашем исследовании получены данные о негативном вкладе проблемного использования Интернета в мотивацию чтения и уровень читательской грамотности обучающихся 5–9-х классов. Практическое значение имеет вывод о том, что проблемное использование Интернета школьниками угрожает не только мотивации чтения, но и связанным с ней важным поведенческим и образовательным показателям. Усилия педагогов и родителей по профилактике проблемного использования Интернета и поддержанию автономной мотивации чтения могут иметь существенное значение для развития читательской грамотности школьников. Разработка и оценка эффективности подобных психологически обоснованных мер представляется важной задачей для будущих исследований.

Литература

- Бандура, А. (2000). *Теория социального научения*. СПб.: Евразия.
- Блинова, Е. Н., Щербакова, О. В. (2024). Понимание текстов новых форматов. Часть 2. Теоретические модели, их реализация и развитие в зарубежной когнитивной науке. *Психологический журнал*, 45(5), 34–44. <https://doi.org/10.31857/S0205959224050052>
- Власов, М. С., Бабичева, Ю. Г. (2023). Разработка банка заданий для оценки читательской грамотности школьников по дисциплине «Русский язык». *Социо- и психолингвистические исследования*, 11, 51–58.
- Герасимова, А. А., Холмогорова, А. Б. (2018). Общая шкала проблемного использования интернета: апробация и валидизация в российской выборке третьей версии опросника. *Консультативная психология и психотерапия*, 26(3), 56–79. <https://doi.org/10.17759/cpr.2018260304>
- Гордеева, Т. О., Сычев, О. А. (2024). Образовательные и мотивационные предикторы академических достижений (на материале данных PISA 2018 по чтению). *Психологическая наука и образование*, 29(1), 75–86. <https://doi.org/10.17759/pse.2024290106>
- Гостева, Ю. Н., Кузнецова, М. И., Рябинина, Л. А., Сидорова, Г. А., Чабан, Т. Ю. (2019). Теория и практика оценивания читательской грамотности как компонента функциональной грамотности. *Отечественная и зарубежная педагогика*, 1(4(61)), 34–57.
- Григоренко, Е. Л. (2012). Понимание прочитанного школьниками и его предикторы. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Психология и педагогика»*, 1, 65–74.
- Клопотова, Е. Е., Смирнова, С. Ю. (2024). Детское чтение в цифровую эпоху. *Современная зарубежная психология*, 13(3), 113–122. <https://doi.org/10.17759/jmfp.2024130311>
- Колесников, В. Н., Мельник, Ю. И., Теплова, Л. И. (2019). Интернет-активность и проблемное использование интернета в юношеском возрасте. *Национальный психологический журнал*, 1(33), 34–46. <https://doi.org/10.11621/nprj.2019.0104>
- Риппинен, Т. О., Слободская, Е. Р. (2014). Повседневное использование компьютера и благополучное развитие подростков. *Теоретическая и экспериментальная психология*, 7(1), 15–23.
- Фруммин, И. Д., Ковалева, Г. С., Кузнецова, М. И., Обухова, О. Л., Пинская, М. А., Тимкова, Т. В., Тюменева, Ю. А., Цукерман, Г. А. (2010). *Неожиданная победа: российские школьники читают лучше других*. М.: Издательский дом ГУ ВШЭ.
- Холмогорова, А. Б., Герасимова, А. А. (2019). Психологические факторы проблемного использования Интернета у девушек подросткового и юношеского возраста. *Консультативная психология и психотерапия*, 27(3), 138–155.
- Холмогорова, А. Б., Казаринова, Е. Ю., Рахманина, А. А. (2022). Позиция обучающихся в учебной деятельности и предпочитаемый ими контент в интернете как факторы проблемного использования пространства Всемирной сети. *Психологическая наука и образование*, 27(3), 104–116. <https://doi.org/10.17759/pse.2022270308>
- Цукерман, Г. А., Ковалева, Г. С., Баранова, В. Ю. (2018). Читательские умения российских четвероклассников: уроки PIRLS-2016. *Вопросы образования*, 1, 58–78. <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2018-1-58-78>

References

- Bandura, A. (2000). *Teoriya sotsial'nogo naucheniya* [Social learning theory]. Saint Petersburg: Evraziya. (Original work published 1977)
- Barber, A. T., & Klauda, S. L. (2020). How reading motivation and engagement enable reading achievement: Policy implications. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 7(1), 27–34. <https://doi.org/10.1177/2372732219893385>
- Baron, N. S. (2021). *How we read now: Strategic choices for print, screen, and audio*. New York, NY: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780190084097.001.0001>
- Blinova, E. N., & Shcherbakova, O. V. (2024). Readers' comprehension of new text formats. Part II. Main theoretical frameworks and their empirical implementation in international cognitive science. *Psikhologicheskii Zhurnal*, 45(5), 34–44. <https://doi.org/10.31857/S0205959224050052> (in Russian)
- Chuykova, Z. V., Izmalkova, A. I., Shirokova, P. I., Shtyrov, Y. Y., & Myachykov, A. V. (2024). Eye movement correlates of working memory capacity: Evidence from the reading span task. *Psychology Journal of Higher School of Economics*, 21(3), 472–487. <https://doi.org/10.17323/1813-8918-2024-3-472-487>
- Conradi, K., Jang, B. G., & McKenna, M. C. (2014). Motivation terminology in reading research: A conceptual review. *Educational Psychology Review*, 26(1), 127–164. <https://doi.org/10.1007/s10648-013-9245-z>
- De la Rocha Díaz, M., Méndez, I., & Ruiz-Esteban, C. (2020). Reading motivation, alcohol and drug use in future teachers in preschool and primary school. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 10(4), 1150–1157. <https://doi.org/10.3390/ejihpe10040080>
- De Naeghel, J., Van Keer, H., & Vanderlinde, R. (2014). Strategies for promoting autonomous reading motivation: a multiple case study research in primary education. *Frontline Learning Research*, 2(1), 83–101.
- De Naeghel, J., Van Keer, H., Vansteenkiste, M., & Rosseel, Y. (2012). The relation between elementary students' recreational and academic reading motivation, reading frequency, engagement, and comprehension : a self-determination theory perspective. *Journal of Educational Psychology*, 104(4), 1006–1021. <https://doi.org/10.1037/a0027800>
- Enders, C. K., & Bandalos, D. L. (2001). The relative performance of full information maximum likelihood estimation for missing data in structural equation models. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 8, 430–457.
- Frumin, I. D., Kovaleva, G. S., Kuznetsova, M. I., Obukhova, O. L., Pinskaya, M. A., Timkova, T. V., Tyumeneva, Yu. A., & Tsukerman, G. A. (2010). *Neozhidannaya pobeda: rossiiskie shkol'niki chitayut luchshe drugikh* [Unexpected victory: Russian schoolchildren read better than others]. Moscow: HSE Publishing House.
- Gerasimova, A. A., & Kholmogorova, A. B. (2018). The Generalized Problematic Internet Use Scale 3 Modified Version: Approbation and validation on the Russian sample. *Konsul'tativnaya Psikhologiya i Psikhoterapiya [Counseling Psychology and Psychotherapy]*, 26(3), 56–79. <https://doi.org/10.17759/cpp.2018260304> (in Russian)
- Gerez Taşgın, F., & Taşgın, A. (2023). The relationship between technology addiction and attitude toward reading: An investigation on pre-service teachers. *Behavioral Sciences*, 13(9), Article 775. <https://doi.org/10.3390/bs13090775>
- Gordeeva, T. O., & Sychev, O. A. (2024). Educational and motivational predictors of academic achievement (Based on PISA 2018). *Psikhologicheskaya Nauka i Obrazovanie [Psychological Science and Education]*, 29(1), 75–86. <https://doi.org/10.17759/pse.2024290106> (in Russian)
- Gosteva, Yu. N., Kuznecova, M. I., Ryabinina, L. A., Sidorova, G. A., CHaban, T. Yu. (2019). Theory and practice of reading literacy as a component of functional literacy. *Otechestvennaya i Zarubezhnaya Pedagogika*, 1(4(61)), 34–57. (in Russian)

- Grigorenko, E. L. (2012). Pupils' reading comprehension and its predictors. *RUDN Journal of Psychology and Pedagogics*, 1, 65–74. (in Russian)
- Guay, F., Chanal, J., Ratelle, C. F., Marsh, H. W., Larose, S., & Boivin, M. (2010). Intrinsic, identified, and controlled types of motivation for school subjects in young elementary school children. *The British Journal of Educational Psychology*, 80(4), 711–735. <https://doi.org/10.1348/000709910X499084>
- Guerrero, M. D., Barnes, J. D., Chaput, J. P., & Tremblay, M. S. (2019). Screen time and problem behaviors in children: exploring the mediating role of sleep duration. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 16, Article 105. <https://doi.org/10.1186/s12966-019-0862-x>
- Guthrie, J., & Wigfield, A. (2000). Engagement and motivation in reading. In M. Kamil, P. Monthesal, P. Pearson, & R. Barr (Eds.), *Handbook in reading research* (Vol. 3, pp. 403–422). Lawrence Erlbaum Associates.
- Ho, E. S. C., & Lau, K. (2018). Reading engagement and reading literacy performance: effective policy and practices at home and in school. *Journal of Research in Reading*, 41(4), 657–679. <https://doi.org/10.1111/1467-9817.12246>
- Kanonire, T., Lubenko, J., & Kuzmina, Y. (2020). The effects of intrinsic and extrinsic reading motivation on reading performance in elementary school. *Journal of Research in Childhood Education*, 36(1), 1–13. <https://doi.org/10.1080/02568543.2020.1822961>
- Kholmogorova, A. B., & Gerasimova, A. A. (2019). Psychological factors of problematic Internet use in adolescent and young girls. *Konsul'tativnaya Psikhologiya i Psikhoterapiya [Counseling Psychology and Psychotherapy]*, 27(3), 138–155. <https://doi.org/10.17759/cpp.2019270309> (in Russian)
- Kholmogorova, A. B., Kazarinova, E. Yu., & Rakhmanina, A. A. (2022). Learning position and preferred Internet content as factors of problematic Internet use in students. *Psikhologicheskaya Nauka i Obrazovanie [Psychological Science and Education]*, 27(3), 104–116. <https://doi.org/10.17759/pse.2022270308> (in Russian)
- Klopotova, E. E., & Smirnova, S. Yu. (2024). Reading in the digital age. *Sovremennaya Zarubezhnaya Psikhologiya [Journal of Modern Foreign Psychology]*, 13(3), 113–122. <https://doi.org/10.17759/jmfp.2024130311> (in Russian)
- Kolesnikov, V. N., Melnik, Yu. I., & Teplova, L. I. (2019). Internet activity and problematic Internet use in adolescence. *National Psychological Journal [Natsional'nyi Psikhologicheskii Zhurnal]*, 12(1), 34–46. <https://doi.org/10.11621/npj.2019.0104> (in Russian)
- Lee, Y., Jang, B. G., & Conradi Smith, K. (2021). A systematic review of reading engagement research: What do we mean, what do we know, and where do we need to go? *Reading Psychology*, 42(5), 540–576. <https://doi.org/10.1080/02702711.2021.1888359>
- McGeown, S. P., Osborne, C., Warhurst, A., Norgate, R., & Duncan, L. G. (2016). Understanding children's reading activities: Reading motivation, skill and child characteristics as predictors. *Journal of Research in Reading*, 39(1), 109–125. <https://doi.org/10.1111/1467-9817.12060>
- Mueller, R. O., & Hancock, G. R. (2018). Structural equation modeling. In G. R. Hancock, L. M. Stapleton, & R. O. Mueller (Eds.), *The reviewer's guide to quantitative methods in the social sciences* (pp. 445–456). New York, NY; London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315755649>
- OECD. (2016). *PISA 2015 results: Excellence and equity in education* (Vol. I). Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- OECD. (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>

- Procházka, R., Suchá, J., Dostál, D., Dominik, T., Dolejš, M., Šmahaj, J., Kolařík, M., Glaser, O., Viktorová, L., & Friedlová, M. (2021). Internet addiction among Czech adolescents. *PsyCh Journal*, 10(5), 679–687. <https://doi.org/10.1002/pchj.454>
- Reed, P., & Reay, E. (2015). Relationship between levels of problematic Internet usage and motivation to study in university students. *Higher Education*, 70(4), 711–723. <https://doi.org/10.1007/s10734-015-9862-1>
- Rippinen, T. O., & Slobodskaya, Y. R. (2014). Daily computer use and prosperous development of adolescents. *Teoreticheskaya i Eksperimental'naya Psikhologiya [Theoretical and Experimental Psychology]*, 7(1), 15–23. (in Russian)
- Romer, D., Bagdasarov, Z., & More, E. (2013). Older versus newer media and the well-being of United States youth: results from a national longitudinal panel. *Journal of Adolescent Health*, 52(5), 613–619. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2012.11.012>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54–67. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>
- Schiefele, U., Schaffner, E., Möller, J., & Wigfield, A. (2012). Dimensions of reading motivation and their relation to reading behavior and competence. *Reading Research Quarterly*, 47(4), 427–463. <https://doi.org/10.1002/RRQ.030>
- Sezgin, Z. Ç. (2022). Systematic analysis of digital reading studies in the digital age. *Participatory Educational Research*, 9(1), 233–250. <https://doi.org/10.17275/per.22.13.9.1>
- Su, W., Han, X., Yu, H., Wu, Y., & Potenza, M. N. (2020). Do men become addicted to internet gaming and women to social media? A meta-analysis examining gender-related differences in specific internet addiction. *Computers in Human Behavior*, 113, Article 106480. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106480>
- Truzoli, R., Viganò, C. A., Galmozzi, P. G., & Reed, P. (2020). Problematic Internet use and study motivation in higher education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(4), 480–486. <https://doi.org/10.1111/jcal.12414>
- Tsukerman, G. A., Kovaleva, G. S., & Baranova, V. Yu. (2018). Reading literacy of Russian fourth-graders: Lessons from PIRLS 2016. *Voprosy Obrazovaniya [Educational Studies Moscow]*, 1, 58–78. <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2018-1-58-78> (in Russian)
- Twenge, J. M. (2020). Increases in depression, self-harm, and suicide among U.S. adolescents after 2012 and links to technology use: Possible mechanisms. *Psychiatric Research and Clinical Practice*, 2(1), 19–25. <https://doi.org/10.1176/appi.prcp.20190015>
- Vlasov, M. S., & Babicheva, Yu. G. (2023). Development of a database with tasks for the assessment of secondary school students' reading literacy within the framework of the Russian language course. *Socio- i Psikholingvisticheskie Issledovaniya [Socio- and Psycholinguistic Studies]*, 11, 51–58. (in Russian)
- Wang, X., Jia, L., & Jin, Y. (2020). Reading amount and reading strategy as mediators of the effects of intrinsic and extrinsic reading motivation on reading achievement. *Frontiers in Psychology*, 11, Article 586346. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.586346>
- Wang, X., Jin, Y., & Jia, L. (2022). Chinese adolescents' reading motivation profiles and their relations to reading amount. *Frontiers in Psychology*, 13, Article 875486. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.875486>
- Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2000). Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 68–81. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1015>

Правила подачи статей и подписки можно найти на сайте журнала:

<http://psy-journal.hse.ru>

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-66610 от 08 августа 2016 г. зарегистрировано Федеральной
службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых
коммуникаций (РОСКОМНАДЗОР).

Адрес издателя и распространителя
Фактический: 117312, Москва, ул. Вавилова, д. 7,
Издательский дом НИУ ВШЭ
Тел. +7(495) 772-95-90 доб. 15298
Почтовый: 101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 20
Тел. +7(495) 772-95-90, E-mail: id@hse.ru

Формат 70x100/16. Тираж 180 экз. Печ. л. 11

Отпечатано ООО «Фотоэксперт»
109316, Москва, Волгоградский проспект, д. 42