

**НОВАЯ НАУКА**

Международный центр  
научного партнерства



**NEW SCIENCE**

International Center  
for Scientific Partnership

# **ЛУЧШИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОЕКТ 2026**

Сборник статей IV Международного  
научно-исследовательского конкурса,  
состоявшегося 17 августа 2026 г.  
в г. Петрозаводске

г. Петрозаводск  
Российская Федерация  
МЦНП «НОВАЯ НАУКА»  
2026

УДК 001.12  
ББК 70  
Л87

Ответственные редакторы:  
Ивановская И.И., Кузьмина Л.А.

Л87            Лучший исследовательский проект 2026 : сборник статей  
IV Международного научно-исследовательского конкурса (17 августа 2026 г.).  
— Петрозаводск : МЦНП «НОВАЯ НАУКА», 2026. — 217 с. : ил., табл.

ISBN 978-5-00276-146-3

Настоящий сборник составлен по материалам IV Международного научно-исследовательского конкурса ЛУЧШИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОЕКТ 2026, состоявшегося 17 августа 2026 года в г.Петрозаводске (Россия). В сборнике рассматривается круг актуальных вопросов, стоящих перед современными исследователями. Целями проведения конкурса являлись обсуждение практических вопросов современной науки, результатов исследований, полученных специалистами в охватываемых областях, развитие методов и средств получения научных данных, обмен опытом. Сборник может быть полезен научным работникам, преподавателям, слушателям вузов с целью использования в научной работе и учебной деятельности.

Авторы публикуемых статей несут ответственность за содержание своих работ, точность цитат, легитимность использования иллюстраций, приведенных цифр, фактов, названий, персональных данных и иной информации, а также за соблюдение законодательства Российской Федерации и сам факт публикации.

Полные тексты статей в открытом доступе размещены в Научной электронной библиотеке Elibrary.ru в соответствии с Договором № 467-03/2018К от 19.03.2018 г.

УДК 001.12  
ББК 70

ISBN 978-5-00276-146-3

*Состав редакционной коллегии и организационного комитета:*

Аймурзина Б.Т., доктор экономических наук  
Ахмедова Н.Р., доктор искусствоведения  
Базарбаева С.М., доктор технических наук  
Битокова С.Х., доктор филологических наук  
Блинкова Л.П., доктор биологических наук  
Гапоненко И.О., доктор филологических наук  
Героева Л.М., доктор педагогических наук  
Добжанская О.Э., доктор искусствоведения  
Доровских Г.Н., доктор медицинских наук  
Дорохова Н.И., кандидат филологических наук  
Ергалиева Р.А., доктор искусствоведения  
Ершова Л.В., доктор педагогических наук  
Зайцева С.А., доктор педагогических наук  
Зверева Т.В., доктор филологических наук  
Казакова А.Ю., доктор социологических наук  
Кобозева И.С., доктор педагогических наук  
Кулеш А.И., доктор филологических наук  
Мантатова Н.В., доктор ветеринарных наук  
Мокшин Г.Н., доктор исторических наук  
Муратова Е.Ю., доктор филологических наук  
Никонов М.В., доктор сельскохозяйственных наук  
Панков Д.А., доктор экономических наук  
Петров О.Ю., доктор сельскохозяйственных наук  
Поснова М.В., кандидат философских наук  
Рыбаков Н.С., доктор философских наук  
Сансызбаева Г.А., кандидат экономических наук  
Симонова С.А., доктор философских наук  
Ханиева И.М., доктор сельскохозяйственных наук  
Хугаева Р.Г., кандидат юридических наук  
Червинец Ю.В., доктор медицинских наук  
Чистякова О.В., доктор экономических наук  
Чумичева Р.М., доктор педагогических наук

# ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                                                            |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>СЕКЦИЯ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ .....</b>                                                                                                                       | <b>8</b>  |
| САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИЕСЯ ЦЕМЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ<br>С КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКОЙ НА ОСНОВЕ НАНОРАЗМЕРНОГО<br>ОКСИДА АЛЮМИНИЯ.....                                       | 9         |
| <i>Артамонова Ольга Владимировна, Закатов Артем Борисович</i>                                                                                              |           |
| СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ:<br>КАТАЛИЗАТОРЫ В УСЛОВИЯХ МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ<br>АКТИВАЦИИ .....                                                        | 20        |
| <i>Гнатюк Ирина Геннадьевна, Лаврентьев Игорь Вячеславович,<br/>Комаров Геннадий Сергеевич, Асеева Юлия Михайловна,<br/>Родченко Алина Константиновна</i>  |           |
| ВЛИЯНИЕ ПРОМОТИРОВАНИЯ КАЛИЕМ НА КАТАЛИТИЧЕСКИЕ<br>СВОЙСТВА И СЕЛЕКТИВНОСТЬ КОБАЛЬТОВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ<br>СИНТЕЗА ФИШЕРА-ТРОПША .....                       | 25        |
| <i>Яковенко Евгения Юрьевна, Марченко Виктория Сергеевна,<br/>Телегин Даниил Валерьевич, Храпов Назар Рауфович,<br/>Молчанов Александр Алексеевич</i>      |           |
| РУТЕНИЕВЫЙ КАТАЛИЗ В УСЛОВИЯХ МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ<br>АКТИВАЦИИ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....                                                      | 30        |
| <i>Гнатюк Ирина Геннадьевна, Лаврентьев Игорь Вячеславович,<br/>Рогов Ростислав Сергеевич, Комаров Геннадий Сергеевич,<br/>Афанасьева Мария Дмитриевна</i> |           |
| ДЕЗАКТИВАЦИЯ И РЕГЕНЕРАЦИЯ КОБАЛЬТОВЫХ<br>КАТАЛИЗАТОРОВ СИНТЕЗА ФИШЕРА-ТРОПША.....                                                                         | 37        |
| <i>Яковенко Евгения Юрьевна, Марченко Виктория Сергеевна,<br/>Телегин Даниил Валерьевич, Храпов Назар Рауфович,<br/>Молчанов Александр Алексеевич</i>      |           |
| СИНТЕЗ КАТАЛИЗАТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ<br>МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ В ШАРОВЫХ МЕЛЬНИЦАХ:<br>ОТ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ К МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСАМ.....          | 42        |
| <i>Гнатюк Ирина Геннадьевна, Лаврентьев Игорь Вячеславович,<br/>Рогов Ростислав Сергеевич, Малахов Алексей Юрьевич,<br/>Афанасьева Мария Дмитриевна</i>    |           |
| <b>СЕКЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ .....</b>                                                                                                             | <b>49</b> |
| АНАЛИЗ ОБРАЗЦОВ ТРАВЯНИСТОГО СОРГО<br>ПО ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ .....                                                                               | 50        |
| <i>Куколева Светлана Сергеевна</i>                                                                                                                         |           |

|                                                                                                                                                        |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>СЕКЦИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ .....</b>                                                                                                              | <b>57</b>  |
| ОСОБЕННОСТИ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИЩЕННОСТИ<br>СТАРШЕКЛАССНИКОВ.....                                                                                      | 58         |
| <i>Гусманова Анастасия Денисовна</i>                                                                                                                   |            |
| PERSONAL RESILIENCE TO SOCIOCULTURAL THREATS<br>IN THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF TECHNICAL UNIVERSITY .....                                           | 66         |
| <i>Shershniova Tatiana Viktorovna, Yu Huiling</i>                                                                                                      |            |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ<br>ПОДРОСТКОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ВОЛОНТЕРСКОЙ<br>ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ .....                                              | 74         |
| <i>Чарная Наталья Олеговна</i>                                                                                                                         |            |
| ВЛИЯНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОРОТКИХ ВИДЕОРОЛИКОВ<br>НА ПОДАВЛЕНИЕ ВНИМАНИЯ У СТУДЕНТОВ .....                                                               | 83         |
| <i>Айкеда Паерхати, Шестаков Юрий Николаевич</i>                                                                                                       |            |
| <b>СЕКЦИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ .....</b>                                                                                                                | <b>88</b>  |
| ПЕРЕОРИЕНТАЦИЯ ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ РОССИИ<br>И ДЕСИНХРОНИЗАЦИЯ САНКЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ:<br>ЭМПИРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АДАПТАЦИОННЫХ<br>МЕХАНИЗМОВ 2022–2026 ГГ..... | 89         |
| <i>Царикаев Марат Русланович</i>                                                                                                                       |            |
| АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МАРШРУТОВ<br>МУЛЬТИМОДАЛЬНОЙ ДОСТАВКИ ИЗ КИТАЯ В РОССИЮ:<br>УЗКИЕ МЕСТА И ОГРАНИЧЕНИЯ.....                                         | 98         |
| <i>Джигоев Александр Викторович</i>                                                                                                                    |            |
| БАНКРОТСТВО КАК УГРОЗА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ<br>СОВРЕМЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА.....                                                  | 108        |
| <i>Баскаева Аида Александровна</i>                                                                                                                     |            |
| <b>СЕКЦИЯ ИНФОРМАТИКА.....</b>                                                                                                                         | <b>116</b> |
| РАЗРАБОТКА ВЕБ-РЕСУРСА ОНЛАЙН-УЧЕТА ВНЕУЧЕБНОЙ<br>ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ФГБОУ ВО «СГУВТ» .....                                                        | 117        |
| <i>Герасименко Ева Андреевна, Луценко Арина Артемьевна,<br/>Новиков Александр Сергеевич, Салмина Евгения Николаевна,<br/>Седешев Иван Алексеевич</i>   |            |
| СИСТЕМА МОНИТОРИНГА АКАДЕМИЧЕСКИХ<br>ЗАДОЛЖЕННОСТЕЙ СТУДЕНТОВ ФГБОУ ВО «СГУВТ» .....                                                                   | 130        |
| <i>Седешев Иван Алексеевич, Алексеев Лев Валерьевич,<br/>Буренков Иван Николаевич, Герасименко Ева Андреевна,<br/>Луценко Арина Артемьевна</i>         |            |

|                                                                                                                                                                         |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| ПРИМЕНЕНИЕ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ<br>В ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИИ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ<br>ОБРАБОТКИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ОТЗЫВОВ .....                                              | 139        |
| <i>Копытина Римма Дмитриевна</i>                                                                                                                                        |            |
| <b>СЕКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ.....</b>                                                                                                                                    | <b>148</b> |
| РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОВОЩНЫХ ПЮРЕ<br>ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ<br>СВЧ-БЛАНШИРОВАНИЯ .....                                                                 | 149        |
| <i>Шишкова Алина Алексеевна, Крякунова Елена Вячеславовна</i>                                                                                                           |            |
| РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО СИСТЕМЕ<br>АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДОКУМЕНТИРОВАНИЯ<br>СХЕМ БАЗ ДАННЫХ .....                                                                      | 159        |
| <i>Божкова Анна Николаевна, Попова Ксения Михайловна,<br/>Ляпустина Екатерина Александровна</i>                                                                         |            |
| СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИАГНОСТИКИ ДОРОЖНОГО<br>ПОКРЫТИЯ: МЕТОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ .....                                                                                    | 164        |
| <i>Синюгина Юлия Викторовна</i>                                                                                                                                         |            |
| <b>СЕКЦИЯ МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ .....</b>                                                                                                                                   | <b>172</b> |
| ПРОФИЛАКТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ МУЖСКОЙ ПОЛОВОЙ СФЕРЫ<br>КАК МЕРА ПОДДЕРЖАНИЯ РЕПРОДУКТИВНОГО ЗДОРОВЬЯ .....                                                                   | 173        |
| <i>Сидоров Семен Станиславович</i>                                                                                                                                      |            |
| АБСОЛЮТНАЯ И ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ГИПЕРАНДРОГЕНИЯ<br>В ПАТОГЕНЕЗЕ АКНЕ: СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ<br>И КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) .....                           | 181        |
| <i>Петрова Виктория Эдуардовна, Абызов Максим Сергеевич</i>                                                                                                             |            |
| СТАРЕНИЕ КАК СИСТЕМНАЯ ДЕЗИНТЕГРАЦИЯ ГОМЕОКИНЕЗА:<br>ПАТОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ.....                                                                                 | 189        |
| <i>Гацук Егор Андреевич, Наджемеденова Амина Таутиховна,<br/>Осипенко Алексей Владимирович</i>                                                                          |            |
| <b>СЕКЦИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ .....</b>                                                                                                                                | <b>193</b> |
| РАЗВИТИЕ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ДОШКОЛЬНИКОВ<br>В ПОДГОТОВКЕ К СДАЧЕ ВФСК ГТО НА ПРИМЕРЕ<br>МБДОУ № 43 «РЯБИНУШКА» г. ПЯТИГОРСКА<br>(АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭТАП ИССЛЕДОВАНИЯ) ..... | 194        |
| <i>Ласкина Стелла Георгиевна, Исмаилова Галина Станиславовна,<br/>Овинникова Оксана Ивановна</i>                                                                        |            |
| DEVELOPMENT OF DIGITAL COMPETENCE IN PROSPECTIVE<br>TEACHER-RESEARCHERS DURING THEIR PROFESSIONAL TRAINING ..                                                           | 202        |
| <i>Shershniyova Tatiana Viktorovna, Liu Qingzheng</i>                                                                                                                   |            |

|                                                                                           |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>СЕКЦИЯ ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ.....</b>                                                       | <b>210</b> |
| ОБУЧЕНИЕ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ В ПРОЦЕССЕ АНАЛИЗА<br>СОВРЕМЕННЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ ИСКУССТВА ..... | 211        |
| <i>Кравчунас Мария Борисовна</i>                                                          |            |

# **СЕКЦИЯ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

УДК 666.9.022.6:620.3

**САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИЕСЯ ЦЕМЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ  
С КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКОЙ НА ОСНОВЕ НАНОРАЗМЕРНОГО  
ОКСИДА АЛЮМИНИЯ**

**Артамонова Ольга Владимировна**

д.т.н., доцент, профессор

**Закатов Артем Борисович**

аспирант

Воронежский государственный технический университет

**Аннотация:** В работе представлены результаты экспериментальных исследований самовосстанавливающихся цементных систем, модифицированных комплексной добавкой на основе наноразмерного оксида алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), синтезированного золь-гель методом. Показано, что введение 0,1 мас.% нано-  $\text{Al}_2\text{O}_3$  от массы цемента обеспечивает повышение прочности при сжатии на 89% к 28 суткам и на 52% к 180 суткам по сравнению с эталонным составом. Методами РФА, ПЭМ и СЭМ установлено, что наночастицы  $\text{Al}_2\text{O}_3$  выступают в качестве активной добавки, инициируя образование различных фаз гидроалюмосиликатов кальция (С-А-S-H фаз). Экспериментально подтверждена способность модифицированной системы к неавтономному самозаживлению трещин в условиях водного и переменного твердения. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования синтезированной нанодобавки для создания высокопрочных и долговечных цементных композитов с улучшенными ремонтными характеристиками.

**Ключевые слова:** наночастицы оксида алюминия, золь-гель синтез, самовосстанавливающиеся цементные системы, С-А-S-H фазы, наномодифицирование, прочность при сжатии, автогенное заживление трещин, микроструктура.

**SELF-HEALING CEMENTITIOUS SYSTEMS WITH A COMPLEX  
ADDITIVE BASED ON NANO-SIZED ALUMINA**

**Artamonova Olga Vladimirovna**

**Zakatov Artem Borisovich**

**Abstract:** The paper presents the results of experimental studies on self-healing cementitious systems modified with a complex additive based on nano-sized alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) synthesized by the sol-gel method. It is shown that the introduction of 0.1 wt.% nano-  $\text{Al}_2\text{O}_3$  by weight of cement provides an increase in compressive strength of 89% at 28 days and 52% at 180 days compared to the reference composition. Using XRD, TEM, and SEM, it was established that  $\text{Al}_2\text{O}_3$  nanoparticles act as an active additive, initiating the formation of various calcium aluminosilicate hydrate phases (C–A–S–H phases). The ability of the modified system for non-autonomous self-healing of cracks under water curing and alternating curing conditions has been experimentally confirmed. The obtained results indicate the promise of using the synthesized nano-additive for the creation of high-strength and durable cement composites with improved repair characteristics.

**Key words:** alumina nanoparticles, sol-gel synthesis, self-healing cementitious systems, C-A-S-H phases, nanomodification, compressive strength, autogenous crack healing, microstructure.

## **Введение**

Современное строительное материаловедение переходит от макро- и микроструктурного контроля свойств к управлению процессами структурообразования на атомарно-молекулярном уровне. Особое место в этом направлении занимают самовосстанавливающиеся цементные системы, способные автономно залечивать возникающие микротрещины, что существенно повышает долговечность и надёжность бетонных конструкций. Проблема микроповреждений является критической для цементных бетонов: именно образование и развитие микротрещин служит основной причиной снижения несущей способности и преждевременного разрушения конструкций.

Анализ научной литературы [1–7] показывает, что наноразмерные частицы оксида алюминия рассматриваются как один из наиболее эффективных модификаторов цементных систем. Исследования последних лет демонстрируют, что нано- $\text{Al}_2\text{O}_3$  может выступать как в роли центров кристаллизации, так и в качестве химически активного компонента, участвующего в реакциях гидратации. В работе [2] показано, что введение  $\gamma$ -нано- $\text{Al}_2\text{O}_3$  размером около 30 нм ускоряет реакции как силикатных, так и алюминатных фаз портландцемента, при этом в модифицированных пастах формируется обогащённый алюминием внешний C-S-H продукт. Авторы исследования [3] установили, что нано- $\text{Al}_2\text{O}_3$  ускоряет превращение

капиллярной воды в гелевую на 4 часа за счёт усиленной нуклеации, снижает время удержания гелевой воды и оптимизирует поровую микроструктуру.

Особый интерес представляют работы, посвящённые самовосстанавливающей способности наномодифицированных цементных систем [1–5]. В рамках европейского проекта ReSHEALience было показано, что введение 0,25 мас.% переходных нано- $\text{Al}_2\text{O}_3$  обеспечивает 63% эффективности самозаживления через 56 суток и 96% — через 90 суток твердения. При этом, однако, наблюдался задержанный эффект самовосстановления: через 28 суток эффективность составляла лишь 10%. Несмотря на значительный объём накопленных данных, вопросы синтеза стабильных наноразмерных частиц  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , их эффективной стабилизации и механизмов взаимодействия с продуктами гидратации цемента остаются недостаточно изученными. Особый интерес представляет использование комплексных добавок, сочетающих наночастицы с суперпластификатором, что позволяет достичь оптимальной дисперсности и реакционной способности модификатора, а также равномерному распределению добавки в объеме смеси.

Цель настоящей работы состояла в разработке методики золь-гель синтеза комплексных добавок на основе наночастиц  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , стабилизированных суперпластификатором, исследовании процессов структурообразования и набора прочности наномодифицированного цементного камня, а также оценке влияния разработанной добавки на процессы неавтономного самозаживления трещин.

### **Материалы и методы исследования**

#### ***Синтез наночастиц $\text{Al}_2\text{O}_3$***

Для синтеза гидрозолей алюминия использовали следующие прекурсоры: сульфат алюминия ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) ХЧ (ГОСТ 3758-75), гидроксид аммония ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) ХЧ (ТУ6-09-2540-72), дистиллированную воду (ГОСТ 6709). Стабилизацию полученных золь-гелей осуществляли суперпластификатором Sika ViscoCrete-200 в концентрации 0,2% от массы раствора.

Гидроксид алюминия получали методом обратного титрования, добавляя раствор  $\text{NH}_4\text{OH}$  к раствору  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  при непрерывном перемешивании на магнитной мешалке. Оптимальные условия синтеза ( $\text{pH}=5$ ,  $T=22^\circ\text{C}$ ) были установлены в предварительных исследованиях. Термическую обработку полученного золя  $\text{Al}(\text{OH})_3$  проводили при  $900^\circ\text{C}$  в течение 20 минут для формирования наночастиц  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

### **Приготовление цементных систем**

В качестве исходных компонентов использовали: портландцемент ЦЕМ I 42,5 (ГОСТ 31108-2016); водопроводную воду (ГОСТ 23732-2011). Наномодифицирование осуществляли смешиванием цемента с жидким затворителем, содержащим суперпластификатор и комплексные нанодобавки. Водоцементное отношение подбирали на основании нормальной густоты цементного теста. Массовая доля наночастиц  $Al_2O_3$  составляла 0,1% от массы цемента при В/Ц = 0,30. Эталонный состав (Ц – В – СП) имел В/Ц = 0,33.

Образцы выдерживали в камере нормального твердения ( $T=21^{\circ}C$ ,  $W=100\%$ ) в течение 1–180 суток.

### **Методы исследования**

Анализ формы и размера наночастиц проводили методами лазерной дифракции (Analysette 22), динамического светорассеяния (Photocor Complex) и просвечивающей электронной микроскопии (Н-9500). Фазовый состав нанодобавок и цементного камня исследовали методом порошковой рентгеновской дифрактометрии (ARL X'TRA,  $CuK\alpha$ ,  $\lambda = 1,541788 \text{ \AA}$ ) с обработкой в программном комплексе PDWin 4.0 [8].

Степень гидратации (СГ) определяли по данным РФА, количественно оценивая содержание фазы алита ( $C_3S$ ) по интенсивности пика  $d = 2,75 \text{ \AA}$ :

$$C_{\Gamma} = (I_0 - I_{\text{мод}}) / I_0 \times 100\%,$$

где  $I_{\text{мод}}$  — интенсивность пика  $C_3S$  в модифицированных образцах;  $I_0$  — интенсивность пика  $C_3S$  в исходном цементе.

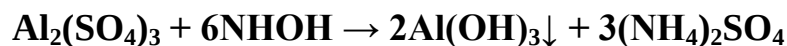
Микроструктуру исследовали методом сканирующей электронной микроскопии (Phenom XL, 15 кВ, 0,10 Па) на сколах цементного камня. Прочностные характеристики определяли на испытательной машине INSTRON Sates 1500HDS при разрушении серии образцов-кубов  $5 \times 5 \times 5 \text{ см}$  (коэффициент изменчивости 7–10%).

Самозаживление трещин исследовали методом оптической микроскопии. Трещины создавали искусственно через 28 суток твердения в нормальных условиях. После чего образцы выдерживали в различных условиях: под водой (ВС) и при чередующемся твердении в эксикаторе над водой и под водой (КМ).

### **Результаты экспериментальных исследований и их обсуждение**

#### **Характеристика синтезированных наночастиц $Al_2O_3$**

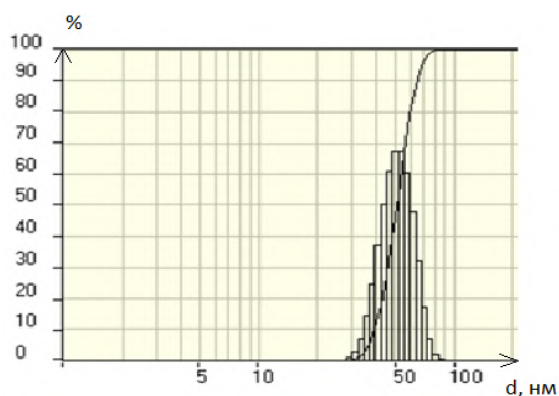
В результате золь-гель синтеза по реакции:



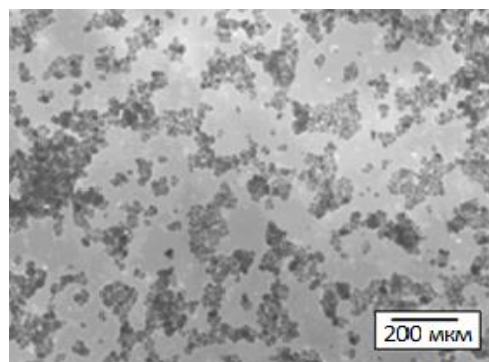
был получен наноразмерный оксид алюминия, стабилизированный суперпластификатором. Непосредственно после синтеза золь был прозрачным;

рентгенофазовый анализ подтвердил его рентгеноаморфность, что указывает на ультрадисперсный характер частиц. Термическая обработка при 900°C в течение 20 минут привела к формированию наночастиц  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Методом лазерной дифракции установлен средний размер частиц  $\text{Al}_2\text{O}_3 \sim 50$  нм. Просвечивающая электронная микроскопия показала, что частицы имеют чёткую огранку, практически не агломерированы и обладают узким распределением по размерам. Данные динамического светорассеяния подтвердили эти результаты: фиксируемый пик в области 500–1000 нм связан с присутствием молекул суперпластификатора, а не с агломерацией наночастиц (рис. 1).

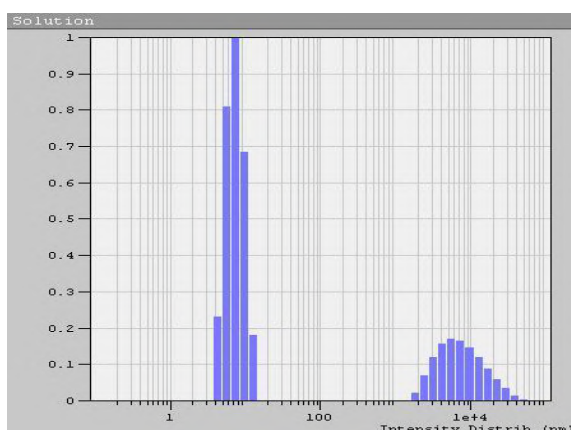
Таким образом, оптимальными условиями синтеза неагломерированного наноксида алюминия со средним размером  $\sim 50$  нм являются: использование сульфата алюминия в качестве прекурсора, метод обратного титрования ( $\text{pH}=5$ ,  $T=22^\circ\text{C}$ ) и термическая обработка при 900°C [9].



А



Б

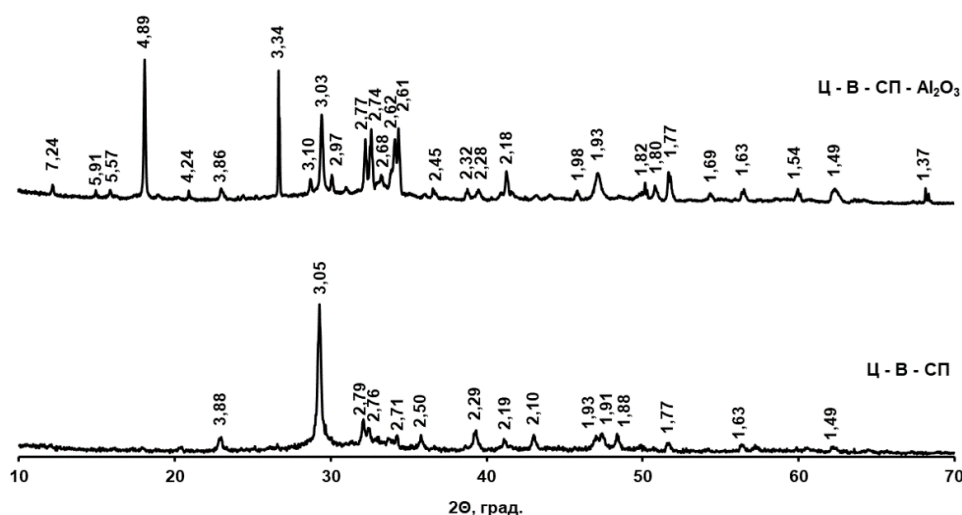


В

**Рис. 1. График распределения размеров частиц  $\text{Al}_2\text{O}_3$ : а) по данным лазерной дифракции, б) микрофотография ПЭМ, в) по данным метода динамического светорассеяния (представлен гидродинамический радиус)**

### **Влияние нано- $Al_2O_3$ на процессы гидратации и фазообразование цементных систем**

Рентгенофазовый анализ наномодифицированных цементных систем выявил существенные различия в фазовом составе по сравнению с эталоном (рис. 2). В системе Ц – В – СП (эталон) основными фазами являются C-S-H(I) переменного состава и тоберморитоподобная фаза  $4CaO \cdot 5SiO_2 \cdot 5H_2O$  с небольшим количеством C-S-H(II) –  $2CaO \cdot SiO_2 \cdot H_2O$ . Присутствие двух типов гидросиликатов кальция свидетельствует о формировании относительно плотной структуры. В системе Ц – В – СП –  $Al_2O_3$  идентифицированы гидроалюминаты:  $Al(OH)_3$ ,  $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 4H_2O$ , а также сложная смесь гидросиликатов кальция, включая  $5CaO \cdot 2SiO_2 \cdot H_2O$  и  $(CaO)_x \cdot SiO_2 \cdot zH_2O$ . Фиксируется небольшое количество высокоглинозёмистого гидрата  $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 8,5H_2O$ .

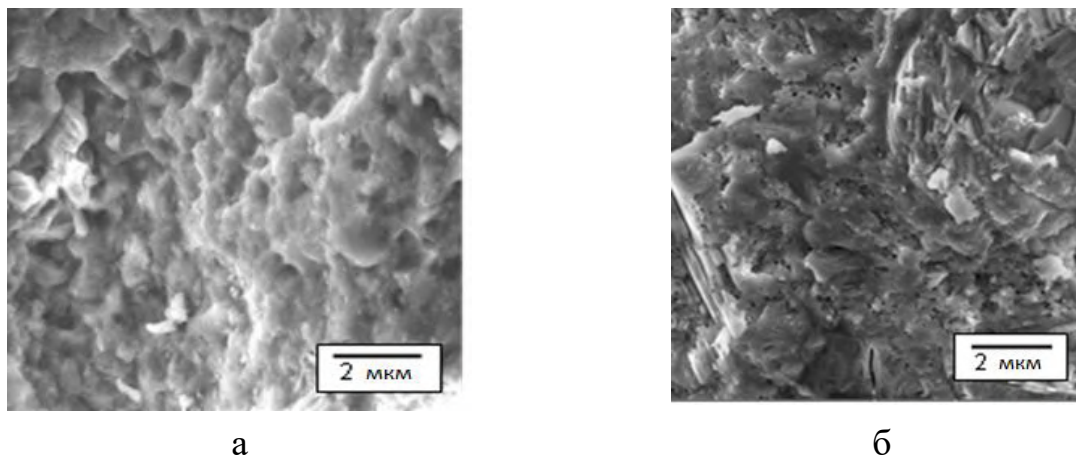


**Рис. 2. Дифрактограммы наномодифицированных цементных систем твердения: эталон (Ц — В — СП) и система с  $Al_2O_3$  (Ц — В — СП —  $Al_2O_3$ )**

Это согласуется с результатами [5], где показано, что нано- $Al_2O_3$  на ранних стадиях способствует образованию портландита и увеличению связанной воды, а на поздних сроках (90 суток) снижает содержание фазы портландита. Расчёт степени гидратации показал, что для системы с  $Al_2O_3$  значения  $C_T$  выше по сравнению с эталоном: через 28 суток  $C_T$  составляет 68% против 62% у эталона.

Это подтверждает ускоряющее действие нано- $Al_2O_3$  на гидратационные процессы, что коррелирует с данными [2] об ускорении превращения капиллярной воды в гелевую и снижении барьеров нуклеации C-S-H.

Данные РФА хорошо согласуются с результатами сканирующей электронной микроскопии (рис. 3). В системе с  $Al_2O_3$  наблюдается значительное разнообразие новообразований пластинчатой формы, сформированных вторичными гидросиликатами кальция различной основности. Кристаллиты образуют между собой многочисленные контакты примыкания и срастания, что обеспечивает высокую плотность и связанность структуры.



**Рис. 3. Микрофотографии исследуемых цементных систем через 28 суток твердения по данным сканирующей электронной микроскопии**  
Обозначено: а) Ц – В – СП; б) Ц – В – СП –  $Al_2O_3$

*Влияние нано-  $Al_2O_3$  на процессы твердения цементных систем*

Результаты испытаний прочности на сжатие во времени представлены в таблице 1.

**Таблица 1**

**Кинетика набора прочности на сжатии  
наномодифицированных цементных систем**

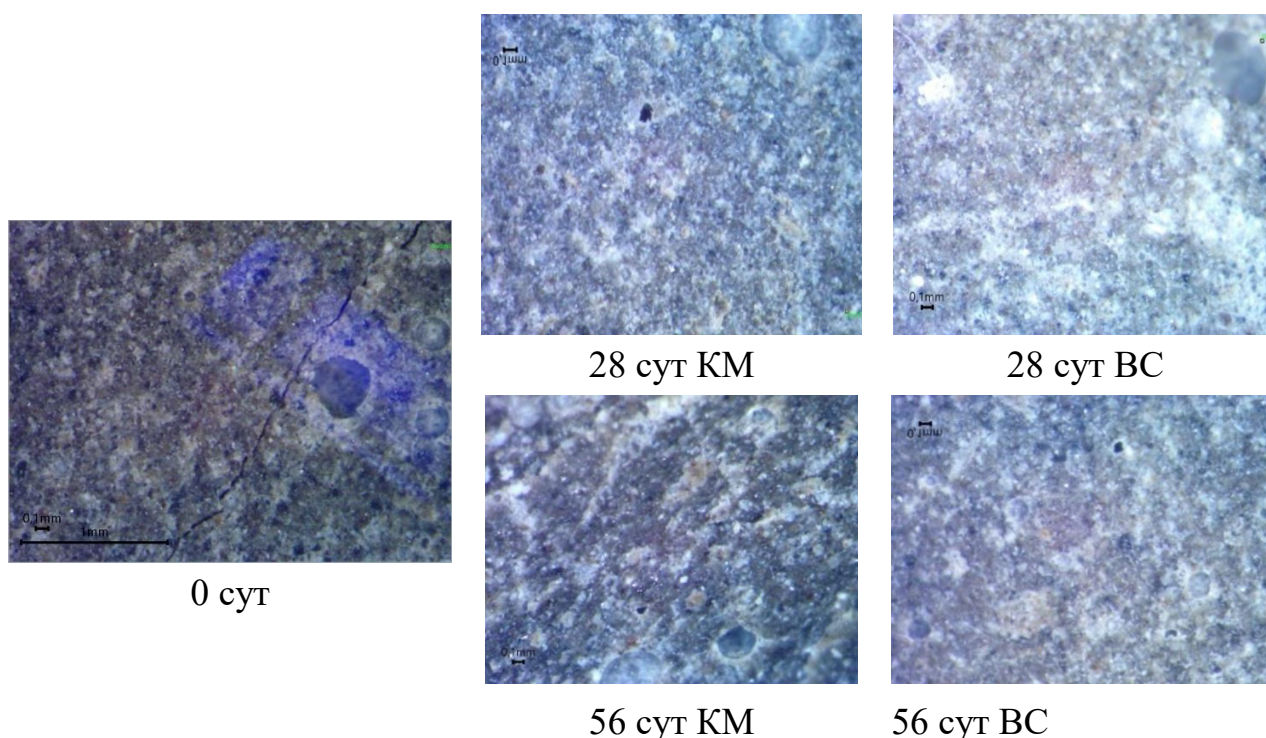
| № | Состав системы / обозначения                                          | В/Ц  | С <sub>Г</sub> , % | Прочность на сжатие R сж, МПа |       |       |        |        |        |         |
|---|-----------------------------------------------------------------------|------|--------------------|-------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|
|   |                                                                       |      |                    | 1 сут                         | 3 сут | 7 сут | 14 сут | 28 сут | 90 сут | 180 сут |
| 1 | Цемент, вода, суперпластификатор / Ц – В – СП эталон                  | 0,33 | 62                 | 20,3                          | 39,7  | 45,2  | 48,6   | 51,1   | 63,0   | 70,4    |
| 2 | Цемент, вода, $Al_2O_3$ , Суперпластификатор / Ц – В – СП – $Al_2O_3$ | 0,30 | 68                 | 51,1                          | 69,5  | 78,8  | 93,8   | 96,4   | 98,9   | 107,1   |

В эталонной системе наблюдается стабильный рост прочности, соответствующий классическим представлениям о гидратации цемента: интенсивный набор в первые 7–14 суток с последующим замедлением.

Система, модифицированная  $Al_2O_3$ , демонстрирует существенно более высокие показатели на всех сроках твердения. Особенно значителен прирост на ранних стадиях: в 1 сутки прочность составляет 51,1 МПа (в 2,5 раза выше эталона). К 28 суткам система достигает  $R_{сж} = 96,4$  МПа (повышение на 89% относительно эталона), а к 180 суткам — 107,1 МПа (повышение на 52%).

#### ***Влияние нано- $Al_2O_3$ на процессы самовосстановления трещин в цементных системах***

Исследование заживления искусственно созданных трещин методом оптической микроскопии показало, что в системе Ц – В – СП –  $Al_2O_3$  наблюдается активное зарастание трещин как в условиях водного твердения (ВС), так и при переменном режиме (КМ). Через 14 суток после создания повреждений трещины демонстрируют значительное заполнение продуктами гидратации (рис. 4).



**Рис. 4. Микрофотографии трещин системы Ц – В –  $Al_2O_3$  – СП увеличение  $\times 40$ , создание трещин на 14 сутки твердения. ВС – твердение под водой, КМ – чередующееся твердение в эксикаторе и под водой**

Механизм самозаживления в модифицированной системе включает несколько процессов. Во-первых, наличие наночастиц  $Al_2O_3$  обеспечивает дополнительные центры кристаллизации для новообразований непосредственно в зоне трещины. Во-вторых, негидратированные частицы  $Al_2O_3$  и доступный гидроксид кальция в матрице создают условия для продолжения реакций гидратации даже после возникновения повреждений, что приводит к заполнению трещинного пространства гидроалюминатами и гидросиликатами кальция. В-третьих, гидрофильная природа наночастиц способствует удержанию влаги в зоне трещины, что необходимо для протекания гидратационных процессов.

Это согласуется с результатами [1], где показано, что присутствие нанодобавок улучшает самоуплотнение и самозаживление трещин в образцах, выдержанных в воде.

Анализ экспериментальных данных (табл. 2) по изменению прочности на сжатие после создания трещин показывает, что наномодифицированные системы практически полностью набирают прочность с течением времени, как и не поврежденные образцы. Стоит отметить, что эталонный образец прочность на сжатие с течением времени увеличивает очень медленно. Это говорит о практически отсутствующих процессах регенерации искусственно созданных трещин.

**Таблица 2**

**Экспериментальные данные кинетики набора прочности при сжатии  
наномодифицированных цементных систем твердения  
после создания трещин**

| № | Состав системы         | В/Ц  | С <sub>Г</sub> , % | Прочность на сжатие R <sub>сж</sub> , МПа |      |        |      |        |      |         |       |
|---|------------------------|------|--------------------|-------------------------------------------|------|--------|------|--------|------|---------|-------|
|   |                        |      |                    | 28 сут                                    |      | 56 сут |      | 92 сут |      | 122 сут |       |
|   |                        |      |                    | BC                                        | KM   | BC     | KM   | BC     | KM   | BC      | KM    |
| 1 | Ц – В – СП             | 0,33 | 62                 | 34,9                                      | 38,5 | 41,8   | 46,2 | 51,6   | 52,2 | 56,4    | 57,1  |
| 2 | Ц – В – СП – $Al_2O_3$ | 0,30 | 68                 | 74,6                                      | 79,2 | 86,1   | 90,8 | 95,5   | 98,8 | 101,9   | 105,5 |

Обозначено: BC – твердение под водой, KM – чередующееся твердение в эксикаторе и под водой

***Перспективы применения и направления дальнейших исследований***

Учитывая связывание свободного гидроксида кальция в гидроалюминаты и C-A-S-H фазы, можно прогнозировать повышенную сульфатостойкость и

коррозионную стойкость системы, модифицированной  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Это открывает перспективы для применения разработанных составов в агрессивных средах, включая морскую воду и грунтовые воды с высоким содержанием сульфатов.

Достигнутые значения прочности (107,1 МПа к 180 суткам) позволяют рассматривать систему Ц – В – СП –  $\text{Al}_2\text{O}_3$  для создания особо высокопрочных, быстротвердеющих конструкций специального назначения: военное строительство, высотное строительство, объекты атомной энергетики, где цена модификатора оправдана экстремальными характеристиками материала.

### **Заключение**

На основе проведённых исследований можно сделать следующие выводы.

Разработан золь-гель метод синтеза наночастиц  $\text{Al}_2\text{O}_3$  со средним размером  $\sim 50$  нм, стабилизированных суперпластификатором. Оптимальные условия синтеза: использование сульфата алюминия в качестве прекурсора, метод обратного титрования ( $\text{pH} = 5$ ,  $T = 22^\circ\text{C}$ ), термическая обработка при  $900^\circ\text{C}$  в течение 20 минут.

Рентгенофазовым анализом установлено, что  $\text{Al}_2\text{O}_3$  инициирует образование широкого спектра гидроалюмосиликатов (C-A-S-H фаз). В системе с  $\text{Al}_2\text{O}_3$  идентифицированы фазы:  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $5\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , а также сложная смесь гидросиликатов кальция. Введение 0,1% наночастиц  $\text{Al}_2\text{O}_3$  от массы цемента (при В/Ц = 0,30) позволяет повысить прочность при сжатии до 107,1 МПа к 180 суткам, что на 52% выше эталонного состава. Особенно значительный эффект наблюдается на ранних сроках твердения: прочность в 1 сутки составляет 51,1 МПа против 20,3 МПа у эталона.

Экспериментально подтверждена способность системы, модифицированной  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , к неавтономному самовосстановлению трещин в условиях водного и переменного твердения, что обусловлено продолжением реакций гидратации в зоне повреждения и наличием дополнительных центров кристаллизации.

### **Список литературы**

1. Reches Y. Nanoparticles as concrete additives: review and perspectives // Construction and Building Materials. – 2018. – Vol. 175. – Pp. 483–495.
2. Chen J., Liang C., Li B., Wang E., Li G., Hou X. The effect of nano- $\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$  additive on early hydration of calcium aluminate cement // Construction and Building Materials. – 2018. – Vol. 158. – Pp. 755–760.

3. Zou Q., Liu Y., Li Q., Hu Y., Yan F., Chen Z. Effect of particle size and dosage on hydration kinetics of nano-alumina-modified cement // Construction and Building Materials. – 2025. – Vol. 494. – P. 143283.
4. Verma S.K., Daniyal M., Goldar D. Effect of Nano- $\text{Al}_2\text{O}_3$ , Nano- $\text{SiO}_2$ , and Nano- $\text{CaCO}_3$  on the Properties of Cementitious Composites // Procedia Structural Integrity. – 2025. – Vol. 70. – Pp. 327–334.
5. Zhou J., Zheng K., Liu Z., He F. Chemical effect of nano-alumina on early-age hydration of Portland cement // Cement and Concrete Research. – 2019. – Vol. 116. – Pp. 159–167.
6. Cuenca E., Mezzena A., Ferrara L. Synergy between crystalline admixtures and nano-constituents in enhancing autogenous healing capacity of cementitious composites under cracking and healing cycles in aggressive waters // Construction and Building Materials. – 2021. – Vol. 266, Part B. – Art. no. 121447.
7. Артамонова О.В., Закатов А.Б. Получение и применение наноразмерных систем на основе  $\text{Al}_2\text{O}_3$  для наномодифицирования цементных систем твердения // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2026. – № 5 (809). – С. 31–47.
8. JCPDS – International Centre for Diffraction Data. – Newtown Square, PA: International Centre for Diffraction Data, – 1995.
9. Артамонова О.В., Закатов А.Б. Исследование кинетики роста гидрозоля алюминия, полученного из различных прекурсоров // Химия, физика и механика материалов. – 2025. – № 1 (44). – С. 38–48.

© Артамонова О.В., Закатов А.Б., 2026

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ:  
КАТАЛИЗАТОРЫ В УСЛОВИЯХ  
МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ**

**Гнатюк Ирина Геннадьевна  
Лаврентьев Игорь Вячеславович  
Комаров Геннадий Сергеевич  
Асеева Юлия Михайловна  
Родченко Алина Константиновна**

**Научный руководитель: Александров Андрей Анатольевич**

**к.х.н., доцент  
ЮРГПУ (НПИ им. М.И. Платова)**

**Аннотация:** В кратком обзоре рассматриваются последние достижения в области функционализации органических соединений в условиях механохимической активации с исключительным акцентом на палладиевые катализаторы. Особое внимание уделено экологичным твердофазным методам реакций кросс-сочетания Сузуки-Мияуры и Хека. Отсутствие традиционных токсичных растворителей позволяет минимизировать побочные реакции и эффективно проводить селективную модификацию сложных молекул на поздних стадиях. Тщательная оптимизация параметров механического измельчения в шаровых мельницах обеспечивает высокую эффективность прямого механокатализа и открывает новые пути для направленной функционализации соединений. Внедрение данных подходов расширяет возможности «зеленой химии».

**Ключевые слова:** механохимия, металлокомплексный катализ, кросс-сочетание.

**MODERN FUNCTIONALIZATION METHODS: CATALYSTS  
UNDER MECHANOCHEMICAL ACTIVATION**

**Gnatyuk Irina Gennadievna  
Lavrentiev Igor Vyacheslavovich  
Komarov Gennady Sergeevich  
Aseeva Yulia Mikhailovna  
Rodchenko Alina Konstantinovna**

**Scientific adviser: Aleksandrov Andrey Anatolievich**

**Abstract:** This review examines the latest advances in the functionalization of organic compounds under mechanochemical activation conditions, with a particular emphasis on palladium catalysts. Particular attention is paid to environmentally friendly solid-phase methods for the Suzuki-Miyaura and Heck cross-coupling reactions. The absence of traditional toxic solvents minimizes side reactions and effectively enables selective modification of complex molecules at late stages. Careful optimization of mechanical milling parameters in ball mills ensures high efficiency of direct mechanocatalysis and opens new avenues for targeted functionalization of compounds. The implementation of these approaches expands the possibilities of «green chemistry».

**Key words:** mechanochemistry, metal complex catalysis, cross-coupling.

## ВВЕДЕНИЕ

Традиционный органический синтез в значительной степени опирается на использование больших объемов органических растворителей [1]. Эти среды часто являются токсичными, летучими и создают серьезные экологические проблемы, а также сопряжены с высокими затратами на утилизацию отходов [1]. В контексте развития «зеленой химии» механохимия — область, изучающая превращения веществ при интенсивном механическом воздействии — переживает настоящий ренессанс [1, 2]. Признание механохимии ИЮПАК в 2021 году одной из десяти важнейших развивающихся технологий подчеркивает ее значимость [3].

Особый научный интерес представляет сочетание механохимической активации с катализом комплексами переходных металлов, где палладий занимает центральное место [1]. Металлокатализируемые реакции кросс-сочетания являются краеугольным камнем конструирования сложных органических молекул [4]. Перенос этих реакций в условия механохимии кардинально улучшает их экологические показатели [5], а также позволяет вовлекать в реакции нерастворимые субстраты.

**1. Реакция Сузуки-Мияуры в твердой фазе.** Реакция кросс-сочетания арилгалогенидов с арилборными кислотами наиболее активно изучается в механохимических условиях [5]. Важным достижением стала разработка устойчивых протоколов, использующих экологичные добавки для жидкостной механохимической активации (LAG).

Было показано, что использование  $\beta$ -цитронеллола в качестве добавки позволяет проводить реакцию Сузуки с выходами до 96% [6]. Этот процесс

протекает при комнатной температуре без использования дорогих фосфиновых лигандов. Терпеноиды выступают в роли высокоэффективных молекулярных диспергаторов для палладиевого катализатора.

Значительным прорывом стало применение N-гетероциклических карбенов (NHC) [7]. Разработана надежная механохимическая платформа на основе стабильных димерных прекатализаторов Pd(II)-NHC вида  $[Pd(\mu-Cl)(NHC)Cl]$ , позволившая реализовать эффективное кросс-сочетание без использования растворителей [7].

**2. Функционализация с использованием цинк-енолятов (реакция типа Реформатского).** Одной из проблем механохимии является работа с высокореакционными металлоорганическими реагентами [8]. Недавние исследования продемонстрировали возможность проведения высокоэффективного Pd-катализируемого кросс-сочетания солей арилтиантрена с *in situ* генерируемыми цинк-енолями типа Реформатского [8, 9].

Механохимическая активация играет двойную роль: способствует активации цинка для быстрого образования енолятов и одновременно стимулирует последующее кросс-сочетание [9]. Этот «one-pot» протокол позволяет синтезировать  $\alpha$ -арилированные продукты на воздухе, исключая необходимость в инертной атмосфере [8].

**3. Прямой механокатализ в реакциях Хека.** Инновационным направлением является использование самих размольных тел в качестве катализатора. Был представлен уникальный метод прямого механокатализа для реакции Мизороки-Хека, где в качестве источника палладия выступают шарики из чистого металла [10]. Реакция протекает при повышенной температуре, обеспечивая высокую хемоселективность по связям  $C(sp^2)-I$ , и решает проблему регенерации катализатора [10].

**4. Функционализация гетероциклов на поздних стадиях (Late-Stage Functionalization).** Механохимия открывает новые горизонты в функционализации сложных молекул, включая модификацию активных фармацевтических субстратов (APIs) [11]. Отсутствие растворителя предотвращает многие проблемы растворимости и побочные реакции перекрестной реактивности [11].

Активация с использованием Pd-катализаторов позволяет проводить направленную C–H функционализацию гетероциклов. Грамотная оптимизация условий механического измельчения делает возможным эффективное

вовлечение в каталитические циклы производных фурана и тиофена, критически важных для создания новых материалов. Активно развивается метод «измельчения и нагревания» (Grind-and-Heat), показавший результаты, сравнимые с автоматизированным помолом для Pd-катализируемых реакций.

### **Заключение**

Механохимическая активация в сочетании с металлокомплексным катализом является простой альтернативой жидкофазным процессам [1]. Переход к сложным превращениям и модификации комплексных молекул на поздних стадиях (LSF) открывает широкие перспективы [11]. Использование передовых каталитических систем позволяет получать целевые продукты с выходами до 95% без дополнительных затрат на растворители, а также особенным преимуществом данного метода, на наш взгляд, является возможность проводить реакции на воздухе.

### **Список литературы**

1. Porcheddu A. et al. Metal-mediated and metal-catalyzed reactions under mechanochemical conditions //ACS Catalysis. – 2020. – Т. 10. – №. 15. – С. 8344-8394. <https://doi.org/10.1021/acscatal.0c00142>
2. Naidu B.R. et al. Catalyst-free mechanochemistry as a versatile tool in synthetic chemistry: a review //Green Chemistry. – 2023. – Т. 25. – №. 16. – С. 6120-6148. <https://doi.org/10.1039/d3gc01229h>.
3. Gomollón-Bel F. Ten Chemical Innovations That Will Change Our World: IUPAC identifies emerging technologies in Chemistry with potential to make our planet more sustainable //Chemistry International. – 2019. – Т. 41. – №. 2. – С. 12-17. <https://doi.org/10.1515/ci-2019-0203>.
4. Seo T. Tackling solubility issues in organic synthesis: solid-state cross-coupling of insoluble aryl halides //Palladium-Catalyzed Mechanochemical Cross-Coupling Reactions. – Singapore : Springer Nature Singapore, 2024. – С. 93-142.DOI: 10.1007/978-981-97-1991-4\_4.
5. Zubair T. et al.  $\beta$ -Citronellol as a Sustainable Additive for Mechanochemical Suzuki-Miyaura Cross-Coupling Reactions //RSC Mechanochemistry. – 2026 <https://doi.org/10.1039/D6MR00081A>.
6. Hazra, S. et al. (2026). Solvent-Free Suzuki-Miyaura Coupling Unleashed by Mechanochemical Pd(II)-NHC Catalysis. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 14(19), 9066–9076. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.5c13364>.

7. Čarný T. et al. Mechanochemical Pd-Catalyzed Cross-Coupling of In-Situ Generated Reformatsky Zn-Enolates //Advanced Synthesis & Catalysis. – 2025. – T. 367. – №. 7. – С. e202401403. <https://doi.org/10.1002/adsc.202401403>.
8. Templ J. et al. Thermally accelerated Heck reaction under direct mechanocatalysis using palladium milling balls //RSC mechanochemistry. – 2025. – T. 2. – №. 4. – С. 598-602. <https://doi.org/10.1039/d5mr00032g>.
9. Narayanan N.K., Schnürch M. Advances in Mechanochemical C–H Functionalization: A Comparative Study with Solvent-Based Approaches //ChemCatChem. – 2025. – T. 17. – №. 13. – С. e00457. <https://doi.org/10.1002/cctc.202500457>.
10. Banerjee M. et al. Mechanochemical functionalization of heterocycles by C–H activation: an update //The Journal of Organic Chemistry. – 2025. – T. 90. – №. 16. – С. 5323-5335. <https://doi.org/10.1021/acs.joc.4c03135>.
11. Méndez-Gálvez C. et al. Solventless catalytic C–H and C–X functionalization without ball milling //The Journal of Organic Chemistry. – 2025. – T. 90. – №. 26. – С. 8846-8856. <https://doi.org/10.1021/acs.joc.5c00109>.

© Гнатюк И.Г., Лаврентьев И.В., Комаров Г.С.,  
Асеева Ю.М., Родченко А.К.

## **ВЛИЯНИЕ ПРОМОТИРОВАНИЯ КАЛИЕМ НА КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СЕЛЕКТИВНОСТЬ КОБАЛЬТОВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ СИНТЕЗА ФИШЕРА-ТРОПША**

**Яковенко Евгения Юрьевна**  
**Марченко Виктория Сергеевна**  
**Телегин Даниил Валерьевич**  
**Храпов Назар Рауфович**  
**Молчанов Александр Алексеевич**

студенты

Научный руководитель: **Сулима Сергей Иванович**

к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный  
политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова»

**Аннотация:** В настоящей работе представлены результаты сравнения каталитической активности, производительности и селективности непромотированных и модифицированных калием кобальтовых катализаторов синтеза Фишера-Тропша на различных оксидных носителях. Сопоставлены показатели скорости превращения синтез-газа, конверсии сырья, выходов легких и тяжелых углеводородных фракций, а также распределения продуктов по модели Андерсона-Шульца-Флори. Показано, что введение калия приводит к перестройке продуктового спектра: фактор вероятности роста цепи  $\alpha$  возрастает с 0,75 до 0,87, что снижает выход метана и перенаправляет реакционные потоки на образование тяжелых углеводородов  $C_{5+}$  и ценных первичных  $\alpha$ -олефинов. Выявлены особенности влияния концентрации щелочного промотора на интегральную активность катализатора и определены условия для достижения максимальной селективности без критической потери производительности контакта.

**Ключевые слова:** синтез Фишера-Тропша, кобальтовые катализаторы, щелочное промотирование, калий, каталитическая активность, селективность по  $C_{5+}$ , подавление метанообразования,  $\alpha$ -олефины.

## **EFFECT OF POTASSIUM PROMOTION ON CATALYTIC PROPERTIES AND SELECTIVITY OF COBALT FISCHER-TROPSCH CATALYSTS**

**Yakovenko Evgenia Yurievna**

**Marchenko Viktoria Sergeevna**

**Telegin Daniil Valerievich**

**Khrapov Nazar Raufovich**

**Molchanov Alexander Alekseevich**

Scientific adviser: **Sulima Sergey Ivanovich**

**Abstract:** This paper presents a comparative study of catalytic activity, productivity, and selectivity between unpromoted and potassium-promoted cobalt catalysts in Fischer-Tropsch synthesis over various oxide supports. The synthesis gas conversion rate, carbon feedstock conversion, yields of light and heavy hydrocarbon fractions, and product distribution according to the Anderson-Schulz-Flory model are thoroughly compared. It is shown that the introduction of potassium fundamentally alters the product spectrum: the chain growth probability factor  $\alpha$  increases from 0.75 to 0.87, suppressing methane yield and shifting the reaction pathways toward higher  $C_{5+}$  hydrocarbons and valuable primary  $\alpha$ -olefins. The influence of alkali promoter loading on integral catalytic activity is identified, establishing optimal conditions to achieve high selectivity without severe loss in catalytic productivity.

**Key words:** Fischer-Tropsch synthesis, cobalt catalysts, alkali promotion, potassium, catalytic activity,  $C_{5+}$  selectivity, methane suppression,  $\alpha$ -olefins.

Каталитическая конверсия оксидов углерода и водорода по методу Фишера-Тропша является основой технологий GTL, BTL и CTL, обеспечивающих производство синтетических моторных топлив, масел и мономеров, полностью свободных от соединений серы, азота и ароматических углеводородов. В низкотемпературном режиме процесса (200–240°C) промышленным стандартом выступают гетерогенные кобальтовые катализаторы, нанесенные на оксиды ( $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $TiO_2$ ) [1, с. 216]. В отличие от катализаторов на основе железа, кобальт не инициирует протекание побочной реакции водяного сдвига (WGS), что делает его предпочтительным для переработки синтез-газа с соотношением  $H_2/CO = 2,0$ . Тем не менее ключевой задачей модернизации традиционных кобальтовых каталитических систем остается целенаправленное регулирование их селективности: снижение выхода легкого метана и увеличение доли ценных тяжелых фракций  $C_{5+}$  и олефинов.

Сравнительный анализ эксплуатационных показателей непромотированных и модифицированных калием катализаторов выявляет принципиальные различия в направлении протекания каталитических маршрутов [2]. На немодифицированных системах за счет высокого поверхностного покрытия водородом и его высокой реакционной способности преобладают маршруты глубокого гидрирования, вследствие чего значительная часть сырья конвертируется в метан и легкие газы  $C_2 - C_4$ . Введение щелочного промотора калия радикально трансформирует адсорбционные свойства активных металлических центров  $Co^0$ , повышая силу хемосорбции молекул монооксида углерода и подавляя адсорбцию водорода [2, с. 1]. В результате резкого снижения локального отношения адсорбированного водорода к углеродным фрагментам скорость исчерпывающего гидрирования мономерных звеньев в метан падает, что обеспечивает существенное снижение селективности по метану в сравнении с исходными непромотированными образцами.

Подавление образования метана на промотированных калием катализаторах напрямую связано с кардинальным изменением молекулярно-массового распределения синтезируемых продуктов [3, с. 127]. В рамках классической кинетической модели Андерсона-Шульца-Флори дефицит активного поверхностного водорода существенно замедляет скорость обрыва углеводородной цепи, сохраняя при этом высокую скорость её роста. Сравнительные испытания показывают, что введение калия в состав кобальтового катализатора обеспечивает увеличение фактора вероятности роста цепи  $\alpha$  с 0,75 (для базового непромотированного катализатора) до 0,87 для образца промотированного калием. Такое смещение полимеризационной способности приводит к резкому сокращению выхода легких газообразных углеводородов и перераспределению углеродного баланса в сторону образования высокомолекулярных парафиновых фракций  $C_{5+}$  и восков, подлежащих гидрокрекингу в жидкие топлива [3, с. 128–129].

Особый интерес представляют результаты сравнительного анализа фракционного состава по выходу непредельных углеводородов [4, с. 1]. На чистом металлическом кобальте первично образующиеся  $\alpha$ -олефины (1-алкены) легко ре-адсорбируются на доступной поверхности металла и подвергаются вторичному гидрированию в  $n$ -алканы или изомеризации в 2-алкены. На промотированных калием катализаторах упрочнение хемосорбционной связи CO приводит к эффективному вытеснению 1-алкенов в объем газовой фазы и

блокированию центров их повторной посадки [4, с. 1]. Вследствие этого в присутствии калия наблюдается многократный рост селективности по первичным  $\alpha$ -олефинам во всех фракциях. Так, во фракции  $C_3$  селективность по пропену возрастает с 65% на чистом кобальте до 98% при промотировании 0,5% масс.  $K_2CO_3$ , во фракции  $C_6$  доля 1-гексена увеличивается с 37% до 75%, а во фракции  $C_{10}$  выход 1-децена возрастает с 15% до 63% [2, с. 1].

Вместе с тем исследование интегральной активности показывает, что введение калия оказывает выраженное тормозящее воздействие на общую скорость процесса превращения синтез-газа на кобальте [3, с. 129]. В отличие от катализаторов на основе железа, где микродобавки щелочи способны несколько увеличивать общую скорость реакции, на нанесенных кобальтовых катализаторах добавление калия снижает удельную производительность. Экспериментальные данные демонстрируют, что при модифицировании кобальтового катализатора 0,5% масс.  $K_2CO_3$  скорость образования углеводородов снижается более чем в два раза – с  $4,0 \cdot 10^{-3}$  моль(С)/(г·ч) для непромотированного образца до  $1,7 \cdot 10^{-3}$  моль(С)/(г·ч) для образца, промотированного калием.

Основной причиной снижения удельной производительности и изменения свойств катализатора является модификация процессов формирования активной металлической фазы кобальта [3, с. 129]. Щелочной промотор калий усиливает химическое взаимодействие активного оксида кобальта с оксидным носителем, что затрудняет протекание последовательного восстановления оксидов  $Co_3O_4$  и  $CoO$  до металлического  $Co^0$  и сдвигает температурные максимумы фазовых превращений в область более высоких температур. Кроме того, при введении повышенных концентраций промотора наблюдается частичное падение удельной площади поверхности катализатора и экранирование активных металлических центров крупными агрегатами соединений щелочного металла, что ограничивает диффузионный доступ реагирующих молекул к активной фазе.

Таким образом, прямое сравнение характеристик непромотированных и калийсодержащих кобальтовых катализаторов синтеза Фишера-Тропша показывает, что щелочное модифицирование служит мощным инструментом тонкого регулирования селективности. Введение калия подавляет метанообразование, увеличивает фактор роста цепи  $\alpha$  до 0,87, повышает выход целевой тяжелой фракции  $C_{5+}$  и обеспечивает кратный прирост содержания ценных  $\alpha$ -олефинов. Для практической реализации преимуществ калийного

промотирования требуется оптимизация концентрации щелочной добавки в узкой области малых дозировок, что позволяет добиться максимального выхода тяжелых углеводородов и олефинов при сохранении высокой производительности каталитической системы.

### **Список литературы**

1. Промотирование Со-катализаторов синтеза Фишера-Тропша щелочными металлами / О.Л. Елисеев, М.В. Цапкина, О.С. Дементьева [и др.] // Кинетика и катализ. – 2013. – Т. 54, № 2. – С. 216. – DOI 10.7868/S0453881113020056. – EDN PWNFPT.
2. Majhi, S. Catalytic conversion of syngas to liquid hydrocarbons over potassium promoted cobalt/SiO<sub>2</sub> catalyst / S. Majhi, K. K. Pant, M. Khobragade // 10AIChE – 2010 AIChE Annual Meeting, Conference Proceedings : 2010 AIChE Annual Meeting, 10AIChE, 07–12 ноября 2010 года. – Salt Lake City, UT, 2010. – EDN OATACT.
3. Gaube, J. The promoter effect of alkali in Fischer-Tropsch iron and cobalt catalysts / J. Gaube, H. F. Klein // Applied Catalysis A: General. – 2008. – Vol. 350, No. 1. – P. 126-132. – DOI 10.1016/j.apcata.2008.08.007. – EDN KMHPPZ.
4. Khangale, Ph. R. CO<sub>2</sub> hydrogenation to liquid hydrocarbons via modified Fischer-Tropsch over alumina-supported cobalt catalysts: Effect of operating temperature, pressure and potassium loading / Ph. R. Khangale, R. Meijboom, K. Jalama // Journal of CO<sub>2</sub> Utilization. – 2020. – Vol. 41. – P. 101268. – DOI 10.1016/j.jcou.2020.101268. – EDN VAZMPX.

© Яковенко Е.Ю., Марченко В.С., Телегин Д.В.,  
Храпов Н.Р., Молчанов А.А.

**РУТЕНИЕВЫЙ КАТАЛИЗ В УСЛОВИЯХ  
МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ:  
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**Гнатюк Ирина Геннадьевна**  
**Лаврентьев Игорь Вячеславович**  
**Рогов Ростислав Сергеевич**  
**Комаров Геннадий Сергеевич**  
**Афанасьева Мария Дмитриевна**  
Научный руководитель: **Александров Андрей Анатольевич**  
к.х.н., доцент  
ЮРГПУ (НПИ им. М.И. Платова)

**Аннотация:** Краткая обзорная статья посвящена стремительно развивающемуся направлению современной органической химии — применению рутениевых катализаторов в условиях механохимической активации. В последние годы переход от традиционных жидкофазных процессов к твердофазным реакциям в шаровых мельницах стал важнейшим шагом на пути к экологически чистой химии. В обзоре рассматриваются ключевые принципы проведения каталитических реакций без использования растворителей, а также оптимизация параметров измельчения (частота, материал мелющих тел). Особое внимание уделено реакциям направленной C-H функционализации (в том числе C3-H функционализации таких важных гетероциклов, как фуран и тиафен) и реакциям олефинового метатезиса. Показано, что механохимическое воздействие не только сокращает время реакций и снижает экологическую нагрузку, но и зачастую приводит к изменению хемо- и региоселективности, открывая доступ к продуктам, труднодостижимым в классических условиях.

**Ключевые слова:** рутениевый катализ, механохимия, C-H функционализация, шаровая мельница, гетероциклы.

**RUTHENIUM CATALYSIS UNDER MECHANOCHEMICAL  
ACTIVATION: CURRENT TRENDS AND PROSPECTS**

Gnatyuk Irina Gennadievna  
Lavrentyev Igor Vyacheslavovich  
Rogov Rostislav Sergeevich  
Komarov Gennady Sergeevich  
Afanasyeva Maria Dmitrievna

Scientific adviser: Alexandrov Andrey Anatolievich

**Abstract:** This brief review article is devoted to a rapidly developing area of modern organic chemistry: the use of ruthenium catalysts under mechanochemical activation. In recent years, the transition from traditional liquid-phase processes to solid-phase reactions in ball mills has become a crucial step toward environmentally friendly chemistry. This review examines the key principles of solvent-free catalytic reactions, as well as the optimization of milling parameters (frequency, grinding media material). Particular attention is paid to directed C-H functionalization reactions (including C3-H functionalization of important heterocycles such as furan and thiophene) and olefin metathesis reactions. It is shown that mechanochemical treatment not only shortens reaction times and reduces environmental impacts but also often leads to changes in chemo- and regioselectivity, opening access to products difficult to achieve under conventional conditions.

**Key words:** ruthenium catalysis, mechanochemistry, C-H functionalization, ball milling, heterocycles.

## ВВЕДЕНИЕ

Современная химическая парадигма требует соблюдения принципов «зеленой химии», главным из которых является минимизация использования токсичных органических растворителей и снижение энергозатрат. В этом контексте механохимия, определяемая как химический процесс, инициируемый механическим воздействием, привлекает колоссальное внимание исследователей [1, 2]. Исторически механическая обработка применялась в металлургии и неорганической химии, однако в последние десятилетия шаровые мельницы стали незаменимым инструментом в лабораториях органического синтеза [3, 4].

Среди многообразия переходных металлов, используемых в катализе, рутений занимает особое место. Комплексы рутения обладают выдающейся толерантностью к различным функциональным группам, высокой

стабильностью и способностью катализировать широчайший спектр трансформаций: от метатезиса олефинов до направленной активации инертных С-Н связей [5, 6]. Использование рутениевых катализаторов в твердой фазе при интенсивном механическом перемешивании открывает новые горизонты. Отсутствие сольватационной оболочки у реагентов и катализатора в условиях шарового помола приводит к возникновению уникальных концентрационных эффектов и изменению термодинамических профилей реакций [7]. Настоящий обзор обобщает недавние достижения в области рутениевого катализа при механохимической активации, фокусируясь на методах направленной функционализации органических молекул и роли механических параметров в управлении реакционной способностью.

### **1. Оптимизация параметров механохимических систем**

Фундаментальным отличием механохимии от классического синтеза является природа подводимой энергии. Вместо термической активации в изотропной жидкой среде в вибрационных или планетарных шаровых мельницах энергия передается дискретно в моменты соударения мелющих тел (шаров) со стенками стакана [8]. Для достижения высоких выходов и селективности требуется тщательная оптимизация нескольких ключевых параметров. К ним относятся частота вибрации (обычно от 15 до 30 Гц), время реакции, а также размер, количество и материал мелющих тел.

Материал реактора играет критическую роль. Традиционно используются сталь, карбид вольфрама, оксид циркония или тефлон [9]. Важно отметить, что в реакциях с участием переходных металлов стальные шары могут выступать в качестве источника следовых количеств железа, что иногда приводит к неожиданным синергетическим эффектам, однако в случае рутениевого катализа предпочтение часто отдается инертным материалам, таким как диоксид циркония, чтобы исключить нежелательные побочные реакции [10].

Одним из мощнейших инструментов управления механохимическими реакциями является метод жидкостных добавок (Liquid-Assisted Grinding, LAG). Добавление микроколичеств растворителя (обычно с показателем  $\eta = \text{объем жидкости} / \text{масса реагентов} \leq 1 \text{ мкл/мг}$ ) не приводит к растворению реакционной смеси, но кардинально улучшает массоперенос и способствует поддержанию катализатора в активном состоянии [11]. Оптимизация соотношения реагентов и количества LAG-агента позволяет предотвратить слипание реакционной массы и обеспечить равномерное распределение рутениевого комплекса в объеме.

## 2. Олефиновый метатезис под действием рутениевых катализаторов

Реакция метатезиса олефинов, за которую в 2005 году была присуждена Нобелевская премия, традиционно проводится в строго безводных растворителях (дихлорметан, толуол) с использованием катализаторов Граббса и Ховейды-Граббса. Перенос этой реакции в условия шаровой мельницы казался сложной задачей из-за чувствительности карбеновых комплексов рутения к деградации при интенсивном трении и локальном разогреве [12].

Тем не менее недавние исследования продемонстрировали, что катализаторы Ховейды-Граббса второго поколения проявляют исключительную стабильность в твердой фазе. Механохимический кросс-метатезис твердых алкенов протекает с высокими выходами всего за несколько десятков минут [12]. Примечательно, что в условиях шарового помола удается избежать конкурентной изомеризации двойной связи, которая часто сопровождает жидкофазные реакции. Использование сыпучих носителей, таких как силикагель или хлорид натрия, выступающих в роли диспергентов, позволяет дополнительно повысить эффективность массопереноса и предотвратить разрушение рутениевого комплекса.

## 3. Направленная С-Н функционализация в шаровой мельнице

Наиболее впечатляющие результаты применения рутения в механохимии связаны с реакциями прямой С-Н функционализации. Активация инертных С-Н связей с последующим образованием связей С-С или С-гетероатом является одним из самых элегантных путей синтеза сложных молекул. Традиционно такие реакции требуют жестких условий, высоких температур и использования больших объемов токсичных растворителей.

Комплексы рутения(II), в частности  $[Ru(p\text{-cymene})Cl_2]_2$ , в комбинации с карбоновыми кислотами обеспечивают протекание С-Н активации по механизму согласованного металлирования-депротонирования (CMD). Перевод этой системы в шаровую мельницу привел к революционным изменениям. Пионерские работы в этой области показали, что направленное орто-арилирование бензамидов и азобензолов арилгалогенидами в присутствии рутениевых катализаторов протекает в условиях механохимии быстрее и с большей селективностью, чем в кипящем толуоле.

Особый научный и практический интерес представляет функционализация гетероциклических соединений, которые являются структурными мотивами подавляющего большинства современных

фармацевтических препаратов. В частности, С-Н функционализация таких избыточных систем, как производные фурана и тиафена, в традиционных условиях часто осложняется проблемами с региоселективностью и склонностью этих циклов к окислительной деградации или полимеризации в растворах.

Механохимическая активация открывает уникальные возможности для С3-Н функционализации фуранов и тиафенов. В условиях вибрационной мельницы при добавлении каталитических количеств  $[Ru(p\text{-сyтene})Cl_2]_2$  и ацетата серебра (как окислителя), реакция С-Н арилирования тиафена и фурана протекает за 60–90 минут с выходами, превышающими 85%. Более того, оптимизация механических параметров и применение метода LAG с использованием экологически безопасных этилацетата или диметилкарбоната полностью подавляет реакции димеризации гетероциклов, которые являются основным побочным процессом в жидкофазном синтезе. Твердофазные условия также обеспечивают высокую стабильность самого рутениевого катализатора, предотвращая образование неактивных биядерных кластеров рутения, часто выпадающих в осадок в жидких средах.

### Заключение

Применение рутениевых катализаторов в условиях механохимической активации представляет собой мощный и экологически оправданный подход к современному органическому синтезу. Отказ от растворителей не только решает проблему утилизации химических отходов, но и кардинально меняет кинетику и термодинамику процессов. Наблюдаемые эффекты ускорения реакций, повышение региоселективности в процессах С-Н функционализации (в том числе для сложных фурановых и тиафеновых архитектур) и успешная реализация твердофазного олефинового метатезиса доказывают универсальность механохимии.

Дальнейшее развитие этой области будет неразрывно связано с углубленным изучением механизмов реакций на границе раздела фаз *in situ*. Тщательная оптимизация условий помола и использование передовых спектроскопических методов позволят полностью раскрыть потенциал металлокомплексного катализа в твердой фазе, открывая путь к масштабируемому, безопасному и устойчивому промышленному синтезу сложных органических молекул и фармацевтических субстанций.

### Список литературы

1. James S.L. et al. Mechanochemistry: opportunities for new and cleaner synthesis //Chemical Society Reviews. – 2012. – Т. 41. – №. 1. – С. 413–447. <https://doi.org/10.1039/c1cs15171a>.
2. Do J.L., Friščić T. Mechanochemistry: a force of synthesis //ACS central science. – 2017. – Т. 3. – №. 1. – С. 13–19. <https://doi.org/10.1021/acscentsci.6b00277>.
3. Wang G.W. Mechanochemical organic synthesis //Chemical Society Reviews. – 2013. – Т. 42. – №. 18. – С. 7668–7700. <https://doi.org/10.1039/c3cs35526h>.
4. Rightmire N.R., Hanusa T.P. Advances in organometallic synthesis with mechanochemical methods //Dalton Transactions. – 2016. – Т. 45. – №. 6. – С. 2352–2362. <https://doi.org/10.1039/c5dt03866a>.
5. Ackermann L. Carboxylate-assisted transition-metal-catalyzed C–H bond functionalizations: mechanism and scope //Chemical reviews. – 2011. – Т. 111. – №. 3. – С. 1315–1345. <https://doi.org/10.1021/cr100412j>.
6. Hernández J.G., Bolm C. Altering product selectivity by mechanochemistry //The Journal of organic chemistry. – 2017. – Т. 82. – №. 8. – С. 4007–4019. <https://doi.org/10.1021/acs.joc.6b02887>.
7. Friščić T., Mottillo C., Titi H. M. Mechanochemistry for synthesis //Angewandte Chemie. – 2020. – Т. 132. – №. 3. – С. 1030–1041. <https://doi.org/10.1002/ange.201906755>.
8. Bowmaker G.A. Solvent-assisted mechanochemistry //Chemical Communications. – 2012. – Т. 49. – №. 4. – С. 334–348. <https://doi.org/10.1039/c2cc35694e>.
9. Balema V.P. et al. Mechanically induced solid-state generation of phosphorus ylides and the solvent-free wittig reaction //Journal of the American Chemical Society. – 2002. – Т. 124. – №. 22. – С. 6244–6245. <https://doi.org/10.1021/ja017908p>.
10. Dethe D.H., Beeralingappa N.C., Uike A. Ruthenium-catalyzed oxidative cross-coupling reaction of activated olefins with vinyl boronates for the synthesis of (E, E)-1, 3-dienes //The Journal of Organic Chemistry. – 2021. – Т. 86. – №. 4. – С. 3444–3455. <https://doi.org/10.1021/acs.joc.0c02823>.
11. Ackermann L., Fenner S. Ruthenium-catalyzed C–H/N–O bond functionalization: green isoquinolone syntheses in water //Organic Letters. – 2011. – Т. 13. – №. 24. – С. 6548–6551. <https://doi.org/10.1021/ol202861k>.

12. Achar T.K., Bose A., Mal P. Mechanochemical synthesis of small organic molecules //Beilstein journal of organic chemistry. – 2017. – Т. 13. – №. 1. – С. 1907–1931.<https://doi.org/10.3762/bjoc.13.186>.

© Гнатюк И.Г., Лаврентьев И.В., Рогов Р.С.,  
Комаров Г.С., Афанасьева М.Д.

## **ДЕЗАКТИВАЦИЯ И РЕГЕНЕРАЦИЯ КОБАЛЬТОВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ СИНТЕЗА ФИШЕРА-ТРОПША**

**Яковенко Евгения Юрьевна  
Марченко Виктория Сергеевна  
Телегин Даниил Валерьевич  
Храпов Назар Рауфович  
Молчанов Александр Алексеевич**

студенты

Научный руководитель: **Сулима Сергей Иванович**

к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный  
политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова»

**Аннотация:** В статье рассмотрены основные механизмы дезактивации кобальтовых катализаторов синтеза Фишера-Тропша (СФТ). Показано, что снижение активности катализаторов в процессе длительной эксплуатации обусловлено комплексом факторов, включающих образование алюмината кобальта ( $\text{CoAl}_2\text{O}_4$ ), спекание кристаллитов металла, зауглероживание активных центров и необратимое отравление сернистыми соединениями. Рассмотрены современные подходы к регенерации отработанных катализаторов, включая методы OR и ROR (insitu и exsitu), его эффективность и ограничения в зависимости от типа дезактивации.

**Ключевые слова:** синтез Фишера-Тропша, дезактивация, катализатор, спекание, зауглероживание, регенерация.

## **DEACTIVATION AND REGENERATION OF COBALT FISCHER- TROPSCH SYNTHESIS CATALYSTS**

**Yakovenko Evgenia Yurievna  
Marchenko Victoria Sergeevna  
Telegin Daniil Valerievich  
Khrapov Nazar Raufovich  
Molchanov Alexander Alekseevich**  
Scientific adviser: **Sulima Sergey Ivanovich**

**Abstract:** The article discusses the main mechanisms of deactivation of cobalt Fischer-Tropsch synthesis (FTS) catalysts. It is shown that the decrease in the activity of catalysts during long-term operation is due to a complex of factors, including the formation of cobalt aluminate ( $\text{CoAl}_2\text{O}_4$ ), sintering of metal crystallites, carbonization of active sites and irreversible poisoning with sulfur compounds. Modern approaches to the regeneration of spent catalysts, including the redox method (in situ and ex situ), its effectiveness and limitations depending on the type of decontamination are considered.

**Key words:** Fischer-Tropsch synthesis, deactivation, catalyst, sintering, carbonation, regeneration.

В XXI веке природный газ является важным сырьем для получения экологически чистого топлива и компонентов химической промышленности. Центральным звеном GTL-технологий (конверсии «газ-в-жидкость») выступает синтез Фишера-Тропша (СФТ), позволяющий трансформировать природный газ в жидкие углеводороды с минимальным количеством ароматических соединений и серы. На фоне истощения мировых запасов нефти получение синтез-газа ( $\text{CO} + \text{H}_2$ ) из метана с его последующей переработкой в моторные топлива приобретает важное значение [1, с. 295].

Процесс СФТ осуществляется на катализаторах, которые представляют собой сложные системы, состоящие из носителя, активного компонента и промотора. В качестве активного компонента могут выступать кобальт, железо, никель и рутений. На практике преимущественно применяют катализаторы на основе кобальта или железа ввиду их высокой селективности по жидким углеводородам  $\text{C}_{5+}$  и приемлемой стоимости.

Выбор между кобальтовыми и железными катализаторами определяется условиями процесса [2, с. 107–108]: железо предпочтительно при высоких температурах и низких соотношениях  $\text{H}_2/\text{CO}$  (характерно для газификации угля), тогда как кобальт обладает более высокой активностью при умеренных температурах, меньшей склонностью к образованию кислородсодержащих соединений и значительно более длительным сроком службы, что делает его предпочтительным для GTL-процессов.

Эффективность кобальтовых катализаторов в процессе СФТ имеет ключевое значение для экономики GTL-процессов. Разработанные катализаторы должны обладать достаточной производительностью, которая представляет собой сочетание высокой активности (превращения  $\text{CO}$  на массу

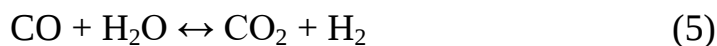
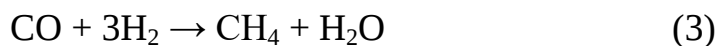
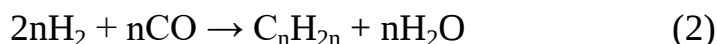
катализатора в единицу времени) и селективности по углеводородам  $C_{5+}$ . Помимо этого, важным является изучение причин дезактивации катализаторов в течение длительного времени работы.

Дезактивация кобальтовых катализаторов [3, с. 1245] обусловлена рядом различных механизмов, например: образованием различных соединений в системе «носитель-кобальт», спеканием мелких кристаллитов кобальта и зауглероживанием активных центров катализатора.

Основными причинами дезактивации катализатора в процессе СФТ являются образование алюмината кобальта ( $CoAl_2O_4$ ) и спекание. Образование алюмината кинетически затруднено при температурах процесса, но оно может быть ускорено из-за присутствия в продуктах воды. Высокое парциальное давление воды увеличивает образование алюмината на катализаторах на основе кобальта либо во время СФТ, либо при варьировании соотношения  $H_2/H_2O$ .

В свою очередь, спекание – это общий механизм дезактивации металлических катализаторов во всех типах реакций. Однако спекание катализаторов СФТ не очень широко описано в литературе [4, с. 18–21]. В результате спекания происходит укрупнение частиц кобальта (с 10,0 до 17,0 нм). За счет агломерации металлическая фаза переходит в неактивный центр катализатора и скорость образования углеводородных цепей  $C-C$  снижается. Обычно регенерация окислительно-восстановительной обработкой позволяет восстановить размеры кристаллитов кобальта до значений, близких к исходным.

Также известно, что в процессе СФТ, помимо основных реакций образования алканов (1) и алкенов (2), протекает ряд побочных реакций (3), (4) и (5):



За счёт протекания реакции Белла-Будуара (4) происходит накопление углерода в реакционной зоне реактора. Он может вступать в реакции гидрирования с последующим образованием продуктов СФТ, но также может реагировать с кобальтом с образованием карбида кобальта. Только в случае образования карбида кобальта ( $Co_2C$ ) происходит постепенная дезактивация катализатора.

Ввиду высокой стоимости кобальтовых катализаторов и значительных затрат на их первичную загрузку в промышленные реакторы разработка эффективных методов регенерации является одной из ключевых задач, напрямую влияющих на экономику процесса. Регенерация представляет собой комплексную обработку дезактивированного катализатора, направленную на удаление углеродистых отложений, восстановление металлической поверхности и частичное возвращение активности без извлечения катализатора из реактора (регенерация *insitu*) либо с его выгрузкой и последующей обработкой в специальных печах (*exsitu*) [5, с. 299–302].

Чаще всего применяют окислительно-восстановительный цикл регенерации (OR), включающий две последовательные стадии. Окисление осуществляется при 300–400°C в токе кислорода для окисления углерода до CO и CO<sub>2</sub>, а карбида кобальта до Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. После этого осуществляется восстановление в токе водорода при 350–450°C для восстановления Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> до металлического кобальта.

Также в лабораторных условиях изучали метод регенерации ROR «восстановление-окисление-восстановление» [4, с. 26–27]. На первой стадии восстановления происходит удаление тяжелых углеводородов из пор катализатора, а следующие стадии аналогичны методу OR. Было определено, что степень превращения CO восстанавливается более чем на 90% после обработки отработанного катализатора методом ROR. Также метод оптимален для восстановления селективности катализатора по целевым углеводородам.

Таким образом, дезактивация кобальтовых катализаторов СФТ обусловлена преимущественно спеканием, образованием алюмината кобальта (CoAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), зауглероживанием и необратимым отравлением серой, причём окислительно-восстановительная регенерация эффективна лишь против углеродистых отложений и умеренного спекания, но не помогает при глубоких структурных изменениях и накоплении серы.

Приоритетным направлением повышения стабильности катализаторов является предотвращение необратимой дезактивации через оптимизацию состава носителя и промоторов, тщательную очистку синтез-газа от примесей и поддержание технологических параметров. Комплексное решение этих задач позволит продлить межрегенерационные циклы, снизить эксплуатационные затраты и повысить экономическую эффективность GTL-технологий в условиях истощения нефтяных ресурсов и растущего спроса на экологически чистое моторное топливо.

### Список литературы

1. Синтез Фишера-Тропша при послойной загрузке кобальтового катализатора и цеолита / Е.Ю. Асалиева, Е.В. Кульчаковская, Л.В. Синева [и др.] // Нефтехимия. – 2016. – Т. 56, № 3. – С. 295. – DOI 10.7868/S0028242116030023. – EDN VYLUFD.
2. Deactivation studies of Co/CNTs catalyst in Fischer-Tropsch synthesis / A. Nakhaei Pour, S.A. Taheri, S. Anahid [et al.] // Journal of Natural Gas Science and Engineering. – 2014. – Vol. 18. – P. 104–111. – DOI 10.1016/j.jngse.2014.01.019. – EDN SRJMPN.
3. Deactivation on Co catalyst supported on alumina for Fischer-Tropsch synthesis / S. Qin, J. Li, R. He [et al.] // Meitan Xuebao. – 2020. – Vol. 45, No. 4. – P. 1244–1249. – DOI 10.13225/j.cnki.jccs.YH20.0140. – EDN SLXMVS.
4. Особенности дезактивации и регенерации цеолитсодержащего кобальтового катализатора в реакторе синтеза Фишера-Тропша / А.С. Горшков, Л.В. Синева, К.О. Грязнов [и др.] // Катализ в промышленности. – 2022. – Т. 22, № 6. – С. 16–29. – DOI 10.18412/1816-0387-2022-6-16-29. – EDN WFHZDZ.
5. Перспективные направления переработки диоксида углерода с использованием гетерогенных катализаторов (обзор) / К.И. Дементьев, О.С. Дементьева, М.И. Иванцов [и др.] // Нефтехимия. – 2022. – Т. 62, № 3. – С. 289–327. – DOI 10.31857/S0028242122030017. – EDN IDNRVL.

© Яковенко Е.Ю., Марченко В.С., Телегин Д.В.,  
Храпов Н.Р., Молчанов А.А.

**СИНТЕЗ КАТАЛИЗАТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ В ШАРОВЫХ МЕЛЬНИЦАХ:  
ОТ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ К МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСАМ**

**Гнатюк Ирина Геннадьевна  
Лаврентьев Игорь Вячеславович  
Рогов Ростислав Сергеевич  
Малахов Алексей Юрьевич  
Афанасьева Мария Дмитриевна**

**Научный руководитель: Александров Андрей Анатольевич**

**к.х.н., доцент  
ЮРГПУ (НПИ им. М.И. Платова)**

**Аннотация:** Настоящая обзорная статья посвящена современным методам синтеза каталитических систем с использованием механохимической активации в шаровых мельницах. В условиях ужесточения экологических стандартов отказ от традиционных методов синтеза, требующих больших объемов токсичных растворителей, становится приоритетной задачей химической науки. В обзоре рассматриваются фундаментальные принципы механохимического конструирования катализаторов, включая получение гетерогенных наноразмерных систем, металл-органических каркасов (MOF) и высокоактивных металлокомплексов. Особое внимание уделено синтезу катализаторов для процессов тонкого органического синтеза, в том числе для региоселективной C3-H функционализации гетероциклов (фурана и тиафена). Продемонстрировано, что тонкую настройку и оптимизацию структуры катализаторов можно эффективно осуществлять путем варьирования параметров измельчения и применения жидкостных добавок (LAG), что открывает новые пути для разработки экологически чистых и ресурсосберегающих химических технологий.

**Ключевые слова:** механохимия, шаровая мельница, синтез катализаторов, металлокомплексный катализ, гетероциклы.

**CATALYST SYNTHESIS USING MECHANOCHEMICAL ACTIVATION  
IN BALL MILLS: FROM INORGANIC MATERIALS TO METAL  
COMPLEXES**

**Gnatyuk Irina Gennadievna**  
**Lavrentyev Igor Vyacheslavovich**  
**Rogov Rostislav Sergeevich**  
**Malakhov Alexey Yurievich**  
**Afanasyeva Maria Dmitrievna**

Scientific Supervisor: **Alexandrov Andrey Anatolievich**

**Abstract:** This review article is devoted to modern methods for synthesizing catalytic systems using mechanochemical activation in ball mills. In the face of increasingly stringent environmental standards, abandoning traditional synthesis methods that require large volumes of toxic solvents is becoming a priority for chemical science. This review examines the fundamental principles of mechanochemical catalyst design, including the preparation of heterogeneous nanoscale systems, metal–organic frameworks (MOFs), and highly active metal complexes. Particular attention is paid to the synthesis of catalysts for fine organic synthesis processes, including the regioselective C3-H functionalization of heterocycles (furan and thiophene). It is demonstrated that fine-tuning and optimization of catalyst structure can be effectively accomplished by varying milling parameters and using liquid additives (LAG), opening new avenues for the development of environmentally friendly and resource-efficient chemical technologies.

**Key words:** mechanochemistry, ball mill, catalyst synthesis, metal complex catalysis, heterocycles.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Развитие современной химической промышленности и лабораторного синтеза неразрывно связано с концепцией «зеленой химии», которая диктует необходимость минимизации энергозатрат и сокращения использования экологически опасных растворителей [1]. В этом контексте катализ и механохимия выступают в качестве двух важнейших столпов устойчивого развития [2]. Если катализ позволяет снизить активационный барьер реакций и повысить их селективность, то механохимия предлагает уникальный способ подвода энергии и проведения превращений в отсутствие жидкой фазы [3].

Исторически механохимия, реализуемая преимущественно в шаровых мельницах (вибрационных, планетарных, атриторах), применялась для

измельчения руд, легирования металлов и синтеза простых неорганических фаз. Однако в последние десятилетия парадигма существенно изменилась. Сегодня шаровая мельница рассматривается как высокотехнологичный химический реактор, позволяющий осуществлять сложнейшие молекулярные трансформации [4]. Одной из самых быстрорастущих и перспективных областей в этой сфере является механохимический синтез самих катализаторов.

Традиционные жидкофазные методы получения катализаторов (осаждение, золь-гель метод, пропитка) часто связаны с многостадийностью, необходимостью строжайшего контроля pH, температуры и концентраций, а также образованием огромных объемов сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов [5]. Напротив, механохимический синтез реализуется путем прямого соударения твердых прекурсоров. Энергия, выделяющаяся в точках контакта мелющих тел, приводит к образованию локальных зон с экстремальными давлениями и температурами, что инициирует химические реакции, образование новых связей и фазовые переходы [6].

В данной краткой обзорной статье освещены последние достижения в области механохимического синтеза различных каталитических систем. Внимание сфокусировано на переходе от объемных неорганических носителей к прецизионному синтезу металлокомплексных катализаторов, которые играют ключевую роль в процессах активации C-H связей в сложных гетероциклических архитектурах.

### **1. Фундаментальные аспекты механохимического синтеза**

В основе твердофазного синтеза в шаровых мельницах лежат процессы диспергирования, пластической деформации и образования свежих, высокореакционных поверхностей. При соударении шаров кинетическая энергия трансформируется в упругую и пластическую деформацию кристаллических решеток реагентов [7]. Это приводит к генерации многочисленных дефектов (дислокаций, вакансий), которые служат активными центрами для зарождения новой фазы.

Для успешного проведения механохимического синтеза катализаторов требуется осуществлять строгую оптимизацию целого ряда параметров. К ним относятся частота колебаний или скорость вращения чаши, время помола, коэффициент загрузки (отношение массы мелющих тел к массе реагентов), а также материал реактора (нержавеющая сталь, диоксид циркония, карбид вольфрама, тефлон) [8]. Неправильный выбор материала может привести

к нежелательному загрязнению синтезируемого катализатора продуктами помола, что способно непредсказуемо исказить его каталитическую активность.

Огромное значение в современном механохимическом конструировании катализаторов приобрел метод помола с добавлением небольших количеств жидкости (Liquid-Assisted Grinding, LAG) [9]. Использование LAG-агентов (воды, спиртов, слабополярных органических соединений) в количествах, не достаточных для образования суспензии, кардинально ускоряет диффузию на границе раздела фаз и позволяет направленно управлять полиморфизмом образующихся структур.

## **2. Получение гетерогенных наноразмерных катализаторов и MOF**

Механохимический подход оказался исключительно эффективным для синтеза наноразмерных оксидных катализаторов и нанесенных металлических систем. Традиционный синтез нанесенных катализаторов часто приводит к неравномерному распределению активного компонента по поверхности носителя. В шаровой мельнице совместное измельчение солей металлов (например, платины, палладия, никеля) с пористыми носителями (оксидом алюминия, диоксидом титана, углеродными нанотрубками) в присутствии твердых восстановителей позволяет получать высокодисперсные наночастицы с узким распределением по размерам [10].

Особую нишу занимает механохимический синтез металл-органических каркасных структур (Metal-Organic Frameworks, MOF), которые широко используются в качестве гетерогенных катализаторов и носителей для активных центров [11]. Синтез таких популярных каркасов, как HKUST-1 или ZIF-8, в шаровой мельнице протекает за считанные минуты при комнатной температуре. Это разительно отличается от сольвотермальных методов, требующих нагревания реакционных смесей в автоклавах в течение нескольких суток. Более того, механохимия позволяет легко инкапсулировать активные молекулы (например, полиоксометаллаты или ферменты) в поры MOF непосредственно в процессе формирования каркаса, что создает уникальные бифункциональные катализаторы [12].

## **3. Синтез металлокомплексных катализаторов**

Если получение неорганических фаз механохимическим путем изучается достаточно давно, то синтез координационных соединений и сложных металлокомплексов — область относительно молодая, но невероятно перспективная [13]. Металлокомплексный катализ является основой современного тонкого органического синтеза, обеспечивая высочайшую хемо-

регио- и стереоселективность. Однако многие лиганды и предкатализаторы чувствительны к влаге, кислороду воздуха и нагреванию в растворах.

Механохимический синтез комплексов палладия, рутения, родия и иридия позволяет избежать использования координирующих растворителей, которые часто вступают в конкурентные реакции с целевыми лигандами [14]. В шаровой мельнице взаимодействие солей переходных металлов с фосфиновыми, азотсодержащими или карбеновыми (NHC) лигандами протекает быстро и с количественным выходом. Например, синтез известных катализаторов кросс-сочетания на основе N-гетероциклических карбенов и палладия, таких как комплексы PEPPSI, успешно реализуется в твердой фазе путем совместного помола солей палладия, солей имидазолия и слабого основания (например, карбоната калия) [15].

Аналогично, механохимическим путем были получены полусэндвичевые комплексы рутения(II) и родия(III), которые выступают в роли мощных катализаторов процессов C-H активации [16]. Отсутствие жидкой среды предотвращает образование термодинамически стабильных, но каталитически неактивных полимерных или многоядерных кластеров металла, сохраняя комплексы в мономерной или димерной высокоактивной форме.

#### **4. Катализаторы для C-H функционализации гетероциклов**

Синтезированные в твердой фазе металлокомплексы открывают широчайшие возможности для конструирования сложных органических молекул. Одной из наиболее амбициозных задач современного синтеза является прямая функционализация C-H связей в избыточных гетероциклах. Производные фурана и тиофена представляют собой важнейшие строительные блоки для фармацевтической промышленности и материаловедения [17]. Однако их функционализация классическими методами часто осложняется дезактивацией катализатора гетероатомами (особенно серой), а также низкой региоселективностью реакций.

Механохимический синтез специализированных каталитических систем на основе рутения и палладия позволяет блестяще решать эти проблемы. Применение шаровых мельниц дает возможность осуществлять прецизионную C3-H функционализацию фуранов и тиофенов [18]. За счет создания специфического микроокружения активного центра в твердой фазе удастся обойти классические правила ориентации и направить реакцию в термодинамически менее выгодные положения гетероцикла.

Важно подчеркнуть, что переход к твердофазным условиям требует не просто механического переноса жидкофазных методик, а вдумчивого подхода.

Проводя тщательную оптимизацию процесса измельчения, подбор сыпучих добавок (солей, силикагеля) и LAG-агентов, можно надежно предотвратить побочные процессы окислительной деградации или полимеризации гетероциклов, которые неизбежно возникают в растворах. Использование катализаторов, предварительно собранных механохимическим путем, демонстрирует более высокие показатели числа оборотов (TON) в реакциях прямого арилирования и алкилирования фуранового и тиафенового ядер по сравнению с их коммерческими аналогами, полученными жидкофазным способом.

### **Заключение**

Синтез катализаторов с использованием механохимической активации в шаровых мельницах представляет собой одно из наиболее значимых достижений современной «зеленой химии». Этот подход ломает стереотипы о необходимости использования растворителей для получения сложных молекулярных и надмолекулярных структур. От синтеза наноразмерных оксидов и пористых металл-органических каркасов до получения высокотехнологичных комплексов рутения и палладия — механохимия демонстрирует свою универсальность и высокую эффективность. Применение таких катализаторов в процессах тонкого органического синтеза, в частности для тонкой и региоселективной C3-H функционализации фуранов и тиафенов, доказывает колоссальный потенциал твердофазных технологий. Дальнейшее развитие аппаратного обеспечения, методов *in situ* мониторинга твердофазных реакций и расширение спектра синтезируемых лигандов, несомненно, приведет к повсеместному внедрению механохимических катализаторов как в академическую практику, так и в крупнотоннажное промышленное производство.

### **Список литературы**

1. James S.L. et al. Mechanochemistry: opportunities for new and cleaner synthesis //Chemical Society Reviews. – 2012. – Т. 41. – №. 1. – С. 413–447. <https://doi.org/10.1039/c1cs15171a>.
2. Tan D., García F. Main group mechanochemistry: from curiosity to established protocols //Chemical Society Reviews. – 2019. – Т. 48. – №. 8. – С. 2274–2292. <https://doi.org/10.1039/c7cs00813a>.
3. Do J. L., Frišćić T. Mechanochemistry: a force of synthesis //ACS central science. – 2017. – Т. 3. – №. 1. – С. 13–19. <https://doi.org/10.1021/acscentsci.6b00277>.

4. Stolle A. et al. Ball milling in organic synthesis: solutions and challenges //Chemical Society Reviews. – 2011. – Т. 40. – №. 5. – С. 2317–2329. <https://doi.org/10.1039/c0cs00195c>.
5. Boldyrev V.V. Mechanochemistry and mechanical activation of solids //Russian chemical reviews. – 2006. – Т. 75. – №. 3. – С. 177–189. [10.1070/RC2006v075n03ABEH001205](https://doi.org/10.1070/RC2006v075n03ABEH001205).
6. Rightmire N.R., Hanusa T.P. Advances in organometallic synthesis with mechanochemical methods //Dalton Transactions. – 2016. – Т. 45. – №. 6. – С. 2352–2362. <https://doi.org/10.1039/c5dt03866a>.
7. Bowmaker G.A. Solvent-assisted mechanochemistry //Chemical Communications. – 2012. – Т. 49. – №. 4. – С. 334–348. <https://doi.org/10.1039/c2cc35694e>.
8. Pichon A., Lazuen-Garay A., James S. L. Solvent-free synthesis of a microporous metal–organic framework //CrystEngComm. – 2006. – Т. 8. – №. 3. – С. 211–214. <https://doi.org/10.1039/b513750k>
9. Mottillo C., Frišić T. Advances in solid-state transformations of coordination bonds: from the ball mill to the aging chamber //Molecules. – 2017. – Т. 22. – №. 1. – С. 144. <https://doi.org/10.3390/molecules22010144>.
10. Garay A.L., Pichon A., James S. L. Solvent-free synthesis of metal complexes //Chemical Society Reviews. – 2007. – Т. 36. – №. 6. – С. 846–855. <https://doi.org/10.1039/b600363j>.
11. Aleksanyan D.V., Kozlov V.A. Mechanochemical tools in the synthesis of organometallic compounds //Mendeleev Communications. – 2023. – Т. 33. – №. 3. – С. 287–301. <https://doi.org/10.1016/j.mencom.2023.04.001>.
12. Fan C. et al. Ball-milling-enabled nickel-catalyzed radical relayed reductive cross-coupling //Cell Reports Physical Science. – 2024. – Т. 5. – №. 2. [10.1016/j.xcrp.2024.101831](https://doi.org/10.1016/j.xcrp.2024.101831)
13. Achar T.K., Bose A., Mal P. Mechanochemical synthesis of small organic molecules //Beilstein journal of organic chemistry. – 2017. – Т. 13. – №. 1. – С. 1907–1931. <https://doi.org/10.3762/bjoc.13.186>.
14. Colacino E. et al. (ed.). Mechanochemistry: a practical introduction from soft to hard materials. – Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2020. DOI: [10.1515/9783110608335](https://doi.org/10.1515/9783110608335).

© Гнатюк И.Г., Лаврентьев И.В., Рогов Р.С.,  
Малахов А.Ю., Афанасьева М.Д.

# **СЕКЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ**

УДК 633.174:681.4:631.559

## **АНАЛИЗ ОБРАЗЦОВ ТРАВЯНИСТОГО СОРГО ПО ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ**

**Куколева Светлана Сергеевна**

к. с.-х. наук, старший научный сотрудник

ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-  
технологический институт сорго и кукурузы»

**Аннотация:** суданская трава является доминирующей кормовой культурой в Нижнем Поволжье, что обусловлено ее высокой засухоустойчивостью, продуктивностью, качественными кормовыми свойствами и многоцелевым использованием. Для оптимизации кормовой базы региона актуально расширение посевных площадей под данной культурой. Это предполагает необходимость селекции новых высокопродуктивных сортов, характеризующихся различными сроками созревания и улучшенными качественными характеристиками кормов. В статье представлены результаты оценки хозяйственно-ценных признаков сортов, линии суданской травы и сорго суданковых гибридов F1 конкурсного сортоизучения. Посев и анализ исследуемых образцов проведены на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Выявлены образцы, превосходящие стандарт по комплексу элементов продуктивности: линии Л-30-1/17, Л-79/14, Л-193-1/22, Л-45, сорта Удача, Мечта Поволжья, Евгения, сорго-суданковые гибриды А1 Ефремовское 2 х Л-106-2, О-1237 х Евгения.

**Ключевые слова:** суданская трава, сорго-суданковый гибрид, селекция, морфометрические показатели, элементы продуктивности.

## **ANALYSIS OF GRASSY SORGHUM SAMPLES BY ECONOMICALLY VALUABLE CHARACTERISTICS**

**Kukoleva Svetlana Sergeevna**

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher  
Federal State Budgetary Scientific Institution Russian Research  
and Design Institute of Sorghum and Corn

**Abstract:** sudan grass is the dominant fodder crop in the Lower Volga region, due to its high drought resistance, productivity, high-quality fodder properties, and multi-purpose use. To optimize the region's fodder base, it is important to expand the area under this crop. This requires the selection of new high-yielding varieties with different maturity periods and improved fodder quality. The article presents the results of the assessment of economically valuable traits of varieties, Sudan grass lines, and F1 Sudan grass hybrids of competitive variety study. The sowing and analysis of the studied samples were carried out at the experimental field of the Russian Research Institute of Sorghum. Samples that exceed the standard in terms of productivity elements have been identified: L-30-1/17, L-79/14, L-193-1/22, L-45, Udacha, Mechta Povolzhya, Evgeniya, and sorghum-sudangrass hybrids A1 Efremovskoe 2 x L-106-2, O-1237 x Evgeniya.

**Key words:** Sudan grass, sorghum-sudangrass hybrid, selection, morphometric indicators, and productivity elements.

**Введение.** Суданская трава является ключевой кормовой культурой для Нижнего Поволжья, ценной за свою устойчивость к засухе, высокую продуктивность, качество корма и многофункциональность [1]. Для укрепления кормовой базы требуется расширение посевов этой культуры. Необходима разработка новых, высокоурожайных сортов с разнообразными сроками созревания и улучшенными качественными показателями [2]. При выращивании суданской травы критически важно добиваться стабильно высоких урожаев зеленой массы, сена и семян во всех регионах, а также увеличивать площади посевов для северных районов, где она используется на сено и зеленый корм [3]. Создание новых высокоурожайных сортов – залог расширения посевных площадей.

Листовой аппарат, включая его размеры и количество, напрямую влияет на урожайность зеленой массы. Листья представляют наибольшую ценность при использовании культуры на сено и зеленый корм [4]. Исследования показывают, что чем больше развита листовая поверхность, тем выше общий биологический урожай суданской травы [5]. Высота растения является ключевым фактором, определяющим урожайность зеленой массы и сена. Тем не менее, высокие сорта могут создавать трудности при уборке урожая семян [6].

Кроме того, сорт должен иметь хорошую семенную продуктивность, что обеспечивает крупная, развитая метелка. По этим, нередко по разнонаправленным векторам, и движется селекционер, добиваясь с помощью многоступенчатых скрещиваний, перемежаемых отборами, необходимого результата. Аналитический подход к оценке результатов экспериментальной работы позволяет комплексно оценить селекционный материал и повысить эффективность научных исследований [7].

**Материалы и методы.** Материалом для исследования послужили сорта, линия суданской травы и сорго суданковые гибридов F1 конкурсного сортоизучения. Посев проводили в оптимальные сроки в 2025 году, на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», сеялкой СКС-6-10, посев широкорядный 70 см. Оценка хозяйственно-ценных признаков проведена согласно Широкому унифицированному классификатору СЭВ и международному классификатору СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum Moench* [8], а также в соответствии с методикой Государственного сортоиспытания [9]. Площадь делянок в питомнике составила – 30,8 м<sup>2</sup>. Повторность трёхкратная. Густота стояния растений корректируется вручную – 100-150 тыс. раст./га. В качестве стандарта использован районированный сорт суданской травы Спартанка. Статистическая обработка данных проведена с помощью программы AGROS версии 2.09 методом статистических параметров выборки показателей [10].

**Результаты исследований.** В питомнике представлены сорта, линии суданской травы и два сорго-суданковых гибрида, всего 12 образцов. Установлена широкая изменчивость морфометрических показателей образцов питомника от 12,4% по высоте растений при созревании до 47,2% по выдвинутости ножки соцветия (таблица 1).

Интенсивность начального роста образцов суданской травы изменялась в пределах 48,3-92,3 см при показателе 86,0 см у стандарта сорта Спартанка. С более интенсивным стартовым ростом отмечены сорт Юбилейная 20 – 92,3 см и сорт Евгения – 87,2 см. Высота растений при созревании варьировала у образцов от 161,5 см до 233,5 см. Наиболее высокорослыми образцами в конце вегетации (более 200,0 см) отмечены сорта Удача – 233,5 см, Мечта Поволжья – 211,5 см, Евгения – 200,0 см, сорго-суданковые гибриды А1 Ефремовское 2 х Л-106-2 – 212,3 см, О-1237 х Евгения – 211,0 см.

Таблица 1

**Анализ морфометрических показателей сортов и селекционных линий  
суданской травы питомника конкурсного сортоизучения**

| Сорт,<br>селекционная<br>линия          | Высота<br>растений, см                 |                        | Площадь листа,<br>см <sup>2</sup> |                | Параметры соцветия, см |                |                             |
|-----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|----------------|------------------------|----------------|-----------------------------|
|                                         | через<br>30<br>дней от<br>всхо-<br>дов | при<br>созре-<br>вании | наиболь-<br>-шего                 | флаго-<br>вого | длина                  | ширина         | выдвиг-<br>нутость<br>ножки |
| Юбилейная 20                            | 92,3                                   | 182,3                  | 93,6                              | 44,1           | 28,5                   | 22,0           | 29,0                        |
| Зональская 6                            | 89,2                                   | 165,0                  | 93,1                              | 51,4           | 25,0                   | 15,5           | 23,0                        |
| Констанция                              | 64,5                                   | 166,0                  | 150,7                             | 113,4          | 37,5                   | 20,0           | 9,5                         |
| Эмма                                    | 66,3                                   | 190,5                  | 116,2                             | 30,7           | 22,0                   | 15,0           | 38,8                        |
| Удача                                   | 71,3                                   | 233,5                  | 186,4                             | 88,6           | 32,8                   | 21,0           | 17,2                        |
| Спартанка St                            | 86,0                                   | 171,5                  | 102,9                             | 36,1           | 27,5                   | 19,5           | 17,5                        |
| Мечта Поволжья                          | 81,5                                   | 211,5                  | 107,4                             | 43,0           | 37,0                   | 23,0           | 34,5                        |
| Евгения                                 | 87,2                                   | 200,0                  | 113,7                             | 53,0           | 29,0                   | 18,5           | 30,2                        |
| Фортуна                                 | 65,7                                   | 161,5                  | 123,0                             | 64,9           | 29,3                   | 24,8           | 13,7                        |
| Л-45 (Гроза)                            | 64,8                                   | 172,0                  | 121,9                             | 51,2           | 28,5                   | 22,5           | 9,5                         |
| F1 А1<br>Ефремовское 2 х Л-<br>106-2    | 60,3                                   | 212,3                  | 214,9                             | 113,2          | 30,3                   | 21,3           | 10,3                        |
| F1 О-1237 х<br>Евгения                  | 48,3                                   | 211,0                  | 197,7                             | 105,0          | 31,5                   | 25,7           | 22,0                        |
| Значение<br>признака ( <i>min max</i> ) | 48,3-<br>92,3                          | 161,5-<br>233,5        | 93,1-<br>214,9                    | 30,7-<br>113,4 | 22,0-<br>37,5          | 15,0-<br>25,7  | 9,5-38,8                    |
| Средняя и её<br>ошибка                  | 73,12±<br>3,98                         | 189,76<br>±6,82        | 135,13±<br>12,18                  | 66,22±<br>8,82 | 29,91±<br>1,28         | 20,73±<br>0,95 | 21,27±<br>2,90              |
| Коэффициент<br>вариации, V, %           | 18,8                                   | 12,4                   | 31,2                              | 46,1           | 14,8                   | 15,8           | 47,2                        |

Установлена сильная вариация по площади наибольшего и флагового листа образцов суданской травы – 31,2% и 46,1%, соответственно. Подобная изменчивость позволила отметить у ряда образцов наибольшее значение показателей, к которым отнесены сорта Констанция – 150,7 и 113,4 см<sup>2</sup>, Удача – 186,4 и 88,6 см<sup>2</sup>, а также гибриды А1 Ефремовское 2 х Л-106-2 – 214,9 и 113,2 см<sup>2</sup>, О-1237 х Евгения – 197,7 и 105,0 см<sup>2</sup>.

По длине соцветия превысили стандарт сорта Констанция – 37,5 см, Удача – 32,8 см, Мечта Поволжья – 37,0 см, гибриды А1 Ефремовское 2 х Л-106-2 – 30,3 см, О-1237 х Евгения – 31,5 см. Более широким соцветием по сравнению со стандартом отличились Юбилейная 20 – 22,0 см, Удача – 21,0 см, Мечта Поволжья – 23,0 см, Фортуна – 24,8 см, линия Л-45 – 22,5 см, гибрид О-1237 х Евгения – 25,7 см. К образцам с хорошо выдвинутым соцветием отнесены: Юбилейная 20 – 29,0 см, Эмма – 38,8 см, Мечта Поволжья – 34,5 см, Евгения – 30,2 см, гибрид О-1237 х Евгения – 22,0 см.

Проведено сравнительное испытание сортов, линии и 2-х сорго-суданковых гибридов по элементам продуктивности: массе 1000 семян, урожайности семян и биомассы, общей и продуктивной кустистости. Установлена слабая изменчивость ( $V=9,5\%$ ) по урожайности биомассы, значительная – по массе 1000 семян ( $V=18,3\%$ ) и сильная по урожайности зерна ( $V=40,7\%$ ), по общей ( $V=36,1\%$ ) и продуктивной ( $V=38,7\%$ ) кустистости (таблица 2).

Таблица 2

**Анализ элементов продуктивности сортов и селекционных линий суданской травы питомника конкурсного сортоизучения, 2025 г.**

| Сорт,<br>селекционная<br>линия       | Масса<br>1000<br>семян,<br>г | Урожайность, т/га |               | Кустистость,<br>шт./растение |              |
|--------------------------------------|------------------------------|-------------------|---------------|------------------------------|--------------|
|                                      |                              | зерна             | Биомас-<br>сы | общая                        | продуктивная |
| Юбилейная 20                         | 12,5                         | 1,67              | 13,93         | 2,57                         | 1,61         |
| Зональская 6                         | 15,2                         | 2,73              | 13,50         | 3,05                         | 3,05         |
| Констанция                           | 18,3                         | 1,73              | 12,09         | 1,78                         | 1,78         |
| Эмма                                 | 17,1                         | 2,23              | 12,18         | 3,07                         | 3,06         |
| Удача                                | 16,7                         | 1,87              | 12,48         | 1,89                         | 1,89         |
| Спартанка St                         | 15,2                         | 1,63              | 11,10         | 3,17                         | 3,17         |
| Мечта Поволжья                       | 13,4                         | 1,50              | 11,78         | 3,05                         | 3,05         |
| Евгения                              | 11,8                         | 3,00              | 12,03         | 2,70                         | 2,68         |
| Фортуна                              | 12,0                         | 2,70              | 11,72         | 1,27                         | 1,25         |
| Л-45 (Гроза)                         | 14,0                         | 2,50              | 13,00         | 1,29                         | 1,26         |
| F1 А1 Ефремовское 2 х Л-106-2        | 15,0                         | 3,40              | 12,05         | 1,08                         | 1,06         |
| F1 О-1237 х<br>Евгения               | 21,2                         | 5,10              | 15,45         | 1,67                         | 1,56         |
| Значение признака ( <i>min max</i> ) | 11,8-<br>21,2                | 1,5-5,1           | 11,1-<br>15,5 | 1,1-3,2                      | 1,1-3,2      |

Продолжение таблицы 2

|                            |               |               |                |               |               |
|----------------------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|
| Средняя и её ошибка        | 15,2<br>±0,80 | 2,51±0,<br>29 | 12,60<br>±0,34 | 2,22<br>±0,23 | 2,20<br>±0,24 |
| Коэффициент вариации, V, % | 18,3          | 40,7          | 9,5            | 36,1          | 38,7          |

Наибольшую массу 1000 семян в питомнике формировали сорта суданской травы Констанция – 18,3 г и сорго-суданковый гибрид F1 О-1237 х Евгения – 21,2 г. Установлена высокая урожайность зерна у сорта Евгения – 3,00 т/га, сорго-суданковых гибридов F1 О-1237 х Евгения – 5,10 т/га и F1 А1 Ефремовское 2 х Л-106-2 – 3,40 т/га. Самую высокую урожайность биомассы формировал гибрид F1 О-1237 х Евгения – 15,45 т/га. Существенно выше средней общей и продуктивной кустистости у образцов оказались показатели у сортов: Зональская 6 – 3,05 шт./раст, Эмма – 3,07 и 3,06 шт./раст., Спартанка – 3,17 шт./раст., Мечта Поволжья – 3,05 шт./раст., Евгения – 2,70 и 2,68 шт./раст., соответственно. Следует подчеркнуть, что многие образцы питомника отличились комплексом хорошо выраженных изученных показателей, к которым отнесены сорта Констанция, Удача, Мечта Поволжья, Евгения, гибрид О-1237 х Евгения, являющихся ценным селекционным материалом для гибридизации.

**Заключение.** В конкурсном сортоизучении суданской травы установлена сильная вариация по площади наибольшего и флагового листа образцов суданской травы – 31,2% и 46,1%. Наиболее высокорослыми образцами в конце вегетации (более 200,0 см) отмечены сорта Удача – 233,5 см, Мечта Поволжья – 211,5 см, Евгения – 200,0 см, сорго-суданковые гибриды А1 Ефремовское 2 х Л-106-2 – 212,3 см, О-1237 х Евгения – 211,0 см. Установлена слабая изменчивость (V=9,5%) по урожайности биомассы, значительная – по массе 1000 семян (V=18,3%) и сильная по урожайности зерна (V=40,7%), по общей (V=36,1%) и продуктивной (V=38,7%) кустистости. Наибольшую массу 1000 семян в питомнике формировали сорта суданской травы Констанция – 18,3 г и сорго-суданковый гибрид F1 О-1237 х Евгения – 21,2 г. Установлена высокая урожайность зерна у сорта Евгения – 3,00 т/га, сорго-суданковых гибридов F1 О-1237 х Евгения – 5,10 т/га и F1 А1 Ефремовское 2 х Л-106-2 – 3,40 т/га, самую высокую урожайность биомассы формировал гибрид F1 О-1237 х Евгения – 15,45 т/га.

### Список литературы

1. Шарко Н.С., Шатрыкин А.А. Некоторые аспекты создания суданской травы сорта Полина и его биологические особенности // Научно-

агрономический журнал. – 2025. – № 1(128). – С. 13-18. – DOI 10.34736/FNC.2025.128.1.002.13-18. – EDN RTVEUW.

2. Шкодина Е.П., Балун О.В. Потенциал сорговых культур при выращивании на корм в Нечернозёмной зоне // Пермский аграрный вестник. – 2022. – № 4 (40). – С. 45-52. DOI: [https://doi.org/10.47737/2307-2873\\_2022\\_40\\_45](https://doi.org/10.47737/2307-2873_2022_40_45)

3. Антимонов А.К., Сыркина Л.Ф., Косых Л.А., Антимонова О.Н. Селекционная ценность перспективных сортов суданской травы в ФГБНУ «Поволжской НИИСХ» // Известия Самарского научного центра Российской Академии наук. – 2018. – Т. 20. – № 2-2(82). – С. 396-399. EDN: YLHPVJ

4. Капустин С.И., Володин А.Б., Капустин А.С. Гетерозисная селекция гибридов сорго и суданской травы // Таврический вестник аграрной науки. – 2022. – № 3(31). – С. 75-83. EDN: OJTQPT

5. Бербокова Н.В., Токов М.М. Суданская трава – один из основных источников растительного сырья в засушливой зоне Юга России // NovaInfo.Ru. – 2018. №1(91). – С. 67-72. EDN: MIGIER

6. Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В., Шишова Е.А. Влияние метеорологических условий на урожайность и качество зеленой массы суданской травы // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 3. – С. 39-40. EDN: WZBNSP

7. Куколева С.С. Создание и изучение исходного материала для селекции травянистого сорго в условиях Нижнего Поволжья: специальность 06.01.05 "Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений": диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. – Пенза, 2022. – 286 с. EDN: YEJPHТ.

8. Якушевский Е.С., Варадинов С.Г., Корнейчук В.А., Баняи Л. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum* Moench. – Л.: ВИР, 1982. – 34 с.

9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / [Подгот. М.А. Федин и др.]. – М., 1989. – 194 с.

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям. – Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – М.: Альянс, 2011. – 352 с. EDN: QLCQEP.

© Куколева С.С., 2026

**СЕКЦИЯ  
ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ  
НАУКИ**

## **ОСОБЕННОСТИ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИЩЕННОСТИ СТАРШЕКЛАССНИКОВ**

**Гусманова Анастасия Денисовна**

студент

Научный руководитель: **Бондарчук Наталья Васильевна**

канд. психол. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Северо-Восточный государственный университет»

**Аннотация:** Данная статья посвящена описанию результатов эмпирического исследования особенностей психологической защищенности старшеклассников. Для обсуждения предложены результаты теоретического анализа литературных источников, анкетирования учащихся 9–11-х классов школ города Магадана. Определены ключевые понятия «психологическая защищенность» и «психологическая безопасность». Предпринята попытка описания особенностей психологической защищенности старшеклассников в различных сферах их жизни.

**Ключевые слова:** защищенность, психологическая защищенность, психологическая безопасность, риск, угроза, ресурсы психологической защищенности.

## **CHARACTERISTICS OF PSYCHOLOGICAL SECURITY (SAFETY) AMONG HIGH SCHOOL STUDENTS**

**Gusmanova Anastasia Denisovna**

Scientific adviser: **Bondarchuk Natalya Vasilievna**

**Abstract:** This article presents the results of an empirical study on the characteristics of psychological security among high school students. It discusses findings from a theoretical analysis of the literature and a survey of students in grades 9–11 in Magadan schools. The key concepts of «psychological security» and «psychological safety» are defined, and an attempt is made to describe the characteristics of high school students' psychological security across various spheres of their lives.

**Key words:** protection, psychological protection, psychological safety, risk, threat, resources of psychological protection.

**Актуальность данной темы** обусловлена тем, что в настоящее время растет число старшеклассников с тревожным состоянием, низким чувством психологической защищенности. Согласно данным Всероссийского центра изучения общественного мнения (ВЦИОМ) за 2024 год почти каждый восьмой (13%) участник опроса когда-либо обращался за профессиональной психологической помощью. Индекс потребности в психологической помощи в конце 2024 года в 1,3 раза превысил этот же показатель за 2022 год [5].

Л.А. Борисова трактовала защищенность как интегральное свойство личности или совокупность личностных свойств, положительно связанных с успешным преодолением неблагоприятных факторов [4].

Понятие «психологическая защищенность» раскрыто многими авторами в научных работах, но больше всего свой вклад в эту тему внесла И.А. Баева. Она трактовала понятие «психологическая защищенность» как результат успешного преодоления человеком трудной ситуации [2].

Следует отметить, что понятие «психологическая защищенность» в большинстве случаев рассматривают как тождественное понятию «психологическая безопасность». Например, И.А. Баева трактует психологическую безопасность как состояние психологической защищенности либо как имеющуюся способность человека и среды по отражению внутренних и внешних неблагоприятных воздействий. Также И.А. Баева к ресурсам психологической защищенности для подростков отнесла высокий уровень самооценки, низкий уровень тревожности; высокий уровень самоконтроля; способность воспринимать мир целостно; стремление к самоактуализации; ценности; развитый социальный интеллект; конструктивные способы реагирования в стрессовых ситуациях [1].

З.Г. Исмаилова назвала следующие виды рисков и угроз, которые влияют на психологическую защищенность: учебно-академические риски (связаны с подготовкой к экзаменам, профессиональным самоопределением и высокой конкурентностью); социально-коммуникативные риски (связаны со сферой межличностных отношений старшеклассников со сверстниками, учителями и родителями); семейно-обусловленные риски затрагивают сферу детско-родительских отношений; цифровые и информационные риски (связаны с цифровыми опасными ситуациями, такими как Интернет-мошенничество, кибербуллинг, небезопасные контакты, вовлечение в деструктивные сообщества, новостные каналы и т.п.); внутриличностные риски (связаны с индивидуально-психологическими особенностями старшеклассников и возрастными кризисными явлениями) [3].

В апреле 2026 года нами проводилось эмпирическое исследование посредством самостоятельно разработанной анкеты в сервисе Yandex Forms с целью изучения психологической защищенности старшеклассников. Объектом исследования являлась защищенность как социально-психологический феномен. Предметом исследования выступала психологическая защищенность старшеклассников. В эмпирическом исследовании приняли участие учащиеся 9–11-х классов школ г. Магадана. Количество участников составило 87 респондентов в возрасте от 15 до 18 лет (девушек – 49 человек, юношей – 38 человек).

Анкета содержит перечень вопросов, которые поделены на следующие блоки: семья и дом; школьная среда; улица; Интернет. Все вопросы направлены на выявление факторов угроз и ресурсов психологической защищенности старшеклассников. Деление вопросов анкеты на блоки позволило нам проанализировать каждый аспект жизни старшеклассников в контексте их ощущения психологической защищенности.

Анкета включала в себя также модифицированную методику «Незаконченные предложения» М. Сакса и С. Леви. А также был использован математический метод для проверки достоверности различий между несколькими категориями ответов – критерий углового преобразования Фишера.

**Результаты исследования.** На первое предложение «Защищенность для меня – это...» были получены следующие ответы: «ничего не угрожает», «дома», «с родителями рядом», «защищен», «нахожусь рядом с близкими», «ощущаю спокойствие» и «нахожусь рядом с тем, кто сможет меня защитить».

При ответе на предложение «Незащищенным меня делает...», наиболее частыми ответами были «опасность от людей», «угрозы», «тревога», «одиночество», «неуверенность», «отсутствие защиты», «уязвимость».

В своей семье подростки по результатам их ответов чувствуют себя в безопасности, потому что их любят; они знают, что им помогут и поддержат; все близкие рядом с ними; они доверяют своей семье. На следующее предложение «В своей семье я не чувствую себя в безопасности, потому что...» были получены такие ответы, как «ругаюсь с родителями», «меня не понимают», «боюсь разочаровать», «не всегда моя семья может меня защитить».

83 респондента – 95,4% (47 девушек и 36 юношей) чувствуют себя дома в безопасности. 70 из них (80,5%) могут дома открыто говорить о своих

чувствах и переживаниях, а также 71 респондент (81,6%) часто получают поддержку и помощь от своей семьи. Здесь мы можем видеть, что старшеклассники дома в целом чувствуют себя безопасно и их психологической защищенности почти ничего не угрожает.

69 респондентов – 79,3% (42 девушек и 27 юношей) чувствуют себя в школе в безопасности.

Были выведены некоторые различия в ответах у респондентов с высокой успеваемостью (оценки 4–5) и средней успеваемостью (оценки 3–4). 28 человек (93,3%) с высокой успеваемостью чувствуют себя в школе в безопасности и только 41 человек (73,2%) со средней успеваемостью. Мы можем наблюдать небольшую разницу в процентном соотношении. Для проверки достоверности различий мы использовали критерий углового преобразования Фишера, с помощью которого выявили, что различия достоверны ( $\varphi_{\text{эмп}} = 2,31$  при  $p \leq 0,01$ ). Отсюда можем сделать вывод, что старшеклассники с высокой успеваемостью чувствуют себя больше в безопасности в школе, чем старшеклассники со средней успеваемостью.

73 респондента – 83,9% (44 девушек и 29 юношей) считают свои отношения с учителями доброжелательными. 82 респондента – 94,3% (47 девушек и 35 юношей) считают свои отношения со сверстниками доброжелательными. Здесь мы можем заметить, что сверстники испытывают психологическую защищенность в большей мере со сверстниками, чем с учителями.

61 респондент – 70,1% (33 девушек и 28 юношей) чувствуют себя на улице в безопасности. 45 респондентов – 51,7% (из них 34 – девушки, 11 – юноши) испытывают страх/тревогу, когда идут вечером или ночью одни по улице. Для проверки достоверности различий с помощью критерия углового преобразования Фишера мы с достоверностью можем говорить, что девушки значительно больше испытывают страх/тревогу в темное время суток, чем юноши ( $\varphi_{\text{эмп}} = 2,33$  при  $p \leq 0,01$ ). Можно предположить, что это по причине оценки своей физической силы. Например, 24 юноши и 26 девушек занимаются спортом, и из них 13 респондентов юношей и 11 респондентов девушек оценивают себя сильными именно физически. То есть здесь мы видим, что юноши в большей мере оценивают себя сильными физически, чем девушки, а также то, что занятие спортом может придавать уверенность в физическом плане.

57 респондентов – 65,5% (32 девушки и 25 юношей) чувствуют себя в интернете в безопасности. Это довольно низкий показатель по сравнению

с остальными аспектами жизни старшеклассников. Из наиболее частых причин, почему в интернете они не чувствуют себя в безопасности, старшеклассники назвали мошенничество.

27 респондентам (31%) доводилось быть жертвой мошенничества, и из них 15 респондентов боятся стать жертвами мошенничества. Это говорит о том, что негативный опыт продолжает откликаться и вызывает чувства страха и тревоги.

Перейдем к ряду вопросов, результаты которых помогут нам проанализировать самооценку старшеклассников.

На вопрос «В большей степени я чувствую себя слабым (неуверенным)» девушки показали следующие результаты: 19 девушек (38,8%) выбрали ответ «физически», 16 девушек (32,7%) – «интеллектуально» и 13 девушек (26,5%) – «эмоционально». Однако 16 юношей (42,1%) выбрали ответ «эмоционально», 12 юношей (31,6%) – «физически» и 9 юношей (23,7%) – «интеллектуально». Применяя критерий углового преобразования Фишера, мы выявили, что различия в ответах юношей и девушек не достоверны.

На вопрос «В большей степени я чувствую себя сильным» девушки показали следующие результаты: 29 девушек (59,2%) выбрали ответ «эмоционально», 12 девушек (24,5%) – «физически» и 8 девушек (16,3%) – «интеллектуально». Однако 14 юношей (36,8%) выбрали ответ «эмоционально», 13 юношей (34,2%) – «физически» и 10 юношей (26,3%) – «интеллектуально».

37 девушек (75,5%) и 31 юноша (81,5%) могут легко защитить (отстаивать) свои личные границы.

Также 42 девушки (85,7%) и 21 юноша (55,2%) считают себя привлекательными. Применяя критерий углового преобразования Фишера, мы с достоверностью можем говорить, что различия обоснованы ( $\varphi_{\text{эм}} = 2,58$  при  $p \leq 0,01$ ). Таким образом, мы наблюдаем, что девушки в значимо большей степени считают себя привлекательными, чем юноши.

На вопрос «Как вы определяете, что чувствуете психологическую защищенность?» самый частый ответ был «Я чувствую спокойствие, отсутствие тревоги» – 70 респондентов (24,9%). Остальные ответы: «Мне комфортно находиться рядом с окружающими» – 56 респондентов (19,9%). И одинаковое количество респондентов набрали следующие ответы: «У меня нет негативных мыслей», «Я становлюсь активным, больше мотивации что-либо делать», «Я чувствую, что мне помогут, если я обращусь за помощью» – по 36

респондентов (12,8%). То есть главным признаком психологической защищенности старшеклассников здесь выступает чувство спокойствия и отсутствие тревоги.

Больше всего тревогу, страх, беспомощность, уязвимость старшеклассники чувствуют в таких ситуациях, как выполнение контрольных работ или экзаменов – 47 респондентов (21,6%) и обдумывание выбора будущей профессии – 46 респондентов (21,1%). А также они отметили, что чувствуют страх и тревогу при размышлениях на такие темы, как «Подготовка к ОГЭ, ЕГЭ» – 54 респондента (23,1%) и «Выбор профессии и будущей траектории жизни» – 52 респондента (22,2%). То есть большинство респондентов чувствуют себя незащищенными из-за таких актуальных тем на своем жизненном пути, как экзамены, окончание школы и выбор будущей профессии.

На вопрос «Как Вы обычно справляетесь, если чувствуете себя незащищенным?» старшеклассники в большей мере отметили, что отвлекаются (хобби, Интернет, игры) – 55 респондентов (21,7%), общаются с друзьями – 41 респондент (16,2%), уходят в себя – 37 респондентов (14,6%), ничего не делают (терпят) – 27 респондентов (10,7%), плачут – 26 респондентов (10,3%). И здесь хотим отметить, что девушки (23 девушки – 18%) чаще плачут и уходят в себя, чем юноши. Это может быть связано с гендерными различиями, так как женщины более эмоционально развиты и сильнее проживают чувства, чем мужчины.

Подводя итоги, мы видим, что наиболее благоприятная среда для старшеклассников — это дом, семья и школа. Большая часть старшеклассников понимает «защищенность» как фактор отсутствия угрозы и опасности, когда рядом находится тот, кто сможет защитить их. «Незащищенность» старшеклассники описывают как эмоциональное ощущение: ощущение тревоги и неуверенности, одиночества, а также отсутствие защиты рядом.

В своей семье подростки чувствуют себя в безопасности, потому что их любят, они знают, что им помогут и поддержат. Однако есть исключения в виде ссор с родителями, недопонимания и отсутствия чувства защиты со стороны семьи, что вызывает у старшеклассников чувство незащищенности.

В школьной среде учителя относятся уважительно по отношению к старшеклассникам, но показатели не так высоки по сравнению с взаимоотношениями со сверстниками. У респондентов есть школьные друзья, от которых они также могут получить поддержку. Однако мы выявили, что

старшеклассники с высокой академической успеваемостью чувствуют себя больше в безопасности в школе, чем старшеклассники со средней академической успеваемостью. Мы предполагаем, что это может быть связано с тем, что старшеклассники со средней успеваемостью имеют низкую самооценку и не по достоинству оценивают свой труд, из-за чего могут присутствовать стресс и тревога в связи с контрольными работами или экзаменами.

Улица является не главным фактором угрозы, однако в большей мере именно девушкам страшно и тревожно идти в темное время суток по улице. Это может быть связано с тем, что юноши в большей мере оценивают себя сильными физически, чем девушки.

Наиболее главной зоной риска является именно Интернет. Из причин самым частым ответом было мошенничество. Из-за высокого уровня цифровизации жизни населения возрастает и риск стать жертвой мошенничества.

Было выявлено, что девушки в большей степени считают себя интересными людьми, чем юноши, и, анализируя результаты исследования, мы можем наблюдать, что юноши считают себя больше интересными людьми, чем привлекательным. Также подростки считают себя в большинстве – как юноши, так и девушки – способными защитить и отстоять свои личные границы. В целом, мы видим, что самооценка у старшеклассников адекватна. Как мы говорили выше, адекватная самооценка является одним из ресурсов психологической защищенности, так как позволяет осознавать и принимать личные проблемы.

Также мы видим, что к главным ресурсам психологической защищенности относятся хобби, Интернет (несмотря на риски) и общение с друзьями. Основными факторами незащищенности являются экзамены и выбор будущей профессии. Здесь мы можем отметить, что необходима системная работа педагога-психолога, а также учителей над уровнем психологической защищенности старшеклассников на данную тему. Это довольно актуальная тема для них: окончание школы, новый этап в жизни, выбор «куда идти дальше?» и т.д.

### **Список литературы**

1. Ахмадеева Е.В. Психолого-педагогические условия формирования понимания феномена «психологическая безопасность семьи» // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. –

№ 7-1. – С. 91–94.

2. Баева И.А. Психологическая защищенность и психологическая безопасность современного человека // Психологическая безопасность личности: проблемы и перспективы: материалы Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург: Издательство РГПУ им. А.И. Герцена. – 2015. – С. 7–13.

3. Исмаилова З.Г., Сулейман-заде Н.Г., Мустафаева И.И., Джафарзаде Н.Д. Стресс и его причины у старшеклассников // Российский педиатрический журнал. – 2024. – № S3. – С. 83–84.

4. Лаптева В.Ю. Психологические особенности подростков с разным уровнем защищенности от психологического насилия в образовательной среде: диссертация на соискание ученой степени кандидата психологических наук / Лаптева Вера Юрьевна. – Санкт-Петербург. – 2010. – 182 с.

5. Сетевое издание WCIOM [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/indeks-potrebnosti-rossijan-v-psikhologicheskoi-podderzhke> (дата обращения: 27.03.2026).

© Гусманова А.Д., 2026

UDC 159.99

**PERSONAL RESILIENCE TO SOCIOCULTURAL THREATS  
IN THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT  
OF TECHNICAL UNIVERSITY**

**Shershniova Tatiana Viktorovna**

PhD in Psychology, Associate Professor

**Yu Huiling**

master's student

Belarusian National Technical University

**Abstract:** The article examines the problem of the personal resilience of students at technical universities to the sociocultural risks of the educational environment. The content of the concept of “personal resilience to sociocultural risks” is clarified as a dynamic ability to maintain psychological and value integrity, regulate emotional and behavioral responses, mobilize internal and external resources, and maintain meaningful participation in academic and social life. The main sociocultural risks that students at technical universities may face are analyzed, including social isolation, cultural and value contradictions, digital threats, academic competition, and uncertainty about their professional future. The cognitive, emotional, interpersonal, intercultural, and behavioral components of personal resilience are identified. The educational conditions for its development are substantiated, including ensuring psychological safety, supportive interpersonal relationships, reflective learning, the availability of psychological assistance, and students’ active participation in university life.

**Key word:** personal resilience, sociocultural risks, technical university students, psychological safety, digital resilience.

**ЛИЧНОСТНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ К СОЦИОКУЛЬТУРНЫМ  
УГРОЗАМ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ ТЕХНИЧЕСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА**

**Шершнёва Татьяна Викторовна**

**Юй Хуэйлин**

**Аннотация:** В статье рассматривается проблема личностной устойчивости студентов технических университетов к социокультурным рискам образовательной среды. Уточняется содержание понятия «личностная устойчивость к социокультурным рискам» как динамической способности сохранять психологическую и ценностную целостность, регулировать эмоциональные и поведенческие реакции, мобилизовать внутренние и внешние ресурсы и поддерживать значимое участие в академической и социальной жизни. Анализируются основные социокультурные риски, с которыми могут сталкиваться студенты технических университетов, включая социальную изоляцию, культурные и ценностные противоречия, цифровые угрозы, академическую конкуренцию и неопределенность профессионального будущего. Выделяются когнитивный, эмоциональный, межличностный, межкультурный и поведенческий компоненты личностной устойчивости. Обосновываются образовательные условия ее развития, связанные с обеспечением психологической безопасности, поддерживающими межличностными отношениями, рефлексивным обучением, доступностью психологической помощи и активным участием студентов в жизни университета.

**Ключевые слова:** личностная устойчивость, социокультурные риски, студенты технического университета, психологическая безопасность, цифровая устойчивость.

Technical higher education is commonly associated with professional knowledge, practical training, laboratory work, and preparation for technology-intensive industries. However, universities also function as sociocultural environments in which students develop professional identities, establish new social relationships, reconsider personal values, and construct their future professional trajectories [1]. Student development involves both professional learning and sociocultural adaptation.

Sociocultural difficulties may arise independently of academic performance. Students may experience exclusion from peer groups, uncertainty about their chosen profession, cultural misunderstandings, information overload, harmful online interactions, or blurred boundaries between academic and personal life [2]. In this paper, sociocultural risks refer to social, cultural, and informational pressures that undermine students' sense of belonging, self-worth, identity, interpersonal trust, and meaningful participation in university life. Such pressures become harmful when

environmental demands exceed available coping resources or when students lack effective opportunities to seek support.

Contemporary research conceptualises resilience as a dynamic process arising from the interaction between individuals and their environments rather than as a fixed personality trait [3]. Earlier approaches often treated resilience as an exceptional individual characteristic. A. S. Masten challenged this view by describing resilience as an “ordinary developmental outcome” arising from adaptive systems such as supportive relationships, cognitive functioning, emotional regulation, motivation, and opportunities for meaningful participation [4]. Personal resilience is defined as a dynamic capacity to recognize sociocultural pressures, maintain psychological and value-based integrity, regulate emotional and behavioural responses, mobilise internal and external resources, and sustain or restore meaningful academic and social engagement [5]. This definition does not imply passive acceptance of harmful conditions. Resilience may involve seeking help, changing ineffective coping strategies, reconsidering goals, reframing difficult experiences, or challenging harmful practices.

Technical university students may encounter several interconnected forms of sociocultural risk. The first concerns belonging and psychological safety. Students may experience exclusion, ridicule, public comparison, hierarchical relationships, or disregard for personal dignity. Psychological safety is associated with freedom from interpersonal aggression, positive relationships, and a sense that the educational environment is meaningful and supportive [6]. These conditions encourage students to participate, acknowledge mistakes, and seek assistance.

A second risk involves cultural and value conflicts. Students interpret authority, teamwork, autonomy, competition, and emotional expression through culturally shaped frameworks. Differences between these expectations and institutional norms may lead to misunderstanding and may be incorrectly interpreted as academic weakness or disrespect. Value conflicts may also affect domestic students when highly instrumental technical education leaves insufficient space for ethical reflection, interpersonal responsibility, and consideration of the wider social consequences of professional work.

Digital environments constitute a further source of risk. Students benefit from online learning, professional networking, and digital collaboration, but may also encounter misinformation, cyberbullying, harmful social comparison, information overload, privacy concerns, and difficulties maintaining boundaries between study and personal life. Digital resilience therefore requires the ability to recognise online

risks, evaluate information, regulate digital behaviour, recover from harmful experiences, and seek appropriate support [7]. Technical competence alone does not guarantee psychological or social competence in digital environments.

Intensive academic competition and uncertainty about future careers may challenge students' adaptive capacity. High academic demands can support development when students understand their purpose and have opportunities to improve, but become harmful when failure is interpreted as personal inadequacy or when competition undermines collaboration. Academic resilience involves self-efficacy, engagement, planning, persistence, and manageable anxiety [6]. At the same time, sustainable persistence should be distinguished from excessive work that undermines health and help-seeking. Rapid technological change also creates uncertainty regarding professional identity and employability, requiring students to tolerate uncertainty and develop a commitment to lifelong learning.

The literature synthesis identifies five interconnected dimensions of personal resilience to sociocultural risks. The cognitive dimension involves distinguishing ordinary academic difficulty from genuine sociocultural threats, critically evaluating information, reframing stressful experiences, and identifying controllable aspects of difficult situations. Meaning-making enables students to connect present challenges with personally meaningful long-term goals. Reflective learning, professional ethics discussions, and analysis of the social consequences of technological decisions can strengthen this capacity.

The emotional dimension concerns recognising, expressing, and regulating emotional states. Resilience does not require emotional suppression. Students need to recognise when stress is manageable and when rest, peer support, or professional assistance is required. Planning, cognitive reframing, constructive communication, and help-seeking can support adaptive emotional regulation.

The interpersonal dimension reflects the importance of supportive relationships. Peers can provide emotional validation and practical assistance, while faculty can reduce uncertainty through clear expectations and constructive feedback. Mentoring is particularly valuable during major educational transitions, helping students analyse difficulties, identify resources, and maintain agency.

The cross-cultural dimension involves engaging with different perspectives without interpreting difference as personal threat. Students need opportunities to discuss cultural assumptions and misunderstandings in psychologically safe environments. Everyday educational practices, including diverse case materials, fair communication, and equitable participation, may be more influential than occasional intercultural events.

Resilience becomes visible through action, including realistic goal setting, informed decision-making, help-seeking, abandonment of ineffective coping strategies, and participation in community life. Student agency extends beyond individual coping when students contribute to mentoring, orientation, volunteering, technology projects, and university decision-making. Such participation positions students as active contributors to the educational environment rather than passive recipients.

Student resilience should be supported at several interconnected levels. At the individual level, universities can promote reflective learning, emotional self-regulation, adaptive coping, psychological counselling, time management, and career planning. At the interpersonal level, mentoring, peer support, constructive faculty communication, conflict mediation, and anti-bullying procedures can strengthen belonging and trust. At the curricular level, technical education should incorporate professional ethics, reflective learning, intercultural communication, and analysis of the social consequences of technological decisions. Universities should provide transparent support pathways, confidential reporting mechanisms, regular assessments of the educational climate, and coordinated psychological support [5].

A central prerequisite is psychological safety [8]. Students should be able to ask questions, acknowledge legitimate mistakes, and report unfair treatment without fear of humiliation or exclusion. Support services must also be visible, accessible, confidential, and connected with academic and student-support structures [6].

Technical and humanistic dimensions of education should likewise be integrated rather than treated as separate domains. Ethical questions concerning algorithmic bias, environmental consequences, accessibility, or data privacy can be incorporated into technical coursework [9]. Such integration strengthens students' professional identity and encourages them to understand the wider social implications of technical work. Meaningful student participation in university governance is equally important because students themselves can identify emerging sociocultural risks and contribute to the design of effective support systems. Support should also be differentiated according to students' circumstances. International students, students with disabilities, socially isolated students, and graduating students may face different challenges and therefore require different forms of assistance.

Technical universities have particular strengths in structured problem-solving, precision, measurable performance, and adaptation to technological change. These characteristics can support resilience, but excessive emphasis on technical competence may marginalise emotional wellbeing, ethical reasoning, and

intercultural communication. Engineering, programming, architecture, and applied scientific research all involve uncertainty, ethical dilemmas, and social consequences. Integrating these dimensions into technical education can contribute both to psychological resilience and to a more mature professional identity.

Thus, personal resilience to sociocultural risks should be understood as a dynamic developmental process rather than an innate personality trait or passive tolerance of adversity. It involves recognising sociocultural pressures, maintaining psychological and value-based integrity, regulating emotional and behavioural responses, accessing appropriate resources, and sustaining meaningful participation in academic and social life. Technical university students may encounter risks involving social exclusion, cultural and value conflicts, academic competition, digital harms, and uncertainty about professional futures. Resilience depends on the interaction of cognitive meaning-making, emotional regulation, supportive relationships, cross-cultural engagement, and behavioural agency. None of these dimensions can develop independently of the educational environment. Technically advanced university cannot provide comprehensive education if it prepares students only to solve technical problems while neglecting their capacity to navigate social, cultural, ethical, and professional uncertainty [9]. Developing resilience therefore requires the integration of rigorous technical education with psychological safety, reflective learning, accessible support, and meaningful student participation. A narrowly focused approach to professional education, in which academic disciplines perceived as “non-essential” are progressively removed from engineering curricula, may contribute to a reduction in the opportunities for students to develop professionally significant personal qualities and motivation for meaningful professional self-realisation. By prioritising technical knowledge and immediately applicable skills at the expense of psychological, social, ethical, and reflective dimensions of education, such an approach risks producing technically competent graduates who may nevertheless be insufficiently prepared to cope with professional uncertainty, interpersonal challenges, ethical dilemmas, and the demands of long-term professional development. Consequently, the exception of these disciplines may weaken not only students’ professional identity and intrinsic motivation but also their capacity for self-regulation, adaptive decision-making, responsible professional behaviour, and sustainable engagement with their chosen profession. Higher education should be oriented primarily towards the development of the individual as a competent professional and an active member of society who is capable of meaningful self-realisation, rather than towards the narrow training of graduates to

perform standardised, routine tasks at an operational level. Its purpose should extend beyond the transmission of specialised knowledge and procedural skills to the development of professional identity, autonomy, critical thinking, ethical responsibility, intrinsic motivation, and the capacity for lifelong learning and adaptation. Such an approach enables graduates not merely to reproduce established solutions but to formulate and address new problems, exercise professional judgement, assume responsibility for their decisions, and contribute creatively to the development of their profession and society.

### **References**

1. Клековкин Д.А. Роль социокультурной среды университета в воспитательном процессе студентов // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 28. – С. 27–31. – URL: <http://e-koncept.ru/2016/56460.htm>.
2. Шершнёва Т.В. Формирование устойчивости личности к социокультурным угрозам в цифровой среде // Наука. Техника. Человек : исторические, мировоззренческие и методологические проблемы. – 2025. – Т. 1, № 15. – С. 499–506.
3. Shershniova, T.V. Prevention of the Risk of Autodestructive Behavior in Students with Different Levels of Resilience / T. V. Shershniova, X. Liang // Вестник Башкирского государственного медицинского университета. – 2024. – № S3. – С. 305–310.
4. Masten A.S. Ordinary magic. Resilience processes in development // American Psychologist. – 2001. – Vol. 56, No. 3. – P. 227–238. – DOI: 10.1037/0003-066X.56.3.227.
5. Shershniova T.V. Personality Resilience to Sociocultural Threats in Technical Education Contexts: psychosocial determinants and educational interventions / T. V. Shershniova, Y. Cai // Joint innovation – Joint development: themed collection of papers from X Foreign International Scientific Conference (Harbin (China), August, 5, 2025). – SPb.: HNRI «National development», PS of UA, 2025. – P. 66–75.
6. Шершнёва Т.В. Психологически безопасная среда университета как фактор успешного профессионального становления личности // Актуальные проблемы психологии труда: теория и практика. Материалы VII Международной научно-практической конференции. – Красноярск: Сибирский

государственный университет науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева, 2023. – С. 141–146.

7. Шершнёва Т.В. Влияние цифровой информационной среды на психическое состояние личности // Экология человека в зеркале «зеленой повестки» современного мира: сб. статей / Под ред. Э.В. Барковой, О.М. Бузской. – Москва: ООО «Русайнс», 2022. – С. 198–202.

8. Баева И.А. Психологическая безопасность в образовании: монография. – СПб: Издательство «Союз», 2002. – 271 с.

9. Шершнёва Т.В. Психолого-педагогические метакомпетенции как фактор профессионального становления студентов технического университета // Актуальные проблемы психологии труда: теория и практика: сборник статей. – Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева, 2025. – С. 334–340.

© Shershniova T.V., Yu H., 2026

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОДРОСТКОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ВОЛОНТЕРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ**

**Чарная Наталья Олеговна**

студент

Научный руководитель: **Бондарчук Наталья Васильевна**

канд. психол. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Северо-Восточный государственный университет»

**Аннотация:** В статье рассмотрены психологические особенности подростков-волонтеров 15–16 лет посредством шести сквозных тем, выделенных из 8 блоков полуструктурированного интервью: смыслы волонтерства, динамика мотивации, ценностно-смысловая сфера, влияние окружения, роль руководителя как значимого взрослого и трансформация идентичности. Анализ исследования проведен на основе интерпретативного феноменологического анализа полуструктурированных интервью (N=10) и диагностики темперамента по методике Н.Н. Обозова. Разработаны практические рекомендации для руководителей и педагогов волонтерских объединений по учету индивидуально-психологических особенностей подростков.

**Ключевые слова:** подростковый возраст, волонтерская деятельность, ценностно-смысловая сфера, мотивация, темперамент, психологические особенности.

## **A STUDY OF PSYCHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF TEENAGERS ENGAGED IN VOLUNTEER ACTIVITIES**

**Charnaya Natalya Olegovna**

Scientific adviser: **Bondarchuk Natalya Vasilievna**

**Abstract:** The article examines the psychological characteristics of adolescent volunteers aged 15–16 through six cross-cutting themes identified from eight sections of a semi-structured interview: the meanings of volunteering, the dynamics of motivation, the value-semantic sphere, the influence of the environment, the role of

the leader as a significant adult, and the transformation of identity. The analysis of the study was based on the interpretative phenomenological analysis of semi-formalized interviews (N=10) and the diagnosis of temperament using the N.N. Obozov method. Practical recommendations have been developed for the heads and teachers of volunteer associations on taking into account the individual psychological characteristics of teenagers.

**Key words:** adolescence, volunteer activity, value-semantic sphere, motivation, temperament, psychological characteristics.

В современном российском обществе волонтерская деятельность приобретает все большую значимость, охватывая различные направления и увеличивая количество добровольческих организаций. Актуальность изучения психологических особенностей подростков-волонтеров обусловлена тремя ключевыми аспектами. Во-первых, наличием социального запроса как осознанной потребности общества в решении социально значимых проблем посредством волонтеров. Во-вторых, формированием личностных качеств подростка в волонтерской деятельности, которая может выступать эффективной средой для развития характера, эмпатии, ответственности, социальной зрелости и морально-нравственных норм. В-третьих, необходимостью изучения мотивации к занятию волонтерской деятельностью, особенно в контексте разного опыта вовлеченности в добровольчество.

Цель исследования — выявить и охарактеризовать психологические особенности подростков 15–16 лет, систематически занимающихся волонтерской деятельностью. Объект исследования — психологические особенности подростков, занимающихся волонтерской деятельностью. Предмет — ценностно-смысловая сфера подростков, занимающихся волонтерской деятельностью в волонтерском объединении «Поколение» при МБУДО «Детско-юношеский центр» (г. Магадан).

Теоретико-методологическую основу исследования составляют концепции возрастного развития подростков Л.С. Выготского, Д.Б. Эльконина [6]; подход к определению типа темперамента Н.Н. Обозова [1], а также методологические принципы интерпретативного феноменологического анализа (ИФА) Дж. Смита, П. Флауэра, М. Ларкина [2].

Теоретическая значимость исследования состоит в выявлении особенностей ценностно-смысловой сферы подростков, занимающихся волонтерской деятельностью, а также в расширении и дополнении научных

представлений об этой сфере. Практическая значимость результатов заключается в возможности использования полученных выводов при планировании и осуществлении работы педагогами образовательных учреждений.

Так, рассматривая теоретическую часть, необходимо уточнить, что подростковый возраст в психологии относится к широкому возрастному диапазону. Л.С. Выготский определял его диапазон от 12 до 18 лет, считая, что на данном этапе главной деятельностью становится общение со сверстниками, в процессе которого подросток активно строит межличностные отношения, познавая свою индивидуальность. Д.Б. Эльконин рассматривал подростковый возраст как сензитивный для формирования нравственных отношений и соответствующих форм поведения при сравнении себя со взрослым [6]. Он выделял «чувство взрослости» как главное новообразование сознания, через которое подросток сравнивает себя с другими.

Согласно А.Е. Личко подростковому возрасту свойственны определенные поведенческие реакции, которые становятся маркерами данного периода: реакция эмансипации (стремление высвободиться из-под опеки взрослых), реакция группирования (объединение со сверстниками с иерархической структурой) и реакция увлечения (хобби как способ самовыражения). А.В. Петровский выделял в структуре личности три системные составляющие: интраиндивидуальную (темперамент, характер, способности), интериндивидуальную (межличностные отношения) и метаиндивидуальную («вклады» в других людей). Данное представление было взято за основу в определении блоков интервью.

Ценностно-смысловая сфера, по мнению А.М. Пауковой, является системообразующим фактором, непосредственно влияющим на общее восприятие мира подростком. Б.Г. Ананьев определял, что ценностные ориентации формируют особенности и характер отношений личности с окружающей действительностью и детерминируют ее поведение. В нашей работе за основу рассмотрения психологических особенностей подростков были взяты их личностные смыслы и понимание волонтерства, а также темперамент как одна из важнейших индивидуальных особенностей личности, проявляющаяся в интенсивности, скорости и ритме протекания психических процессов [5].

Так, волонтерство как социальный феномен рассматривается с точки зрения исторического контекста, где первыми добровольцами считались люди,

добровольно вступившие в армию. В настоящий же момент Е.И. Холостова определяет волонтера как человека, делающего что-либо по своей воле, по согласию [4], а не по принуждению. А И.В. Марсиянова и Л.И. Якобсон характеризуют добровольчество как разновидность филантропических практик, бескорыстную индивидуальную или коллективную деятельность на благо других людей или общества.

В.А. Успенская в работе «Роль волонтерской деятельности в формировании личностных качеств современных подростков» установила, что посредством волонтерской деятельности у подростков формируются такие личностные качества, как ответственность, общительность, уверенность в себе, отзывчивость, толерантность, милосердие, сострадание и эмпатия [3].

А наиболее часто встречающимися в литературе мотивами участия в волонтерской деятельности считают реализацию личностного потенциала, самовыражение и самоопределение, профессиональное ориентирование, приобретение опыта ответственного лидерства и социального взаимодействия, организацию свободного времени. При этом важно учитывать, что, по заключению Е.И. Холостовой, мотивы вступления в ряды волонтеров разнообразны и могут включать нравственные и религиозные убеждения, потребности общения, принадлежности к группе, реализацию способностей и творческого потенциала.

Говоря об эмпирическом исследовании, важно уточнить, что оно проводилось на базе МБУДО «ДЮЦ» в апреле 2026 года в волонтерском объединении «Поколение». В исследовании приняли участие 10 подростков в возрасте 15–16 лет (5 юношей и 5 девушек), являющихся действующими волонтерами. Критерием включения в выборку являлось членство в волонтерском объединении, наличие стажа участия в волонтерской деятельности (не менее 3 месяцев) и добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Процедура исследования включала в себя три этапа. На подготовительном этапе был разработан инструментарий полуструктурированного интервью, состоящий из 8 тематических блоков, и подобран психодиагностический инструментарий для оценки темперамента — методика Н.Н. Обозова. На этапе сбора данных проводились индивидуальные интервью продолжительностью от 45 до 90 минут с последующей транскрипцией и присвоением кодов испытуемым. На этапе обработки и анализа данных применялась процедура интерпретативного

феноменологического анализа (ИФА) с последующим сравнительным анализом подгрупп по стажу волонтерской деятельности.

Методика Н.Н. Обозова определяет необходимость оценки 15 эмпирических характеристик в соответствии с четырьмя типами темперамента: сангвиник, флегматик, холерик, меланхолик. Наибольшее количество баллов (2 балла) присваивалось той характеристике, которая была близка респонденту.

Интерпретативный феноменологический анализ включал пять шагов: первичное знакомство с материалом, выделение смысловых единиц, группировка и поиск тем, интерпретация по принципу двойной герменевтики, перекрестный анализ в сопоставлении результатов волонтеров с разным стажем.

Так, методика Н.Н. Обозова позволила получить следующие результаты: из 10 респондентов 5 человек – холерики, 1 человек – меланхолик, 2 человека – сангвиники, 2 человека – флегматики. Холерический и сангвинистический типы темперамента характеризуются экстравертированностью (7 из 10 человек), а оставшиеся два типа – интровертированностью (3 из 10 человек). Полученные данные свидетельствовали о преобладании среди участников исследования подростков-волонтеров с холерическим типом темперамента, что могло быть связано со спецификой волонтерской деятельности, в частности событийной (в случае волонтерского объединения «Поколение»), предполагающей высокий уровень активности, инициативности, готовности быстро реагировать на изменяющиеся обстоятельства.

В результате интерпретации транскриптов 8 блоков интервью были выделены 6 сквозных тем, отражающих психологические особенности восприятия волонтерской деятельности подростками:

1. Смыслы и понимание волонтерства. Подавляющее большинство подростков понимают волонтерство не просто как деятельность, а как среду, в которой происходит реализация собственных возможностей, развитие необходимых навыков и определение жизненных ориентаций. М5 (стаж 2 года) описывает волонтерство как «отдельную часть жизни», которая объединяет учебу, друзей и семью. Д3 (стаж 8 месяцев) утверждает: «Ты начинаешь по-другому смотреть на мир... Волонтерство – это уже неотъемлемая часть меня». При этом у новичков смыслы еще не устоялись и связаны с поиском себя, тогда как у более опытных волонтеров формируется глубокое понимание пользы деятельности и для себя, и для других.

2. Мотивация от внешних стимулов к внутренней. В группе со стажем до 1 года преобладают внешние мотивы: интерес, пример друзей, желание попробовать новое. Так, Д1 утверждала: «Мне кажется, многие идут сначала вообще не из-за помощи людям. Просто интересно. Новые знакомства, поездки, мероприятия». В группе со стажем от 1 до 3 лет мотивация становится более дифференцированной. М1 (стаж 3 года) отмечает: «Мне нравится помогать людям... Ну, я вырос в такой атмосфере, где я толком не мог проявляться... Сейчас не так», что указывает на переход от внешней оценки к внутренней опоре, являющейся признаком формирующейся личностной автономии.

3. Ценностно-смысловая сфера. Выявлена динамика ценностных приоритетов. Если для волонтеров с малым стажем деятельность преимущественно ориентирована на достижение внешних, социально значимых результатов (М4 – Результат. Мне нравится видеть, что мероприятие получилось хорошо), то у респондентов с продолжительным опытом акцент смещается в сторону осмысления собственных личностных изменений и внутренних смыслов (М1 – Процесс наверно... А вообще выходит из процесса, ведь в процессе ты и коммуницируешь с людьми, и для себя что-то новое узнаешь).

4. Влияние окружения на волонтеров-подростков. Общение является центральной темой в высказываниях респондентов. В подгруппе до 1 года чаще звучат мотивы расширения контактов: Д1 «Мне интересно разговаривать с людьми», М1 «Живое общение — это магия». У более опытных подростков коммуникация приобретает более функциональный и рефлексивный характер: Д5 «Умение слушать важнее умения говорить», М2 «Не обязательно быть общительным, этому можно научиться». Это говорит о том, что опыт волонтерства может стать активатором более качественной коммуникации в подростковом возрасте.

5. Роль руководителя как значимого взрослого. Руководитель объединения выступает в восприятии подростков как фигура наставника и образец для подражания. М1 (стаж 3 года) дает наиболее яркое высказывание: «Он — мой отец. Когда 18 лет будет, я поменяю свою фамилию и отчество на его». Д3 описывает руководителя как «наставника, который не учит жизни, а показывает её на своём примере». В ответах на вопрос: «Какие ошибки руководителя могут разрушить мотивацию подростка?» – подростки отмечали несправедливость, критику и недостаток поддержки как главные демотиваторы.

6. Трансформация идентичности и образа мира через волонтерский опыт. В подгруппе до 1 года изменения носят преимущественно поведенческий и эмоциональный характер (Д1: «Да. Стала намного раскованнее»). В группе от 1 до 3 лет трансформации носят системный характер. М1 дает развернутый автопортрет: «До волонтерства это был ребенок, который боялся общественного мнения, закрытый, малоактивный. Сейчас я более общительный, и общественное мнение на меня никак не влияет». Почти все респонденты отмечают усиление уважения к чужому труду посредством включения в различные задачи на мероприятиях.

Сходства между подгруппами оказались более выраженными, чем различия: все респонденты разделяют ценности бескорыстия и добровольности, отмечают положительное влияние деятельности на развитие различных навыков и уважение. Так, в вопросе финансового вознаграждения все респонденты считали, что необходимость в оплате данного труда отсутствует в связи с тем, что это может повлиять на отношение общества к волонтерству в целом. В блоке «Изменение в отношениях с родителями и окружением» почти все респонденты отмечали положительное мнение об окружении. В заключительном блоке «Будущее» почти все респонденты отмечали, что планируют продолжать заниматься добровольчеством в будущем, рассказывая своим детям об этом опыте. Так, результаты исследования позволяют нам предположить, что вхождение в волонтерское объединение может обеспечивать единую ценностно-смысловую основу, а стаж может выступать фактором углубления и интеграции этих смыслов в личностную структуру.

На основе полученных результатов разработаны практические рекомендации для руководителей и педагогов, работающих с подростками-волонтерами, и структурированы по пяти направлениям.

1. Учет темперамента при распределении поручений:

Холерикам поручать задачи, связанные с быстрыми решениями, координацией на мероприятиях, работой с большим потоком людей. Сангвиникам — коммуникативные функции: встреча гостей, проведение игровых программ, взаимодействие со СМИ. Флегматикам — задачи, требующие последовательности: регистрация, работа с документацией, длительное пребывание в ростовых куклах. Меланхоликам — деятельность, связанную с индивидуальной помощью, работой с особыми категориями граждан.

2. Работа с мотивацией на разных этапах:

Для новичков (стаж до 1 года): проведение вводных встреч, предоставление возможности попробовать себя в разных ролях, обеспечение быстрой положительной обратной связи. Для опытных волонтеров (стаж от 1 до 3 лет): делегирование функций наставничества, предоставление возможностей для реализации собственных инициатив, проведение рефлексивных встреч, введение системы символического признания.

3. Развитие ценностно-смысловой сферы: внедрение регулярных групповых обсуждений этических вопросов, организация встреч с представителями разных социальных групп в формате диалога, акцентирование внимания на внутренней ценности деятельности через рефлексивные беседы.

4. Развитие коммуникативной компетентности:

Организация тренингов по развитию навыков активного слушания, установления контакта, работы с возражениями, использование ролевых игр и моделирования ситуаций перед мероприятиями, предоставление выбора формата общения для тех, кто испытывает трудности.

5. Организация эффективного взаимодействия:

Выстраивание демократического стиля руководства, сочетающего авторитетность и дружелюбие, обеспечение равномерного распределения внимания и признания, создание пространства для обратной связи от волонтеров к руководителю.

Проведенное теоретико-эмпирическое исследование было направлено на изучение психологических особенностей подростков, занимающихся волонтерской деятельностью. Теоретический анализ показал, что подростковый возраст является сензитивным для формирования ценностно-смысловой сферы, нравственных отношений и «чувства взрослости», а волонтерство может выступать эффективной средой для самореализации, развития коммуникативных навыков, ответственности и эмпатии.

Эмпирическое исследование на базе волонтерского объединения «Поколение» (10 подростков 15–16 лет) с применением интерпретативного феноменологического анализа выявило шесть сквозных тем: смыслы волонтерства, динамика мотивации (от внешней к внутренней), ценностно-смысловая сфера, влияние окружения, роль руководителя как значимого взрослого и трансформация идентичности.

Сравнительный анализ подгрупп (стаж до 1 года и от 1 до 3 лет) показал, что при общих ценностных основаниях у опытных волонтеров формируются

более устойчивая автономия, рефлексия и определенные профессиональные планы, тогда как новички находятся на этапе адаптации и поиска себя. Преобладание холерического темперамента (5 из 10) при наличии всех типов подтверждает неоднородность группы и диктует важность индивидуального подхода к каждому волонтеру.

На основе результатов разработаны практические рекомендации для руководителей по учету темперамента, работе с мотивацией, развитию ценностно-смысловой сферы, коммуникативной компетентности и организации эффективного взаимодействия «руководитель – волонтер».

Проведенное исследование позволило установить, что участие в волонтерской деятельности является значимым психологическим ресурсом развития, способствующим формированию субъектности, ценностно-смысловой сферы личности в подростковом возрасте посредством самоактуализации в добровольчестве.

### **Список литературы**

1. Обозов Н.Н. Типы личности, темперамент и характер: методическое пособие — СПб.: НПО ЦКТИ — 1995. — 37 с.
2. Smith, Jonathan A. Interpretative Phenomenological Analysis: Theory, Method and Research – Издатель: Los Angeles : SAGE — 2009. – 225 с.
3. Успенская В.А. Роль волонтерской деятельности в формировании личностных качеств современных подростков // Научная палитра. — 2022. — № 4. — С. 1–7.
4. Холостова Е.И. Волонтеры. Словарь-справочник по социальной работе — Москва: Юристъ —1997. — 424 с.
5. Шрамко Н.В. Основы волонтерской деятельности: учебно-методическое пособие — Екатеринбург: УрГПУ — 2022. — 175 с.
6. Эльконин Д.Б. Детская психология: учебное пособие — Москва: Академия — 2007. — 384 с.

© Чарная Н.О., 2026

## **ВЛИЯНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОРОТКИХ ВИДЕОРОЛИКОВ НА ПОДАВЛЕНИЕ ВНИМАНИЯ У СТУДЕНТОВ**

**Айкеда Паерхати**

магистрант

**Шестаков Юрий Николаевич**

к.п.н., доцент

Белорусский национальный технический университет

**Аннотация:** В статье представлены результаты эмпирического исследования влияния зависимости от коротких видеороликов на подавление внимания у студентов высших учебных заведений. В ходе работы исследуются две группы испытуемых: лица с зависимостью от коротких видео и без неё, использован тест Струпа для оценки ингибирования внимания. Предложены некоторые педагогические и профилактические рекомендации для снижения негативных последствий аддиктивного поведения.

**Ключевые слова:** зависимость от коротких видеороликов; подавление внимания; когнитивные функции; тест Струпа; студенты университетов.

## **THE EFFECT OF DEPENDENCE ON SHORT VIDEOS ON ATTENTION SUPPRESSION IN STUDENTS**

**Aikedada Paerhati**

**Shestakov Yuri Nikolaevich**

**Abstract:** The article presents the results of an empirical study of the effect of dependence on short videos on attention suppression in university students. In the course of the work, two groups of subjects are studied: people with and without dependence on short videos, and the Stroop test was used to assess attention inhibition. Some pedagogical and preventive recommendations are proposed to reduce the negative consequences of addictive behavior.

**Key words:** addiction to short videos; suppression of attention; cognitive functions; Stroop test; university students.

Стремительное развитие интернет-технологий сделало короткие видеоролики одним из самых популярных форматов цифрового контента среди

молодёжи. Студенты университетов являются одной из основных категорий пользователей подобных платформ, а чрезмерное их использование часто перерастает в поведенческую зависимость. Фрагментированный контент и постоянное стимулирование нервной системы негативно сказываются на когнитивных процессах, в первую очередь – на устойчивости и управлении вниманием, проявляющееся в повышенной отвлекаемости и трудности его поддерживать. Способность к подавлению посторонних раздражителей выступает важной составляющей исполнительных функций, определяющей академическую успешность, продуктивность и психологическое благополучие молодых людей. Актуальность проведенного исследования обусловлена необходимостью изучения механизмов влияния зависимости от коротких видео на когнитивную деятельность студентов и разработки действенных мер профилактики и коррекции данной проблемы.

**Цель работы.** Оценить влияние зависимости от коротких видеороликов на подавление внимания у студентов высших учебных заведений, выявить различия когнитивных показателей между зависимыми и независимыми пользователями, а также сформулировать некоторые практические рекомендации для образовательных учреждений.

В исследовании приняли участие 60 студентов Белорусского национального технического университета в возрасте от 18 до 26 лет. Для диагностики зависимости от коротких видеороликов использовалась адаптированная шкала CIAS-R [2] с высокими показателями надежности и валидности. Оценка уровня подавления внимания проводилась с помощью классической цветовой-словесной задачи Струпа. Аналогичный подход с использованием задачи Струпа ранее применялся для оценки когнитивных нарушений при смартфонной зависимости у студентов в двух условиях: совпадение и несовпадение семантического значения слова и цвета шрифтов [3]. Статистическая обработка полученных данных осуществлена в программном пакете SPSS 20.0, применены методы описательной статистики, t-критерий для независимых выборок и корреляционный анализ Пирсона.

По результатам анкетирования все испытуемые были разделены на две равные группы по 30 человек: группа с зависимостью от коротких видеороликов и группа без зависимости. Средний балл по шкале зависимости в первой группе составил  $95,1 \pm 21,6$  баллов, во второй –  $36,5 \pm 7,1$  баллов, различия статистически значимы ( $t=14,15$ ,  $p<0,001$ ). Анализ показателей теста Струпа продемонстрировал существенные расхождения между группами.

Общее среднее время реакции у зависимых студентов равнялось  $1270,05 \pm 274,78$  мс, у независимых –  $621,53 \pm 75,5$  мс ( $t=12,46$ ,  $p<0,001$ ). Показатель точности выполнения заданий в группе без зависимости значительно выше:  $184,90 \pm 23,83$  против  $68,23 \pm 13,42$  ( $t=-23,34$ ,  $p<0,001$ ). При условии совпадения цвета и значения слова время реакции зависимых испытуемых составило  $1197,04 \pm 298,45$  мс (у контрольной группы –  $550,53 \pm 106,13$  мс,  $p<0,001$ ), точность –  $38,8 \pm 12,86$  и  $102,7 \pm 27,63$  соответственно ( $p<0,001$ ). В ситуации конфликта цветового и семантического признака различия сохранились: время реакции  $1426,04 \pm 437,36$  мс против  $708,83 \pm 93,58$  мс, точность –  $29,73 \pm 7,25$  против  $82,16 \pm 14,80$  ( $p<0,001$ ). Корреляционный анализ подтвердил наличие значимой отрицательной связи: чем выше степень зависимости от коротких видеороликов, тем слабее способность к подавлению посторонних раздражителей. Зависимые пользователи хуже концентрируются на целевой задаче, медленнее обрабатывают противоречивую информацию и допускают больше ошибок. Таким образом, установлено наличие значимых различий между группами по времени реакции и точности выполнения заданий, а также выявлена отрицательная корреляция между степенью зависимости и когнитивным контролем внимания.

Полученные результаты соответствуют выводам отечественных и зарубежных исследователей. Ряд авторов отмечает, что постоянный просмотр коротких видео формирует привычку к частому переключению внимания, снижает активность префронтальной коры мозга и ослабляет ингибиторный контроль. Фрагментированный контент вызывает кратковременные вспышки дофамина, что существенно влияет на формирование аддиктивного поведения и постепенно разрушает навыки устойчивого внимания. Кроме того, социально-психологические факторы, такие как восприятие эмоциональной поддержки, также играют важную роль в формировании аддиктивного поведения у студентов [1]. Установлено, что ингибиторный самоконтроль положительно связан с зависимостью от коротких видео у студентов [4]. Эмпирическое исследование на китайской выборке также подтверждает, что у студентов с зависимостью от коротких видео значительно ухудшается способность к подавлению реакций в задаче Струпа [6].

В проведенном исследовании имеются определённые ограничения. Выборка ограничена студентами одного технического университета, поэтому полученные результаты не могут быть полностью экстраполированы на молодёжь других возрастных категорий, специальностей и регионов.

Исследование носит поперечный характер, что не позволяет отследить долгосрочные изменения когнитивных функций при прогрессировании зависимости. Кроме того, работа основана только на одном диагностическом инструменте – тесте Струпа – без комплексной оценки всех компонентов внимания и исполнительных функций.

В качестве некоторых педагогических и профилактических рекомендаций для предотвращения и коррекции зависимости от коротких видеороликов, а также сохранения когнитивных способностей студентов предлагаем следующее:

1. Внедрение в образовательный процесс лекций и практических занятий по цифровой гигиене, разъяснению негативного влияния коротких видео на психику и когнитивные процессы обучающихся.
2. Организация тренингов по развитию концентрации и усилению контроля внимания, направленных на восстановление когнитивного контроля.
3. Расширение внеучебной деятельности, создание альтернативных офлайн-занятий для снижения времени пребывания в цифровом пространстве.
4. Организация регулярного психологического скрининга студентов с целью раннего выявления признаков поведенческой зависимости.
5. Индивидуальное психологическое консультирование и когнитивно-поведенческая коррекция для студентов с выраженными признаками аддикции.

В заключение отметим, что зависимость от коротких видеороликов оказывает выраженное негативное влияние на устойчивость и управление студентами вниманием, проявляющееся в повышенной отвлекаемости и трудности его поддерживать. Нейрофизиологические исследования подтверждают, что склонность к зависимости от коротких видео связана с недостаточностью конфликтного мониторинга на ранней стадии ингибиторного контроля [5]. Исследования показывают, что зависимость от коротких видео приводит к увеличению времени реакции и снижению точности при выполнении когнитивных задач [2]. У лиц с аддикцией увеличивается время реакции и снижается точность при работе с противоречивой информацией, ослабевают контроль над посторонними раздражителями. Проблема носит комплексный характер и требует совместных усилий преподавателей, психологов и администрации университетов. Комплекс профилактических, обучающих и коррекционных мер позволят, по нашему мнению, существенно снизить распространение зависимости и сохранить когнитивный потенциал студенческой молодёжи. Полученные данные также согласуются с

современными представлениями о синдроме стресс-интеллекта, подчёркивающими взаимосвязь эмоционального состояния и когнитивных функций [6]. Дальнейшие исследования целесообразно направить на изучение нейрофизиологических механизмов аддикции и оценку эффективности долгосрочных коррекционных программ.

### **Список литературы**

1. Крюкова Т.Л. Восприятие значимости эмоциональной поддержки при стрессе и характеристики социальной сети личности / Т.Л. Крюкова, А.О. Арипова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Психология и педагогика. 2019. Т. 16. № 2. – С. 181–195.
2. Chen Y. The effect of short-form video addiction on users' attention / Behaviour & Information Technology/42(16), 2893–2910. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2022.2151512> .2022. (дата обращения 22.03.2026).
3. Zhang T. Stroop effect in smartphone addiction among college students. /Medicine (United States), 100 (30), E26741. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000026741>. (дата обращения 22.03.2026).
4. Liu Y. Temporal focus, dual-system self-control, and college students' short-video addiction: A variable-centered and person-centered approach. / Frontiers in Psychology,16, 1538948 /<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1538948>. 2025. (дата обращения 22.03.2026).
5. Samah N. The relationship between short-video addiction tendency and inhibitory control in university students: ERP evidence from a Go/No-go task. /Frontiers in Psychology,17, 1824227. /<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2026.1824227> /. (дата обращения 23.04.2026).
6. 陈泳瑾. 短视频成瘾大学生的执行功能研究及干预 [Магистерская диссертация]. Миннаньский педагогический университет. 2025.

© Паерхати А., Шестаков Ю.Н.

# **СЕКЦИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**ПЕРЕОРИЕНТАЦИЯ ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ РОССИИ  
И ДЕСИНХРОНИЗАЦИЯ САНКЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ:  
ЭМПИРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АДАПТАЦИОННЫХ  
МЕХАНИЗМОВ 2022-2026 ГГ.**

**Царикаев Марат Русланович**

магистрант

Академия при Президенте Российской Федерации

Научный руководитель: **Дзобелова Валентина Батразовна**

к.э.н., доцент

ФГБОУ ВО «СОГУ»

**Аннотация:** В статье систематизируются эмпирические свидетельства адаптации российской внешней торговли к санкциям, и впервые выстраивается связная хронология десинхронизации санкционной политики 2025-2026 гг.

Цель — количественно охарактеризовать три механизма адаптации (переориентация потоков, обход через страны-коннекторы, валютная перестройка расчётов) и оценить, как десинхронизация санкционных режимов и точечные санкции США против «мейджоров» влияют на совокупную эффективность принуждения. Данные: EIA, Банк России, KSE Institute, Главное таможенное управление КНР (GACC), Совет ЕС, OFAC.

**Ключевые слова:** санкции; внешняя торговля России; переориентация нефтеэкспорта; теневой флот; параллельный импорт; потолок цен; юанизация; санкционная коалиция.

**THE REORIENTATION OF RUSSIA'S FOREIGN TRADE AND THE SPLIT  
OF THE SANCTIONS COALITION: AN EMPIRICAL ANALYSIS  
OF ADAPTATION MECHANISMS IN 2022–2026**

**Tsarikaev Marat Ruslanovich**

Scientific adviser: **Dzobilova Valentina Batrazovna**

**Abstract:** The article systematizes empirical evidence of the adaptation of Russian foreign trade to sanctions and for the first time builds a coherent chronology of the desynchronization of sanctions policy in 2025–2026.

The aim is to quantify three adaptation mechanisms (reorientation of flows, bypassing through connector countries, and currency adjustment of settlements) and assess how desynchronization of sanctions regimes and targeted US sanctions against «majors» affect the overall effectiveness of coercion. Data from: EIA, Bank of Russia, KSE Institute, General Administration of Customs of the People's Republic of China (GACC), Council of the EU, OFAC.

**Key words:** sanctions; Russian foreign trade; reorientation of oil exports; shadow fleet; parallel imports; price ceiling; yuan; sanctions coalition.

К середине 2026 г. накоплен значительный, но фрагментированный массив оценок адаптации российской экономики к санкциям. Оценки обхода разрознены, а хронология десинхронизации санкционной политики 2025–2026 гг. — беспрецедентного расхождения периметров США, ЕС и Великобритании — систематически не описана. Между тем именно динамика этого периода (переход к плавающему потолку цен, санкции против «мейджоров», рекордная юанизация, сокращение товарооборота с Китаем) даёт критический материал для проверки тезиса об убывающей отдаче принуждения.

Эмпирический пробел двоякий: отсутствует интегральная систематизация трёх механизмов адаптации (переориентация потоков, обход через коннекторов, валютная перестройка) на единых официальных данных; не выстроена хронология десинхронизации санкционных режимов, и не разграничены эффекты «широких» и «точечных» санкций.

Цель — эмпирически охарактеризовать механизмы адаптации российской внешней торговли и оценить влияние десинхронизации санкционных режимов и точечных санкций на эффективность принуждения.

Задачи: реконструировать динамику нефтяной переориентации; оценить масштаб и пределы обхода через коннекторов и роль «теневого флота»; описать валютную перестройку расчётов; выстроить хронологию десинхронизации коалиции и оценить эффекты октябрьских санкций 2025 г.; сформулировать прогнозные сценарии на 2026+.

Эмпирические гипотезы: E1 — переориентация экспортных потоков структурна и в основном завершена к 2024 г.; E2 — обход через страны-

коннекторы компенсирует не более трети–половины потерь и чувствителен к правоприменению; ЕЗ — десинхронизация санкционных режимов 2025–2026 гг. снижает совокупную эффективность принуждения, однако точечные санкции США против «мейджоров» дают измеримый краткосрочный эффект.

Научная новизна состоит в интегральной эмпирической систематизации трёх механизмов адаптации в единой временной хронологии на официальных данных и в демонстрации асимметрии между убывающей маржинальной отдачей «широких» санкций и измеримым (хотя и краткосрочным) эффектом точечных мер против системообразующих компаний.

### 1.1. Нефтяная переориентация (проверка Е1)

По данным ЕІА, при относительно стабильных объёмах (в среднем около 5,0 млн барр./сут. за 2020–2024 гг. и 4,3 млн барр./сут. в первом полугодии 2025 г.) радикально изменилась география поставок: доля Европы упала с 51% (2020) до 12% (2024) и 11% (1П2025), тогда как доля Азии и Океании выросла с 41% до 81% [2]. Экспорт в Китай достиг 2,2 млн барр./сут. (2024), в Индию — вырос с примерно 50 тыс. до 1,7 млн барр./сут. Более половины «европейского» экспорта в 2024 г. приходилось на Турцию.

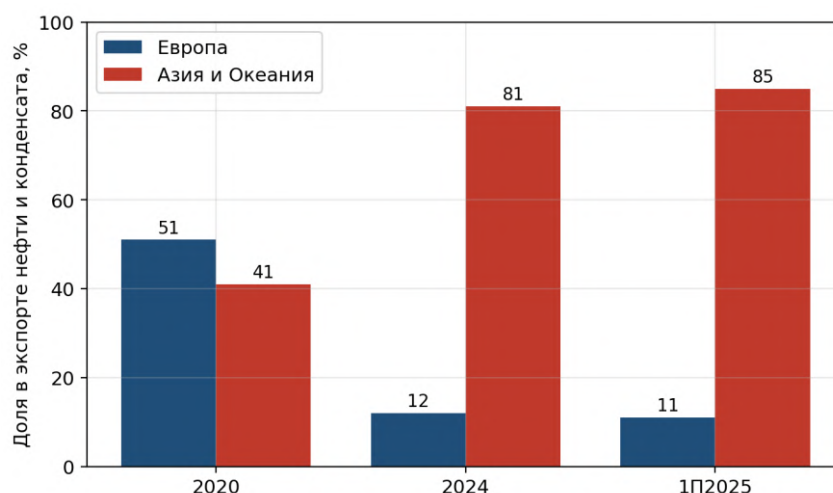
Таблица 1

#### География экспорта российской нефти и конденсата, % (ЕІА)

| Регион                       | 2020  | 2024 | 1П2025 |
|------------------------------|-------|------|--------|
| Европа                       | 51    | 12   | 11     |
| Азия и Океания               | 41    | 81   | ≈85    |
| в т.ч. Китай, млн барр./сут. | —     | 2,2  | 2,0    |
| в т.ч. Индия, млн барр./сут. | ≈0,05 | 1,7  | 1,6    |

Источник: U.S. EIA, *Today in Energy*, 07.08.2025 [2]; *Country Analysis Brief: Russia* [3].

Вывод по Е1: структурная переориентация нефтеэкспорта в основном завершена к 2024 г. — Е1 подтверждена. Однако газовый экспорт переориентирован лишь частично из-за жёсткости трубопроводной инфраструктуры, что ограничивает обобщение вывода на весь энергоэкспорт.



**Рис. 1. Переориентация экспорта российской нефти: Европа vs Азия, 2020–2025, % (источник: EIA [2])**

## 1.2 Обход, реэкспорт и «теневой флот» (проверка E2)

Работы EBRD [7] показывают, что после введения санкций прямой экспорт ЕС в Россию резко упал, но вырос экспорт ЕС в Армению, Казахстан и Киргизию (ССА3): падение экспорта ЕС в Россию было примерно на 80% круче для подсанкционных товаров, а экспорт подсанкционных товаров в ССА3 дополнительно вырос примерно на 30%. Реэкспорт компенсирует лишь часть потерь: по [6] совокупный импорт подсанкционных товаров упал на 31%, выпуск зависимых фирм снизился на 14%, а охват санкциями составил 33% досанкционного импорта России.

«Теневой флот» стал ядром обхода в нефтяной логистике. По расчётным оценкам KSE Institute, в феврале 2026 г. «теневыми» танкерами вывозилось около 70% сырой нефти; доля судов старше 15 лет достигала 100% по сырой нефти и 96% по нефтепродуктам. К 21 мая 2026 г. коалиция совокупно санкционировала 651 уникальный танкер.

**Таблица 2**

### Индикаторы обхода и «теневого флота»

| Индикатор                                     | Значение |
|-----------------------------------------------|----------|
| Охват санкциями досанкционного импорта РФ     | 33 %     |
| Падение подсанкционного импорта (DiD)         | –62 %    |
| Падение совокупного импорта подсанкц. товаров | –31 %    |
| Потеря выпуска зависимых фирм                 | –14 %    |

Продолжение таблицы 2

|                                                   |       |
|---------------------------------------------------|-------|
| Крутизна падения экспорта ЕС по подсанкц. товарам | ≈80 % |
| Доп. рост экспорта подсанкц. товаров в ССА3       | ≈30 % |
| Компенсация потерь через ССА                      | ≈1/3  |
| Доля судов старше 15 лет (сырая нефть, фев. 2026) | 100 % |
| Санкционированные танкеры (к 21.05.2026)          | 651   |

Источники: Egorov et al. [6]; EBRD [7].

Вывод по E2: обход компенсирует около трети потерь и высокочувствителен к правоприменению (старение флота, рост числа обозначений) — E2 подтверждена.

### 1.3. Валютная перестройка расчётов

По данным Банка России, в расчётах за экспорт доля рубля выросла с 14,3% (2021) до 53,7% (2025), доля валют дружественных стран — с примерно 1% до около 32 %, а доля доллара и евро упала с 84,6% до 14,4%; в расчётах за импорт доля рубля выросла с 28,1% до 54,4%, доллара и евро — упала с 67,6% до 15,0% [1]. В декабре 2025 г. доля рубля в экспортных расчётах обновила рекорд — 62,1%.

Таблица 3

#### Валютная структура расчётов РФ, % к итогу (Банк России)

| Валюта                      | Экспорт 2021 | Экспорт 2025 | Импорт 2021 | Импорт 2025 |
|-----------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Рубль                       | 14,3         | 53,7         | 28,1        | 54,4        |
| Валюты дружественных стран  | ≈1,0         | ≈31,9        | ≈4,3        | ≈30,6       |
| Доллар + евро («токсичные») | 84,6         | 14,4         | 67,6        | 15,0        |

Источник: Банк России, валютная структура внешнеторговых расчётов [1].

Сдвиг носит транзакционный характер: при десятках процентов юанизации расчётов структурная роль юаня в мировой системе (резервы, SWIFT) остаётся около 2%. Российская валютная адаптация быстра, но не транслируется в структурную дедолларизацию мировой системы.

#### 1.4. Расхождение санкционных подходов и точечные ограничения (проверка ЕЗ)

Под термином «десинхронизация санкционной политики» в данной работе понимается расхождение периметров ограничительных мер, состава участников и механизмов применения ценовых потолков между США, ЕС и другими странами «Большой семерки» в 2025–2026 гг., что приводит к снижению согласованности принуждения.

Хронология потолка цен. Потолок введён на уровне 60 долл./барр. в декабре 2022 г. (G7, ЕС, Австралия). С 3 сентября 2025 г. он снижен до 47,6 долл. (ЕС, Великобритания, Канада, Австралия, Япония — без США) с переходом к плавающему механизму: потолок держится на 15% ниже средней рыночной цены Urals за предыдущий 22-недельный период [6; 7]. С 1 февраля 2026 г. по этому механизму потолок автоматически снижен до 44,1 долл. Отказ США участвовать в снижении — ключевой маркер десинхронизации коалиции.

Точечные санкции против «мейджоров». 22 октября 2025 г. OFAC внёс «Роснефть», «Лукойл» и 34 их российские дочерние компании в список SDN (первые российские санкции администрации Трампа) с окном сворачивания сделок до 21 ноября 2025 г. 23 октября 2025 г. ЕС принял 19-й пакет: запрет импорта российского СПГ, доведение числа обозначенных «теневых» судов до 557 и санкции против третьих сторон [6].

Измеримый эффект. Реакция покупателей была быстрой: по KSE Institute, в декабре 2025 г. импорт Индией российской сырой нефти снизился на 7,6% м/м, Китаем — на 27,2% м/м; в январе–феврале 2026 г. импорт Индии держался около 1 млн барр./сут. (–39% к среднему уровню 2025 г.). Нефтедоходы России упали примерно с 11 млрд долл./мес. в ноябре 2025 г. до 9,5 млрд долл. в феврале 2026 г. — минимума с начала СВО. Доля самих «мейджоров» в экспорте сырой нефти в январе–марте 2026 г. просела до 4–8%, но к маю восстановилась до 57% — прямая иллюстрация «перенастройки логистики» (реинтермедиации) с последующим убыванием эффективности ограничений.

Таблица 4

#### Товарооборот Россия–Китай, млрд долл. (GACC)

| Год  | Товарооборот, млрд долл. | Динамика |
|------|--------------------------|----------|
| 2021 | 147                      | —        |
| 2022 | 190                      | +29 %    |
| 2023 | 240,1                    | +26 %    |

Продолжение таблицы 4

|      |                |        |
|------|----------------|--------|
| 2024 | 244,8 (рекорд) | +1,9 % |
| 2025 | 228,1          | –6,9 % |

Источник: Главное таможенное управление КНР (GACC) [8].



Рис. 4. Товарооборот Россия-Китай, 2021–2025, млрд долл.  
(источник: GACC [8])

Таблица 5

Хронология десинхронизации санкционных режимов и потолка цен

| Дата         | Событие                                     | Уровень/масштаб          | Состав                              |
|--------------|---------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Дек. 2022    | Введение потолка                            | 60 долл.                 | G7 + ЕС + Австралия                 |
| 3 сен. 2025  | Снижение потолка (18-й пакет ЕС)            | 47,6 долл.               | ЕС, GB, Канада, Австралия (без США) |
| 22 окт. 2025 | OFAC: «Роснефть», «Лукойл» + 34 дочки в SDN | ≈половина экспорта нефти | США                                 |
| 23 окт. 2025 | 19-й пакет ЕС: запрет СПГ, 557 судов        | LNG-ban                  | ЕС                                  |
| 1 фев. 2026  | Плавающий потолок                           | 44,1 долл.               | ЕС, GB                              |

Источники: Совет ЕС [4]; Еврокомиссия [5].

Вывод по ЕЗ: десинхронизации санкционных режимов (расхождение периметров, неучастие США в потолке) снижает системную эффективность «широких» мер, но точечные санкции против мейджоров дали измеримый краткосрочный шок (падение доходов до 9,5 млрд долл., обвал импорта Индии

и Китая) с последующим частичным восстановлением через реинтермедиацию — Е3 подтверждена.

## **2. Обсуждение**

Политэкономические импликации. Данные подтверждают модель механизма убывающей предельной эффективности: «широкие» санкции 2022–2024 гг. дали снижающуюся отдачу по мере переориентации, юанизации и институционализации «теневого» флота, тогда как точечные ограничительные меры против ранее не затронутого узла (мейджоры, октябрь 2025 г.) на время повысили результативность санкционного инструментария. Восстановление доли мейджоров до 57% к маю 2026 г. через реинтермедиацию демонстрирует ту же логику убывания.

Пределы адаптации. Адаптация не бесплатна: старение флота (риски разливов и потери судов), рекордные дисконты Urals, падение нефтегазовых доходов ниже бюджетных проектировок, «структурное плато» торговли с Китаем (–6,9% в 2025 г.), сокращение параллельного импорта. Это цена, а не отсутствие эффекта санкций.

Прогнозные сценарии. По релизам KSE (как прогнозам третьей стороны, а не свершившимся фактам): в базовом сценарии проектируется рост нефтедоходов России на фоне ближневосточной эскалации; при усилении санкционного давления рост ограничивается, при ослаблении правоприменения — ускоряется. Прогнозы сильно зависят от мировых цен и потому носят условный характер.

## **3. Заключение**

Работа интегрально систематизировала три механизма адаптации российской внешней торговли и выстроила хронологию десинхронизации санкционных режимов 2025–2026 гг.

Статусы гипотез: Е1 подтверждена (переориентация структурна и в основном завершена к 2024 г.); Е2 подтверждена (обход компенсирует около трети потерь и чувствителен к правоприменению); Е3 подтверждена (десинхронизация санкционных режимов снижает системную эффективность, но точечные санкции против мейджоров дают измеримый краткосрочный эффект).

Практический вывод для политики принуждения: результативность обеспечивается не наращиванием «широты», а синхронностью коалиции и точечным перекрытием ранее не затронутых узлов; для российской политики — управление ценой адаптации при исчерпании «лёгкого» роста восточного вектора.

### Список литературы

1. Валютная структура расчётов за поставки товаров и оказание услуг по внешнеторговым договорам // Банк России. — 2026. — URL: [https://www.cbr.ru/statistics/macro\\_itm/external\\_sector/etg/](https://www.cbr.ru/statistics/macro_itm/external_sector/etg/) (дата обращения 25.06.2026).
2. U.S. Energy Information Administration. Russia's Oil Exports Have Decreased Modestly since 2022, Shifting toward Asia // Today in Energy. — 2025. — 7 August. — URL: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=65885>.
3. U.S. Energy Information Administration. Country Analysis Brief: Russia. — Washington, DC: EIA, 2025. — 24 July. — URL: <https://www.eia.gov/international/analysis/country/RUS>.
4. Council of the EU. 19th Package of Sanctions against Russia: Press Release. — Brussels, 2025. — 23 October. — URL: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2025/10/23/19th-package-of-sanctions-against-russia-eu-targets-russian-energy-third-country-banks-and-crypto-providers/>.
5. European Commission. New Dynamic Mechanism to Lower Price Cap for Russian Crude Oil to \$44.10 per Barrel. — Brussels, 2026. — 15 January. — URL: [https://finance.ec.europa.eu/news/new-dynamic-mechanism-lower-price-cap-russian-crude-oil-4410-barrel-2026-01-15\\_en](https://finance.ec.europa.eu/news/new-dynamic-mechanism-lower-price-cap-russian-crude-oil-4410-barrel-2026-01-15_en).
6. Egorov K., Korovkin V., Makarin A., Nigmatulina D. Trade Sanctions // MIT Sloan Research Paper No. 7331-25 / CEPR Discussion Paper No. 20601. — 2025. — DOI: 10.2139/ssrn.5404040.
7. Chupilkin M., Javorcik B., Plekhanov A. The Eurasian Roundabout: Trade Flows into Russia through the Caucasus and Central Asia // EBRD Working Paper No. 276. — London: EBRD, 2023. — DOI: 10.2139/ssrn.4368618.
8. General Administration of Customs of the People's Republic of China. China–Russia Trade Statistics 2025 (as reported by TASS, 14 January 2026). — Beijing: GACC, 2026. — URL: <https://tass.com/economy/2070849>.

© Царикаев М.Р.

DOI 10.46916/19082026-1-978-5-00276-146-3

**АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МАРШРУТОВ  
МУЛЬТИМОДАЛЬНОЙ ДОСТАВКИ ИЗ КИТАЯ В РОССИЮ:  
УЗКИЕ МЕСТА И ОГРАНИЧЕНИЯ**

**Джиоев Александр Викторович**

студент 3 курса

Торговое дело: Логистические системы в торговле

Научный руководитель: **Никифорова Жанна Александровна**

канд. фил. наук, доцент

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого»

**Аннотация:** В статье проводится комплексный анализ существующих маршрутов мультимодальной доставки товаров из Китая в Россию в условиях стремительного роста трансграничной электронной коммерции. Исследование основано на анализе актуальных данных 2026 года по трём ключевым направлениям: «воздушный мост», сухопутный коридор через Казахстан и морской транзит через Транссиб. Особое внимание уделено альтернативному маршруту Забайкальск – Маньчжурия, который в 2026 году стал основным бенефициаром кризиса на казахстанском направлении. Выявлены системные ограничения каждого маршрута: дефицит провозных мощностей и «живые котировки» в авиации, тотальные таможенные досмотры и внедрение системы СПОТ в Казахстане, дефицит фитинговых платформ и практика перевозки в полувагонах на Транссибе. Сформулированы практические рекомендации для участников рынка. Делается вывод, что наиболее перспективным сухопутным коридором в 2026 году является направление Забайкальск – Маньчжурия, а Северный морской путь рассматривается как сезонная альтернатива.

**Ключевые слова:** мультимодальные перевозки, экспресс-доставка, Китай-Россия, Транссибирская магистраль, сухопутный коридор, Забайкальск – Маньчжурия, таможенное регулирование, СПОТ, электронная коммерция.

**ANALYSIS OF EXISTING MULTIMODAL TRANSPORTATION  
ROUTES FROM CHINA TO RUSSIA: BOTTLENECKS  
AND CONSTRAINTS**

**Dzhioev Alexander Viktorovich**

Scientific supervisor: **Nikiforova Zhanna Alexandrovna**

**Abstract:** The article provides a comprehensive analysis of existing multimodal delivery routes from China to Russia amid the rapid growth of cross-border e-commerce. The research is based on the analysis of current 2026 data for three key routes: the «air bridge», the land corridor through Kazakhstan, and maritime transit via the Trans-Siberian Railway. Special attention is paid to the alternative route Zabaikalsk – Manzhouli, which became the main beneficiary of the crisis in the Kazakh direction in 2026. Systemic limitations of each route are identified: capacity shortages and «live quotes» in aviation, total customs inspections and the introduction of the SPOT system in Kazakhstan, a shortage of fitting platforms and the practice of transporting containers in gondola cars on the Trans-Siberian Railway. Practical recommendations for market participants are formulated. It is concluded that the most promising land corridor in 2026 is the Zabaikalsk – Manzhouli direction, while the Northern Sea Route is considered a seasonal alternative.

**Key words:** multimodal transportation, express delivery, China–Russia, Trans-Siberian Railway, land corridor, Zabaikalsk – Manzhouli, customs regulation, SPOT, e-commerce.

## **Введение**

Бум трансграничной электронной коммерции (AliExpress, Shein, Temu) кардинально изменил требования к логистике между Китаем и Россией [1]. В предыдущей работе нами была рассмотрена специфика внутреннего китайского e-commerce и механизмы его кросс-бордер экспансии [1]. Настоящее исследование фокусируется на логистических ограничениях, возникающих при трансграничных поставках.

**Актуальность** исследования обусловлена тем, что традиционные мономодальные маршруты (авиа, море, авто) не способны обеспечить баланс скорости, стоимости и надёжности, а системный анализ их узких мест на основе актуальных данных 2026 года отсутствует.

**Цель статьи:** выявление узких мест и ограничений существующих маршрутов мультимодальной доставки из Китая в Россию, а также определение наиболее перспективных направлений для дальнейшего развития.

**Задачи:** Анализ ключевых маршрутов доставки («воздушный мост», морской транзит через Транссиб, сухопутный коридор через Казахстан). Оценка альтернативных направлений (Забайкальск – Маньчжурия) и перспективы их развития. Формирование рекомендаций для участников рынка

## **Методология**

В данной статье применяются следующие методы исследования:

1. Анализ открытых источников и отраслевой статистики — для сбора актуальных данных по тарифам, срокам доставки и грузообороту на основе публикаций деловых СМИ отраслевых порталов и специализированных логистических платформ за январь — июль 2026 года.

2. Сравнительный анализ — для выявления ключевых различий между рассматриваемыми маршрутами по четырём критериям.

3. Case-study (кейс-стади) — на примере конкретных ситуаций: внедрение системы «живых котировок» на авиарынке из-за доминирования Temu и Shein, кризис на казахстанско-китайской границе с очередями из 5 000 фур, практика перевозки контейнеров в полувагонах на Транссибе из-за дефицита фитинговых платформ.

4. Анализ нормативно-правовых изменений — изучение влияния новых регуляторных мер 2026 года на логистику: внедрение системы СПОТ введение тотальных таможенных досмотров в Казахстане, запуск системы «Customs Data Lake».

Применение данных методов позволило системно подойти к анализу каждого маршрута и выявить их системные ограничения на основе актуальных данных 2026 года.

**«Воздушный мост» (Гуанчжоу/Шанхай — Москва): скорость, высокая стоимость, малый объем.**

На сегодняшний день авиационная доставка рассматривается не только как наиболее скоростной, но и наиболее дорогостоящий способ транспортировки грузов. В 2026 году структура воздушных грузопотоков между Россией и Китаем значительно изменилась. Крупнейшие хабы отправления в КНР — Шанхай (PVG), Гуанчжоу (CAN), Шэньчжэнь (SZX) и Пекин (PEK).

Крупнейшими российскими пунктами прибытия являются – Московский авиационный узел, в который входят: Шереметьево(SVO), Домодедово(DME) и Внуково(VKO), на данные хабы приходится до 60% грузопотока из Китая; Санкт-Петербург(LED) – второй по значимости хаб Северо-Запада России; Екатеринбург(SVX), Новосибирск(OVB), Казань(KZN), Владивосток(VVO), Хабаровск(KHV) и Чита(HTA) – крупнейшие региональные хабы России.

Для расчёта сроков доставки в рамках данного исследования используется показатель «от двери до двери» (door-to-door), включающий все

этапы: консолидацию, экспортное оформление, транзит, перевалку, импортное оформление и доставку «последней мили». Чистое время полёта, часто указываемое в рекламных материалах перевозчиков, не отражает реальную длительность логистического цикла из-за простоев на складах временного хранения и загруженности аэропортов, поэтому не используется в качестве референтного показателя.

Особое значение для сегмента малого и среднего бизнеса приобретает практика консолидации авиагрузов, позволяющая объединять и отправлять мелкие партии (от 2–3 кубометров) по цене, существенно ниже ставок на эксклюзивную авиаперевозку, но данные грузы могут ждать консолидации до недели.

Анализ фактических сроков доставки позволяет выделить два основных сценария:

Доставка из Китая в региональный хаб (Новосибирск, Красноярск, Екатеринбург) занимает 10–12 суток. Сокращение сроков достигается за счёт разгрузки Московского авиаузла, на который приходится до 60% грузопотока. В отличие от маршрута через Москву, где грузы могут ожидать обработки до 7 дней, региональные хабы обеспечивают более оперативное прохождение всех этапов: консолидации, экспортного и импортного оформления, а также доставки «последней мили».

Сроки увеличиваются до 14–16 суток из-за загруженности московских терминалов (SVO, DME, VKO), дополнительной перегрузки и сортировки, а также необходимости транзита в регионы. Основной фактор задержки — очередь на обработку грузов, связанная с высоким трафиком (до 60% всех авиагрузов из КНР) и «эффектом маркетплейсов» (Temu и Shein выкупают до 70–80% грузовых ёмкостей).

Стоимостные параметры:

Тарифы на авиаперевозку грузов из Китая в Россию в 2026 году характеризуются высокой волатильностью, из-за этого рынок перешел на «живые котировки» (обновление цен до 3 раз в сутки). Стоимость авиадоставки варьируется в диапазоне от 10 до 15 долларов США за килограмм в зависимости от сезонности, объёма партии, характера груза и глубины захода в Китай.

Структура тарифа включает: базовую ставку перевозчика (45–60%); топливную надбавку/сбор (10–20%); терминальную обработку в аэропортах

отправления и назначения (10–15%); сборы за безопасность и страхование (5–10%); прочие расходы (5–10%).

В июле 2026 года авиадоставка остается критическим, но крайне нестабильным каналом. Ключевые хабы (Шанхай, Гуанчжоу, Шэньчжэнь) перегружены из-за «эффекта маркетплейсов»: гиганты Temu и Shein выкупают до 70–80% грузовых емкостей. Это привело к переходу рынка на «живые котировки» (обновление цены до 3 раз в сутки) и росту тарифов на экспресс-отправления.

Дисбаланс мощностей привел к тому, что Московский авиаузел (SVO, DME, VKO), принимающий 60% трафика из КНР, стал критическим барьером. Фактические сроки здесь выросли до 10–12 суток (а при доставке через Москву — до 14–16 суток) из-за заторов на складах отправления [2]. В этих условиях доминирующим трендом 2026 года стал переход к полицентричной модели: использование региональных хабов Сибири и Урала позволяет сократить транзит на 2–3 дня, минуя московские заторы.

**«Сухопутный коридор» (авто/ж/д через Казахстан): средние время и стоимость, риски задержек на границе.**

В 2022–2024 годах сухопутный коридор через Казахстан (Достык/Алашанькоу, Алтынколь/Хоргос) считался перспективной альтернативой морскому и воздушному транспорту, но в 2025 году столкнулся с системным кризисом из-за административных, политических и инфраструктурных проблем [3].

География маршрута:

- Основной: Достык/Алашанькоу – Алматы – Караганда – граница РФ – Екатеринбург/Челябинск/Москва.
- Альтернативный: Алтынколь/Хоргос – Алматы – далее через Казахстан и РФ.

Виды транспорта: Автомобильный (прямые перевозки фурами), железнодорожный (контейнерные поезда).

С сентября 2025 года Казахстан ввёл 100% таможенный досмотр грузов из Китая. К октябрю на границе скопилось более 5 000 фур, очереди достигали 2–3 недель, а к июлю 2026 года сроки досмотра выросли до 1–3 месяцев [3]. В октябре 2025 года Россия внедрила несовместимую с казахстанской платформой систему «Customs Data Lake», увеличив время обработки фур с 45 минут до 4 часов [3]. С 1 июня 2026 года введена система СПОТ: импортёр обязан за 2 дня до въезда зарезервировать сумму НДС и акцизов на спецсчетах,

без подтверждающего QR-кода въезд блокируется [4]. Данные меры существенно ограничили возможности использования неформальных схем импорта.

Кризис подтверждается убытками перевозчиков — €3–4,5 тыс. за месяц простоя одной фуры. Основным бенефициаром оттока грузов стал переход Забайкальск – Маньчжурия, где в июне 2026 года трафик вырос на 30%. Стратегическое значение узла подкреплено строительством цифрового порта в Маньчжурии (140 тыс. кв. м, сокращение оформления на 40%) и расширением МАПП «Забайкальск» — пропускная способность вырастет в 5,5 раз к 2027 году [5].

**«Морской транзит» (порты Китая — Владивосток/Находка — ж/д): низкая стоимость (15–30 дней), низкая скорость.**

Маршрут через порты Дальнего Востока (Владивосток, Восточный, Находка) и Транссибирскую магистраль остается ключевым каналом импорта, переработавшим в 2025 году рекордные 294,7 млн тонн грузов. В I квартале 2026 года положительная динамика сохранилась: так, контейнерооборот Владивостокского морского торгового порта вырос на 6,6%, достигнув 204,7 тыс. TEU. Однако фактические сроки доставки door-to-door в июле 2026 года увеличились до 35–55 дней, что делает маршрут непригодным для экспресс-доставки.

Критическим барьером стал системный дефицит оборудования. Стоимость аренды 40-футового контейнера в КНР за май-июнь 2026 года подскочила на 31%, достигнув \$ 8 000 за контейнер [6].

Единственным значимым фактором оптимизации стала цифровизация: внедрение электронного бронирования очередей в портах ДФО позволило сократить простой транспорта с 3–5 суток до 6–12 часов. Чтобы нивелировать дефицит фитинговых платформ, перевозчики массово переходят к технологии отправки контейнеров в полувагонах, освобождающихся после выгрузки угля — эта практика уже внедрена на 12 станциях магистрали, но и данный метод имеет ряд проблем:

1. Проблема «чужого дома»: Полувагоны принадлежат угольным операторам, и они им нужны в Кузбассе. Контейнер не может ехать в нем до самой Москвы, потому что тогда вагон на месяц выпадет из угольных цепочек. Поэтому контейнер везут в полувагоне только до крупного хаба (например, Новосибирска), где его обязательно выгружают.

2. Лишняя перевалка: В этом хабе контейнер переставляют с полувагона на обычную «голую» платформу (фитинг). На ожидание крана, маневровые работы и формирование нового состава в условиях заторов уходит до 7 дней.

3. Крепление груза: На фитинговой платформе есть специальные замки (фитинги), на которые контейнер «защелкивается» за секунды. В полувагоне же контейнер нужно дополнительно укреплять, чтобы он не повредил стенки при качке, — это лишние человеко-часы при погрузке.

4. Приоритеты: Угольщики и железнодорожники выигрывают на логистике, но импортер получает груз на 5–7 дней позже и с риском повреждения при перегрузке в пути.

Перспективным направлением является Северный морской путь (СМП), который в летний период (июль — сентябрь) позволяет доставлять грузы из портов Китая в порты Европейской части России за 20–22 дня. Однако сезонность и необходимость ледокольного сопровождения ограничивают его применение [7].

### **Критерии оценки маршрутов**

Для объективного анализа существующих и предлагаемых мультимодальных маршрутов разработана система критериев, основанная на приоритетных потребностях рынка экспресс-доставки.

Критерий 1. Срок доставки: Время доставки определяется на основе данных GPS-трекинга и согласованных графиков авиа, железнодорожных и автомобильных перевозок. В расчёт включены все этапы: консолидация, экспортное оформление, транзит по магистральным маршрутам, перевалка в хабе, импортное оформление и доставка «последней мили».

Критерий 2. Стоимость доставки: Этот критерий оценивает стоимость перевозки 1 кг груза, включая базовый фрахт, топливные надбавки, терминальные сборы, страховку и таможенные платежи. Снижение затрат достигается за счёт оптимального сочетания различных видов транспорта.

Критерий 3. Надёжность доставки: отражает вероятность соблюдения заявленных сроков доставки. Оценка основывается на статистике выполнения графиков перевозчиками, наличии альтернативных маршрутов, возможности страхования грузов и опыте сотрудничества с проверенными логистическими партнёрами.

Критерий 4. Гибкость и масштабируемость: определяет способность логистической схемы адаптироваться к различным объёмам партий, сезонным колебаниям спроса и специфическим категориям грузов. Применение данных

критериев к каждому из рассматриваемых маршрутов позволяет не только выявить их узкие места, но и определить наиболее эффективные логистические решения для различных категорий грузов и бизнес-задач. Сводные данные по всем маршрутам приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Сравнительная характеристика маршрутов мультимодальной доставки из Китая в Россию (июль 2026 г.)**

| Критерий                  | «Воздушный мост»<br>(авиа)                                                        | Сухопутный<br>коридор                                              | Морской транзит<br>+ Транссиб                                             | Забайкальск –<br>Маньчжурия                                             |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Срок                      | Срок: 10–12 суток<br>(через региональные<br>хабы) / 14–16 суток<br>(через Москву) | 30–35 суток                                                        | 35–55 дней                                                                | 7–14 дней                                                               |
| Обоснование<br>сроков     | Недельные простои;<br>перегрузка СВХ                                              | Тотальные<br>досмотры;<br>экспертиза<br>до 3 мес.                  | Дефицит<br>платформ;<br>перевалка в<br>Сибири                             | Круглосуточный<br>режим; отсутствие<br>очереди                          |
| Стоимость                 | \$10–15/кг; Живые<br>котировки»<br>(обновление до 3<br>раз/сутки)                 | ~\$7 400 за 40'<br>контейнер + €3–<br>4,5 тыс./мес.<br>простоя     | \$8 000 за 40'<br>контейнер                                               | Конкурентна<br>казахстанской                                            |
| Обоснование<br>стоимости  | Дефицит бортов;<br>Temu/Shein<br>выкупают 70–80%<br>ёмкостей                      | Скрытые<br>издержки:<br>простой, аренда,<br>зарплаты               | Аренда<br>контейнера<br>выросла на 31%                                    | Отсутствие<br>морского фрахта;<br>прямой сухопутный<br>маршрут          |
| Надёжность                | Низкая                                                                            | Критически<br>низкая                                               | Средняя                                                                   | Высокая                                                                 |
| Обоснование<br>надёжности | Нестабильность из-за<br>перегруженности<br>хабов;                                 | СПОТ; задержка<br>на границе до 4ч                                 | Электронное<br>бронирование;<br>стабильный<br>график                      | Вторая ж/д ветка<br>— удвоит<br>пропускную<br>способность               |
| Гибкость                  | Ограниченная                                                                      | Средняя                                                            | Высокая                                                                   | Высокая                                                                 |
| Обоснование<br>гибкости   | Запреты на<br>аккумуляторы,<br>жидкости, опасные<br>грузы                         | Сборные грузы<br>проходят, но<br>электроника — в<br>«красной зоне» | Единственный<br>путь для<br>массовых,<br>негабаритных и<br>опасных грузов | Идеален для TIR,<br>высокотехнологичн<br>ого импорта,<br>продовольствия |

### Заключение

Проведённый анализ (табл. 1) показал, что ни один из существующих маршрутов мультимодальной доставки из Китая в Россию не позволяет

в полной мере обеспечить баланс скорости, стоимости и надёжности в сегменте экспресс-доставки (7–15 дней). Авиа — дорого и нестабильно (\$10–15/кг), Казахстан — тотальные досмотры до 3 месяцев, Транссиб — долго (35–55 дней) и дорого (\$8 000 за контейнер). Наиболее перспективным в 2026 году стало направление Забайкальск – Маньчжурия (7–14 дней, рост трафика на 30%), а Северный морской путь рассматривается как сезонная альтернатива.

**Рекомендации:** малому бизнесу — консолидированные отправки через Забайкальск; крупным ритейлерам — диверсификация маршрутов (Забайкальск + СМП); государству — модернизация инфраструктуры Забайкальска и портов ДВ.

### Список литературы

1. Джигоев А.В. Специфика китайского e-commerce и кросс-бордер торговли. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=88862714> (дата обращения 29.07.2026).
2. Sino-Shipping. Shipping from China to Russia [updated July 2026]. URL: <https://www.sino-shipping.com/freight-shipping-from-china-to-russia/> (дата обращения 29.07.2026).
3. China Entry Hub. Announcement of the General Administration of Customs No. 12 of 2026: announcement on the launch of pilot program for multimodal transport (sea-rail and water-water business model) for import and export goods. URL: <https://www.chinaentryhub.com/news/announcement-of-the-general-administration-of-customs-no-12-of-2026-announcement-on-the-launch-of-pilot-program-for-multimodal-transport-sea-rail-and-water-water-business-model-for-import-and-export-goods> (дата обращения 29.07.2026).
4. Импорт из Китая 2026: таможенные нововведения и способы легального ввоза // VC.ru. 2026. URL: <https://vc.ru/education/2917313-import-iz-kitaya-tamozhennye-izmeneniya> (дата обращения 29.07.2026).
5. Мегахаб для дальнотойщиков начали строить в Маньчжурии на границе с Забайкальем // ЧИТА.ру. 2026. 8 июля. URL: <https://www.chita.ru/text/economics/2026/07/08/76521760/> (дата обращения 29.07.2026).

6. Стоимость контейнерных перевозок из Китая в Россию выросла в 2 раза // CFO Russia. 2026. URL: <https://www.cfo-russia.ru/novosti/?article=99991> (дата обращения 29.07.2026).

7. EUCLERA. Translation of the 15th Five-Year Plan (2026–2030). URL: <https://www.wko.at/ktn/aussenwirtschaft/euclera-translation-15th-five-year-plan-2026-2030-.pdf> (дата обращения 29.07.2026).

© Джиев А.В., 2026

## **БАНКРОТСТВО КАК УГРОЗА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СОВРЕМЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА**

**Баскаева Аида Александровна**

студент

Научный руководитель: **Келехсаева Марианна Валерьевна**

к.э.н., доцент

ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный  
университет им. К.Л. Хетагурова»

**Аннотация:** В статье рассматривается банкротство как одна из наиболее серьёзных угроз экономической безопасности современного предприятия. Анализируются теоретические подходы к определению банкротства и его месту в системе экономической безопасности, выявляются внешние и внутренние факторы, способствующие утрате платёжеспособности, и даётся классификация угроз несостоятельности.

**Ключевые слова:** банкротство, несостоятельность, экономическая безопасность предприятия, угрозы, диагностика, антикризисное управление, реабилитационные процедуры.

## **BANKRUPTCY AS A THREAT TO THE ECONOMIC SECURITY OF A MODERN ENTERPRISE: THEORY AND PRACTICE**

**Baskaeva Aida Alexandrovna**

Scientific adviser: **Kelekhsayeva Marianna Valeryevna**

**Abstract:** The article considers bankruptcy as one of the most serious threats to the economic security of a modern enterprise. Theoretical approaches to the definition of bankruptcy and its place in the economic security system are analyzed, external and internal factors contributing to the loss of solvency are identified, and a classification of insolvency threats is given.

**Key words:** bankruptcy, insolvency, economic security of the enterprise, threats, diagnostics, crisis management, rehabilitation procedures.

В условиях турбулентности глобальной экономики, санкционных ограничений и структурной трансформации национальных хозяйственных

систем проблема банкротства предприятий выходит далеко за рамки микроэкономических отношений. Она становится значимым фактором макроэкономической нестабильности, влияя на занятость, инвестиционный климат, налоговые поступления и социальную устойчивость регионов. В российской практике, несмотря на более чем двадцатилетнюю историю действия Федерального закона № 127-ФЗ, институт несостоятельности продолжает оставаться объектом острой критики как со стороны предпринимательского сообщества, так и со стороны учёных и правоприменителей.

Цель данной статьи – комплексное исследование банкротства как угрозы экономической безопасности предприятия, включая теоретический анализ природы несостоятельности, критическую оценку существующих методов прогнозирования, анализ российской практики и разработку предложений по совершенствованию системы управления рисками банкротства.

Теоретические подходы к исследованию банкротства: эволюция и современные концепции

Банкротство как экономико-правовое явление имеет длительную историю. В трудах классиков политической экономии разорение производителей рассматривалось как неизбежный спутник конкурентной борьбы, механизм очищения рынка от неэффективных участников.

В современной институциональной теории банкротство трактуется как результат неэффективного контрактного взаимодействия между участниками корпоративных отношений (акционерами, менеджментом, кредиторами, работниками). Асимметрия информации, оппортунистическое поведение и недостаточная защита прав кредиторов создают предпосылки для накопления долговой нагрузки, которая в конечном счёте приводит к несостоятельности. Исследователи подчёркивают, что в отечественных условиях банкротство часто используется не как инструмент восстановления бизнеса, а как рейдерский механизм передела собственности, что искажает его экономическую сущность и порождает дополнительные угрозы экономической безопасности.

***Факторный анализ угроз банкротства: систематизация и оценка значимости***

Для целей управления экономической безопасностью необходимо не только перечислить факторы банкротства, но и оценить их вес, динамику и взаимное влияние. Предлагается следующая классификация, основанная на источниках риска и степени управляемости.

Внешние (экзогенные) факторы:

1. Макроэкономические шоки: резкие изменения ключевой ставки Центрального банка, инфляционные скачки, девальвация национальной валюты, падение цен на сырьевые товары.

2. Регуляторные изменения: ужесточение налогового, валютного и таможенного контроля, введение новых требований к капиталу, изменения в законодательстве о банкротстве.

3. Структурные сдвиги в отрасли: появление новых технологий, замещение традиционных продуктов, изменение потребительских предпочтений. Промедление с цифровой трансформацией часто становится фатальным.

Внутренние (эндогенные) факторы:

1. Финансовый менеджмент: неоптимальная структура капитала (перекос в сторону заёмных средств), низкий уровень собственных оборотных средств, неэффективное управление дебиторской и кредиторской задолженностью, отсутствие резервов ликвидности.

2. Производственно-технологические: физический и моральный износ основных фондов, низкая производительность труда, высокие удельные затраты, отставание в инновациях.

3. Организационно-управленческие: слабое стратегическое планирование, отсутствие системы контроля рисков, неадекватная оргструктура, низкая квалификация топ-менеджмента, корпоративные конфликты.

Как справедливо отмечает А.Д. Шелист, анализ «внешних и внутренних угроз банкротства и финансовой несостоятельности» является основой для выстраивания эффективной системы обеспечения экономической безопасности организации [15, с. 114].

### ***Диагностика банкротства: методы, модели и практика применения***

Диагностика вероятности банкротства является основой для принятия превентивных мер. В мировой и российской практике сложилось несколько подходов.

Анализ финансовых коэффициентов (дискриминантный анализ) – это классический метод, использующий такие индикаторы, как коэффициент текущей ликвидности, коэффициент обеспеченности собственными средствами, коэффициент восстановления (утраты) платёжеспособности.

Многофакторные дискриминантные модели активно разрабатываются как за рубежом, так и в России. Сравнительное тестирование показывает, что некоторые зарубежные модели дают точность прогноза около 75–80% на год вперёд, но их чувствительность к отраслевым особенностям невелика. Отечественные модели требуют доработки, но при правильной настройке могут быть вполне применимы. Сложности применения зарубежных моделей в российской практике также отмечают Г.В. Сотников и Т.Б. Иззука, которые в своем исследовании анализируют «проблемы применения зарубежных моделей банкротства» и предлагают пути их адаптации [12, с. 449].

На практике рекомендуется комбинировать количественные модели с качественным анализом: экспертной оценкой состояния менеджмента, уровня инновационности, конкурентных позиций и репутационных рисков. Именно такой интегральный подход позволяет получить максимально достоверный прогноз. Как подчёркивается в исследовании О.Ф. Ермишиной, А.А. Шестопалова и А.Р. Билаловой, «на практике целесообразно использовать несколько методик для получения достоверной картины финансового состояния предприятия» [3, с. 125].

#### ***Анализ российской практики банкротства: масштабы, структура и последствия***

Эмпирическая база исследования включает данные Федеральной налоговой службы, Единого федерального реестра сведений о банкротстве (ЕФРСБ), отчёты Арбитражного суда и статистические обзоры за период 2019–2025 гг.

Особую тревогу вызывает низкий процент удовлетворения требований кредиторов – в среднем 6%. Это означает, что в ходе банкротства собственность обесценивается, а кредиторы несут огромные потери. Масштаб угрозы подтверждает и Ю. Суглобова, которая отмечает, что «институт несостоятельности (банкротства) занимает важное место в экономической системе любой страны. Для Российской Федерации он представляет собой не только механизм защиты интересов кредиторов, но и инструмент обеспечения экономической безопасности» [14, с. 632].

Социальные последствия банкротств не менее значительны. В.Б. Горбунова в своей работе обосновывает «актуальность своевременного выявления риска финансовой несостоятельности предприятий в целях обеспечения экономической безопасности региона» [2, с. 20].

***Рекомендации по снижению угрозы банкротства и укреплению экономической безопасности предприятия***

На основе проведённого анализа предлагается комплекс мер, сгруппированных по уровням управления.

На уровне предприятия:

1. Внедрение системы непрерывного мониторинга финансового состояния с расчётом не менее трёх моделей банкротства на ежеквартальной основе.
2. Создание резервного фонда ликвидности в размере не менее 10% от выручки для покрытия кассовых разрывов.
3. Регулярная оптимизация структуры капитала – поддержание соотношения заёмных и собственных средств на уровне не более 2:1 (в зависимости от отрасли).

Как отмечает И.В. Старченко, «для снижения рисков в финансовом управлении был предложен ряд организационных инструментов, направленных на обеспечение защиты и стабильного функционирования предприятия» [13, с. 70].

На государственном уровне:

1. Реформирование закона о банкротстве в части упрощения и ускорения процедур финансового оздоровления, сокращения сроков и бюрократических барьеров.
2. Введение обязательного досудебного санирования для системообразующих и градообразующих предприятий, с участием государства в качестве гаранта.
3. Создание единой электронной платформы для мониторинга финансового состояния предприятий и раннего предупреждения кризисов.

Эти меры позволят не только снизить риски банкротства, но и повысить общий уровень экономической безопасности бизнеса и государства. Как подчёркивает А.В. Заводюк, «банкротство представляет собой одну из наиболее существенных угроз экономической безопасности хозяйствующего субъекта, поскольку приводит к утрате финансовой устойчивости, разрушению производственного потенциала и подрыву управленческой стабильности», поэтому профилактика и своевременное реагирование имеют критическое значение [4, с. 42].

**Заключение**

В результате выполнения научно-исследовательской работы по теме «Банкротство как угроза экономической безопасности современного

предприятия: теория и практика» были решены все поставленные задачи и достигнута цель исследования.

В ходе работы дано развёрнутое определение банкротства (несостоятельности) как юридически признанной неспособности предприятия удовлетворить требования кредиторов и исполнить обязательства по платежам, а также раскрыта его экономическая сущность как проявление системного кризиса, возникающего вследствие накопления негативных внутренних и внешних факторов. Установлено, что банкротство выступает одной из наиболее опасных угроз экономической безопасности предприятия, поскольку его наступление влечёт за собой не только потерю бизнеса, но и негативные социально-экономические последствия для работников, кредиторов, поставщиков и государства.

Теоретический анализ позволил выделить и систематизировать внешние (макроэкономические, рыночные, правовые, политические) и внутренние (управленческие, финансово-производственные, кадровые, технологические) факторы, способствующие развитию кризисных явлений. Показано, что большинство внутренних факторов является управляемыми, и именно на них следует сосредоточить усилия при разработке системы раннего предупреждения банкротства.

Рассмотрены современные методы диагностики вероятности банкротства, включая анализ финансовых коэффициентов, многофакторные интегральные модели, метод на основе системы показателей и стресс-тестирование. Обоснована необходимость комбинированного подхода, учитывающего отраслевые особенности и использование как количественных, так и качественных индикаторов.

### **Список литературы**

1. Указ Президента РФ от 13.05.2017 N 208 «О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года» // Собрание законодательства РФ. 15.05.2017. N 20. Ст. 2902.

2. Горбунова В.Б. Финансовая несостоятельность предприятий как угроза экономической безопасности региона / В.Б. Горбунова // Балтийский экономический журнал. – 2024. – № 1(45). – С. 17–27. – DOI 10.46845/2073-3364-2024-0-1-17-27.

3. Ермишина О.Ф. Современные вопросы диагностики экономической безопасности предприятия / О.Ф. Ермишина, А.А. Шестопапов, А.Р. Билалова // Журнал монетарной экономики и менеджмента. – 2025. – № 8. – С. 122–127. – DOI 10.26118/2782-4586.2025.73.17.064.

4. Заводюк А.В. Банкротство как основная угроза экономической безопасности хозяйствующего субъекта / А.В. Заводюк // Студенческий. – 2025. – № 39-7(335). – С. 41–43.

5. Комков А.А. Банкротство как угрозы экономической безопасности предприятия / А.А. Комков, Н.А. Асанова // Экономическая безопасность и таможенное дело в контексте устойчивого развития : материалы международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов, Краснодар, 07 апреля 2025 года. – Краснодар: Краснодарский кооперативный институт (филиал) автономной некоммерческой образовательной организации высшего образования Центросоюза Российской Федерации «Российский университет кооперации», 2025. – С. 113–116.

6. Коротких М.А. Основы управления экономической безопасности компании с целью предотвращения банкротства / М.А. Коротких // Время науки: актуальные вопросы, достижения и инновации : сборник статей VII Международной научно-практической конференции, Пенза, 10 июня 2025 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2025. – С. 148–150.

7. Кульков В.Д. Своевременное выявление угрозы банкротства предприятия как фактор обеспечения экономической безопасности предприятия / В.Д. Кульков // Проблемы и перспективы развития российской экономики : сборник статей по материалам XII научно-практической конференции, Пенза, 19–20 декабря 2022 года / Пензенский государственный университет. – Москва: Издательство «Перо», 2023. – С. 195–197.

8. Попондопуло В.Ф. Банкротство. Правовое регулирование : научно-практическое пособие / В.Ф. Попондопуло. – Издание второе, переработанное и дополненное. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Проспект», 2023. – 432 с. – ISBN 978-5-392-38232-3.

9. Ракута Н.В. Институт несостоятельности (банкротства) как инструмент обеспечения экономической безопасности хозяйствующего субъекта / Н.В. Ракута. – Владикавказ : Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова, 2025. – 160 с. – ISBN 978-5-8336-1136-4.

10. Смагулова З.К. Управление экономической безопасностью предприятия / З.К. Смагулова // Вестник Инновационного Евразийского университета. – 2025. – № 4(100). – С. 64–74. – DOI 10.37788/2025-4/64-74.

11. Смотров Т.И. обеспечение экономической безопасности предприятия в условиях цифровой трансформации / Т.И. Смотров, О.О. Шендрикова // Экономинфо. – 2025. – Т. 20, № 2. – С. 13–21.

12. Сотников Г.В. Проблемы применения зарубежных моделей банкротства и разработка антикризисной программы финансового оздоровления предприятия / Г.В. Сотников, Т.Б. Иззук // Экономические науки. – 2025. – № 245. – С. 444–452. – DOI 10.14451/1.245.444.

13. Старченко И.В. Организационные инструменты управления рисками как фактор экономической безопасности / И.В. Старченко // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2024. – № 4-3(110). – С. 69–73. – DOI 10.24412/2411-0450-2024-4-3-69-73.

14. Суглобова Ю. Роль института несостоятельности (банкротства) в контексте реализации стратегии экономической безопасности Российской Федерации / Ю. Суглобова // Молодой ученый. – 2024. – № 49(548). – С. 631–633.

15. Шелист А.Д. Внешние и внутренние угрозы банкротства и финансовой несостоятельности в рамках обеспечения экономической безопасности организации / А.Д. Шелист // Учетно-аналитическое и правовое обеспечение экономической безопасности организации : Сборник научных статей VIII Всероссийской студенческой научно-практической конференции. В 4-х томах, Воронеж, 25 апреля 2026 года. Выпуск VIII. Том IV. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2026. – С. 388–391.

© Баскаева А.А.

# СЕКЦИЯ ИНФОРМАТИКА

УДК 004.415

## **РАЗРАБОТКА ВЕБ-РЕСУРСА ОНЛАЙН-УЧЕТА ВНЕУЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ФГБОУ ВО «СГУВТ»**

**Герасименко Ева Андреевна  
Луценко Арина Артемьевна  
Новиков Александр Сергеевич  
Салмина Евгения Николаевна  
Седешев Иван Алексеевич**

студенты

Научный руководитель: **Моторин Сергей Викторович**  
доктор технических наук  
зав. кафедрой информационных систем  
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет  
водного транспорта»

**Аннотация:** Статья посвящена процессу проектирования и комплексной разработке веб-ресурса, предназначенного для автоматизации учета, мониторинга и анализа внеучебной деятельности студентов ФГБОУ ВО «СГУВТ». Представленный материал демонстрирует полный инженерный цикл разработки веб-ориентированной информационной системы, архитектурные решения по интеграции модулей управления, обработки и представления данных на базе объектно-ориентированного расширения PHP Data Objects. Описаны программные алгоритмы динамической многокритериальной фильтрации, серверного агрегирования аналитических метрик эффективности и генерации отчетных документов с использованием клиентских скриптов экспорта в PDF. Особое внимание уделено проектированию адаптивного пользовательского интерфейса с применением методологии семантической верстки и динамических манипуляций с DOM-деревом на чистом JavaScript.

**Ключевые слова:** веб-ресурс, база данных, учет внеучебной деятельности, MySQL, PHP, PDO, HTML2PDF, пользовательский интерфейс, ER-диаграмма, студенты.

**DEVELOPMENT OF A WEB RESOURCE FOR ONLINE ACCOUNTING  
FOR EXTRA-CURRICULAR ACTIVITIES OF STUDENTS  
OF THE FSBEI OF HE SSUWT**

**Gerasimenko Eva Andreevna**  
**Lutsenko Arina Artemievna**  
**Novikov Alexander Sergeevich**  
**Salmina Evgeniya Nikolaevna**  
**Sedeshev Ivan Alekseevich**

Scientific adviser: **Motorin Sergey Viktorovich**

**Abstract:** The article is devoted to the process of designing and integrated development of a web resource designed to automate accounting, monitoring and analysis of extracurricular activities of students of the FSBEI OF HE SSUWT. The presented material demonstrates the full engineering cycle of developing a web-based information system, architectural solutions for integrating data management, processing and presentation modules based on the object-oriented PHP Data Objects extension. Software algorithms for dynamic multi-criteria filtering, server-side aggregation of analytical performance metrics, and generation of accounting documents using client export scripts to PDF are described. Special attention is paid to the design of an adaptive user interface using the methodology of semantic layout and dynamic manipulation of the DOM tree in pure JavaScript.

**Key words:** web resource, database, extracurricular activities accounting, MySQL, PHP, PDO, HTML2PDF, user interface, ER diagram, students.

**Введение.** Современный этап развития высшего образования характеризуется высокими требованиями не только к качеству освоения основных образовательных программ, но и к формированию всесторонне развитой личности будущего специалиста. Внеучебная деятельность в высшем учебном заведении – научно-исследовательская, культурно-творческая, спортивная, общественная и волонтерская – выступает важнейшим инструментом формирования общекультурных и профессиональных компетенций обучающихся. Рост масштабов проводимых мероприятий, увеличение численности участников и необходимость оперативного мониторинга достижений студентов для распределения повышенных государственных академических стипендий, а также для формирования ежегодных рейтингов факультетов выдвигают жесткие требования к инструментам сбора и обработки информации.

Традиционные подходы к учету достижений, основанные на ручном заполнении децентрализованных электронных таблиц или бумажных журналов, в условиях крупного вуза (такого как ФГБОУ ВО «СГУВТ») демонстрируют свою неэффективность. К ключевым недостаткам ручного учёта относятся высокий риск дублирования и противоречивости данных, отсутствие механизмов разграничения прав доступа, сложность построения консолидированной аналитики по нескольким институтам одновременно и высокая трудоёмкость процесса формирования отчетности для Министерства науки и высшего образования РФ.

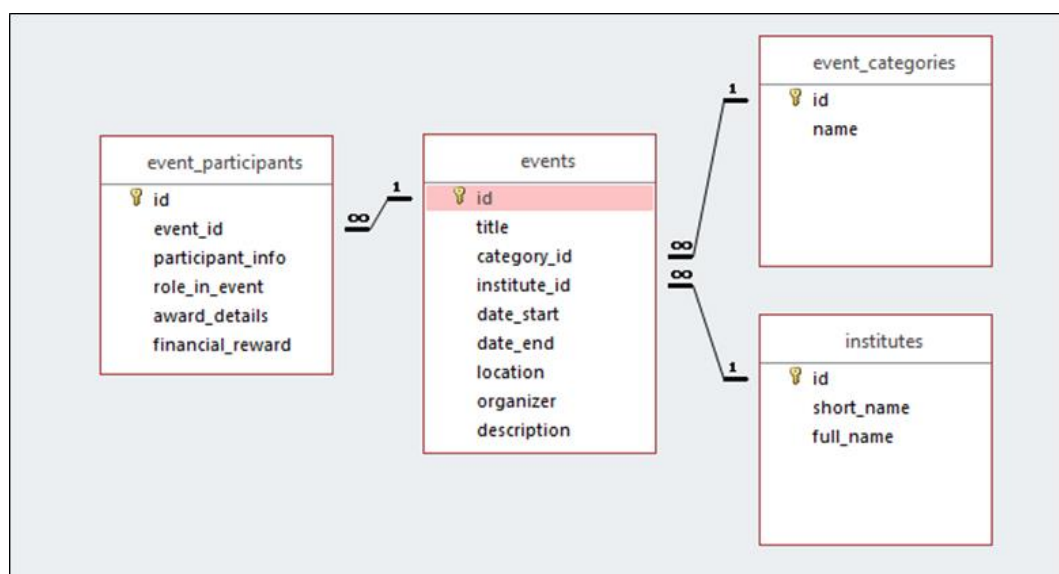
*Главная цель работы решить следующий комплекс взаимосвязанных задач:*

1. Провести системный анализ предметной области, осуществить декомпозицию информационных потоков, спроектировать оптимальную логическую структуру реляционной базы данных.
2. Разработать серверные программные компоненты для безопасного управления данными с соблюдением требований транзакционной целостности.
3. Создать алгоритмы динамической фильтрации, многокритериального поиска и агрегации статистических показателей для формирования управленческой отчетности.
4. Разработать эргономичный, адаптивный пользовательский интерфейс, соответствующий современным стандартам и фирменному стилю СГУВТ.
5. Реализовать модули экспорта данных в форматы PDF и печатных документов для предоставления внешней отчетности.

**Проектирование архитектуры базы данных.** Надежность, отказоустойчивость, транзакционная целостность и скорость отклика любой современной информационной системы фундаментально закладываются на этапе концептуального и логического проектирования структуры хранения данных. Низкое качество проработки на начальных этапах жизненного цикла программного обеспечения неизбежно приводит к лавинообразному росту накладных расходов при масштабировании системы, возникновению логических противоречий и деградации производительности при выполнении сложных аналитических выборов.

Разрабатываемое хранилище данных спроектировано и развернуто в среде реляционной СУБД MySQL [1, 2] с подсистемой хранения InnoDB [1, 2]. Выбор InnoDB обусловлен поддержкой транзакционной модели ACID (Atomicity – атомарность, Consistency – согласованность, Isolation –

изолированность, Durability – долговечность), механизмом блокировок на уровне строк и встроенной поддержкой внешних ключей с каскадными операциями. Выбор реляционной модели [3, 4] в целом обусловлен строгой структурированностью предметной области учёта внеучебной деятельности, необходимостью поддержки жестких ограничений ссылочной целостности и обеспечения одновременной многопользовательской работы сотрудников различных деканатов и подразделений университета. Для сквозной визуализации логической структуры и информационных потоков была разработана реляционная схема базы данных (БД), отображающая все сущности, их атрибуты и связи (рис. 1).



**Рис. 1. Реляционная схема БД**

На этапе концептуального моделирования были выделены четыре базовые сущности: «Институты» (Institutes), «Категории мероприятий» (EventCategories), «Мероприятия» (Events) и «Участники мероприятий» (EventParticipants). Реализация 3-ей нормальной формы обусловило изоляцию справочников институтов (institutes) и категорий (event\_categories) в самостоятельные таблицы. При прямом внесении текстовых названий институтов или категорий непосредственно в таблицу мероприятий возникла бы избыточность (дублирование данных), приводящая к аномалиям вставки и удаления.

### **Физическая реализация**

*Справочник институтов (institutes)* является системным справочником первого уровня. Справочник предназначен для хранения информации

о макроструктурных подразделениях ФГБОУ ВО «СГУВТ». Таблица, являющаяся основой справочника, служит источником данных для формирования выпадающих списков, которые потом используются в пользовательском интерфейсе. Такой подход уменьшает риски орфографических ошибок при ручном вводе.

Предложенное нами решение справочной структуры, а не текстового поля в таблице мероприятий позволило обеспечить централизованное управление перечнем подразделений ВУЗа (институтов). Изменение (добавление нового института или переименование существующего) производится в справочнике однократно и отражается на всех формах и отчётах автоматически.

**Классификатор категорий мероприятий (event\_categories)** – справочная таблица, которая формализует и структурирует направления внеучебной деятельности студентов. Например, такие как «Научно-исследовательская», «Культурно-творческая», «Спортивная», «Общественно-волонтерская», «Профессионально-ориентированная». Аналогично справочнику институтов данный классификатор обеспечивает унификацию данных и исключает вариативность написания названий категорий разными сотрудниками.

Архитектурная роль данной таблицы заключается в обеспечении жесткой многокритериальной фильтрации, группировки и сквозного агрегирования данных на стороне сервера при построении аналитических отчетов и вычислении KPI эффективности внеучебной работы институтов за заданные периоды. Классификатор также может быть расширен администратором системы через интерфейс без модификации исходного кода, что делает систему гибкой к изменениям в номенклатуре мероприятий.

**Центральный реестр мероприятий (events)** – стержень всей информационной системы, аккумулирующий метаданные о проводимых событиях. Таблица характеризуется высокой интенсивностью чтения и записи, поскольку каждое мероприятие требует ввода значительного объема атрибутивной информации, а также последующего многократного просмотра при формировании отчётов. Включает в себя следующие атрибуты:

- Идентификатор мероприятия, используемый в качестве внешнего ключа в таблице участников для связывания записей.
- Развернутое наименование события (например, «Региональный хакатон по веб-разработке»), обеспечивающее однозначную идентификацию мероприятия в интерфейсе.

- Внешний ключ, связывающий мероприятие со справочником категорий. Установлено правило ON DELETE RESTRICT.
- Внешний ключ, связывающий мероприятие со справочником институтов. Установлено правило ON DELETE RESTRICT.
- Дата начала проведения мероприятия. Использует тип DATE для корректного построения запросов по временным диапазонам и индексации.
- Дата окончания проведения мероприятия.
- Физическое (номер аудитории, корпус, адрес) или виртуальное (ссылка на платформу ВКС) место проведения мероприятия, используемое для информирования участников.
- ФИО ответственного должностного лица или наименование выпускающей кафедры, ответственной за организацию и проведение события.
- Текстовое поле неограниченной длины для хранения повестки, аннотации, программы или итогов мероприятия.
- Системное поле, автоматически фиксирующее время создания записи, используемое для аудита и хронологического анализа внесения данных.

**Детализированный состав участников (*event\_participants*)** – таблица реализующая связь между сущностями и отображающая персональные достижения студентов. В таблице собирается вся информация об индивидуальных результатах участия. Принятое решение позволяет формировать персональное портфолио достижений по каждому студенту, проводить обобщенную статистику. Рассмотрим основные поля.

- Уникальный идентификатор факта участия.
- Ключ связи с родительской таблицей events. Здесь имеет место жесткое системное правило **ON DELETE CASCADE**. При удалении ошибочно внесённого или отменённого мероприятия ядро СУБД на внутреннем триггерном уровне автоматически производит зачистку всех записей студентов, привязанных к данному event\_id. Такой подход предотвращает появление в БД строк, ссылающихся на несуществующие внешние ID. Кроме того, гарантирует чистоту и согласованность хранилища без необходимости ручной очистки через дополнительный программный код.
- Комбинированное поле для фиксации ФИО студента и шифра его академической группы (например, «**Новиков А.С. / ИТ-241**»). Здесь выбран текстовый формат, что обеспечивает гибкости ввода, так как в одном мероприятии могут участвовать как индивидуальные студенты, так и целые группы.
- Статус участия, ограниченный бизнес-логикой (типовые значения: «Участник», «Победитель», «Призёр», «Волонтёр»). Это поле позволяет

классифицировать участников для последующего статистического анализа и расчёта ключевых показателей эффективности.

- Сведения о подтверждающем документе участия. Например, «Диплом I степени №452». Поле может принимать значение **NULL**, если студент не занял призового места или мероприятие не предусматривает награждения. Такое допущение позволяет использовать SQL-функции IS NULL для корректного подсчёта количества выданных наград без ложных срабатываний.

- Размер назначенного материального поощрения или повышенной стипендии. Здесь тип DECIMAL гарантирует абсолютную точность и исключает появление ошибок округления.

На рис. 2 представлен листинг, который реализует описанную структуру БД:

```
1 CREATE DATABASE IF NOT EXISTS `sguvt_events_db` DEFAULT
  CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE utf8mb4_unicode_ci;
2 USE `sguvt_events_db`;
3
4 CREATE TABLE `institutes` (
5   `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
6   `short_name` varchar(50) NOT NULL,
7   `full_name` varchar(255) NOT NULL,
8   PRIMARY KEY (`id`)
9 ) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;
10
11 CREATE TABLE `event_categories` (
12   `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
13   `name` varchar(100) NOT NULL,
14   PRIMARY KEY (`id`)
15 ) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;
16
17 CREATE TABLE `events` (
18   `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
19   `title` varchar(255) NOT NULL,
20   `category_id` int(11) NOT NULL,
21   `institute_id` int(11) NOT NULL,
22   `date_start` date NOT NULL,
23   `date_end` date NOT NULL,
24   `location` varchar(255) NOT NULL,
25   `organizer` varchar(255) NOT NULL,
26   `description` text NOT NULL,
27   `created_at` timestamp DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
28   PRIMARY KEY (`id`),
29   FOREIGN KEY (`category_id`) REFERENCES `event_categories` (`id`) ON
  DELETE RESTRICT,
30   FOREIGN KEY (`institute_id`) REFERENCES `institutes` (`id`) ON DELETE
  RESTRICT
31 ) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;
32
33 CREATE TABLE `event_participants` (
34   `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
35   `event_id` int(11) NOT NULL,
36   `participant_info` varchar(255) NOT NULL,
37   `role_in_event` varchar(100) NOT NULL,
38   `award_details` varchar(255) DEFAULT NULL,
39   `financial_reward` decimal(10,2) NOT NULL DEFAULT 0.00,
40   `created_at` timestamp DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
41   PRIMARY KEY (`id`),
42   FOREIGN KEY (`event_id`) REFERENCES `events` (`id`) ON DELETE
  CASCADE
43 ) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;
```

Рис. 2. Листинг разработанной структуры базы данных

**Разработка модулей управления данными.** Для организации серверной логики веб-ресурса нами реализовано три основных модуля: модуль мероприятий, модуль участников и модуль справочников. Модули написаны на языке PHP и обеспечивают полный цикл CRUD-операций: создание, чтение, обновление, удаление. Архитектурное разделение на модули позволяет изолировать бизнес-логику, а также и упрощает сопровождение кода при добавлении новых функций или изменении существующих алгоритмов.

Безопасность БД MySQL реализована через интерфейс PDO [5]. Использование подготовленных типовых выражений полностью исключает риск SQL-инъекций. Пользовательские данные передаются отдельно от SQL-шаблона и не интерпретируются как исполняемый код. Такое предложение является критическим требованием, т.к. система работает с персональными данными. Взаимодействие системы с пользователем построено так, чтобы минимизировать ручной ввод: данные проверяются сервером на заполненность, соответствие формату дат (ДД.ММ.ГГГГ), корректность последовательности и числовых значений (сумма вознаграждения не может быть отрицательной).

Особое внимание мы уделили транзакционной целостности при создании мероприятий. Процесс добавления (add.php) разбит на следующие этапы:

1. Сервер принимает POST-запрос с данными формы и выполняет валидацию всех полей.
2. Транзакция запускается через метод `$pdo->beginTransaction()`.
3. Общая запись создается в таблице `events`, и через `lastInsertId()` извлекается сгенерированный идентификатор.
4. В цикле обрабатываются все участники, переданные через POST-массив `participant_info[]`, с проверкой каждого поля на пустоту.
5. INSERT-запрос выполняется для каждого участника в таблице `event_participants` с привязкой к идентификатору созданного мероприятия.
6. При завершении всех операций транзакция фиксируется через `$pdo->commit()`. В случае любой ошибки (исключение `PDOException` или логическая ошибка) вызывается `$pdo->rollBack()`, и все изменения отменяются. Это гарантирует, что частично введенные данные не сохранятся.

Аналогичный механизм транзакций применяется при редактировании мероприятия. Сначала обновляется запись в `events`, затем удаляются все старые участники и вставляются новые. Такое решение гарантирует целостность данных даже при сбоях на любом этапе выполнения запроса.

Добавление участников на стороне клиента (рис.3) реализовано динамически при помощи JavaScript. Функция *addParticipantRow()* генерирует новые блоки DOM-дерева с полями (ФИО, Роль, Награда) без перезагрузки страницы, присваивая им уникальные идентификаторы вида *part\_N*. Каждый новый блок содержит кнопку удаления, которая при нажатии удаляет именно этот блок без перезагрузки страницы, что обеспечивает удобное управление списком в процессе заполнения формы.

```
1 $sql = "INSERT INTO events (title, category_id, institute_id, date_start, date_end,
location, organizer, description) VALUES (?, ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?)";
2 $pdo->prepare($sql)->execute([$title, $category_id, $institute_id, $date_start, $date_end,
$location, $organizer, $description]);
3
4 $event_id = $pdo->lastInsertId();
5
6 $sql_part = "INSERT INTO event_participants (event_id, participant_info, role_in_event,
award_details, financial_reward) VALUES (?, ?, ?, ?, ?)";
7 $stmt_part = $pdo->prepare($sql_part);
8
9 for ($i = 0; $i < count($_POST['participant_info']); $i++) {
10     $info = trim($_POST['participant_info'][$i]);
11     if ($info !== "") {
12         $role = trim($_POST['role_in_event'][$i] ?? 'Участник');
13         $award = trim($_POST['award_details'][$i] ?? "");
14         $stmt_part->execute([$event_id, $info, $role, $award ? : null, $reward]);
15     }
16 }
```

**Рис. 3. Листинг добавления участников и мероприятий**

Управление справочниками (модуль *directories.php*) позволяет вносить новые институты и категории через подготовленные INSERT-запросы. Удаление записей, задействованных в мероприятиях, пресекается ограничениями внешнего ключа ON DELETE RESTRICT, что исключает потерю связанных данных.

**Разработка модулей обработки и представления данных.** Для вывода аналитики и работы с массивом сохраненной информации реализованы модули фильтрации, отчетов и экспорта. Модуль фильтрации расположен на главной странице *index.php* и позволяет динамически управлять параметрами выборки (по дате проведения и принадлежности к институту) через массив *\$\_GET*. В

SQL-запрос динамически добавляются условия WHERE. Если параметры прошли валидацию через функцию `validateDate()`, то это предотвращает некорректные выборки при подстановке ошибочных значений. Все параметры передаются в запрос через подготовленные выражения. Это исключает SQL-инъекции даже при динамическом формировании запроса. На главной странице реализован вывод списков участников через функцию `GROUP_CONCAT`. Последнее позволяет визуально оценить охват каждого события без выполнения отдельного подзапроса для каждого мероприятия.

Модуль отчетов (`report.php`) формирует сводную статистику за выбранный период. Расчет метрик (рис.4) производится на стороне сервера с использованием агрегатных функций SQL (`COUNT`, `SUM`) и условной логики `CASE`. Это позволяет вычислить все показатели за один проход по таблицам без дополнительных запросов. Применение `CASE`-конструкций обеспечивает гибкую фильтрацию внутри агрегатных функций, и подсчитывать только те записи, которые соответствуют заданным критериям. Система высчитывает:

- Общее количество мероприятий – через `COUNT (DISTINCT e.id)`. Таким образом, гарантируется уникальность подсчёта даже при наличии нескольких участников в одном мероприятии.
- Количество призовых мест – суммируются участники с ролями «Победитель/Призёр». Это позволяет оценить результативность внеучебной работы.
- Общее количество выданных наград – проверка поля `award_details` на `IS NOT NULL` и непустоту. Это даёт объективную картину поощрений студентов.

```
1 $stmtMetrics = $pdo->prepare("SELECT
2   COUNT(DISTINCT e.id) as ev_count,
3   SUM(CASE WHEN p.role_in_event IN ('Победитель', 'Призер') THEN 1 ELSE 0 END)
   as winners_count,
4   SUM(CASE WHEN p.award_details IS NOT NULL AND p.award_details != '' THEN 1
   ELSE 0 END) as awards_count
5   FROM events e LEFT JOIN event_participants p ON e.id = p.event_id
6   WHERE e.date_start >= ? AND e.date_start <= ?");
7 $stmtMetrics->execute([$db_date_from, $db_date_to]);
```

**Рис. 4. Листинг 2 расчёта метрик**

Модуль экспорта в PDF реализован на клиентской стороне с помощью библиотеки `html2pdf.js`. При инициализации функции `generatePDF()` библиотека

последовательно выполняет следующие действия: захватывает HTML-элемент с указанным селектором, конвертирует его в изображение через библиотеку `html2canvas`, затем встраивает полученное изображение в PDF-документ с заданными параметрами (отступы, ориентация, формат). Применение клиентского экспорта позволяет полностью разгрузить сервер, так как вся обработка выполняется в браузере пользователя. Перед генерацией скрипт скрывает навигационные кнопки (`.action-col`) и активирует печатный заголовок, что исключает попадание управляющих элементов в итоговый PDF-документ.

Альтернативный модуль системной печати использует медиа-запрос `@media print` в CSS, который при активации печати скрывает элементы управления (панели навигации, кнопки, фильтры) и задает таблице строгие черные границы без фоновых заливок. Это позволяет получить чистый печатный документ без лишних элементов интерфейса.

**Разработка дизайна и пользовательского интерфейса.** Графический интерфейс системы спроектирован с упором на эргономику, интуитивную понятность и соответствие корпоративному стилю ФГБОУ ВО СГУВТ. При разработке применялась методология семантической верстки, предполагающая осмысленное использование HTML-элементов в соответствии с их предназначением, что улучшает доступность и упрощает поддержку кода. Структурно веб-ресурс представляет собой многостраничное приложение с единым подключаемым навигационным модулем (`header.php`), что обеспечивает консистентность интерфейса на всех страницах.

Навигационное меню обеспечивает быстрый доступ ко всем разделам. Активная страница визуально подсвечивается за счёт динамического добавления класса `active` в зависимости от текущего URL, а в верхней части ресурса расположен логотип университета и полное наименование, что формирует единую экосистему корпоративных ресурсов (рис. 5).

**СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА**  
Учет внеучебной деятельности

Сегодня 4 августа 2026, вторник

СПИСОК МЕРОПРИЯТИЙ   ДОБАВИТЬ ЗАПИСЬ   СПРАВОЧНИКИ   ОТЧЕТЫ И ЭКСПОРТ

### Реестр мероприятий

С даты: 10.06.2026   По дате: 31.08.2026   Институт: Все —   [Отфильтровать](#)   [Сбросить](#)   [и Печать](#)   [СОХРАНИТЬ В PDF](#)

| Дата       | Институт | Тип и Название                                                                | Организатор (Институт / ФИО)                                                                                                                    | Описание мероприятия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Записи (Студенты / Группы)                                         | Действия                                                 |
|------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 22.06.2026 | ИМА      | ПАТРИОТИЧЕСКАЯ АКЦИЯ<br>Памятный митинг героям-речникам                       | Институт «Морская академия» (ИМА) совместно с Новосибирским командным речным училищем им. С.И. Дежнева<br>Спикер «Общественная палата» речников | Патриотическое мероприятие, посвященное 85-й годовщине начала Великой Отечественной войны. Почетные гости обратились к молодежи с речами о мужестве защитников Родины и важности исторической правды. Участники почтили память погибших минутой молчания, а в финале возложили цветы и зажженные свечи к памятнику героям речникам. | Всего записей: 1<br>20 студентов ИМА                               | <a href="#">Редактировать</a><br><a href="#">Удалить</a> |
| 21.06.2026 | ОБЩЕЕ    | ПАТРИОТИЧЕСКАЯ АКЦИЯ<br>«Славные картели»                                     | ИМА<br>Мемориал славы                                                                                                                           | Масштабная патриотическая акция, посвященная 85-й годовщине начала Великой Отечественной войны. Участники создали масштабную композицию из зажженных свечей. Курсы ВУЗа выступили не только участниками, но и волонтерами: координировали посты, раздавали свечи и информационные листовки.                                         | Всего записей: 1<br>10 обучающихся (урасситы) и сотрудники СГУВТ   | <a href="#">Редактировать</a><br><a href="#">Удалить</a> |
| 16.06.2026 | ИИЦТ     | ВСТРЕЧА-КОУРСОВЫЙ<br>Карьерная встреча с представителем ООО «Тобольский ССРЗ» | Кураторы и наставники учебных групп... Спикер Алексей Владимирович Жуков<br>Аудитория СГУВТ                                                     | Профориентационная встреча с представителем градообразующего судостроительно-судоремонтного завода. Алексей Владимирович Жуков познакомил студентов со структурой предприятия, модернизацией его цехов, улучшением условий труда и ростом заработной платы.                                                                         | Всего записей: 1<br>Обучающиеся групп К-241, К-221, КИ-241, КИ-251 | <a href="#">Редактировать</a><br><a href="#">Удалить</a> |

Рис. 5. Общий вид интерфейса. Список мероприятий

Цветовая палитра интерфейса построена на корпоративном зеленом оттенке (#529c81), белом и сером цветах. Такая гамма соответствует фирменному стилю СГУВТ и создает позитивное визуальное восприятие, ассоциируясь с образовательной и научной деятельностью. Для визуального функционального разделения действий кнопки имеют строгую дифференциацию: **зеленые** – основные подтверждающие действия (сохранение, применение фильтра, добавление записи); **красные** – деструктивные операции (удаление записей, требующие подтверждения и внимания); **серые** – вспомогательные (сброс параметров, возврат назад, системная печать), не предполагающие критических последствий.

Интерфейсы таблиц (главный реестр, страница справочников) используют чередующуюся окраску строк. Это упрощает считывание массивов данных и снижает вероятность ошибок при просмотре. Форма добавления мероприятия логически разделена на две секции с использованием CSS-гридов:

- верхняя часть отвечает за общие параметры события (институт, категория, место, организатор),
- нижняя содержит текстовую область для описания и динамически расширяемую сетку для добавления студентов.

Адаптивная верстка на чистом CSS гарантирует корректное отображение на экранах с различным разрешением (от мобильных устройств до широкоформатных мониторов) за счет применения относительных единиц измерения (em, %, vw) и медиа-запросов.

**Заключение.** В результате проведённой научно-исследовательской работы спроектирован и полностью реализован веб-ресурс для учёта внеучебной деятельности студентов ФГБОУ ВО «СГУВТ». Информационная система готова к тестированию и промышленной эксплуатации. Система обеспечивает безопасность хранения данных благодаря использованию подготовленных выражений PDO, обладает гибкостью формирования отчётов за счёт динамической сборки SQL-запросов. Благодаря грамотно выстроенной ER-модели и модульной архитектуре система имеет высокую масштабируемость и позволяет добавлять новые функции без рефакторинга существующего кода.

### **Список литературы**

1. Никсон Р. Создаем динамические веб-сайты с помощью PHP, MySQL, JavaScript, CSS и HTML5 / Р. Никсон. — 4-е изд. — Санкт-Петербург : Питер, 2016. — 768 с.
2. Документация по СУБД MySQL 8.0 Reference Manual [Электронный ресурс]. — URL: <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/> (дата обращения 18.05.2026).
3. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных / К. Дж. Дейт. — 8-е изд. — Москва : Издательский дом «Вильямс», 2005. — 1328 с.
4. Флэнаган Д. JavaScript. Подробное руководство / Д. Флэнаган. — 7-е изд. — Москва : Изд-во «Вильямс», 2021. — 720 с.
5. Официальное руководство по языку программирования PHP и расширению PDO [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.php.net/docs.php> (дата обращения 14.05.2026).

© Герасименко Е.А., Луценко А.А., Новиков А.С.,  
Салмина Е.Н., Седешев И.А.

УДК 004.415

## **СИСТЕМА МОНИТОРИНГА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЗАДОЛЖЕННОСТЕЙ СТУДЕНТОВ ФГБОУ ВО «СГУВТ»**

**Седешев Иван Алексеевич  
Алексеев Лев Валерьевич  
Буренков Иван Николаевич  
Герасименко Ева Андреевна  
Луценко Арина Артемьевна**  
студенты

Научный руководитель: **Моторин Сергей Викторович**  
доктор технических наук, зав. кафедрой информационных систем  
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет  
водного транспорта»

**Аннотация:** Статья описывает процесс разработки серверной части и архитектуры базы данных информационной системы, предназначенной для автоматизации учета академической успеваемости студентов. Подробно рассмотрено проектирование реляционной структуры в MySQL, механизмы нормализации, обеспечение ссылочной целостности и оптимизация запросов. Приведен разбор алгоритмов эвристического импорта данных из файлов офисных форматов (.docx и .xlsx). Описана реализация пользовательского интерфейса, логика асинхронного взаимодействия сервера и клиента, а также механизмы динамической генерации отчетов. Приведен анализ проблем применения систем оптического распознавания образов (OCR) при обработке ведомостей, обосновывающий выбор в пользу прямого парсинга цифровых документов.

**Ключевые слова:** база данных, MySQL, PHP, информационная система, парсинг данных, академическая задолженность, автоматизация, пользовательский интерфейс, транзакция, информационная безопасность.

## **THE SYSTEM OF MONITORING THE ACADEMIC DEBT OF STUDENTS OF THE FSBEI OF HE SSUWT**

Sedeshev Ivan Alekseevich  
Alekseev Lev Valerevich  
Burenkov Ivan Nikolaevich  
Gerasimenko Eva Andreevna  
Lutsenko Arina Artemievna

Scientific adviser: Motorin Sergey Viktorovich

**Abstract:** The article describes the process of developing the backend and database architecture of an information system designed to automate the accounting of students' academic performance. The design of the relational structure in MySQL, normalization mechanisms, ensuring referential integrity and query optimization are considered in detail. The analysis of algorithms for heuristic data import from office file formats (.docx and .xlsx). The implementation of the user interface, the logic of asynchronous interaction between the server and the client, as well as the mechanisms of dynamic report generation are described. An analysis of the problems of using optical image recognition (OCR) systems in the processing of statements is presented, justifying the choice in favor of direct parsing of digital documents.

**Key words:** database, MySQL, PHP, information system, data parsing, academic debt, automation, user interface, transaction, information security.

**Введение.** На сегодняшний день задача оперативного мониторинга успеваемости остается одной из самых ресурсоемких для учебных отделов. В Сибирском государственном университете водного транспорта, как и во многих других технических вузах, первичный учет результатов аттестаций исторически ведется в разрозненных электронных таблицах и текстовых документах. Такая децентрализация мешает сквозному анализу: расчет статистики по группам или оперативный поиск студентов с критическим количеством задолженностей требует значительных затрат ручного труда.

Для решения этой проблемы разрабатывается система «Учет задолженностей». *Основная цель работы* — спроектировать надежную серверную архитектуру, алгоритмы интеллектуального разбора (парсинга) неструктурированных файлов, реляционную базу данных и удобный графический интерфейс. Внедрение комплекса автоматизирует сбор данных, сведет к минимуму человеческий фактор и предоставит административному персоналу эффективный аналитический инструмент.

**Архитектура системы и технологический стек.** Приложение построено по классической клиент-серверной модели, ориентированной на простоту развертывания в локальной сети университета. Чтобы избежать излишней перегруженности, от использования тяжеловесных фреймворков отказались в пользу чистого PHP (версия 8.x) и СУБД MySQL 8.4 [1-3]. Интерфейс клиентской части реализован с применением HTML5, ванильного JavaScript и CSS-фреймворка Tailwind [3].

Взаимодействие сервера с базой данных реализовано строго через расширение PDO (PHP Data Objects), что обеспечивает защиту от SQL-инъекций и контроль над пулом подключений. Логика разделена на независимые модули:

1. **Конфигурация (db\_config.php):** инициализация соединения с обязательной кодировкой utf8mb4 для корректной работы с кириллицей.
2. **Ядро парсинга (functions.php):** функции анализа узлов XML внутри .docx и .xlsx, валидация данных и автоопределение учебных групп.
3. **Контроллеры API (ajax\_handlers.php, form\_handlers.php):** управление маршрутизацией запросов, инициация транзакций, отдача данных в формате JSON.
4. **Модуль экспорта (export\_handler.php):** компиляция результатов обратно в .xlsx для печати и нужд деканата.

**Проектирование базы данных.** Производительность и отказоустойчивость системы напрямую зависят от структуры базы данных. Модель приведена к третьей нормальной форме (3NF), чтобы исключить дублирование информации и аномалии при ее редактировании.

Схема строится вокруг трех базовых таблиц:

- **Students (Студенты).** Помимо суррогатного ключа id, определен уникальный естественный ключ — номер зачетной книжки (student\_book). Ограничение UNIQUE гарантирует, что студент не будет задублирован при смене фамилии. Поля enrollment\_year и group\_name вынесены отдельно для быстрой группировки при построении отчетов.
- **Subjects (Дисциплины).** Справочник учебных предметов (id, name). Выделение в отдельную сущность стандартизирует названия. В разных ведомостях предмет может называться по-разному («Высш. математика» или «Высшая математика»), но в БД он будет привязан к одному идентификатору.

- **academic\_records (Успеваемость).** Таблица связи «многие ко многим» с высокой степенью детализации. Хранит баллы за лекции, практики и лабораторные по двум контрольным точкам, а также рейтинг, экзаменационную оценку и финальный вердикт (`final_grade`).

#### Физическая структура и оптимизация

Связи между таблицами поддерживаются внешними ключами с правилом ON DELETE CASCADE. Это автоматически удаляет все оценки студента, если его карточка стирается из БД, избавляя бэкенд от необходимости писать каскадные DELETE-запросы.

Для хранения используется движок **InnoDB**, поддерживающий транзакции и блокировки на уровне строк — это критически важно, когда несколько преподавателей одновременно загружают ведомости.

Чтобы ускорить поиск (самые частые сценарии — поиск по фамилии и фильтрация должников по предмету), созданы индексы:

- B-Tree индекс на поле `fio` для мгновенного автодополнения при поиске.
- Составной индекс (`subject_id, final_grade`), позволяющий MySQL находить записи со значением «Неуд» или «Н/я» без полного сканирования таблицы (Full Table Scan).

#### Использование ON DUPLICATE KEY UPDATE

Частый кейс в реальной практике: преподаватель загружает черновик ведомости, а через неделю — ее финальную версию. Обычный INSERT вызвал бы конфликт уникальности или дублирование. В проекте применяется SQL-конструкция INSERT ... ON DUPLICATE KEY UPDATE. При совпадении пары `student_id` и `subject_id` СУБД просто обновляет существующие баллы, перетирая старые значения новыми.

**Эвристический парсинг ведомостей.** Документы, поступающие от преподавателей (в СГУВ используется система управления ВУЗом разработанная ООО «Лаборатория ММИС» г. Шахты), сильно разнятся: объединенные ячейки, лишние заголовки, пустые столбцы, ФИО комиссии, повторные пересдачи, документы связанные с переводом студента из другого ВУЗа, восстановлением после академотпуска и т.д. Типичный бумажный документ приведен на рис.1 (все фамилии вымышленные).

| ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА                 |                         |                 |                        |            |         |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|------------|---------|
| ФГБОУ ВО «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА» |                         |                 |                        |            |         |
| Институт инженерных и цифровых технологий                           |                         |                 |                        |            |         |
| Зачетно-экзаменационная ведомость группы: ИТ-XXX                    |                         |                 |                        |            |         |
| по дисциплине: Web-технологии и стандарты                           |                         |                 |                        |            |         |
| Вид промежуточного контроля: Курсовая работа                        |                         |                 |                        |            |         |
| Преподаватель(и): Петров И.И.                                       |                         |                 | Учебный год: 2025-2026 |            |         |
| Кафедра: Информационных систем                                      |                         |                 | Номер семестра: 4      |            |         |
| № п/п                                                               | Ф.И.О. студента         | Зачетная книжка | Оценка                 | Дата сдачи | Подпись |
| 1                                                                   | Иванов Иван Иванович    | б/ИТ-xx-xxxx    | Отлично                | 01.06.2026 |         |
| 2                                                                   | Иванов Петр Иванович    | б/ИТ-xx-xxx     | Отлично                | 01.06.2026 |         |
| 3                                                                   | Иванова Ирина Ивановна  | б/ИТ-xx-xxxx    | Отлично                | 01.06.2026 |         |
| 4                                                                   | Петров Петр Петрович    | б/ИТ-xx-xxxx    | Удовлетворительно      | 01.06.2026 |         |
| 5                                                                   | Петров Иван Петрович    | а/ИТ-xx-xxx     |                        | 01.06.2026 |         |
| 6                                                                   | Петров Иван Иванович    | а/ИТ-xx-xxx     | Удовлетворительно      | 01.06.2026 |         |
| 7                                                                   | Сидоров Иван Иванович   | б/ИТ-xx-xxxx    |                        | 06.07.2026 |         |
| 8                                                                   | Сидорова Мария Ивановна | а/ИТ-xx-xxx     | Удовлетворительно      | 01.06.2026 |         |
| 9                                                                   | Сидорова Ольга Петровна | б/ИТ-xx-xxxx    | Отлично                | 01.06.2026 |         |
| 10                                                                  | Зайцев Иван Петрович    | а/ИТ-xx-xxx     | Хорошо                 | 01.06.2026 |         |
| 11                                                                  | Волков Петр Иванович    | а/ИТ-xx-xxx     |                        | 06.07.2026 |         |

Рис. 1. Типичный бумажный документ ведомости системы «Деканат»

Для соблюдения безопасности системы и учитывая, что код закрыт, для извлечения данных написан собственный эвристический парсер.

#### Разбор структуры OOXML (.docx)

Файл .docx — это ZIP-архив с XML-документами внутри. Сервер загружает архив в память через класс ZipArchive, извлекает word/document.xml и с помощью DOMDocument и XPath находит все узлы строк (<w:tr>) и ячеек (<w:tc>). Это решает задачу без сторонних платных библиотек и работает очень быстро. Для работы с файлами .xlsx интегрирован легковесный класс SimpleXLSX.

#### Извлечение данных и фильтрация «шума»

Каждая полученная строка проходит через функцию parseFileRow(). Алгоритм ищет «якорь» — номер зачетной книжки (по регулярному выражению вроде  $\wedge d\{2\} - d\{2,5\} /$  с проверкой академических префиксов).

Если перед парсером техническая строка со словами «Итого», «Подпись» или «Преподаватель» (список стоп-слов), она сразу отбрасывается.

Если «якорь» найден, алгоритм понимает структуру: текст слева склеивается в ФИО, а ячейки справа анализируются на наличие чисел (баллов). Более того, система автоматически извлекает год и профиль из номера зачетки

(например, из «ИТ-24» извлекается 2024 год и профиль ИТ), что избавляет методистов от ручного ввода этих параметров.

**Пользовательский интерфейс, асинхронное взаимодействие и транзакции.**

Веб-приложение спроектировано в виде единой рабочей панели (dashboard), объединяющей инструменты импорта, фильтрации и визуализации данных (рис. 2) (все фамилии вымышленные).

**Ведомость сибирского государственного университета водного транспорта**

Добавить запись
Проверить задолженности
Экспорт в Excel

Выбор файла ведомости (.xlsx или .docx)

Выберите файл
Файл не выбран

Загрузить и настроить

**Общая база успеваемости студентов**

Студентов отображено: 24

Предмет: ИКСиС
Год начала: Все года
Группа: Все группы

| № | Ф.И.О.        | Номер зачетной книжки | Группа  | Год начала | Точка 1   13.04.2026   50% |     |      |        | Точка 2   08.06.2026   50% |     |      |        | Надбавка, % | Итоговый процент |     |     |      | Оценка по рейтингу | 09.07.2026 Экзамен | Итог  | Действия |  |  |  |
|---|---------------|-----------------------|---------|------------|----------------------------|-----|------|--------|----------------------------|-----|------|--------|-------------|------------------|-----|-----|------|--------------------|--------------------|-------|----------|--|--|--|
|   |               |                       |         |            | Лек.                       | Пр. | Лаб. | Проект | Лек.                       | Пр. | Лаб. | Проект |             | 60%              | 75% | 85% | 100% |                    |                    |       |          |  |  |  |
| 1 | Иванов И.И.   | б/ИТ-хх-хххх          | ИТ-хххх | 2024       |                            |     | 50   |        |                            |     |      |        |             |                  | 25  |     |      |                    | Неуд               | Удово | Удово    |  |  |  |
| 2 | Иванов П.И.   | б/ИТ-хх-хххх          | ИТ-хххх | 2024       |                            |     | 60   |        |                            |     |      |        |             |                  | 30  |     |      |                    | Неуд               | Хоро  | Хоро     |  |  |  |
| 3 | Иванова И.И.  | б/ИТ-хх-хххх          | ИТ-хххх | 2024       |                            |     | 20   |        |                            |     |      |        |             |                  | 10  |     |      |                    | Неуд               | Удово | Удово    |  |  |  |
| 4 | Петров П.П.   | б/ИТ-хх-хххх          | ИТ-хххх | 2024       |                            |     | 20   |        |                            |     |      |        |             |                  | 10  |     |      |                    | Неуд               | Н/я   | Н/я      |  |  |  |
| 5 | Петров И.П.   | а/ИТ-хх-хххх          | ИТ-хххх | 2024       |                            |     | 20   |        |                            |     |      |        |             |                  | 10  |     |      |                    | Неуд               | Удово | Удово    |  |  |  |
| 6 | Петров И.И.   | а/ИТ-хх-хххх          | ИТ-хххх | 2024       |                            |     | 1    |        |                            |     |      |        |             |                  | 1   |     |      |                    | Неуд               | Н/я   | Н/я      |  |  |  |
| 7 | Сидоров И.И.  | б/ИТ-хх-хххх          | ИТ-хххх | 2024       |                            |     | 10   |        |                            |     |      |        |             |                  | 5   |     |      |                    | Неуд               | Удово | Удово    |  |  |  |
| 8 | Сидорова М.И. | а/ИТ-хх-хххх          | ИТ-хххх | 2024       |                            |     | 60   |        |                            |     |      |        |             |                  | 30  |     |      |                    | Неуд               | Хоро  | Хоро     |  |  |  |
| 9 | Валков П.И.   | а/ИТ-хх-хххх          | ИТ-хххх | 2024       |                            |     | 10   |        |                            |     |      |        |             |                  | 5   |     |      |                    | Неуд               | Удово | Удово    |  |  |  |

**Рис. 2. Главный интерфейс информационной системы: загрузка файлов и просмотр подробной базы успеваемости**

Пользовательский интерфейс и сервер общаются асинхронно: данные отправляются через объект FormData, а сервер возвращает структурированный JSON, который JavaScript динамически отрисовывает в DOM-дереве.

На рис. 2 представлен главный интерфейс системы в режиме стандартного просмотра базы успеваемости. В верхней части расположены элементы управления: кнопки ручного добавления записей, поиска задолженностей и экспорта, а также блок загрузки файлов (Drag-and-Drop / File Input). Ниже реализована панель фильтрации (по предмету, году начала обучения, группе) и сама детализированная таблица, отображающая разбивку баллов по всем контрольным точкам.

Особое внимание при разработке бэкенда было уделено **транзакционной надежности (ACID)** (рис. 3).

Процесс импорта обернут в блок try-catch:

```
1 $pdo->beginTransaction();
2 try {
3     foreach ($students as $row) {
4         // Подготовленные запросы INSERT/UPDATE
5     }
6     $pdo->commit();
7 } catch (Exception $e) {
8     $pdo->rollBack();
9     throw $e;
10 }
```

**Рис. 3. Листинг транзакции при импорте студентов**

Если при сохранении ведомости на 50 студентов произойдет программный сбой (например, на 48-й строке), метод rollBack() отменит весь процесс. База данных не останется в наполовину обновленном, несогласованном состоянии.

Помимо стандартного отображения, в системе реализован специализированный вид для работы методистов — режим проверки академических задолженностей (рис.4) (все фамилии вымышленные).

**Ведомость сибирского государственного университета водного транспорта**

+ Добавить запись   Проверить задолженности   Экспорт в Excel

Выбрать файл ведомости (.xlsx или .docx)

Выберите файл   Файл не выбран   Загрузить и настроить

Общая база успеваемости студентов   **режим задолженности**   вид: упрощенный

Студентов отображено: 8   Переключить вид таблицы (Показать подробно)   Показать всех (Выйти из режима долгов)

Предмет: ИКСиС   Год начала: Все года   Группы: Все группы

| № | Ф.И.О. студента | Номер зачетной книжки | Группа | Год начала | Предметы по которым долги (Оценка)  | Количество долгов |
|---|-----------------|-----------------------|--------|------------|-------------------------------------|-------------------|
| 1 | Петров И.П.     | а/ИТ-xx-xxx           | ИТ-xxx | 2024       | Инфокоммуникационные сети и системы | 1*                |
| 2 | Сидоров И.П.    | б/ИТ-xx-xxx           | ИТ-xxx | 2024       | Инфокоммуникационные сети и системы | 1*                |
| 3 | Волков П.И.     | а/ИТ-xx-xxx           | ИТ-xxx | 2024       | Инфокоммуникационные сети и системы | 1*                |
| 4 | Иванов И.И.     | б/ИТ-xx-xxx           | ИТ-xxx | 2024       | Инфокоммуникационные сети и системы | 1*                |
| 5 | Иванова М.И.    | б/ИТ-xx-xxx           | ИТ-xxx | 2024       | Инфокоммуникационные сети и системы | 1*                |
| 6 | Петров П.П.     | б/ИТ-xx-xxx           | ИТ-xxx | 2024       | Инфокоммуникационные сети и системы | 1*                |
| 7 | Сидорова М.П.   | а/ИТ-xx-xxx           | ИТ-xxx | 2024       | Инфокоммуникационные сети и системы | 1*                |
| 8 | Зайцев И.П.     | а/ИТ-xx-xxx           | ИТ-xxx | 2024       | Инфокоммуникационные сети и системы | 1*                |

**Рис. 4. Интерфейс в режиме компактного просмотра академических задолженностей студентов**

В этом режиме (Compact View) сервер выполняет SQL-запрос с фильтрацией по неудовлетворительным оценкам и применяет агрегацию данных. Динамически перестраиваемая таблица выводит сгруппированный список должников: вместо громоздкой сетки баллов отображаются только ФИО студента, номер группы, список несданных дисциплин и общее количество долгов. Прямо из этого интерфейса, с помощью интегрированной библиотеки SimpleXLSXGen, можно сгенерировать готовый .xlsx отчет на отчисление.

**Опыт применения систем распознавания текста (OCR).** В ходе работы тестировалась инновационная идея отказа от цифровых ведомостей в пользу автоматического распознавания их фотографий (со смартфонов преподавателей). Для этого проводились эксперименты с движком Tesseract OCR.

Анализ показал, что бесплатные OCR-системы не подходят для обработки высокоплотных академических таблиц по ряду причин:

1. **Геометрия и перспектива:** Искажения при съемке сбивают выравнивание. Оценка со строки № 5 может ошибочно привязаться к студенту из строки № 6.

2. **Табличная сетка:** Вертикальные линии таблиц часто распознаются как «1», «I» или «l», что искажает баллы.

3. **Фатальность ошибок:** Если в обычном тексте опечатка не критична, то в ведомости перепутанные «3» и «8» ведут к серьезным последствиям. Точность распознавания рукописных или плохо распечатанных бланков едва достигала 85%.

Платные API корпоративного уровня справляются с этим лучше, но их использование требует постоянной оплаты за каждый запрос (SaaS), что противоречит идее независимого бесплатного ПО для вуза. Поэтому было решено заморозить эксперименты с OCR и направить все усилия на надежный алгоритмический парсинг цифровых оригиналов (Word/Excel).

**Заключение.** В рамках работы была спроектирована и написана масштабируемая серверная часть и клиентский интерфейс системы мониторинга успеваемости студентов. Созданная база данных MySQL обеспечивает целостность, непротиворечивость и высокую скорость доступа к массивам оценок.

Разработанные алгоритмы эвристического парсинга позволяют легко интегрировать систему в текущий документооборот вуза, избавляя преподавателей от ручного переноса данных. Наличие продуманных

графических режимов (подробная ведомость и компактный список долгов) ускоряет работу учебного отдела. Жесткое соблюдение транзакционной логики и протоколов защиты (SQL-инъекции, XSS) делает комплекс пригодным для безопасной эксплуатации в рамках университета.

### **Список литературы**

1. Шварц Б. MySQL по максимуму: оптимизация, репликация, резервное копирование / Б. Шварц, П. Зайцев, В. Ткаченко; пер. с англ. – 3-е изд. – СПб.: Питер, 2018. – 864 с.
2. Никсон Р. Создаем динамические веб-сайты с помощью PHP, MySQL, JavaScript, CSS и HTML5 / Р. Никсон; пер. с англ. – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2016. – 768 с.
3. Хавербеке М. Выразительный JavaScript. Современное веб-программирование / М. Хавербеке; пер. с англ. – 3-е изд. – СПб.: Питер, 2019. – 480 с.

© Седешев И.А., Алексеев Л.В., Буренков И.Н.,  
Герасименко Е.А., Луценко А.А.

## **ПРИМЕНЕНИЕ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ В ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИИ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ОТЗЫВОВ**

**Копытина Римма Дмитриевна**

студент

Национальный исследовательский университет «МИЭТ»

**Аннотация:** В статье рассматривается применение больших языковых моделей для автоматизации обработки пользовательских отзывов в электронной коммерции. Описаны задачи анализа тональности, выделения ключевых аспектов отзыва, генерации ответа, настройки тона коммуникации и последующей модерации оператором. Отдельное внимание уделяется ограничениям таких систем, включая защиту персональных данных, контроль качества ответов и снижение риска генерации недостоверной информации.

**Ключевые слова:** большие языковые модели, пользовательские отзывы, маркетплейс, анализ тональности, генерация ответов, веб-приложение, модерация, искусственный интеллект.

## **APPLICATION OF LARGE LANGUAGE MODELS IN A WEB APPLICATION FOR AUTOMATED PROCESSING OF USER REVIEWS**

**Kopytina Rimma Dmitrievna**

**Abstract:** The article examines the use of large language models for automating the processing of user reviews in e-commerce. The paper describes sentiment analysis, extraction of key review aspects, response generation, tone adjustment and operator moderation. Special attention is paid to system limitations, including personal data protection, response quality control and reduction of the risk of generating inaccurate information.

**Key words:** large language models, user reviews, marketplace, sentiment analysis, response generation, web application, moderation, artificial intelligence.

## **Введение**

В условиях стремительного развития электронной коммерции и роста объёмов онлайн-продаж эффективная коммуникация с клиентами становится ключевым фактором успеха для маркетплейсов. Отзывы покупателей — это не только источник ценной информации о товарах и услугах, но и мощный инструмент формирования репутации бренда. Однако ручная обработка миллионов отзывов является трудоёмкой, дорогостоящей и часто неэффективной задачей. Это подчёркивает актуальность автоматизации клиентской коммуникации, в частности анализа тональности отзывов и генерации релевантных ответов.

Большие языковые модели применяются в задачах обработки естественного языка, включая классификацию тональности, извлечение сущностей и генерацию текстовых ответов.

## **Обзор существующих решений**

В настоящее время на рынке существует ряд решений для автоматизации обработки клиентских отзывов, а задачи анализа онлайн-отзывов рассматриваются как одно из прикладных направлений обработки естественного языка [5]. К таким решениям относятся Otveto, MP Manager и Spix, которые предоставляют функционал для сбора, анализа и управления отзывами. Эти платформы часто интегрируются с API крупных маркетплейсов, таких как Ozon, Wildberries и Яндекс.Маркет, для централизованного управления обратной связью.

## **Теоретические основы: архитектура больших языковых моделей**

В основе современных LLM лежат архитектуры трансформеров [1], которые существенно повлияли на развитие методов обработки естественного языка. Эти модели отличаются способностью обрабатывать последовательности данных параллельно и эффективно учитывать контекстные зависимости на больших расстояниях.

## **Основные архитектуры LLM**

GPT-семейство (Generative Pre-trained Transformer): Эти модели являются авторегрессионными и ориентированы на генерацию текста.

BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers): Разработанный Google, BERT фокусируется на понимании текста. Он использует только кодировщик трансформера [2].

Российские LLM (GigaChat, YandexGPT): В России активно развиваются собственные большие языковые модели. GigaChat, разработанный Сбером, и YandexGPT, созданный Яндексом, являются примерами моделей, адаптированных для русского языка. Они обучаются на обширных русскоязычных корпусах данных, что позволяет им лучше понимать нюансы языка, культурные особенности и специфику русскоязычного сегмента маркетплейсов. Для русскоязычных задач обработки текста важно учитывать качество модели на специализированных русскоязычных датасетах и бенчмарках [3, 4].

### **Методы анализа отзывов и генерации ответов**

Применение больших языковых моделей для автоматизации обработки отзывов на маркетплейсах включает в себя два основных направления: анализ тональности отзывов и генерация ответов.

#### **Методы анализа отзывов**

Классификация тональности (Sentiment Classification):

Общая тональность: LLM могут быть дообучены (fine-tuned) для определения общей тональности отзыва (положительная, отрицательная, нейтральная). Для этого используются специализированные наборы данных, размеченные по тональности. Модели, такие как BERT, отлично подходят для этой задачи благодаря своей способности извлекать контекстуальные признаки из текста. Например, модель может классифицировать отзыв «Товар пришёл быстро, но упаковка была повреждена» как «нейтральный» или «смешанный», если она обучена на таких нюансах.

Многоаспектная тональность (Aspect-Based Sentiment Analysis – ABSA): Это более сложная задача, которая включает не только определение общей тональности, но и выявление отношения пользователя к конкретным аспектам продукта или услуги (например, «качество товара», «скорость доставки», «обслуживание»). LLM могут быть использованы для выделения этих аспектов и присвоения им тональности. Так, в отзыве «Качество телефона отличное, но доставка была долгой» LLM может определить, что отношение к «качеству телефона» положительное, а к «доставке» — отрицательное.

Извлечение сущностей и ключевых фраз: LLM способны эффективно извлекать из отзывов важные сущности (названия продуктов, бренды, характеристики) и ключевые фразы, которые описывают основные проблемы или преимущества. Это помогает быстро понять суть отзыва и категоризировать его.

Семантический анализ и тематическое моделирование: более глубокий семантический анализ с использованием LLM позволяет выявлять неявные смыслы и подтекст в отзывах, что особенно важно для выявления скрытых проблем или потребностей клиентов. Тематическое моделирование, основанное на LLM, может автоматически группировать отзывы по темам (например, «проблемы с размером», «несоответствие описанию», «высокое качество») без предварительного задания категорий.

### **Методы генерации ответов**

Автоматическая генерация ответов: LLM, особенно модели семейства GPT, могут применяться для генерации и персонализации ответов на пользовательские отзывы [6, 7]. Это значительно ускоряет процесс коммуникации с клиентами. Модель может быть обучена генерировать различные типы ответов:

Благодарность за положительные отзывы: «Спасибо за ваш приятный отзыв! Мы очень рады, что Вам понравился наш товар».

Извинения и предложения решения для негативных отзывов: «Нам очень жаль, что Вы столкнулись с такой проблемой. Пожалуйста, свяжитесь с нашей службой поддержки для решения вопроса».

Информационные ответы: «Мы ценим ваш отзыв. Данный товар доступен в нескольких цветах, список которых указан в описании».

Контролируемая генерация: Этот метод позволяет управлять стилем, тональностью и содержанием генерируемого ответа с помощью специальных промптов или параметров. Например, можно задать стиль ответа как «формальный», «дружелюбный» или «эмпатичный». Это особенно полезно для поддержания единого тона бренда в общении с клиентами.

Персонализация ответов: LLM могут создавать персонализированные ответы, учитывая индивидуальные детали отзыва, историю покупок клиента (если интегрированы соответствующие данные) и даже его эмоциональное состояние, выявленное в процессе анализа тональности. Такие ответы повышают лояльность клиентов и улучшают их опыт взаимодействия с маркетплейсом.

Retrieval-Augmented Generation (RAG): Для повышения точности и актуальности генерируемых ответов LLM могут быть интегрированы с системами извлечения информации [8].

### **Архитектура применения LLM в веб-приложении**

В проектируемом веб-приложении обработка отзыва может быть представлена как последовательность этапов: поступление отзыва в карточку обработки, предварительный анализ текста, определение тональности и ключевых аспектов, генерация проекта ответа, проверка оператором, редактирование и подтверждение публикации. Такой подход не предполагает полностью автоматическую публикацию ответа: итоговое решение остаётся за оператором. Это снижает риск некорректной реакции на негативные отзывы и позволяет учитывать контекст обращения пользователя.

Эффективность этих методов зависит от качества обучающих данных, специфики предметной области (в данном случае — отзывов на маркетплейсах) и архитектуры, выбранной LLM. Для русского языка и российского e-commerce рынка важна адаптация моделей и использование специализированных корпусов [3].

### **Ограничения и риски автоматизации общения**

Автоматизация общения с клиентами на маркетплейсах с помощью больших языковых моделей (LLM) поднимает ряд важных этических и лингвистических вопросов, которые необходимо учитывать для успешного и ответственного внедрения этих технологий.

#### **Этические аспекты**

##### *Прозрачность и ответственность*

Проблема «чёрного ящика»: LLM часто функционируют как «чёрный ящик», что затрудняет понимание логики их решений и генерации ответов. Это создаёт вызов для обеспечения прозрачности в автоматизированной коммуникации. В связи с этим при внедрении автоматизированной коммуникации необходимо учитывать вопрос прозрачности взаимодействия пользователя с системой. Распределение ответственности: в случае ошибок, неэтичных или дискриминационных ответов, возникают вопросы о том, кто несёт ответственность: разработчик модели, платформа маркетплейса или продавец. Необходимы чёткие регламенты и механизмы отслеживания и исправления таких ситуаций.

##### *Конфиденциальность и защита данных*

Обработка персональных данных: LLM обучаются и функционируют на огромных объёмах данных, включая пользовательские отзывы, которые могут содержать личную информацию. Обеспечение конфиденциальности и

соответствие законодательству о персональных данных (например, ФЗ-152 в России) является критически важным [10].

Риск утечек данных: использование облачных LLM или сторонних сервисов для обработки отзывов может увеличить риск утечек конфиденциальных данных. Необходимо разрабатывать безопасные архитектуры и протоколы передачи данных.

#### *Справедливость и отсутствие предвзятости*

Предвзятость в данных: LLM могут усваивать предвзятости из обучающих данных, что может привести к дискриминационным или несправедливым ответам. Например, модель может демонстрировать предвзятость в отношении определённых групп пользователей или типов товаров [9].

Соблюдение этических норм: автоматизированные системы должны быть разработаны таким образом, чтобы избегать оскорбительного, уничижительного или манипулятивного языка. Это требует тщательной фильтрации обучающих данных и постоянного мониторинга генерируемых ответов.

### **Лингвистические аспекты**

#### *Естественность и адекватность ответов*

Понимание нюансов языка: LLM всё ещё могут испытывать трудности с пониманием сарказма, иронии, метафор и культурно-специфичных выражений, что может привести к неадекватным ответам. Для русского языка это особенно актуально, учитывая его богатство и сложность.

#### *Согласованность тона и стиля*

Поддержание тона бренда: автоматически генерируемые ответы должны соответствовать общему тону и стилю коммуникации бренда. Это требует тщательной настройки моделей и контроля их выхода.

Адаптация к контексту: модель должна быть способна адаптировать стиль и тональность ответа в зависимости от контекста отзыва (например, более сочувственный тон для негативного отзыва, более восторженный для позитивного).

### **Пути решения**

Для минимизации этических и лингвистических рисков необходимо применять комплексный подход:

Разработка этических руководств: создание чётких правил и стандартов для использования LLM в клиентской коммуникации.

Гибридные системы: сочетание автоматических систем с человеческим контролем. Человек может перехватывать сложные или чувствительные запросы, а также проверять качество генерируемых ответов.

Постоянный мониторинг и аудит: регулярный анализ производительности LLM, выявление предвзятостей и ошибок, а также их оперативное исправление.

Использование локализованных моделей: применение LLM, специально обученных на данных русского языка и адаптированных к российской культуре (например, GigaChat, YandexGPT).

Обратная связь с пользователями: сбор обратной связи от клиентов о качестве автоматизированного общения для постоянного улучшения системы.

Учёт этих аспектов позволит маркетплейсам внедрять LLM-системы обработки отзывов не только эффективно, но и этично, поддерживая высокий уровень доверия и удовлетворённости клиентов.

### **Заключение**

Автоматизация обработки отзывов на маркетплейсах с использованием больших языковых моделей позволяет ускорить анализ пользовательских сообщений, выделить ключевых аспектов и подготовку проектов ответов. Наиболее рациональным является гибридный подход, при котором LLM выполняет предварительную обработку и генерацию текста, а оператор проверяет, редактирует и подтверждает итоговый ответ.

Для практического применения такой системы в веб-приложении необходимо учитывать требования к модерации, настройке тона коммуникации, журналированию действий, защите персональных данных и снижению риска генерации недостоверной информации. Поэтому LLM следует рассматривать не как замену оператору, а как инструмент поддержки принятия решений при обработке пользовательских отзывов.

### **Список литературы**

1. Vaswani A., Shazeer N., Parmar N., Uszkoreit J., Jones L., Gomez A.N., Kaiser L., Polosukhin I. Attention Is All You Need [Электронный ресурс]. – 2017. – URL: <https://arxiv.org/abs/1706.03762> (дата обращения 05.07.2026).

2. Devlin J., Chang M.-W., Lee K., Toutanova K. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding [Электронный ресурс]. – 2018. – URL: <https://arxiv.org/abs/1810.04805> (дата обращения 05.07.2026).
3. Fenogenova A., Tikhonova M., Mikhailov V., Shavrina T., Emelyanov A., Shevelev D., Kukushkin A., Malykh V., Artemova E. Russian SuperGLUE 1.1: Revising the Lessons not Learned by Russian NLP models [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://arxiv.org/abs/2202.07791> (дата обращения 05.07.2026).
4. Golubev A., Rusnachenko N., Loukachevitch N. RuSentNE-2023: Evaluating Entity-Oriented Sentiment Analysis on Russian News Texts [Электронный ресурс]. – 2023. – URL: <https://arxiv.org/abs/2305.17679> (дата обращения 05.07.2026).
5. Malik N., Bilal M. Natural language processing for analyzing online customer reviews: a survey, taxonomy, and open research challenges [Электронный ресурс] // PeerJ Computer Science. – 2024. – Vol. 10. – e2203. – DOI: 10.7717/peerj-cs.2203. – URL: <https://peerj.com/articles/cs-2203> (дата обращения 05.07.2026).
6. Peng B., Ling X., Chen Z., Sun H., Ning X. eCeLLM: Generalizing Large Language Models for E-commerce from Large-scale, High-quality Instruction Data [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://arxiv.org/abs/2402.08831> (дата обращения 05.07.2026).
7. Gong M., Huang X., Yang C., Peng X., Wang H., Liu Y., Jiang L. MindFlow: Revolutionizing E-commerce Customer Support with Multimodal LLM Agents [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: <https://arxiv.org/abs/2507.05330> (дата обращения 05.07.2026).
8. Lewis P., Perez E., Piktus A., Petroni F., Karpukhin V., Goyal N., Küttler H., Lewis M., Yih W., Rocktäschel T., Riedel S., Kiela D. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks [Электронный ресурс] // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2020. – Vol. 33. – URL: <https://proceedings.neurips.cc/paper/2020/hash/6b493230205f780e1bc26945df7481e5-Abstract.html> (дата обращения 05.07.2026).
9. Bender E.M., Gebru T., McMillan-Major A., Shmitchell S. On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big? [Электронный ресурс] // Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency. – 2021. – P. 610–623. – DOI: 10.1145/3442188.3445922. – URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3442188.3445922> (дата обращения 05.07.2026).

10. Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных» [Электронный ресурс] // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: <https://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102108261> (дата обращения 05.07.2026).

© Копытина Р.Д., 2026

# **СЕКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

УДК 664.849:613.22:664.8.039.51

**РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОВОЩНЫХ ПЮРЕ  
ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ  
СВЧ-БЛАНШИРОВАНИЯ**

**Шишкова Алина Алексеевна**

студент магистратуры

**Крякунова Елена Вячеславовна**

к.б.н., доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»

**Аннотация:** В работе представлены три варианта рецептурных составов функциональных овощных пюре для детского питания, сбалансированных по содержанию макро- и микронутриентов. Экспериментально доказано преимущество СВЧ-бланширования при мощности 600 Вт над традиционными способами тепловой обработки, т.к. СВЧ-обработка обеспечивает сохранение витамина С и предотвращает потерю сухих веществ.

**Ключевые слова:** овощное пюре, детское питание, СВЧ-обработка, бланширование, витамин С.

**DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL VEGETABLE PUREES  
FOR BABY FOOD USING MICROWAVE BLANCHING**

**Shishkova Alina Alekseevna**

**Kryakunova Elena Vyacheslavovna**

**Abstract:** The paper presents three formulations of functional vegetable purees for baby food balanced in macro- and micronutrient content. Experiments have demonstrated the advantage of microwave blanching at 600 W over traditional heat treatment methods, as microwave blanching preserves vitamin C and prevents dry matter loss.

**Key words:** vegetable puree, baby food, microwave blanching, vitamin C.

В современной России стратегическим приоритетом государственной политики является обеспечение продовольственной безопасности и здорового

питания населения, особенно детей. Одним из основных направлений Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации является обеспечение детей полноценным питанием, соответствующим возрастным физиологическим нормам потребления пищевых веществ и энергии. Дети дошкольного возраста находятся в периоде активного роста и развития, когда потребность в макро- и микронутриентах существенно возрастает. Употребление овощей в данном возрасте играет важную роль в формировании пищевых привычек, профилактике алиментарно-зависимых заболеваний и обеспечении нормального функционирования пищеварительной системы. Овощное пюре представляет собой функциональный продукт, обеспечивающий организм ребенка витаминами, минеральными веществами, пищевыми волокнами и биологически активными соединениями растительного происхождения. Вместе с тем производство таких продуктов сталкивается с рядом технологических вызовов: сохранение витаминного комплекса при тепловой обработке, обеспечение микробиологической безопасности, создание привлекательных органолептических характеристик и достижение оптимальной консистенции пюреобразной массы [1].

Таким образом, производство специализированной продукции для детского питания является крайне актуальной задачей и требует особого подхода к выбору сырьевой базы, технологических режимов обработки и контроля качества на всех этапах производственного цикла.

Цель работы: разработать сбалансированные рецептурные составы функциональных овощных пюре для детского питания и определить оптимальные режимы тепловой обработки овощного сырья.

Основным сырьем для производства овощного пюре являются овощи различных ботанических семейств: корнеплоды (морковь, свекла), тыквенные (кабачок, тыква), пасленовые (томат, перец), бобовые (горох, фасоль), капустные (брокколи, цветная капуста, белокочанная капуста), луковые (лук репчатый, лук-порей). Каждый вид овощного сырья характеризуется специфическим химическим составом, содержанием биологически активных веществ, технологическими свойствами и вкусо-ароматическими характеристиками, что определяет его функциональное назначение в составе готового продукта [2]. Сахаросодержащие овощи (свекла, морковь, тыква) богаты моносахаридами и дисахаридами (6–11% в свекле, 5–8% в моркови), обладают естественной сладостью и хорошо сочетаются в рецептурах с менее сладкими овощами. Овощи с высоким содержанием пищевых волокон (капуста

белокочанная – 2,0 г/100 г, брокколи – 2,6 г/100 г, зеленый горошек – 5,5 г/100 г) способствуют нормализации моторики желудочно-кишечного тракта и формированию здоровой микробиоты кишечника [3].

Витамины обеспечивают правильное протекание обменных процессов в организме, способствуют укреплению иммунитета и поддержанию работы всех органов и тканей, играя роль регуляторов жизнедеятельности организма. Морковь содержит витамины группы В (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, фолиевую кислоту), витамин С (5–8 мг/100 г), витамин К. Тыква богата аскорбиновой кислотой (8–15 мг/100 г) и пектиновыми веществами, обладает низкой кислотностью и нежной текстурой. Массовая доля сухих веществ в мякоти тыквы составляет 6–12%, в том числе сахаров – 4–8%, что позволяет получать продукт с естественной сладостью без дополнительного внесения сахарозы. Кабачок содержит витамин С (15–20 мг/100 г), витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, фолиевую кислоту, небольшое количество каротиноидов (0,03–0,06 мг/100 г). Капуста брокколи отличается высокой биологической ценностью благодаря содержанию витамина С (70–90 мг/100 г), фолиевой кислоты (63 мкг/100 г), витамина К (101 мкг/100 г), а также уникальных антиоксидантов – глюкозинолатов [4–6].

Высокое содержание β-каротина в овощах также следует учитывать при разработке рецептуры овощного пюре, т.к. β-каротин (провитамин А), который в организме человека превращается в ретинол – витамин, необходимый для нормального развития зрительной системы, роста и дифференцировки клеток эпителиальной ткани. Содержание β-каротина в моркови составляет 6–12 мг/100 г сырого продукта, в тыкве – 2–10 мг/100 г [4]. Биодоступность каротиноидов повышается при термической обработке овощей с добавлением растительного масла, так как каротиноиды являются жирорастворимыми соединениями. Аскорбиновая кислота в наибольших количествах содержится в сладком перце (150–200 мг/100 г), брокколи (70–90 мг/100 г), цветной капусте (50–70 мг/100 г), брюссельской капусте (85–100 мг/100 г), однако витамин С частично разрушается при тепловой обработке, поэтому технология производства овощных пюре предусматривает щадящие режимы нагрева [7].

Вспомогательное сырье в производстве овощного пюре для детского питания включает воду питьевую, соль пищевую, растительные масла (подсолнечное, кукурузное, оливковое), соответствующие государственным стандартам, витаминно-минеральные премиксы, разрешенные для использования в продукции детского питания [8]. Функциональные ингредиенты в технологии овощного пюре для детского питания играют

различные роли: обогащение продукта биологически активными веществами, улучшение органолептических характеристик, стабилизация консистенции, повышение пищевой ценности. К функциональным ингредиентам относятся растительные масла (подсолнечное, кукурузное, оливковое), которые являются источниками незаменимых полиненасыщенных жирных кислот (линолевой,  $\alpha$ -линоленовой) и витамина Е, необходимых для нормального развития нервной системы и мембран клеток детского организма. Рекомендуемая дозировка растительного масла в составе овощного пюре составляет 3–5% от массы готового продукта [9].

Разработка рецептурных составов овощного пюре для детей дошкольного возраста (табл. 1) основывается на принципах сбалансированного питания, учитывающих физиологические потребности детского организма в энергии, макро- и микронутриентах, установленных в МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации». Согласно данному документу, для детей дошкольного возраста суточная потребность в энергии составляет 1400–1800 ккал, в белках – 42–54 г, жирах – 47–60 г, углеводах – 203–261 г, пищевых волокнах – 10–15 г. Одна порция овощного пюре массой 100 г должна обеспечивать 5–8% от суточной потребности в энергии и 10–15% от суточной потребности в витаминах и минеральных веществах.

**Таблица 1**

**Рецептурный состав овощных пюре**

| Наименование сырья                                 | Содержание компонентов, г |             |             |
|----------------------------------------------------|---------------------------|-------------|-------------|
|                                                    | Рецептура 1               | Рецептура 2 | Рецептура 3 |
| Тыква свежая очищенная                             | 450                       | 300         | 250         |
| Морковь свежая очищенная                           | 400                       | 250         | 100         |
| Кабачок свежий очищенный                           | -                         | 200         | 200         |
| Капуста брокколи свежая                            | -                         | 150         | 350         |
| Масло подсолнечное рафинированное дезодорированное | 30                        | 40          | 40          |
| Соль пищевая                                       | 3                         | 3           | 3           |
| Кислота лимонная                                   | 0,5                       | 0,5         | 0,5         |
| Кислота аскорбиновая                               | -                         | -           | 0,05        |
| Вода питьевая                                      | 116,5                     | 56,5        | 56,45       |
| ИТОГО                                              | 1000,0                    | 1000,0      | 1000,0      |

Определение пищевой ценности разработанных рецептов проводилось расчетным методом на основе справочных данных о химическом составе овощного сырья с учетом изменений, происходящих при тепловой обработке.

Сравнительный анализ пищевой ценности разработанных рецептов представлен в таблице 2.

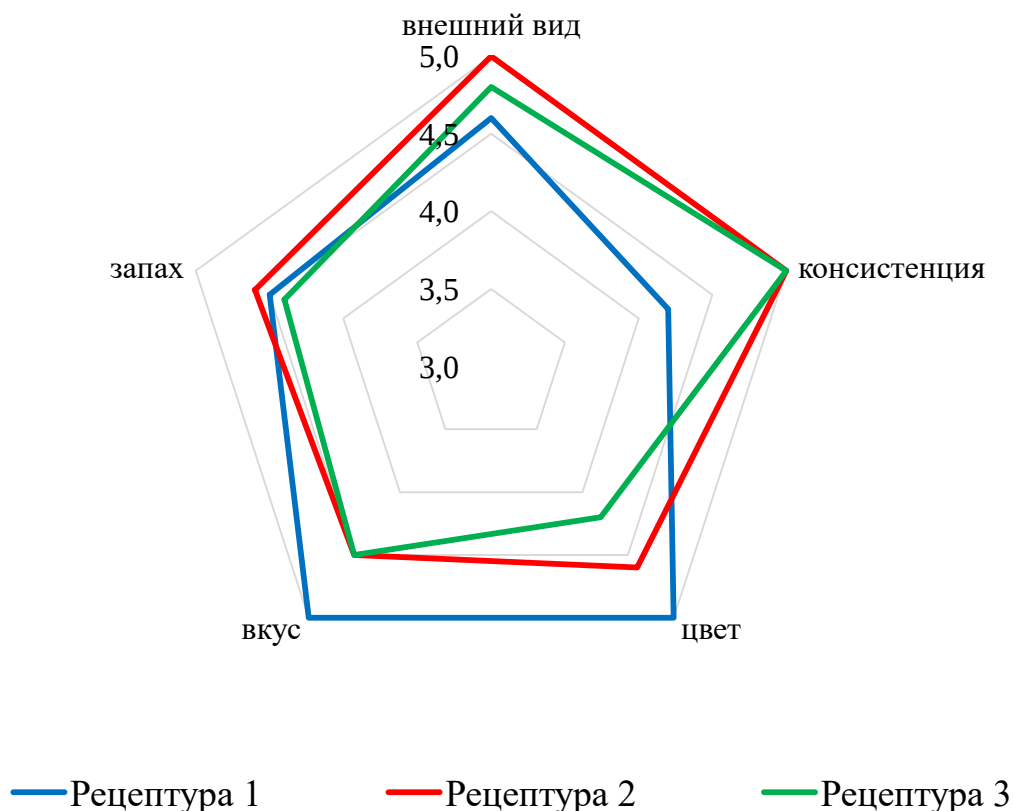
**Таблица 2**

**Сравнительная характеристика пищевой ценности разработанных рецептов овощного пюре (в 100 г готового продукта)**

| Показатель                    | Рецептура № 1 | Рецептура № 2 | Рецептура № 3 |
|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Энергетическая ценность, ккал | 62            | 58            | 56            |
| Белки, г                      | 0,9           | 1,2           | 1,8           |
| Жиры, г                       | 3,1           | 3,5           | 3,6           |
| Углеводы, г                   | 7,8           | 6,4           | 5,2           |
| Пищевые волокна, г            | 1,8           | 2,1           | 2,4           |
| β-каротин, мг                 | 4,2           | 2,8           | 1,9           |
| Витамин С, мг                 | 6,5           | 11,5          | 28,5          |
| Витамин Е, мг                 | 2,8           | 3,1           | 3,2           |
| Калий, мг                     | 210           | 245           | 268           |
| Кальций, мг                   | 26            | 32            | 42            |
| Фолиевая кислота, мкг         | 12            | 18            | 32            |

Анализ данных таблицы 2 показывает, что рецептура № 1 характеризуется наиболее высоким содержанием β-каротина и углеводов, что обусловлено преобладанием в составе тыквы и моркови – овощей с высокой концентрацией каротиноидов и сахаров. Рецептура № 2 отличается сбалансированным содержанием основных нутриентов и промежуточными значениями витаминов и минеральных веществ. Рецептура № 3 превосходит другие варианты по содержанию белка, витамина С, фолиевой кислоты, кальция и калия, что делает ее наиболее функциональной с точки зрения обогащения рациона детей дошкольного возраста эссенциальными нутриентами.

Органолептические характеристики разработанных рецептур оценивались по следующим показателям: внешний вид, консистенция, цвет, вкус и запах (рис. 1). Средний балл по органолептическим показателям для всех рецептур составляет 4,6–4,7 балла.



**Рис. 1. Профилограмма оценки органолептических показателей овощного пюре**

Технологический процесс производства овощного пюре для детского питания представляет собой последовательность взаимосвязанных операций, направленных на преобразование исходного овощного сырья в готовый продукт с заданными показателями качества, безопасности и пищевой ценности. Традиционная технологическая схема производства консервированного овощного пюре для детского питания включает следующие основные стадии: приемка и сортировка сырья; мойка; инспекция и удаление дефектных экземпляров; очистка от кожицы и удаление несъедобных частей; повторная мойка; измельчение; тепловая обработка (бланширование, варка, припускание); протирание (гомогенизация); составление рецептурной смеси;

деаэрация; фасование в потребительскую тару; укупоривание; стерилизация; охлаждение; маркировка и упаковка готовой продукции.

Сохранение витаминного комплекса овощного сырья в процессе производства пюре для детского питания является одной из важнейших технологических задач, решение которой определяет биологическую ценность готового продукта и его функциональную эффективность. Витамины, особенно водорастворимые (витамин С, витамины группы В, фолиевая кислота), являются наиболее лабильными компонентами овощного сырья, подверженными разрушению под воздействием кислорода воздуха, высоких температур, света, ферментов и изменения рН среды. Потери витаминов на различных этапах технологического процесса могут достигать 50–70%, что существенно снижает пищевую ценность готового продукта.

Известно, что основной целью тепловой обработки (бланширования) измельченного сырья является изменения его структурно-механических свойств, обеспечивающие размягчение тканей, увеличение клеточной проницаемости и инактивацию ферментов. Однако этап тепловой обработки является наиболее критичным с точки зрения потерь витаминов. Традиционная варка овощей в воде при температуре 95–100°C сопровождается значительными потерями водорастворимых витаминов за счет термической деструкции и перехода в отвар. Жирорастворимые витамины ( $\beta$ -каротин, витамин Е) более устойчивы к тепловой обработке, их потери не превышают 10–15% [10]. Анализ влияния способа тепловой обработки моркови на сохранность витаминов представлен в таблице 3.

Альтернативным способом тепловой обработки является СВЧ-нагрев, при котором энергия электромагнитного поля сверхвысокой частоты (2450 МГц) преобразуется в тепловую энергию непосредственно в объеме продукта за счет колебаний диполей воды. СВЧ-нагрев характеризуется высокой скоростью повышения температуры (до 10°C/мин), равномерностью прогрева по объему продукта и возможностью быстрой инактивации окислительных ферментов [11]. В связи с этим были проведены исследования по выявлению эффективности применения СВЧ-излучения для тепловой обработки овощного сырья. Овощи предварительно были промыты, очищены и нарезаны на кубики размером 10×10 см (за исключением брокколи, которую бланшировали в целом виде для уменьшения возможных потерь в сухих веществах и витамине С). Обработка в СВЧ-печи проводилась при режимах, представленных в таблице 4.

Таблица 3

**Сохранность витаминов в моркови при различных способах  
тепловой обработки**

| Способ обработки                                   | Продолжи-<br>тельность, мин | Витамин<br>С, % | Витамин<br>В1, % | Фолиевая<br>кислота, % | β-каротин,<br>% |
|----------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------|------------------|------------------------|-----------------|
| Варка в воде при 95°C                              | 20                          | 52              | 67               | 58                     | 85              |
| Паровая обработка при 100°C                        | 15                          | 62              | 75               | 68                     | 88              |
| Паровая обработка под давлением 0,08 МПа при 112°C | 10                          | 65              | 78               | 70                     | 90              |
| СВЧ-нагрев при мощности 600 Вт                     | 5                           | 70              | 82               | 74                     | 92              |
| Комбинированная обработка (бланширование + пар)    | 12                          | 73              | 85               | 78                     | 94              |

Таблица 4

**Режимы СВЧ-обработки овощного сырья**

| Мощность СВЧ-печи         | Продолжительность обработки, мин. |         |       |         |
|---------------------------|-----------------------------------|---------|-------|---------|
|                           | брокколи                          | моркови | тыквы | кабачка |
| 300 Вт (разморозка)       | 4,5                               | 6,5     | 5,0   | 4,0     |
| 600 Вт (средняя мощность) | 3,0                               | 5,0     | 3,5   | 2,5     |

С целью выявления эффективного режима обработки сырья в СВЧ-печи, обеспечивающего максимальное сохранение термолабильных функциональных ингредиентов, были определены потери витамина С в процессе тепловой обработки. В ходе проведенных экспериментов было установлено, что при обработке паром потери витамина С составляют 27–28% для брокколи и тыквы, 36–38% для моркови и кабачка, тогда как при использовании режима СВЧ-обработки 300 Вт потери витамина С находились в пределах 10–14%, а при режиме СВЧ-обработки 600 Вт – не превышали 4–8%. Установлено, что увеличение мощности СВЧ-обработки до 600 Вт сокращает время термообработки практически на треть. Режим 600 Вт является оптимальным, т.к. минимизация времени воздействия СВЧ-излучения способствует предотвращению разваривания овощей и сохранению витамина С.

Также было установлено, что при бланшировании паром у всех видов овощного сырья наблюдается снижение массовой доли сухих веществ от 4,8% у кабачка до 9,4% у брокколи в результате перехода части их в отвар. В свою очередь обработка овощного сырья в СВЧ-печи при 600 Вт приводит к увеличению массовой доли сухих веществ на 13,7% у моркови, 21,4% у брокколи, 21,5% у тыквы, на 25,5% у кабачка вследствие частичного обезвоживания сырья под действием СВЧ-излучения.

Таким образом, в работе были рассмотрены 3 рецептуры функциональных овощных пюре для детского питания, удовлетворяющие до 30% суточной потребности дошкольников в витаминах и питательных веществах. Экспериментально показано, что бланширование овощей в СВЧ-печи при 600 Вт является оптимальным режимом, позволяющим сохранить витамины в продукте и предотвратить потерю сухих веществ.

### **Список литературы**

1. Павловская Л.М. Специализированное овощное питание для детей дошкольного и школьного возраста / Л.М. Павловская, Д.А. Сафронова, Н.А. Баровская // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2020. – Т. 13. – № 4 (50). – С. 24–32.
2. Атаева А. Классификация пищевых продуктов / А. Атаева, С. Гараджаева, Н. Ашырдурдыева // IN SITU. – 2024. – № 10. – С. 55–58.
3. Тарасова А.А. Классификация и перспективы развития рынков картофеля и овощей / А.А. Тарасова, М.М. Галеев // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4 (67). – С. 216–220.
4. Показатели качества экстрактов и сублиматов в виде порошков, полученных при безотходной технологии переработки овощей и фруктов / А.Т. Васюкова, Е.М. Мазуркевич, Р.А. Дварс [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2023. – Т. 11. – № 4. – С. 44–54.
5. A Comprehensive Review on Formulation of Baby Foods: Nutraceutical potential of Fruits, Vegetables, Cereals and Probiotics in Baby Food Preparation [Электронный ресурс] / N. Akhter, D. Majid, J. A. Rather [et al.] // Current Food Science and Technology Reports – 2024. – Vol. 2(3). – P. 255–270.
6. Nutritional Assessment of Baby Food Available in Italy [Электронный ресурс] / A. Antignani, R. Francavilla, A. Vania [et al.] // Nutrients. – 2022. –

Vol. 14. – iss. 18. – Art. 3722. – Режим доступа: URL: <https://www.mdpi.com/2072-6643/14/18/3722> (дата обращения 10.06.2026).

7. Bazarova R.A. Development of a recipe and technology for producing baby puree from melon crops [Электронный ресурс] / R.A. Bazarova, R.R. Akramova // ICARHSE. International Conference on Advance Research in Humanities, Sciences and Education. – 2025. – Режим доступа: URL: <https://conferencea.org/index.php/conferenceas/article/view/1808> (дата обращения 10.06.2026).

8. Касьянов Г.И. Научно-экспериментальное обоснование получения овощных порошков из корнеплодов для производства пищекокцентратов первых обеденных блюд специализированного назначения / Г.И. Касьянов, Э.Ю. Мишкевич // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4 (139). – С. 161–168.

9. Огнева О.А. Разработка рецептур комбинированных продуктов с функциональными свойствами / О.А. Огнева, Н.С. Безверхая // Новые технологии. – 2021. – Т. 17. – № 1. – С. 64–69.

10. Садуллаев Д.М. Исследование процессов физической обработки фруктов и овощей с целью оптимизации производства / Д.М. Садуллаев, А.У. Шингисов // Universum: технические науки. – 2024. – № 4 (121). – С. 31–32.

11. Торсунова Е.О. Растительные порошки в питании детей раннего возраста / Е.О. Торсунова // Инновационная наука. – 2023. – № 3 (2). – С. 63–66.

© Шишкова А.А., Крякунова Е.В., 2026

**РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО СИСТЕМЕ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДОКУМЕНТИРОВАНИЯ  
СХЕМ БАЗ ДАННЫХ**

**Божкова Анна Николаевна**

студент

АНОО ВО «Воронежский институт высоких технологий»

**Попова Ксения Михайловна**

**Ляпустина Екатерина Александровна**

студенты

Колледж Воронежского института высоких технологий

**Аннотация:** В статье рассмотрен подход, на основе которого реализуется процесс автоматизированного документирования для схем баз данных. Даны предложения по функциональным возможностям пользователя. Показано, каким образом осуществляется процесс генерации диаграмм.

**Ключевые слова:** база данных, процесс, документирование, разработка.

**DEVELOPMENT OF PROPOSALS FOR A SYSTEM OF AUTOMATED  
DOCUMENTATION OF DATABASE SCHEMES**

**Bozhkova Anna Nikolaevna**

**Popova Kseniya Mikhailovna**

**Lyapustina Ekaterina Alexandrovna**

**Abstract:** The article discusses the approach on the basis of which the process of automated documentation for database schemas is implemented. Suggestions for the user's functionality are given. It is shown how the process of generating diagrams is carried out.

**Key words:** database, process, documentation, development.

В современных условиях разработки программного обеспечения в различных компаниях большое внимание уделяют автоматизации процессов сопровождения и документирования информационных систем. В качестве одного из основных компонентов подобных систем являются базы данных. Для них происходит постепенное усложнение структуры. Характеристики

функционирования баз данных, а также упрощение в групповой работе пользователей обеспечивается за счет поддержки прозрачности архитектуры и актуальных схем. Это определяет необходимость того, что для документации осуществляется процесс регулярного обновления [1].

Структура баз данных достаточно часто описывается на основе ER-диаграмм. При этом достаточно часто вручную реализуют процессы формирования и обновления подобных диаграмм. Это ведет к заметным временным затратам и увеличивает вероятность ошибок. С такой проблемой можно столкнуться в условиях параллельной разработки [2], когда изменения в структуре базы данных вносятся несколькими разработчиками одновременным образом.

В существующих на настоящий момент инструментах документирования баз данных можно отметить ограниченные возможности автоматизации. Не поддерживается интеграция с процессами непрерывной интеграции и доставки. Это затрудняет включение процесса документирования в общий цикл разработки и снижает актуальность создаваемой документации [3]. Также многие решения используют закрытые форматы хранения диаграмм или требуют приобретения лицензий, что ограничивает их применение.

Целью данной работы является разработка предложений по системе, позволяющей обеспечить автоматизированное документирование схем баз данных с возможностью генерации ER-диаграмм и их интеграции в различные процессы.

Те подходы, которые применяются в организациях, имеют определенные проблемы:

- 1) не всегда к диаграммам обеспечивается доступ на основе сети Интернет;
- 2) не все решения имеют бесплатные обновления;
- 3) часть документов не может быть открыта в программных продуктах других производителей;
- 4) внутри конвейеров задач не всегда автоматическим образом осуществляется процесс, связанный с обновлением диаграмм.

Проведенный анализ по возможностям документирования различных баз данных показывает необходимость в совершенствовании новых оригинальных методик.

Для предлагаемого нами подхода функциональные возможности пользователя представлены в виде диаграммы вариантов использования UML на рис. 1.

Не всегда существуют возможности сформировать диаграммы на основе той информации, которой обладает пользователь в данный момент. В рамках версии сервиса или ветки их можно создать. Анализ может проводиться на основе сгенерированных диаграмм различными пользователями.

На основе предлагаемого решения пользователь имеет возможности для изменения ранее созданных диаграмм. Это необходимо для внесения дополнительных элементов на диаграмму или редактирования уже существующих.

Например, такая функциональность может быть полезна для внесения информации, не связанной напрямую со структурой базы данных, но необходимой для лучшего понимания предметной области. Стоит отметить, что все описанные действия пользователя требуют доступа к сервису, в рамках которого они совершаются.

Для этапа проектирования системы был сформирован процесс генерации диаграмм, который представлен на рис. 2. В нем можно отметить несколько шагов, которые выполняются для каждой базы данных сервиса:

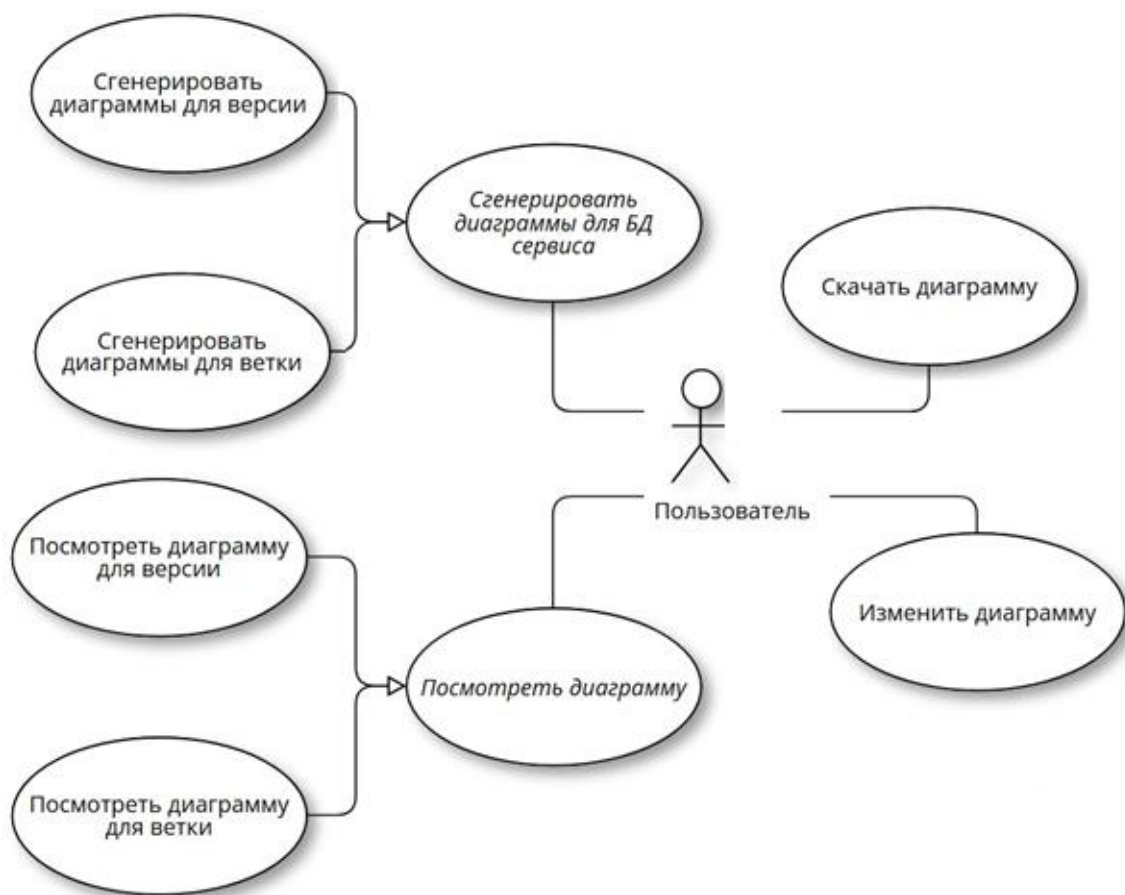


Рис. 1. Пояснение действий пользователя

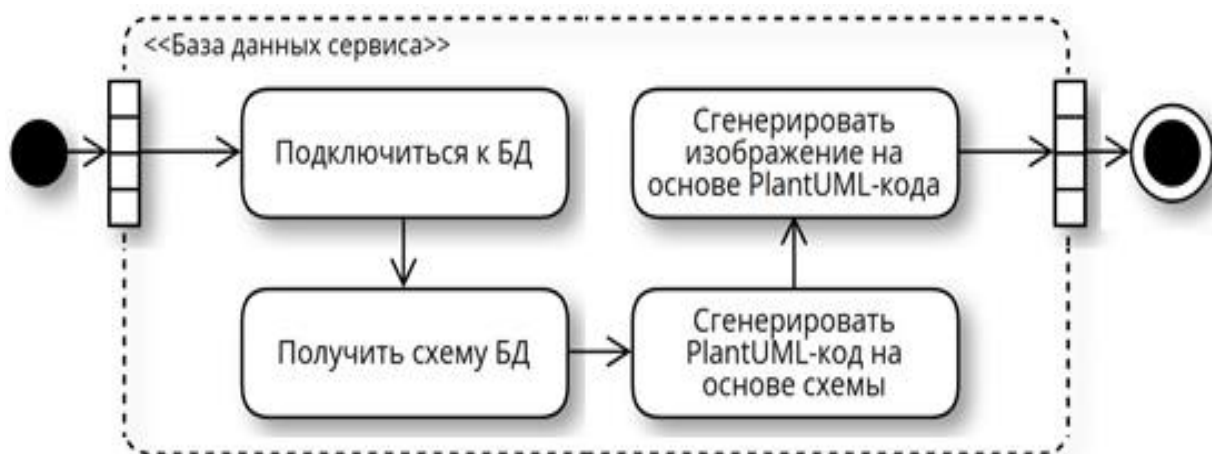


Рис. 2. Схема создания диаграмм

- 1) с базой данных происходит связь пользователя;
- 2) анализируется возможный вариант схемы базы данных;
- 3) с применением проведенного анализа происходит генерация соответствующего кода;
- 4) пользователь с применением кода генерирует изображение.

Вывод. К преимуществам разработанного решения в данной статье можно отнести снижение влияния человеческого фактора, повышение актуальности документации, возможность автоматического обновления диаграмм при изменении структуры базы данных, а также поддержку интеграции с современными процессами разработки. Использование текстового представления диаграмм позволило обеспечить гибкость их настройки и возможность дальнейшей модификации.

### Список литературы

1. Альтварг М.С., Телегина В.О., Фирсова Е.А. Проблемы развития телекоммуникационной сферы // В сборнике: Будущее науки: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества. Сборник научных статей 2-й Всероссийской молодежной научной конференции. В 3-х томах. – Курск, 2024. – С. 339–341.
2. Нестерович И.В., Шаляпин Д.А., Мельников И.Ю., Плотников А.А. О проектировании систем передачи информации // В сборнике: Современное перспективное развитие науки, техники и технологий. сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. – Курск. – 2024. – С. 242–244.

3. Львович И.Я. О проблемах передачи информации в информационных системах // В сборнике: Оптимизация и моделирование в автоматизированных системах. Труды Международной молодежной научной школы. Отв. редактор Я.Е. Львович. – Воронеж, 2023. – С. 50–53.

© Божкова А.Н., Попова К.М.,  
Ляпустина Е.А., 2026.

УДК 625.8:004.9

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИАГНОСТИКИ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ: МЕТОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**Синюгина Юлия Викторовна**

научный сотрудник

Военный учебно-научный центр

военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия  
имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

**Аннотация:** В статье рассматриваются современные методы диагностики дорожного покрытия, которые пришли на смену ручному осмотру. Описаны цифровые технологии: использование беспилотных летательных аппаратов, методы неразрушающего контроля, компьютерное зрение и искусственный интеллект, а также системы IoT. Отмечены преимущества комплексного подхода к диагностике, обеспечивающего высокую достоверность результатов и способствующего продлению срока службы дорожных покрытий.

**Ключевые слова:** дорожное покрытие, диагностика дорог, БПЛА, LiDAR, георадиолокация, тепловизор, компьютерное зрение, искусственный интеллект, IoT, неразрушающий контроль.

## **MODERN TECHNOLOGIES OF ROAD SURFACE DIAGNOSTICS: METHODS AND PROSPECTS**

**Sinyugina Yulia Viktorovna**

**Abstract:** The article discusses modern methods of diagnosing the road surface, which have replaced manual inspection. Key technologies are described: the use of unmanned aerial vehicles (UAVs), methods of non-destructive testing, computer vision and artificial intelligence, as well as systems for the Internet of Things. The advantages of an integrated approach to diagnostics and the possibility of predictive analysis for planning repairs are shown.

**Key words:** road surface, road diagnostics, UAV, LiDAR, georadiolocation, thermal imager, computer vision, artificial intelligence, IoT, non-destructive testing.

На сегодняшний день автомобильные дороги являются одним из главных элементов транспортной инфраструктуры страны. Состояние дорожного покрытия напрямую влияет на безопасность движения, комфорт водителей и пассажиров, а также на долговечность транспортных средств. Своевременная диагностика позволяет выявить дефекты на ранних стадиях, запланировать ремонт и эффективно распределить бюджетные средства. Современные технологии диагностики состояния дорожного покрытия являются важной составляющей эффективного управления дорожным хозяйством и предлагают широкий спектр методов диагностики – от простых визуальных осмотров до высокоточных автоматизированных систем, позволяющих не только оперативно выявлять повреждения и дефекты, но и повышать долговечность дорог [1]. В условиях активного роста автомобильного трафика и увеличения нагрузки на дороги, инновационные технологии позволяют значительно повысить качество дорожных услуг и обеспечить безопасность на дорогах. В данной статье мы рассмотрим основные современные методы диагностики состояния дорожных покрытий, их особенности, роль и перспективы в строительстве и эксплуатации дорожной инфраструктуры.

Цель статьи – проанализировать современные технологии диагностики дорожного покрытия, выявить их преимущества, а также показать возможности комплексного применения для повышения эффективности мониторинга и обслуживания дорожной инфраструктуры.

Сегодня в дорожной отрасли произошел серьезный прорыв: от ручного осмотра перешли к комплексу технологий, которые работают быстрее, точнее и позволяют «заглянуть» под поверхность. Современные технологии диагностики состояния дорожных покрытий включают в себя визуальные методы, инструментальные методы, беспилотные летательные аппараты (БПЛА), методы неразрушающего контроля, компьютерное зрение и искусственный интеллект, и системы IoT и датчики в реальном времени. Каждый из этих методов имеет свои особенности и области применения, однако в большинстве случаев они используются в комплексе для более точной и всесторонней оценки состояния дорожных покрытий.

Наиболее простым и доступным методом является *визуальный осмотр*. Он проводится специалистами, которые осматривают дорогу с близкого расстояния, фиксируя трещины, выбоины, колеи, просадки и другие дефекты. Оценка производится по заранее установленным нормативным критериям, включая размеры повреждений, расположение и их влияние на

безопасность. Иногда визуальный осмотр дополняют несложными замерами (например, линейкой или рулеткой для определения габаритов дефекта). Преимуществом данного метода является низкая стоимость и возможность быстро выявить явные дефекты. К недостаткам следует отнести: ограниченную точность (невозможно выявить скрытые повреждения), высокую трудоемкость и субъективную оценку. Указанный метод, как правило, используется на начальном этапе диагностики или при проверке качества выполненных ремонтных работ [2].

*Инструментальный метод* предполагает применение специальных приборов для точных количественных измерений и позволяет получить количественные данные о состоянии покрытия. Используются:

дорожная рейка – с ее помощью измеряют неровности поверхности, а также продольные и поперечные уклоны проезжей части. Представляет собой 3-х метровую рейку с измерительной шкалой. Метод прост в использовании, но требует ручного труда и остановки движения;

профилометр – этот прибор позволяет оценить продольную ровность покрытия. На основе его данных рассчитывают международный индекс ровности (IRI) – важный показатель для оценки комфорта и безопасности движения;

толчкомер – устройство фиксирует и суммирует колебания кузова автомобиля при движении по участку. На основе этих данных оценивается ровность дороги. Метод достаточно производительный (за день можно обследовать сотни километров), но на точность влияют разные факторы: масса машины, скорость, температура воздуха.

Также в рамках инструментального метода проводятся:

измерение колейности – глубину колеи замеряют специальными ручными приборами или системами в составе дорожных лабораторий;

оценка сцепных свойств – с помощью приборов (например, ПКРС) определяют коэффициент сцепления колеса с покрытием, особенно важно проверять это на увлажненном покрытии;

оценка прочности дорожной одежды – чтобы понять, достаточно ли прочна конструкция под покрытием, измеряют упругий прогиб. Есть два подхода: статический (с использованием грузового автомобиля с определенной нагрузкой) и динамический (с установкой динамического нагружения);

отбор кернов – это разрушающий метод: из покрытия вырубает образцы (керны), которые затем отправляют в лабораторию. Там определяют плотность,

пористость, водонасыщение – это дает самую объективную оценку качества уложенного асфальтобетона [2].

С помощью БПЛА можно быстро и точно выявить трещины, ямы и другие повреждения дорожного покрытия. Их оснащают разными сенсорами для сбора данных с высоты: камерами высокого разрешения, которые фиксируют визуальные дефекты (трещины, ямы, нарушения разметки); лазерными сканерами (LiDAR-технологиями) – создают детализированную 3D-модель поверхности, что важно для точного измерения глубины выбоин, анализа колеиности и просадок основания; тепловизорами – выявляют скрытые проблемы: температурные аномалии могут указывать на некачественное распределение тепла при укладке асфальта, образование «холодных» зон или нарушение технологии уплотнения [3, 4]. Оснащенные камерами высокого разрешения и тепловизорами БПЛА собирают данные о состоянии покрытия с высоты, что позволяет охватить большие участки за короткое время. Они могут передавать данные в режиме реального времени, что дает возможность быстро реагировать на изменения и составлять программы по ремонту, также автоматизированные системы сбора информации позволяют повысить качество отчетности и сократить человеческий фактор. Применение БПЛА в целях контроля качества дорожных покрытий предоставляет ряд преимуществ: они способны проводить исследования в труднодоступных местах, сводя к минимуму время и затраты на инспекцию, помогают улучшить состояние дорожного покрытия, обеспечить безопасность дорожного движения и минимизировать риск аварий.

Для выявления дефектов в дорожном покрытии применяются *методы неразрушающего контроля* – это георадиолокация, инфракрасная термография, ультразвуковой контроль, акустическая эмиссия и вибродиагностика. Данные технологии «просвечивают» или анализируют материал, чтобы найти скрытые дефекты, не повреждая его.

Георадиолокация представляет собой георадар, излучающий радиоволны, которые проходят сквозь покрытие. После анализа отраженного сигнала выявляются расслоения, пустоты, зоны разуплотнения или переувлажнения в нижних слоях дорожной одежды и в основании. Данный метод позволяет быстро обследовать большие участки.

Инфракрасная термография позволяет выявить тепловые аномалии, которые могут указывать на наличие дефектов. При использовании указанного метода задействуются инфракрасные камеры для мониторинга температурных

изменений. Подповерхностные дефекты (например, зоны с разной плотностью или влажностью) меняют тепловой поток, и тепловизор это фиксирует [4].

Ультразвуковой контроль используется для определения толщины слоя и выявления внутренних трещин. С помощью датчиков анализируют, как ультразвук проходит через материал. Это помогает оценить глубину трещин и общее состояние структуры покрытия [5]. Этот метод широко применяется в сочетании с современными датчиками.

Акустическая эмиссия и вибродиагностика позволяет поймать проблему на ранней стадии. Применяя данный метод диагностики, фиксируются упругие волны или вибрации, которые возникают при развитии дефектов (трещинообразовании, пластических деформациях) [5].

Вышеперечисленные технологии адаптируются к особенностям обследуемого объекта и в свою очередь обеспечивают высокую степень точности в определении состояния материала. Если занимающаяся контролем качества дорожного покрытия организация учитывает специфику окружающей природной среды и технологии, используемые для диагностики дорожного покрытия, то отмечается эффективное применение этих методов, способствующих снижению затрат на ремонт и продлению срока службы поверхностей.

Использование *компьютерного зрения и искусственного интеллекта* позволяет значительно повысить точность диагностики дорожных покрытий и благодаря автоматизированному анализу значительно снизить время, затраченное на выявление повреждений, незаметных при визуальном осмотре.

Реализуя данный метод, очень важно собрать информацию с разных источников: сенсоров, видеокамер, дронов. Далее полученные данные передаются в облачные системы хранения, а искусственный интеллект и алгоритмы компьютерного зрения анализируют полученные сведения в режиме реального времени [2]. Для этого используются нейросети, которые автоматически обнаруживают и классифицируют дефекты на изображениях с камер БПЛА или мобильных лабораторий; алгоритмы семантической сегментации – выделяют дефекты на уровне пикселей, что дает структурированные данные для расчета интегральных показателей состояния покрытия (например, индекса состояния покрытия – PCI). Мультимодальный подход позволяет анализировать не только визуальные данные, но и загружать информацию из разных источников (камера + LiDAR + данные акселерометров о вибрациях), что повышает надежность результатов [4]. Предиктивные модели

строят на основе накопленных данных. Они помогают прогнозировать, где и когда вероятен износ, чтобы планировать ремонт.

Главным преимуществом использования искусственного интеллекта при диагностике дорожного покрытия является скорость, объективность и экономичность. Обработка данных сокращается в десятки раз; исключен человеческий фактор и субъективная оценка; раннее обнаружение дефекта дорожного покрытия позволяет спланировать работы по его обслуживанию, а не провести дорогостоящую замену всего полотна.

Использование *системы Интернета вещей (IoT) и датчиков в реальном времени* позволяет автоматизировать оценку дорожного покрытия от традиционного визуального осмотра в непрерывный цифровой мониторинг в реальном времени. На основных участках устанавливают стационарные или встраиваемые сенсоры, которые непрерывно фиксируют нагрузку от транспорта (в том числе с помощью весовых датчиков, встроенных в асфальт); температуру и влажность покрытия; деформации и напряжение в материале, что позволяет в реальном времени отслеживать изменения под воздействием транспортных средств. Данные передаются на облачные платформы, где алгоритмы машинного обучения анализируют тренды и выявляют потенциальные проблемы.

Преимуществом интеграции сенсорных систем и IoT является экономия бюджета, объективность данных, непрерывность контроля и повышение безопасности. Наблюдается переход к упреждающему обслуживанию дорожных покрытий; исключается человеческий фактор при осмотре дорог; мониторинг проводится круглосуточно; быстрое устранение опасных дефектов дорожного покрытия. Данная технология позволяет дорожным службам выявлять дефекты на ранних стадиях, оптимизировать расходы на ремонт и повысить безопасность дорожного движения.

Комплексное применение современных методов диагностики состояния дорожных покрытий – важная задача для обеспечения безопасности и долговечности дорог. В современной практике часто прибегают к комплексному подходу: начинают с визуального осмотра, затем уточняют данные инструментальными замерами, а для масштабного мониторинга или поиска скрытых проблем подключают современные технологии. Выбор методов зависит от поставленной задачи: нужно ли быстро оценить участок после дождя, найти конкретную трещину, спланировать капитальный ремонт, оценить прочность всей конструкции или провести детальный аудит перед

сдачей объекта. Для быстрого охвата большой территории применяют БПЛА с LiDAR и тепловизором [4]; для поиска скрытых проблем в толщине – георадар; для автоматической обработки и прогнозирования – искусственный интеллект.

Комплексный подход к диагностике дорожных покрытий сочетает одновременно анализ геометрических параметров, поверхностных дефектов, прочностных характеристик скрытых слоев и интенсивности трафика для создания объективного прогноза службы дорожного покрытия. Его преимущества: высокая скорость сбора данных (в потоке машин на скорости 80–100 км/ч), сканирование всей структуры от грунта до верхнего слоя, объективная точность данных (автоматическая фиксация датчиками), предиктивный прогноз состояния (моделирование износа на годы вперед). В свою очередь визуально-инструментальный подход характеризуется низкой скоростью сбора данных (требуется остановки движения, пешие обходы), оцениваются только видимые глазом дефекты, субъективная точность данных (зависит от квалификации эксперта) и реактивный прогноз состояния (ремонт по факту разрушения).

Таким образом, современные технологии диагностики дорожного покрытия позволяют значительно повысить скорость и точность обследования; выявлять не только поверхностные, но и скрытые дефекты; отслеживать динамику изменений и прогнозировать износ; планировать ремонтные работы проактивно, а не реактивно; оптимизировать затраты на обслуживание дорожной инфраструктуры.

Комплексное применение БПЛА, методов неразрушающего контроля, искусственного интеллекта и IoT открывает новые возможности для создания «умных» дорог, способных адаптироваться к нагрузкам и условиям эксплуатации в реальном времени.

### **Список литературы**

1. Диагностика автомобильных дорог. URL: <https://ironcon-lab.ru/articles/diagnostika-avtomobilnyh-dorog> (дата обращения 17.06.2026).
2. Современные технологии диагностики состояния дорожного покрытия. URL: <https://adsk.kz/sovremennie-texnologii-diagnostiki-sostoyaniya-dorozhnogo-pokritiya/> (дата обращения 17.06.2026).
3. Сапрыкин С.С., Пак В.В., Дегтярёв Д.А. Методы диагностики состояния дорожного полотна // Молодой учёный. – 2022. – № 15 (410). – С. 52–56.

4. Возможности использования стандартного видеоряда транспортного потока для анализа соответствия дорожного покрытия требованиям безопасности / Р.Р. Янборисов, В.А. Авдоши, С.В. Ганзин, Р.Р. Санжапов // Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт. – 2019. – № 1 (26). – 65–68.

5. Диагностика автомобильных дорог: учебно-методическое пособие / А.Н. Канищев [и др.]; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 110 с.

© Синюгина Ю.В., 2026

# **СЕКЦИЯ МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ**

## **ПРОФИЛАКТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ МУЖСКОЙ ПОЛОВОЙ СФЕРЫ КАК МЕРА ПОДДЕРЖАНИЯ РЕПРОДУКТИВНОГО ЗДОРОВЬЯ**

**Сидоров Семен Станиславович**

студент 3 курса

Научный руководитель: **Федоров Павел Дмитриевич**

преподаватель

ГАПОУ Республики Саха (Якутия)

«Якутский медицинский колледж им. В.А. Вонгородского»

**Аннотация:** В данной статье отражены ситуационные статистические данные и практические меры профилактики заболеваний мужской половой сферы, связанные напрямую с репродуктивным потенциалом.

Бесплодие – это заболевание, характеризующееся невозможностью достичь беременности после 12 месяцев регулярной половой жизни без контрацепции вследствие нарушения способности субъекта к репродукции либо индивидуальной, либо совместно с его/ее партнером. Нарушение фертильности приводит к росту бесплодных браков, ухудшению демографических показателей. Поэтому разработка актуальных вопросов этиологии, патогенеза, диагностики и лечения мужского бесплодия считается приоритетным направлением современной науки. Мужское бесплодие является многофакторным заболеванием и может быть результатом различных заболеваний, таких как заболевания мочевыделительной системы, инфекции, передающиеся половым путем, заболевания эндокринной системы и другие.

**Ключевые слова:** мужская половая сфера, репродуктивный потенциал, бесплодие, фертильность, демография, многофакторные заболевания.

## **PREVENTION OF DISEASES OF THE MALE GENITAL AREA AS A MEASURE OF MAINTAINING REPRODUCTIVE HEALTH**

**Sidorov Semyon Stanislavovich**

Scientific adviser: **Fedorov Pavel Dmitrievich**

**Abstract:** This article reflects situational statistical data and practical measures for the prevention of diseases of the male reproductive system, directly related to

reproductive potential. Infertility is a disease characterized by the inability to achieve pregnancy after 12 months of regular sexual activity without contraception due to a violation of the subject's ability to reproduce, either individually or jointly with his/her partner. Impaired fertility leads to an increase in infertile marriages and a deterioration in demographic indicators. Therefore, the development of topical issues of etiology, pathogenesis, diagnosis and treatment of male infertility is considered a priority area of modern science. Male infertility is a multifactorial disease and can be the result of various diseases, such as: diseases of the urinary system, sexually transmitted infections, diseases of the endocrine system, and others.

**Key words:** male sexual sphere, reproductive potential, infertility, fertility, demography, multifactorial diseases.

### **Краткое введение**

Мужской фактор составляет от 30–50% случаев бесплодия, что делает его критической медицинской и демографической проблемой, обусловленной экологическими и социальными факторами. Существует фундаментальный анализ этиологии, классифицирующий факторы на претестикулярные, тестикулярные и посттестикулярные уровни. Для диагностики, начинаемой после года безуспешных попыток забеременеть, необходим междисциплинарный подход, включающий расширенную спермограмму и генетический скрининг.

**Актуальность:** в настоящее время остро стоит вопрос о состоянии репродуктивного потенциала, численности населения не только в РС(Я), но и в Российской Федерации в целом. Принимается множество мер социальной и материальной поддержки молодых семей, но достаточно ли этого для прироста демографических показателей рождаемости?

По данным Министерства здравоохранения РФ, в период с 2019 по 2024 год официальная регистрируемая заболеваемость мужским бесплодием в стране снизилась более чем на 25%. При этом распространенность диагностированного мужского бесплодия составляла в среднем около 62–67 случаев на 100 тыс. мужского населения, что связано, по мнению экспертов, с особенностями учета и региональной диагностикой.

### **Динамика и показатели:**

- Снижение числа официально зарегистрированных случаев: за 2019–2024 годы показатель упал на 25% и более (для сравнения, женское бесплодие за тот же период снизилось примерно на 9%).

- Общие цифры на 100 тыс. мужчин: в 2021 году показатель составлял 67,1 на 100 тыс. мужчин, а к 2024 году зафиксирован на уровне 62,3 на 100 тыс. мужского населения.

#### Основные факторы бесплодия:

- Мужской фактор в бесплодном браке: по клиническим оценкам, вклад мужского фактора (в чистом виде или сочетанных формах) составляет от 30% до 50% всех случаев ненаступления беременности в паре.

- Частые причины: урологические патологии (варикоцеле — около 7%), инфекционно-воспалительные процессы мочеполовой системы (около 11%), а также идиопатические нарушения параметров спермы (олиго-, астено- и тератозооспермия — около 15%) .

Приведенный фрагмент описывает официальную структуру причин нарушений репродуктивной функции у мужчин, опираясь на классические эпидемиологические данные Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и клинические рекомендации по андрологии.

Ниже представлена детальная расшифровка упомянутых медицинских терминов и показателей, структурированная для быстрого анализа (см. табл. 1) [7, 8].

Таблица 1

#### Структура основных причин патозооспермии

| Причина нарушения                          | Доля в общей структуре          | Суть патологии                                               | Влияние на репродуктивную функцию                                                                                                           |
|--------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Варикоцеле</b>                          | Около 7%<br>(в общей популяции) | Варикозное расширение вен семенного канатика.                | Вызывает перегрев яичек, венозный застой и локальную гипоксию (кислородное голодание тканей), что ухудшает созревание сперматозоидов.       |
| <b>Инфекционно-воспалительные процессы</b> | Около 11%                       | Простатит, эпидидимит, орхит, уретрит, а также скрытые ИППП. | Токсины микроорганизмов и воспалительные агенты (лейкоциты) напрямую повреждают мембраны клеток и вызывают выраженный окислительный стресс. |

Продолжение таблицы 1

|                          |           |                                                                                |                                                                                                                           |
|--------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Идиопатические нарушения | Около 15% | Изменения в спермограмме без установленной (не поддающейся выявлению) причины. | Фиксируется факт ухудшения сперматогенеза при идеальных результатах иных анализов и отсутствии урологических заболеваний. |
|--------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Цель:** изучение профилактики заболеваний мужской половой сферы как мера поддержания репродуктивного здоровья.

**Задачи:**

1. Изучить теоретические аспекты заболеваний мужской половой сферы.
2. Проанализировать частоту заболеваемости мочеполовой системы и качества мужской репродуктивной системы по Республике Саха (Якутия) с 2015 по 2024 гг.

**Практическая значимость:** состояние репродуктивного здоровья во многом определяется образом жизни человека, а также ответственным отношением к половой жизни. В свою очередь всё это влияет на стабильность семейных отношений, общее благополучие и самочувствие членов семьи.

В данной статье отражены ситуационные статистические данные и практические меры профилактики заболеваний мужской половой сферы, связанные напрямую с репродуктивным потенциалом.

Бесплодие – это заболевание, характеризующееся невозможностью достичь беременности после 12 месяцев регулярной половой жизни без контрацепции вследствие нарушения способности субъекта к репродукции либо индивидуальной, либо совместно с его/ее партнером [1].

Нарушение фертильности приводит к росту бесплодных браков, ухудшению демографических показателей [1, 2, с. 2–17].

Поэтому разработка актуальных вопросов этиологии, патогенеза, диагностики и лечения мужского бесплодия считается приоритетным направлением современной науки.

Мужское бесплодие является многофакторным заболеванием и может быть результатом различных заболеваний, таких как заболевания мочевыделительной системы, инфекции передающиеся половым путем, заболевания эндокринной системы и др.

Для начального решения этой проблемы мы провели анализ ситуации по заболеваемости мочеполовой сферы и бесплодию среди мужчин Республики

Саха (Якутия) на основании медицинской статистики по состоянию на 2024 год.

### **Анализ заболеваемости мочеполовой системы и качества мужской репродуктивной системы по Республике Саха (Якутия)**

Качество эякулята (спермы) является основным фактором в развитии мужского бесплодия. На качество влияет множество факторов, таких как ИППП, онкологии, болезни мочевыделительной системы и др. Его оценивают по показателям спермограммы.

Влияние заболеваний мочеполовой сферы как факторов на качество спермы в данное время изучается. Так, по литературным данным, широка распространенность у мужчин в России старше 25 лет простатита (35–60% мужчин) и варикоцеле (около 10% мужчин) [3, с. 77–80] [4, с. 43–46.], в том числе простатита после перенесенных ИППП [5, с. 105–111].

Также в ходе анализа литературных данных выяснилось, что на показатели качества эякулята влияют географические, этнические и экологические факторы. Например, среди исследуемой популяции мужчин в городе Якутске большую часть составляли мужчины якутской этнической принадлежности, у которых согласно данным статьи меньше объем эякулята, чем у этнических славян [6, с. 50–55].

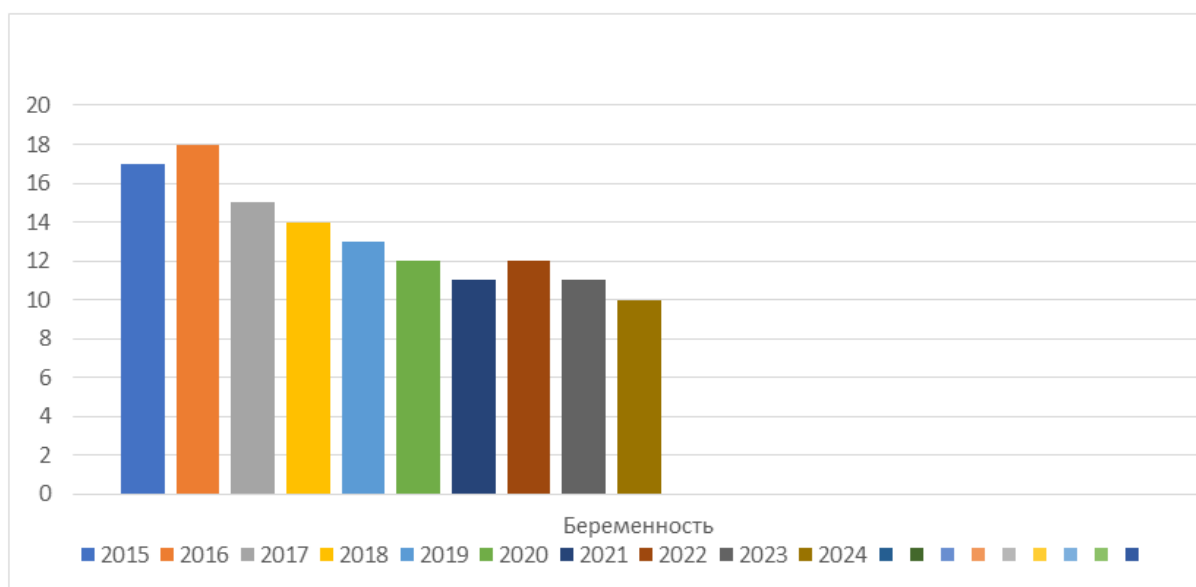
Заболеваемость мочевыделительной системы наравне с ИППП является не только социально значимым заболеванием, но и показателем репродуктивного потенциала региона. Данные для анализа были взяты на основании официальной медицинской статистики РОСТАТ (см. рис. 1).



**Рис.1. Ситуация по заболеваемости мочеполовой системы среди мужчин в период 2011–2024 гг.**

Исходя из рис. 1., мы можем судить о плавном снижении заболеваемости с 2011 по 2015 гг. Это связано с улучшением работы служб первичной медико-социальной помощи. В 2016 и в 2023 годах наблюдается резкое повышение заболеваемости: мы можем предположить цикличность нарастания заболеваемости каждые 5–7 лет.

Сравнив данные заболеваемости с данными о вставших на учет женщин за 2015 и 2024 год, мы можем судить о низком количестве беременностей в эти годы (см. рис. 2).



**Рис. 2. Ситуация по наступлению беременностей в период 2015–2024 гг. по Республике Саха (Якутия), (данные РОССТАТ)**

Таким образом, исходя из рис. 1 и рис. 2, мы можем судить о прямом влиянии заболеваний мочеполовой системы у мужчин на возможность к репродукции.

Для решения данной проблемы важную роль играет профилактика. На примере таких стран, как Япония, Южная Корея, которые активно используют в здравоохранении систему 4П-медицина, основной задачей которой является предупреждение/профилактика заболеваемости и поддержание здорового образа жизни населения, необходимо внедрить в практику специальные ежегодные профилактические медицинские осмотры мужчин от 18 до 55 лет для профилактики мужского бесплодия, внедрить лекции для молодых людей о принципах личной гигиены и важности поддержания своего физического здоровья.

### **Заключение**

В заключение проведенного исследования можно сделать выводы о том, что вопросы репродуктивного здоровья мужского населения Республики Саха (Якутия) стоят остро. На возможность репродукции влияет множество факторов: так, в ходе анализа литературных данных выяснились географические, этнические и экологические факторы. Например, среди исследуемой популяции мужчин в городе Якутске большую часть составляли мужчины якутской этнической принадлежности, у которых согласно данным статьи меньше объем эякулята, чем у этнических славян.

Также мы можем судить о влиянии заболеваемости мочеполовой системы у мужчин на возможность к репродукции, исходя из анализа статистики 2016 и 2023 гг. (годы повышенной заболеваемости и низкого числа наступления беременности).

Для решения данной проблемы необходимо внедрить в практику специальные ежегодные профилактические медицинские осмотры для мужчин от 18 до 55 лет для профилактики мужского бесплодия, внедрить лекции для молодых людей о принципах личной гигиены и важности поддержания своего физического здоровья.

«Мужской фактор» следует рассматривать не только в качестве частой причины бесплодного брака, но и как фактор риска невынашивания беременности.

### **Список литературы**

1. Клинические рекомендации – Мужское бесплодие – 2021 (21.05.2021) – Утверждены Минздравом РФ.
2. Чалый, М.Е. Мужское бесплодие / М.Е. Чалый, Н.Д. Ахвледиани, Р.Р. Харчилава // Урология. – 2016. – № 1-S1. – С. 2–17. – EDN TRCMTD.
3. Осадчук Л.В., Попова А.В., Ворошилова Н.А. Влияние простатита и варикоцеле на репродуктивные показатели молодых мужчин // Экспериментальная и клиническая урология. 2014. № 2. С.77–80.
4. Пугачев А.Г., Евдокимов В.В., Захариков С.В., Ерасова В.И. Варикоцеле у подростков: проблема мужской фертильности // Экспериментальная и клиническая урология. 2010. № 3. С.43–46.
5. Садретдинов Р.А., Полунина О.С., Воронина Л.П. Влияние инфекций, передающихся половым путем, на показатели репродуктивного потенциала при

хроническом простатите // Вестник новых медицинских технологий. 2016. № 4. С.105–111. DOI: 10.12737/23858.

6. Осадчук Л.В., Клещев М.А., Гуторова Н.В., Петрова П.Г., Троев И.П., Остобунаев В.В., Осадчук А.В. Гормональный профиль и качество спермы у мужчин Восточной Сибири // Вестник РАМН. 2012. № 3. С.50–55.

7. МЗ РФ. Методические рекомендации по диспансеризации мужчин и женщин репродуктивного возраста с целью оценки репродуктивного здоровья. <https://chocmp.ru/wp-content/uploads/2026/03/MZRF-MR-po-DRZ.pdf>.

8. ВОЗ: бесплодием страдает каждый шестой человек в мире. <https://www.who.int/ru/news/item/04-04-2023-1-in-6-people-globally-affected-by-infertility>.

© Сидоров С.С.

**АБСОЛЮТНАЯ И ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ГИПЕРАНДРОГЕНИЯ  
В ПАТОГЕНЕЗЕ АКНЕ: СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ  
И КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**

**Петрова Виктория Эдуардовна**

**Абызов Максим Сергеевич**

студенты

Научный руководитель: **Абызов Алексей Сергеевич**

к.м.н., доцент кафедры госпитальной терапии

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет  
имени И.Н. Ульянова»

**Аннотация:** Акне – одно из наиболее частых проявлений синдрома гиперандрогении. От 59 до 85% подростков (как юношей, так и девушек) имеют вульгарные угри и себорею. В репродуктивном возрасте акне встречается у 10% пациентов, чаще у женщин, чем у мужчин. Пик обращаемости за медицинской помощью приходится на возраст около 28 лет [1]. Установлено, что гиперсекреция кожного сала находится в прямой зависимости от уровня андрогенов. Цель работы – систематизировать современные данные о патогенетических механизмах абсолютной и относительной гиперандрогении при акне, определить их ключевые клинико-лабораторные маркеры и обосновать дифференцированный подход к выбору терапии.

**Ключевые слова:** акне, андрогены, абсолютная гиперандрогения, относительная гиперандрогения, 5-альфа-редуктаза, себорея.

**ABSOLUTE AND RELATIVE HYPERANDROGENISM  
IN THE PATHOGENESIS OF ACNE: MODERN CONCEPTS  
AND CLINICAL SIGNIFICANCE (LITERATURE REVIEW)**

**Petrova Viktoria Eduardovna**

**Abyzov Maksim Sergeevich**

Scientific adviser: **Abyzov Aleksey Sergeevich**

**Abstract:** Acne is one of the most common manifestations of hyperandrogenism syndrome. Between 59 and 85% of adolescents (both boys and girls) suffer from acne vulgaris and seborrhea. During reproductive age, acne occurs in 10% of individuals, more often in women than in men. The peak age of medical presentation is around 28 years [1]. It has been established that the hypersecretion of sebum is directly related to androgen levels. The aim of the study is to systematize current data on the pathogenetic mechanisms of absolute and relative hyperandrogenism in acne, to identify their key clinical and laboratory markers, and to substantiate a differentiated approach to therapy selection.

**Key words:** acne, androgens, absolute hyperandrogenism, relative hyperandrogenism, 5-alpha-reductase, seborrhea.

**Актуальность.** Акне (угревая болезнь) – хроническое воспалительное заболевание, проявляющееся открытыми или закрытыми комедонами и воспалительными поражениями кожи в виде папул, пустул, узлов. Угревые высыпания чаще всего поражают лицо, а также верхнюю часть спины и грудь (в 99%, 60% и 15% случаев соответственно), что объясняется высокой плотностью сальных желез в данных локализациях [2, 3]. У взрослых чаще наблюдается поражение U-зоны, к которой относятся щеки, область вокруг рта и нижняя часть подбородка. У подростков чаще страдает Т-зона, включающая лоб, нос и верхнюю часть подбородка [2].

Существует множество факторов риска, способных привести к развитию данного заболевания. Один из ключевых – изменение гормонального фона, а именно гиперандрогения. Андрогены стимулируют пролиферацию себоцитов и увеличивают продукцию кожного сала. Однако клиническая практика показывает, что тяжелые или резистентные формы акне встречаются как при явном гормональном дисбалансе, так и при абсолютно нормальных показателях гормонального профиля. Это диктует необходимость четкого разграничения понятий абсолютной и относительной гиперандрогении для выбора правильной терапевтической тактики

**Цель работы.** На основе анализа современной научной литературы систематизировать сведения о патогенетических механизмах абсолютной и относительной гиперандрогении при акне, определить их ключевые клиничко-лабораторные маркеры и обосновать дифференцированный подход к выбору терапии.

**Материалы и методы.** Проведен поиск и анализ научных публикаций в базах данных PubMed, Scopus, Web of Science и eLibrary на русском и английском языках за период с 2018 по 2026 год. Использовались следующие ключевые слова: «acne», «androgens», «absolute and relative hyperandrogenism», «5-alpha-reductase», «SHBG», «PCOS», «pathogenesis of acne».

**Результаты и обсуждения.**

Гиперандрогения – патологический комплекс симптомов, обусловленный избыточным воздействием андрогенов на органы и ткани-мишени у женщин. Данное состояние встречается у 10–15% женщин молодого репродуктивного возраста, у 15–20% пациенток с бесплодием, у 50–60% – с ановуляторным бесплодием [4]. К проявлениям синдрома гиперандрогении относятся андрогенная алопеция, гирсутизм, ожирение по мужскому типу, клиторомегалия и гипоплазия молочных желез, олигоменорея или аменорея, черный акантоз, вульгарные угри, себорея, множественные мягкие фибромы кожи в области шеи, подмышечных впадин и паховых складок [5].

Андрогены вырабатываются преимущественно надпочечниками и яичниками. Периферические ткани, такие как жировая ткань и кожа, играют важную роль в преобразовании слабых андрогенов в более активные. Основные мишени этих гормонов в кожных покровах – сально-волосные фолликулы (СВФ), эпидермальные клетки, фибробласты и меланоциты. Процессы гиперплазии сальных желез и избыточной выработки себума инициируются дегидроэпиандростероном, андростендионом и свободным тестостероном, которые продуцируются гонадами и надпочечниками. Дополнительный вклад вносит прогестерон, обладающий определенной андрогенной и антиэстрогенной активностью. В патогенезе микрокомедонов ключевую роль играет дефицит линолевой кислоты в составе кожного сала, что приводит к нарушению десквамации и аномальному ороговению эпителия в устье фолликула. В зернистом слое эпидермиса нарушается процесс слущивания кератиноцитов, что приводит к механической закупорке нижнего отдела протока. Формируется анаэробная среда, благоприятная для колонизации и активного размножения *Cutibacterium acnes* – основного возбудителя акне [6, 7].

Различают следующие виды андрогенных половых стероидов: тестостерон, дигидротестостерон (ДГТ), андростендион, андростендиол, дегидроэпиандростерон (ДГЭА) и дегидроэпиандростерон-сульфат (ДГЭА-С)

[8]. Основное количество циркулирующего гормона в крови связано с белками: до 25% – с альбумином и до 70–75% – с глобулином, связывающим половые гормоны (ГСПГ). Если концентрация альбумина при отсутствии серьезных заболеваний не подвергается значительным колебаниям, то концентрация ГСПГ может варьировать как в физиологическом, так и в патологическом состоянии (например, в условиях инсулинорезистентности, гипотиреоза, при приеме некоторых лекарственных препаратов, погрешностях в диете и хроническом стрессе уровень ГСПГ значительно снижается) [8]. В связи с этим клинические проявления гиперандрогении не всегда связаны с абсолютным избытком андрогенов.

Различают абсолютную и относительную гиперандрогению. Абсолютная гиперандрогения – патологическое состояние, при котором наблюдается повышение концентрации андрогенов в крови. Она может наблюдаться при синдроме поликистозных яичников (центрального или яичникового генеза), гипертекозе яичников (увеличение количества или активности тека-клеток), андрогенпродуцирующих опухолях яичников или надпочечников, врожденной дисфункции коры надпочечников (ВДКН), болезни или синдроме Иценко-Кушинга, нарушении жирового обмена, сахарном диабете 2 типа, гиперпролактинемии, гипер- или гипотиреозе, а также при приеме препаратов, обладающих андрогенной активностью [9].

Относительная гиперандрогения – состояние, при котором концентрация андрогенов в крови находится в пределах референсных значений, однако реализуются их избыточные эффекты на органы-мишени. Причинами относительной гиперандрогении могут быть повышенная активность фермента 5-альфа-редуктазы I типа в коже, повышенная плотность или чувствительность ядерных андрогеновых рецепторов, увеличение свободной фракции андрогенов в крови как результат снижения синтеза ГСПГ в печени [9].

Независимо от вида гиперандрогении в коже запускается один и тот же биохимический каскад: тестостерон из крови проникает в себоцит, под действием фермента 5-альфа-редуктазы превращается в дигидротестостерон (ДГТ), который связывается с андрогеновыми рецепторами в ядре клетки и запускает транскрипцию генов, приводящую к фолликулярному гиперкератозу, гиперсекреции себума и изменению его липидного состава (рис. 1).



**Рис. 1. Патогенез акне при гиперандрогении (абсолютной и относительной)**

Важно уметь различать абсолютную гиперандрогению от относительной. Это может помочь подобрать правильную терапию и улучшить клинический прогноз пациентов. Основные отличия абсолютной гиперандрогении от относительной гиперандрогении представлены в таблице 1.

**Таблица 1**

**Сравнительная характеристика форм гиперандрогении при акне**

| Характеристика                           | Абсолютная гиперандрогения                                       | Относительная гиперандрогения                      |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Уровень андрогенов в крови               | Повышен (общий или свободный тестостерон, ДГЭА-С, андростендион) | В пределах референсных значений                    |
| Уровень ГСПГ                             | Часто снижен или в нижней границе нормы                          | Часто снижен (особенно при инсулинорезистентности) |
| Активность 5-альфа-редуктазы в коже      | Может быть нормальной или повышенной                             | Повышена                                           |
| Чувствительность андрогеновых рецепторов | Нормальная                                                       | Повышена                                           |

Продолжение таблицы 1

|                                 |                                                                  |                                                                          |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Клинические проявления          | Акне + гирсутизм, алоpecia, нарушения МЦ, вирилизация            | Преимущественно акне (иногда себорейный дерматит), МЦ часто сохранен     |
| Основные этиологические факторы | СПКЯ, НВДКН, гиперпролактинемия, опухоли, Инсулинорезистентность | Инсулинорезистентность, генетическая предрасположенность кожи, стресс    |
| Лабораторная диагностика        | ↑ Тестостерон, ↑ ДГЭА-С, ↑ 17-ОН-прогестерон, нарушение ЛГ/ФСГ   | Норма андрогенов, ↓ ГСПГ, ↑ индекс свободных андрогенов (ИСА), ↑ инсулин |

Лечение гиперандрогении (ГА) направлено на основные звенья патогенеза: подавление продукции андрогенов, блокирование их связывания с рецепторами и ингибирование активности фермента 5-альфа-редуктазы. С этой целью используют как медикаментозные, так и хирургические методы, а также их сочетание. При абсолютной ГА лекарственная терапия включает использование комбинированных оральных контрацептивов (КОК) для снижения секреции андрогенов яичниками. Наиболее эффективными из них являются КОК с антиандрогенными гестагенами (ципротерона ацетат, дроспиренон, хлормадинон и др.). Возможно также применение системных антиандрогенов (спиронолактон) [10]. Для устранения надпочечникового компонента гиперандрогении (например, при ВДКН) применяют низкие дозы глюкокортикостероидов (дексаметазон) [11]. Оперативные вмешательства используются в случае обнаружения андрогенпродуцирующих опухолей надпочечников или яичников [10, 12].

При лечении относительной формы гиперандрогении следует сделать упор на коррекцию метаболических расстройств (например, назначение метформина при инсулинорезистентности, что повышает уровень ГСПГ и снижает долю свободного тестостерона). Эффективным является применение КОК, так как эстрогенный компонент стимулирует синтез ГСПГ в печени, дополнительно снижая уровень свободного тестостерона, а также топических или системных блокаторов андрогеновых рецепторов. Стоит отметить, что системные ингибиторы 5-альфа-редуктазы (финастерид, дутастерид) в клинической практике у женщин детородного возраста не применяются из-за высокого риска тератогенных эффектов [13]. Предпочтение отдают блокаторам рецепторов к андрогенам или препаратам, корректирующим фоновые метаболические нарушения [14].

**Заключение.** Гормональный дисбаланс, в частности избыточное действие андрогенов, является одним из главных триггеров формирования угревой сыпи. Данное состояние может проявляться в виде системного (абсолютного) или тканевого (относительного) повышения активности гормонов. Разграничение этих двух форм диктует дальнейшую врачебную тактику: выявление абсолютной гиперандрогении требует междисциплинарного подхода и привлечения эндокринолога для нормализации общего гормонального статуса, а выявление локальной гиперчувствительности к андрогенам при нормальных системных показателях требует назначения препаратов, блокирующих андрогеновые рецепторы, а также коррекции метаболических нарушений. Учет особенностей периферического метаболизма стероидов открывает возможности для отказа от эмпирической терапии в пользу индивидуально подобранных патогенетических схем.

### **Список литературы**

1. Evans M. Hill M. Hyperandrogenism: Acne and Hirsutism. // In: Shoupe, D. (eds) Handbook of Gynecology. – 2023. – P. 545–560.
2. Fox L, Csongradi C, Aucamp M, du Plessis J, Gerber M. Treatment Modalities for Acne. // Molecules. – 2016. – V.21. – №8. – P. 1063.
3. Андреева Е.Н., Шереметьева Е.В., Григорян О.Р., Абсатарова Ю.С. Акне – болезнь цивилизации//Проблемы репродукции. – 2020. – Т.26. – № 1.– С.6–12.
4. Микитюк М.Р., Хижняк О.О. Синдром гиперандрогении: диагностика и лечение с позиций клинической эндокринологии // Международный эндокринологический журнал. – 2020. – Т.16. – № 8. – С. 662–668.
5. Ашурова Н.Г., Бобокулова С.Б. Диагностические критерии синдрома гиперандрогении у женщин репродуктивного возраста // Научный медицинский вестник Югры. – 2021. – Т. 1. – № 5. – С. 12–13.
6. Зыбарева А.С., Перламутров Ю.Н., Ключникова Д.Е. Гиперандрогения в дерматологии: патогенез, диагностика и терапевтические стратегии // Российский журнал кожных и венерических болезней. – 2026. – Т. 29 – № 2. – С. 180–190.
7. Беленькая Л.В. Патогенетические аспекты формирования коморбидности метаболического синдрома и гиперандрогении у женщин репродуктивного возраста различных этнических групп : специальность

03.03.03 «Иммунология» : диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук / Беленькая Лилия Васильевна. – Иркутск, 2025. – С. 278.

8. Борисова В.С., Елефтериادي Е.А., Джериева И.С. Особенности синтеза половых гормонов. Гиперандрогения у женщин // Современные вопросы морфологии эндокринной системы : Сборник межрегиональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Ростов-на-Дону, 03 ноября 2017 года / ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет Минздрава России». – Ростов-на-Дону: Общество с ограниченной ответственностью «Бук». – 2017. – С. 28–35.

9. Миненок В.А. Дифференциально-диагностические критерии различных форм гиперандрогении // Молодежная наука и современность : Материалы 89 Международной научной конференции студентов и молодых ученых, посвященной 89-летию КГМУ: в 2-х томах, Курск, 25–26 апреля 2024 года. Том I. – Курск: Курский государственный медицинский университет – 2024. – С. 343–344.

10. Омариева Р.К., Абдрахманов А.Р., Садыкова З.Р., Абдрахманов Р.М. Акне как проявление синдрома гиперандрогении у женщин // Дневник казанской медицинской школы. – 2024. – Т. 44. – № 2. – С. 10–13.

11. Шкурина А.В., Каракетова О.В., И.Ю. Давиденко И.Ю., Волкова Н.И. Вирилизующая опухоль коры надпочечников, как редкая причина синдрома гиперандрогении / // Инновационные технологии в эндокринологии : сборник тезисов III Всероссийского эндокринологического конгресса с международным участием, Москва, 01–04 марта 2017 года / ФГБУ «Эндокринологический научный центр» Минздрава России; ОО «Российская ассоциация эндокринологов». – Москва: УП Принт – 2017. – С. 543–544.

12. Шестакова И.Г. Коррекция гиперандрогении у пациенток с синдромом поликистозных яичников // StatusPraesens. Гинекология, акушерство, бесплодный брак. – 2024. – Т. 106. – № 3. – С. 6469.

13. Хащенко Е.П., Лисицына О.И., Уварова Е.В. Диагностика и тактика ведения пациенток с гиперандрогенией в раннем репродуктивном возрасте // Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии.–2021.–Т.20.–№ 5.– С. 124-130.

14. Кузнецова И.В. Основные принципы диагностики и лечения заболеваний в составе синдрома гиперандрогении / И.В. Кузнецова // Медицинский алфавит. – 2021. – № 26. – С. 8–13.

© Петрова В.Э., Абызов М.С.

## **СТАРЕНИЕ КАК СИСТЕМНАЯ ДЕЗИНТЕГРАЦИЯ ГОМЕОКИНЕЗА: ПАТОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ**

**Гацук Егор Андреевич  
Наджемеденова Амина Таупиховна  
Осипенко Алексей Владимирович**

студенты

Научный руководитель: **Осипенко Марина Дмитриевна**  
ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России

**Аннотация:** В статье рассматриваются современные патофизиологические концепции старения, выходящие за рамки нозологического подхода. Основное внимание уделяется нейроэндокринной теории, согласно которой старение является результатом дезинтеграции гомеостатического регулирования вследствие первичного нарушения чувствительности гипоталамуса. Анализируется каскад последствий данного феномена: дисрегуляция основных эндокринных осей, развитие хронического нейровоспаления, нарушение протеостаза и митохондриальная дисфункция в центральной нервной системе. Особое место отводится интегративным механизмам, таким как ось «микробиота-мозг» и состояние «воспалительного старения» (inflammaging). Делается вывод, что старение представляет собой утрату информационной целостности организма, а перспективные геропротективные стратегии должны быть направлены на восстановление чувствительности центральных регуляторных структур.

**Ключевые слова:** старение, гомеокинез, гипоталамус, нейроэндокринная регуляция, нейровоспаление, протеостаз, микробиота.

## **AGING AS A SYSTEMIC DISINTEGRATION OF HOMEOKINESIS: PATHOPHYSIOLOGICAL MECHANISMS**

**Gatsuk Egor Andreevich  
Nadzhemedanova Amina Taupikhovna  
Osipenko Alexey Vladimirovich**  
Scientific adviser: **Osipenko Marina Dmitrievna**

**Abstract:** The review examines modern pathophysiological concepts of aging that go beyond the nosological approach. The main focus is on the neuroendocrine theory, according to which aging is the result of disintegration of homeostatic regulation due to a primary impairment of hypothalamic sensitivity. The cascade of consequences of this phenomenon is analyzed: dysregulation of major endocrine axes, development of chronic neuroinflammation, impairment of proteostasis and mitochondrial dysfunction in the central nervous system. Special attention is paid to integrative mechanisms, such as the gut-brain axis and the state of "inflammaging". It is concluded that aging represents a loss of the body's informational integrity, and promising geroprotective strategies should be aimed at restoring the sensitivity of central regulatory structures.

**Key words:** aging, homeokinesis, hypothalamus, neuroendocrine regulation, neuroinflammation, proteostasis, microbiota.

В современной патофизиологии старение рассматривается как закономерный системный процесс, а не как стохастическое накопление повреждений. Ключевым звеном является нарушение гомеокинеза – способности поддерживать постоянство внутренней среды в динамике [1]. Целью данной работы является анализ фундаментальных механизмов дезинтеграции регуляторных систем, лежащих в основе старения.

Базисом понимания процесса выступает нейроэндокринная теория В.М. Дильмана [1]. Центральным патогенетическим звеном считается возрастное снижение чувствительности гипоталамуса к ингибирующему влиянию периферических гормонов по механизму отрицательной обратной связи. Это приводит к сдвигу «установочной точки» (set-point) гомеостаза. Гипоталамус начинает стимулировать гиперактивность периферических эндокринных желез, что ведет к их функциональному перенапряжению и истощению [2].

Данный механизм реализуется на уровне основных регуляторных осей:

1. Гипоталамо-гипофизарно-гонадная ось. Инволюция репродуктивной функции сопровождается не только дефицитом половых стероидов, но и ростом уровня гонадотропинов, свидетельствующим о расторможении центральных структур, что способствует развитию метаболических нарушений [2].

2. Соматотропная ось. Феномен «соматопаузы» (снижение секреции GH и IGF-1) может рассматриваться через призму теории антагонистической

плейотропии: снижение анаболической активности, негативное для мышечной ткани (саркопения), эволюционно может быть защитой от онкогенеза [3].

3. Гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая ось. Развивается состояние хронического гиперкортицизма вследствие снижения чувствительности центральных глюкокортикоидных рецепторов, что приводит к катаболическим процессам и иммуносупрессии [2].

Измененный гормональный фон инициирует каскад патологических процессов в центральной нервной системе. Ключевое значение имеет срыв протеостаза – баланса синтеза и деградации белков. Дисфункция убиквитин-протеасомной системы и аутофагии ведет к накоплению токсичных белковых агрегатов (амилоидных бляшек, нейрофибриллярных клубков). Параллельно развивается митохондриальная дисфункция, приводящая к гиперпродукции активных форм кислорода (ROS) и запуску апоптоза [4].

Критическим фактором является развитие хронического нейровоспаления. Активированная микроглия секретирует провоспалительные цитокины (IL-1 $\beta$ , IL-6, TNF- $\alpha$ ), которые повреждают синаптический аппарат. Нарушается баланс возбуждения и торможения, преимущественно за счет дисфункции интернейронов, что ведет к дезинтеграции нейронных сетей и когнитивному снижению.

Системный характер старения подчеркивается вовлечением периферических коммуникационных путей. Концепция «воспалительного старения» (inflammaging) описывает состояние хронического низко-интенсивного системного воспаления [5]. Дисбиоз кишечника и связанная с ним транслокация бактериальных эндотоксинов (липополисахаридов) потенцируют нейровоспаление и амилоидогенез, формируя ось «микробиота-мозг» [6]. Усугубляет процесс дисфункция лимфатической системы, снижающая эффективность выведения метаболитов из мозга [7].

Таким образом, старение можно определить как прогрессирующую дезинтеграцию гомеостатического регулирования, инициируемую первичным гипоталамическим сдвигом. Этот сдвиг запускает каскад метаболических, эндокринных и иммунных нарушений, замыкающих порочный круг нейродегенерации. С патофизиологической точки зрения, старение представляет собой утрату информационной целостности организма. Перспективные стратегии геропротекции, следовательно, должны быть направлены не на симптоматическую коррекцию, а на восстановление

чувствительности центральных регуляторных структур (в первую очередь гипоталамуса) и нормализацию системного протеостатического баланса.

### **Список литературы**

1. Дильман В.М. Четыре модели медицины. — Л.: Медицина, 1987. — 288 с.
2. Анисимов, В. Н. Молекулярные и физиологические механизмы старения : В 2 томах / В. Н. Анисимов. — 2-е издание, переработанное и дополненное. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургская издательско-книготорговая фирма "Наука", 2008. — 434 с. — ISBN 978-5-02-026357-4. — EDN XAQSQR.
3. Longo, V. D. Evolutionary medicine: From dwarf model systems to healthy centenarians? / V. D. Longo, C. E. Finch // Science. — 2003. — Vol. 299, No. 5611. — P. 1342. — EDN GPFPVR.
4. Is a low concentration of Linoleic Acid related to the extended longevity of the Queen honeybee? / M. Cocchi, G. Lercker, N. G. Frega [et al.] // Progress in Nutrition. — 2019. — Vol. 21, No. 4. — P. 729-734. — DOI 10.23751/pn.v21i4.9086. — EDN UUMMLX.
5. Franceschi, C. Chronic inflammation (inflammaging) and its contribution to age-related diseases / C. Franceschi // Биосистемы: организация, поведение, управление : Тезисы докладов 72-й Всероссийской с международным участием школы-конференции молодых ученых, Нижний Новгород, 24–26 апреля 2019 года. — Нижний Новгород: Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2019. — P. 11. — EDN JPFDMT.
6. The microbiota-gut-brain axis / J. F. Cryan, K. J. O'riordan, C. S. M. Cowan [et al.] // Physiological Reviews. — 2019. — Vol. 99, No. 4. — P. 1877-2013. — DOI 10.1152/physrev.00018.2018. — EDN TDLZAT.
7. Кондратьев, А. Н. Глимфатическая система мозга: строение и практическая значимость / А. Н. Кондратьев, Л. М. Ценципер // Анестезиология и реаниматология (Медиа Сфера). — 2019. — № 6. — С. 72-80. — DOI 10.17116/anaesthesiology201906172. — EDN JSFFNN.

© Гацук Е.А., Наджемеденова А.Т., Осипенко А.В.

# **СЕКЦИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**РАЗВИТИЕ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ДОШКОЛЬНИКОВ  
В ПОДГОТОВКЕ К СДАЧЕ ВФСК ГТО НА ПРИМЕРЕ  
МБДОУ № 43 «РЯБИНУШКА» Г. ПЯТИГОРСКА  
(АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭТАП ИССЛЕДОВАНИЯ)**

**Ласкина Стелла Георгиевна**

заведующий МБДОУ № 43 «Рябинушка», г. Пятигорск

**Исмаилова Галина Станиславовна**

Заместитель заведующего по ВМР МБДОУ № 43 «Рябинушка»

**Овинникова Оксана Ивановна**

Инструктор по физической культуре МБДОУ № 43 «Рябинушка»

Научный руководитель: **Наумова Татьяна Валентиновна**

кандидат психологических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Пятигорский государственный университет»

**Аннотация:** Авторским коллективом рассмотрен аналитический этап исследования, в котором представлена педагогическая модель подготовки дошкольников к выполнению ВФСК ГТО первой степени. В статье делается акцент на характеристике, диагностике и развитии основных физических качеств дошкольника необходимых для сдачи комплекса ГТО. Авторы подробно описывают педагогическую технологию, рассматривают ее структурные компоненты (цель, задачи, методологию, содержание, условия реализации, форму реализации, а также ее результативность). Итог апробации предложенной педагогической технологии говорит о ее практико-ориентированности. Таким образом, педагогическая технология является продуктом, который создан для реального применения в достижении цели и решении поставленных задач. Зафиксированное развитие основных физических качеств дошкольников подтверждается статистически значимыми показателями, а также успешным выполнением норм комплекса ГТО.

**Ключевые слова:** основные физические качества, педагогическая технология, дети дошкольного возраста, комплекс ГТО.

**DEVELOPMENT OF PHYSICAL QUALITIES OF PRESCHOOLERS  
IN PREPARATION FOR PASSING THE VFSK GTO USING THE EXAMPLE  
OF MBDOU № 43 «RYABINUSHKA» IN PYATIGORSK  
(ANALYTICAL STAGE OF THE STUDY)**

**Laskina Stella Georgievna**  
**Ismailova Galina Stanislavovna**  
**Ovinnikova Oksana Ivanovna**

Scientific adviser: **Naumova Tatiana Valentinovna**

**Abstract:** The author's team reviewed the analytical stage of the study, which presents a pedagogical model of preschool children's preparation for the implementation of the first stage of the GFSC TRP. The article focuses on the characterization, diagnosis and development of the basic physical qualities of a preschooler necessary for passing the TRP complex. The authors describe the pedagogical technology in detail; consider its structural components (purpose, objectives, methodology, content, conditions of implementation, form of implementation, as well as its effectiveness). The result of the testing of the proposed pedagogical technology indicates its practice-oriented nature. Thus, pedagogical technology is a result that has been created for practical application in achieving goals and solving set tasks. The observed development of the main physical qualities of preschoolers is confirmed by statistically significant indicators, as well as by the successful completion of the GTO complex standards.

**Key words:** basic physical qualities, pedagogical technology, preschool children, GTO complex.

ВФСК ГТО является важным инструментом воспитания общества, подготовка и выполнение нормативов комплекса помогает укреплять здоровье, обеспечивает здоровый и активный образ жизни, прививает патриотические ценности, развивает физические, нравственные, личностные и гражданские качества. В 2023 году структуру комплекса изменили и обновили для более полного отражения возрастных закономерностей развития человека. Ключевым новшеством стало появление отдельной первой ступени для детей 6–7 лет. До этого такой выделенной группы не было, и нормативы для дошкольников вписывали в более общие ступени, что не всегда было справедливо. В обновленный перечень вошли тесты, которые отражают развитие базовых физических качеств дошкольника: скорости, выносливости, силы, гибкости и координации.

В рамках внедрения инновационной практики педагоги муниципального бюджетного дошкольного образовательного учреждения № 43 «Рябинушка» (г. Пятигорск) инициировали разработку и внедрение проекта городской

инновационной площадки на тему «Возможности использования комплекса ГТО в физическом воспитании детей дошкольного возраста». Целью проекта являлось создание модели педагогической технологии, направленной на развитие основных физических качеств дошкольника в подготовке к успешной сдаче комплекса ГТО первой ступени [1, с. 34].

Первостепенной задачей в рамках подготовки воспитанников к выполнению норм первой ступени ВФСК ГТО (в соответствии с требованиями ФГОС ДО) являлось совершенствование уровня развития основных физических качеств посредством реализации разнообразных форм обучения двигательным навыкам средствами физической культуры и спорта.

Реализация проекта предусматривала проведение функциональной диагностики, которая является значимым критерием оценки эффективности учебно-тренировочного процесса. Результаты диагностики позволяют педагогам объективно определить исходный уровень основных физических качеств, что создает основу для целенаправленного их развития и оптимизации педагогических воздействий.

*Гибкость.* Это жизненно необходимое морфофункциональное свойство опорно-двигательного аппарата выполнять движения с высокой амплитудой. Эластичные ткани и подвижные суставы лучше переносят нагрузки и менее склонны к растяжениям и надрывам. Прирост гибкости интенсивно увеличивается в возрасте 6–8 лет. Хорошая подвижность в суставах и сбалансированная эластичность мышц позволяют телу занимать более естественные и устойчивые положения.

Для диагностики гибкости мы использовали методику наклона вниз. Стоя на платформе не сгибая колени, необходимо выполнить плавный наклон вниз, стараясь дотянуться пальцами рук как можно ниже и удерживать наклон две секунды для фиксации результата. Педагог контролирует точность и безошибочность выполнения тестирования.

Для развития гибкости нами использовались разнообразные упражнения, подобранные согласно методике, такие как книжка, бабочка, котик после сна, кораблик в гавани, улитка по листу, мельница на ветру, кошка – корова, колечко, книжка, клубочек, цветок распустился и др. В развитии гибкости важно комбинировать статическое и динамическое напряжение. Статическая растяжка формирует стабильную гибкость, а динамическая хорошо разогревает мышцы.

*Сила.* Силловые способности – один из ключевых компонентов физической подготовленности детей старшего дошкольного возраста. Это способность организма преодолевать внешнее сопротивление за счёт мышечных усилий. Уровень силовых способностей в значительной степени детерминирует формирование и других физических качеств. В возрасте 6–7 лет отмечается неравномерность развития крупных и мелких мышц. Мышечный поперечник начинает заметно увеличиваться примерно с семи лет, поэтому абсолютная сила растёт, а относительная сила в этом возрасте практически не меняется. Дошкольнику достаточно сложно точно дозировать усилие: он либо напрягает мышцы сильно, либо слабо. В этом возрасте силовые способности чаще проявляются в комплексе: например, скоростно-силовые (взрывная сила в прыжке или метании).

Для диагностики силы мы использовали динамометрию, а также методику «поднимания туловища». Дошкольник ложится на гимнастический мат, руки за головой, лопатки касаются мата, ноги согнуты в коленях. Необходимо правильно выполнить максимальное количество подниманий туловища. При каждом подъёме необходимо достать локтями колени и вернуться в исходное положение. Педагог внимательно контролирует точность выполнения, а также следит за временем.

Для развития силы нами использовались разнообразные упражнения, подобранные согласно методике, такие как приседания, отжимания, планка, выпады, супермен, лазанье (на четвереньках, по-пластунски, а также лазанье по шведской стенке или невысокой лесенке отлично задействует много групп мышц сразу, развивает хват, силу рук, плеч и спины), всевозможные упражнения с лёгким инвентарём (мешочки и мячи с песком, лёгкие гантели), игры и задания в парах.

*Скорость.* Скоростные способности имеют существенное значение для разносторонней деятельности ребёнка дошкольного возраста. Их развитие оказывает влияние на динамику нервных процессов, способствует формированию пространственных, временных и глазомерных представлений. Это обеспечивает способность дошкольника адекватно ориентироваться в меняющейся окружающей обстановке и оперативно реагировать на изменения [3, с. 73].

Для диагностики скоростно-силовых качеств мы использовали тест по С.А. Душанину, а также методику «Прыжок в длину с места толчком двумя ногами». Данная диагностика определяет, насколько хорошо у дошкольника

сочетаются сила мышц ног и скорость движения, то есть способность сделать мощный резкий толчок. Во время диагностики дошкольник встаёт у линии, отталкивается сразу двумя ногами, делает активный взмах руками, летит и приземляется на обе ноги. Результат – расстояние от линии отталкивания до пятки «ближней ноги» при приземлении (измеряют в сантиметрах). На итоговый результат влияют несколько моментов, которые и отражают развитие нужных качеств: скорость, взрывная сила мышц ног, координация и сила.

Для развития скоростных, а также скоростно-силовых способностей нами использовались разнообразные игровые и динамичные упражнения, подобранные согласно методике: они и нагрузкой обеспечивают, и не утомляют, потому что дошкольник занят игрой. Многообразие упражнений было следующим: «лягушка-попрыгушка», «лови муху», «кто дальше прыгнет», прыжки на месте с поднятием рук, боковые прыжки, прыжки «ножницы», прыжки с хлопками, прыжки-выпады, прыжки через небольшие препятствия (кегли, ленты, обручи, канат, «кочки» и мн. др.), прыжки с высоты (с контролем), прыжки через скакалку. Все игровые задания превращают тренировку в игру, поднимают настроение и мотивацию, а значит, приближают к высокому результату

*Ловкость и координация.* Способность быстро и точно подстраивать движение под меняющиеся условия: поймать мяч, который летит не туда, скорректировать бросок, если цель чуть сместилась, и т.д. Ловкость опирается на развитую координацию, которая исключает ненужные движения и добавляет к ней скорость реакции и гибкость управления.

Для диагностики ловкости и координации мы использовали пробу Ромберга, а также методику «Метание теннисного мяча в цель». Метание требует чёткой согласованности: перенос веса тела, поворот корпуса, работа руки и финальное движение кисти должны идти в правильной последовательности. У дошкольников координация активно совершенствуется, и метание даёт для этого хорошую базу. В 6–7 лет важно научить ребёнка базовым элементам (замах, перенос веса, выпуск снаряда), а не гнаться за дальностью или количеством попаданий.

Для развития координации нами использовались разнообразные упражнения, подобранные согласно методике, такие как «попади в круг», «сбей кеглю», «целься в корзину», «почтальон», «охотник и звери», «собери урожай», «меткие стрелки», «утиная охота», «боулинг», «сделай как я», «стоп-кадр».

Далее, осознавая высокий развивающий ресурс применяемых приемов, методов и методик, используемых в исследовании, мы систематизировали наш опыт и представили в виде педагогической технологии, направленной на развитие основных физических качеств дошкольника в подготовке к успешной сдачи комплекса ГТО первой ступени. Ниже (табл. 1) представлена модель педагогической технологии направленной на развитие основных физических качеств дошкольника в подготовке к успешной сдачи комплекса ГТО первой ступени.

**Таблица 1**

**Модель педагогической технологии**

| Методологические принципы                                                                                                                                                            |                                          |                                                                                                                                  |                                                          |                                                                                                                                                                                                        |                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| технологии подготовки обучающихся к выполнению ВФСК ГТО первой ступени в рамках образовательного пространства дошкольного образовательного учреждения в условиях реализации ФГОС ДО. |                                          |                                                                                                                                  |                                                          |                                                                                                                                                                                                        |                               |
| Концептуальность                                                                                                                                                                     | Системность                              | Управляемость                                                                                                                    | Эффективность                                            | Воспроизводимость                                                                                                                                                                                      |                               |
| Цель реализации технологии:                                                                                                                                                          |                                          |                                                                                                                                  |                                                          |                                                                                                                                                                                                        |                               |
| - формирование основ здорового образа жизни и мотивации к занятиям физической культурой через целенаправленную подготовку к сдаче норм первой ступени комплекса ГТО;                 |                                          |                                                                                                                                  |                                                          |                                                                                                                                                                                                        |                               |
| - развитие основных физических способностей детей дошкольного возраста для успешной сдачи норм первой ступени комплекса ГТО.                                                         |                                          |                                                                                                                                  |                                                          |                                                                                                                                                                                                        |                               |
| Задачи модели технологии                                                                                                                                                             |                                          |                                                                                                                                  |                                                          |                                                                                                                                                                                                        |                               |
| развитие гибкости<br>(пластические способности)                                                                                                                                      |                                          | развитие силы<br>(силовые способности)                                                                                           |                                                          | развитие скорости<br>(скоростные способности)                                                                                                                                                          |                               |
|                                                                                                                                                                                      |                                          |                                                                                                                                  |                                                          | развитие ловкости и координационных способностей                                                                                                                                                       |                               |
| Структурные компоненты модели технологии                                                                                                                                             |                                          |                                                                                                                                  |                                                          |                                                                                                                                                                                                        |                               |
| Методологический - проектирование образовательных воздействий предполагает учёт возрастных закономерностей развития психической и двигательной сфер дошкольника.                     |                                          | Ресурсный - гарантирует целенаправленное формирование компонентов физического потенциала дошкольника в образовательном процессе. |                                                          | Организационно-дидактический – реализация комплекса педагогических методов и средств, направленных на формирование у дошкольника навыков осознанной саморегуляции посредством двигательной активности. |                               |
|                                                                                                                                                                                      |                                          |                                                                                                                                  |                                                          | Организация интегрированного психолого-педагогического сопровождения субъектов педагогического процесса в дошкольной образовательной организации.                                                      |                               |
| Содержательная составляющая технологии                                                                                                                                               |                                          |                                                                                                                                  |                                                          |                                                                                                                                                                                                        |                               |
| эффективность в достижении целевых показателей                                                                                                                                       | соответствие возрастному уровню развития | дифференцированный подход на основе оценки физической подготовленности и учёта сенситивных периодов онтогенеза                   | соответствие уровню понимания и доступность для освоения | эмоциональная активность в деятельности                                                                                                                                                                | многокомпонентное воздействие |
| Формы реализации технологии                                                                                                                                                          |                                          |                                                                                                                                  |                                                          |                                                                                                                                                                                                        |                               |
| Игры, задания, упражнения на развитие основных физических качеств:                                                                                                                   |                                          |                                                                                                                                  |                                                          |                                                                                                                                                                                                        |                               |

Продолжение таблицы 1

| Этапы реализации:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                            |                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| первый этап (ознакомление, подготовка, диагностика)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | второй этап (организационно-содержательный, внедренческий) | третий этап (аналитический, рефлексивный) |
| <b>Психолого-педагогические условия реализации технологии</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                            |                                           |
| Реализация индивидуально-дифференцированного подхода, ориентированного на соответствие возрастным нормативам. Реализация принципа субъектной активности дошкольника. Реализация системы дидактических приёмов, направленных на формирование двигательных умений и навыков. Реализация методов, стимулирующих интерес и мотивацию к участию в спортивно-оздоровительных практиках. Эффективность реализации программы обеспечивается за счёт координации усилий всех участников образовательно-воспитательного процесса (педагогов, специалистов сопровождения, родителей).                                                                                                          |                                                            |                                           |
| <b>Результаты реализации технологии</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                            |                                           |
| Критерием эффективности подготовки дошкольников к выполнению нормативов ВФСК ГТО служит уровень развития базовых физических способностей, соответствующий возрастным нормативам. Педагогическая стратегия включает механизмы активизации личностной направленности ребёнка на освоение нормативов комплекса: развитие мотивации, интереса и вовлечённости в процесс подготовки. Особое внимание уделяется формированию инициативности как способности самостоятельно ставить двигательные задачи и оценивать их выполнение в логике требований ГТО. Итогом реализации программы становится гармоничное развитие личности дошкольника и освоение моделей здоровой жизнедеятельности. |                                                            |                                           |

Применение технологии подготовки обучающихся к выполнению ВФСК ГТО первой ступени выявил характер динамики развития основных физических способностей детей дошкольного возраста. Ниже (табл. 2) представлены результаты исследования основных физических способностей детей дошкольного возраста до и после применения технологии в подготовке к успешной сдачи комплекса ГТО первой ступени

**Таблица 2**

**Результаты исследования основных физических способностей  
детей дошкольников**

| Основные физические качества | Уровневые различия, % |              |             |              |              |         | Т     | р       |
|------------------------------|-----------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------|-------|---------|
|                              | До                    |              |             | После        |              |         |       |         |
|                              | высо-<br>кий          | сред-<br>ний | низ-<br>кий | высо-<br>кий | сред-<br>ний | низ-кий |       |         |
| ловкость                     | 23,8                  | 25           | 51,2        | 45           | 38,9         | 16,3    | 317.0 | 0.009** |
| скорость                     | 23,8                  | 30           | 46,2        | 35           | 36,3         | 28,7    | 393.0 | 0.019*  |
| гибкость                     | 13,7                  | 45           | 41,3        | 36,2         | 50           | 13,7    | 523.5 | 0.024*  |
| сила                         | 32,5                  | 62,2         | 5           | 37,5         | 61,2         | 1,25    | 712.0 | 0.033*  |

Т – статистический критерий Вилкоксона \* – уровень значимости различий  $p < 0,05$ ; \*\* – уровень значимости различий  $p < 0,01$

Зафиксированное развитие основных физических качеств дошкольников, подтверждается статистически значимыми показателями, а также успешным выполнением норм комплекса ГТО.

Достижение высокого уровня сформированности основных физических способностей (гибкости, силовых, скоростных, координационных, скоростно-силовых) выступает ключевым показателем физической подготовленности дошкольника, а целенаправленная работа всего педагогического коллектива способствовала инициативности в постановке и решении задач, соответствующих требованиям комплекса ГТО.

Предложенная методика разработана и основана на научных исследованиях, а так же успешно адаптирована к условиям ДОУ и учитывает все положения ФГОС ДО [2, с. 108].

Итог апробации педагогической технологии говорит о ее практико-ориентированности. Таким образом, педагогическая технология является продуктом, который создан для реального применения в достижении цели и решении поставленных задач.

### **Список литературы**

1. Ласкина С.Г., Исмаилова Г.С., Овинникова О.И. Возможности использования комплекса ВФСК ГТО в физическом воспитании детей дошкольного возраста на примере МБДОУ № 43 «Рябинушка» г. Пятигорск (первый этап исследования) / С.Г. Ласкина, Г.С. Исмаилова, О.И. Овинникова // Всероссийские педагогические чтения 2025: сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции, Петрозаводск, 07 апреля 2025 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2025. – С. 32–39. – EDN YSJKDG.

2. Ласкина С.Г., Исмаилова Г.С., Овинникова О.И. Возможности использования комплекса ВФСК ГТО в физическом воспитании детей дошкольного возраста на примере МБДОУ № 43 «Рябинушка» г. Пятигорск (внедренческий этап исследования) / С.Г. Ласкина, Г.С. Исмаилова, О.И. Овинникова // Всероссийские педагогические чтения 2026: сборник статей III Всероссийской научно-практической конференции. Петрозаводск, 07 мая 2026 года. – Петрозаводск: МЦНП «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2026 – 150 с. – С. 106–113.

3. Наумова Т.В. Развитие психомоторных способностей детей дошкольного возраста в условиях информационно-образовательной среды: дис. ... канд. псих. наук: 19.00.07 / Татьяна Валентиновна Наумова. Ставрополь, 2020. 220 с.

© Ласкина С.Г., Исмаилова Г.С., Овинникова О.И., 2026

UDC 159.99

**DEVELOPMENT OF DIGITAL COMPETENCE  
IN PROSPECTIVE TEACHER-RESEARCHERS  
DURING THEIR PROFESSIONAL TRAINING**

**Shershniova Tatiana Viktorovna**

PhD in Psychology, Associate Professor

**Liu Qingzheng**

master's student

Belarusian National Technical University

**Abstract:** This article analyzes the digital competence of future teacher-researchers studying in the “Scientific and Pedagogical Activity” program at technical universities. The study clarifies the meaning of “Digital Competence”<sup>0</sup> and the specific requirements imposed by the dual roles of teacher and researcher. It also presents an analysis of the psychological assessment results for 82 master's students at the Belarusian National Technical University. Based on the findings, practical recommendations are formulated for organizing training in the “Scientific and Pedagogical Activity” program at technical universities.

**Key words:** digital competence, teacher-researcher, self-efficacy, technostress, technical university.

**РАЗВИТИЕ ЦИФРОВОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ У БУДУЩИХ  
ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ-ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ  
ИХ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ**

**Шершнёва Татьяна Викторовна**

**Лю Цинчжэн**

**Аннотация:** В статье анализируется цифровая компетентность будущих педагогов-исследователей, обучающихся по специальности «Научно-педагогическая деятельность» в технических университетах. В исследовании уточняется значение понятия «цифровая компетентность» и те особые требования, которые предъявляет к ней двойная роль преподавателя и исследователя. Представлен анализ результатов психологической диагностики

82 студентов магистратуры Белорусского национального технического университета. На основе полученных результатов формулируются практические рекомендации для организации подготовки по специальности «Научно-педагогическая деятельность» в технических университетах.

**Ключевые слова:** цифровая компетентность, педагог-исследователь, самоэффективность, техностресс, технический университет.

Digital transformation is reshaping higher education fundamentally. Information technologies are changing how knowledge is shared, which inevitably raises new and higher expectations regarding teachers' abilities. Therefore, university students (especially those who will later teach and conduct research in technical universities) need strong digital competence. Thus, digital competence has become a core component of teacher professionalism in the twenty-first century.

Technical universities primarily train engineers and technical specialists. Their educational environment has a clear and strong technical orientation. During their studies, students frequently use digital tools, programming languages, and engineering software. This provides a solid foundation for developing digital competence and may strengthen students' sense of self-efficacy [2]. However, the heavy workload typical of technical universities creates considerable technostress. Moreover, if graduates of technical universities choose to become teacher-researchers, they must do more than operate technologies competently; they also need to know how to use technology to support teaching and research. At present, technical universities do not pay sufficient attention to students' psychological factors and to educational research.

With due consideration of the specific nature of the pedagogical-research activity at the university, we will understand digital competence of a teacher-researcher as the practical ability and readiness to use digital technologies confidently and purposefully to support educational practice and research work in various situations. This competence includes functional mastery of digital tools for accessing information, creating and managing digital content, and communicating in digital environments; value-semantic readiness to understand and justify the educational and research significance of particular technologies; motivational readiness characterized by openness to new technologies, willingness to learn continuously, persistence when facing difficulties, and a positive attitude toward using digital tools to improve work [2].

This study focuses on students at Belarusian National Technical University. It proposes a structure of digital competence for future teacher-researchers, examines how self-efficacy and technostress influence this competence, and finally suggests pedagogical conditions and methods for its development.

Digital competence has been widely discussed and well defined in educational research in recent years. The European Digital Competence Framework conceptualizes it as the ability to use technology confidently and rationally at work, in study, and in social life. This highlights its multidimensional nature, including technical operation, information processing, collaborative communication, and problem solving [1]. A related framework exists for teachers' technological abilities. Teachers must first master basic digital skills and be able to integrate technology into instruction in a natural and meaningful way. For future teacher-researchers, the concept of digital competence is even broader: they must use technology for teaching, but more importantly, they must use it for research. Based on these ideas, this article defines digital competence as the practical ability to use digital tools to access information, create content, communicate, and share within digital environments, as well as to apply technology to teaching and research in different situations. Motivation to learn technology and corresponding attitudes represent internal drivers of digital competence development. Thus, digital competence can be summarized as openness to new technologies, willingness to spend time learning digital skills, persistence when facing technical difficulties, and positive attitudes toward using technology to improve teaching. Self-efficacy plays a key role in this process [3].

The learning environment of technical universities has a dual impact on the development of digital competence and therefore deserves careful attention [2]. On the positive side, these institutions often provide strong technological infrastructure. Students can easily access computer laboratories and engineering software. Course design typically offers ample opportunities for technical practice, enabling students to accumulate substantial hands-on experience. In addition, students in technical universities generally show strong interest in technology and a natural desire to learn new tools. Their ability to solve technical problems can strengthen self-efficacy [3]. On the other hand, there are constraints. Students typically use technology within a narrow range – mainly engineering software – and rarely use educational tools such as learning management systems or interactive teaching platforms. As a result, their reflection on the educational value of technology is limited [2]. Technology is often used only to complete tasks rather than to transform teaching approaches. More

importantly, the development of digital competence may lack systematic and planned instructional design, which can contribute to technical anxiety.

Because future teacher-researchers hold dual roles, contradictions regarding technology are particularly evident. As technical students, they use technology extensively but often understand it primarily in instrumental terms. As future teachers, they must view technology from an instructional perspective and use it as a means of enhancing education. Shifting from “technology users” to “educational technology integrators” does not occur automatically; it requires specific pedagogical guidance. Among psychological factors, self-efficacy and technostress have important effects [2].

The participants were master’s students specializing in pedagogy at Belarusian National Technical University. We distributed 100 questionnaires and obtained 82 valid responses after removing incomplete responses and patterned answers. Among the valid responses, 38 were from male participants (46.3%) and 44 from female participants (53.7%). All participants were graduate students in pedagogy with similar professional backgrounds. Their ages ranged from 22 to 38 years ( $M = 26.5$ ).

Three standardized instruments were used. The first was the Digital Competence of Teachers Questionnaire, consisting of 19 items measuring three dimensions: functional readiness, value semantic readiness, and motivational readiness [4]. Items were rated on a 5-point Likert scale ranging from “strongly disagree” to “strongly agree”. In this study, Cronbach’s alpha for the overall scale was 0.89, and coefficients for the subscales ranged from 0.81 to 0.86. The second instrument was the Self-Efficacy Scale (SES) by J. Maddux and M. Sherer, which includes 30 items measuring two dimensions: general self-efficacy and social self-efficacy. After removing interference items, 26 items remained. Responses were also recorded on a 5-point scale. The overall alpha was 0.91, with 0.88 for general self-efficacy and 0.86 for social self-efficacy. The third instrument was the Technostress Scale by A. N. Coklar et al., comprising 28 items measuring overall technostress and five specific dimensions. Responses were recorded on a 5-point scale. The overall Cronbach’s alpha was 0.93, and subscale alphas ranged from 0.80 to 0.90.

All analyses were conducted using SPSS 27.0. Descriptive statistics showed that the overall mean score of digital competence was 5.72 on a scale ranging from 1 to 9, which is above average. Among the three dimensions, value semantic readiness scored highest ( $M = 6.21$ ), functional readiness was moderate ( $M = 5.52$ ), and motivational readiness was lowest ( $M = 5.20$ ). This pattern suggests that students recognize the importance of digital technology but show limited intrinsic motivation

to actively learn and apply it. General self-efficacy had a mean of 56.62 (moderate level), whereas social self-efficacy had a mean of 19.54 (relatively low). Overall technostress averaged 2.82 on a scale ranging from 1 to 5 (moderate level). The highest sources included technical subject-oriented stress ( $M = 2.94$ ) and socially oriented stress ( $M = 2.82$ ). Independent-samples  $t$ -tests showed that females scored significantly higher than males on overall digital competence (female:  $M = 6.25$ ; male:  $M = 5.11$ ;  $t = -2.66$ ;  $p = 0.01$ ) and on social self-efficacy (female:  $M = 20.43$ ; male:  $M = 18.50$ ;  $t = -2.37$ ;  $p = 0.02$ ). No significant gender differences were found for general self-efficacy or technostress.

Correlation analyses indicated that digital competence was positively correlated with general self-efficacy ( $r = 0.56$ ,  $p < 0.01$ ) and with social self-efficacy ( $r = 0.59$ ,  $p < 0.01$ ). Digital competence was negatively correlated with overall technostress ( $r = -0.36$ ,  $p < 0.01$ ). Both general self-efficacy and social self-efficacy were negatively correlated with technostress (general self-efficacy:  $r = -0.84$ ,  $p < 0.01$ ; social self-efficacy:  $r = -0.68$ ,  $p < 0.01$ ). This pattern indicates that higher technostress is associated with lower self-efficacy, which is consistent with the hypothesized psychological mechanism. Regression analyses showed that general self-efficacy and social self-efficacy were significant positive predictors of digital competence (general self-efficacy:  $\beta = 0.44$ ,  $p < 0.001$ ; social self-efficacy:  $\beta = 0.27$ ,  $p = 0.01$ ). Together, these predictors explained 48% of the variance in digital competence ( $R^2 = 0.48$ ). Overall technostress was a significant negative predictor of digital competence ( $\beta = -0.44$ ,  $p < 0.001$ ), explaining an additional 19% of the variance when included in the model ( $\Delta R^2 = 0.19$ ). Thus, higher self-efficacy is associated with higher digital competence, while higher technostress is associated with lower digital competence.

The bootstrap mediation analysis indicated that self-efficacy partially mediated the relationship between technostress and digital competence. The indirect effect was -0.73, accounting for 44.2% of the total effect. Therefore, technostress reduces digital competence both directly and indirectly by weakening self-efficacy. K-means cluster analysis based on the three dimensions of digital competence produced an optimal three-cluster solution. The first group, Integrators (39.0%), scored highest on all dimensions (functional: 6.72, value semantic: 7.08, motivational: 6.81). They also showed the highest self-efficacy and the lowest technostress. The second group, Social Learners (43.9%), was the largest. Their scores were generally at moderate levels, with relatively higher value semantic readiness (5.63) but lower functional (4.85) and motivational (4.66) readiness. These students often develop competence

through peer interaction. The third group, Surface Processors (17.1%), scored lowest on all dimensions, especially motivational readiness (2.0). They showed limited understanding of technology's value and very weak functional skills.

Overall digital competence in the sample was above average, but uneven development across dimensions is noteworthy. Value semantic readiness was highest, functional readiness was moderate, and motivational readiness was lowest. This pattern is consistent with earlier studies and indicates that although students appreciate the importance of digital technology, they may lack strong internal drive to actively engage with it. Therefore, teacher education programs should focus not only on awareness-raising but also on fostering intrinsic motivation. According to Self-Determination Theory, when learning environments satisfy the basic needs for autonomy, competence, and relatedness, intrinsic motivation increases [3]. Self-efficacy positively predicted digital competence. Students who believe in their abilities are more willing to explore and persist with digital tools. General self-efficacy showed a stronger effect than social self-efficacy, which may reflect the fact that much digital-skill learning is an individual activity that requires personal confidence. Technostress had a clear negative effect on digital competence. The strongest sources were difficulties with professional technical tools and stress from social interactions in digital environments. The negative associations between technostress and both types of self-efficacy suggest that technostress may undermine students' confidence and create a vicious cycle. The partial mediation effect (44.2%) is an important finding. Technostress affects digital competence both directly and indirectly by eroding self-efficacy. This helps explain why technostress has a lasting impact: when students' confidence declines, they are less likely to seek help, try new tools, and persist through difficulties.

The profiles "Integrators", "Social Learners", and "Surface Processors" highlight the need for differentiated interventions. The "One-size-fits-all" approach is unlikely to be effective. Teacher-researchers should tailor strategies accordingly: provide challenging tasks to Integrators, offer structured collaborative learning for Social Learners, and provide step-by-step guidance and frequent positive feedback to Surface Processors. Digital transformation is reshaping higher education, and therefore the preparation of future teacher-researchers in technical universities should be organized as a purposeful system that develops digital competence while protecting students from technostress. The diagnostic results show that overall digital competence in the sample is above average, yet it is uneven across dimensions: value-semantic readiness is the highest, functional readiness is moderate, and

motivational readiness is the weakest. This pattern implies that students often understand the importance of digital technology but do not consistently develop intrinsic motivation to learn and apply it. Consequently, teacher education programs should not limit themselves to awareness-raising; they must create regular learning situations in which technology is used for meaningful pedagogical and research tasks and in which students experience personal progress.

The most important psychological condition for strengthening digital competence is self-efficacy. General and social self-efficacy were strong positive predictors of digital competence, while technostress was a strong negative predictor. Moreover, self-efficacy partially mediated the relationship between technostress and digital competence, meaning that technostress reduces competence both directly and indirectly by weakening students' confidence. For this reason, every module should be designed to build self-efficacy through mastery experiences: tasks should be challenging but attainable, success criteria must be transparent, feedback must be frequent and constructive, and students must be able to see how their actions lead to educational or research outcomes. Since technostress is linked to both technical tool difficulties and stress arising from socially oriented digital interactions, the learning environment must provide technical and psychological support simultaneously. This includes accessible help channels, step-by-step guidance at the beginning of each new tool, and a climate where mistakes are treated as a normal part of learning.

Differentiation is necessary. Three student profiles were identified: Integrators (39%) with high functional, value-semantic and motivational readiness, high self-efficacy and low technostress; Social Learners (43.9%) with a relatively higher value-semantic readiness but lower functional and motivational readiness, often progressing through peer interaction; and Surface Processors (17.1%) who show the weakest outcomes, especially motivational readiness, along with limited functional skills. Therefore, a single "one-size-fits-all" instructional approach is unlikely to work. For Integrators, the program should provide advanced, research-oriented projects that require independent design of digital learning and investigation procedures. For Social Learners, collaborative learning should be structured: roles in teams, shared production of digital educational resources, and planned checkpoints for progress should be implemented so that interaction becomes a scaffold for competence rather than a source of additional pressure. For Surface Processors, learning should be intensively supported through micro-tasks, frequent positive feedback, and explicit, step-by-step instruction that gradually transfers responsibility to the student.

Since motivation is the weakest dimension, its development must be deliberately supported through the basic needs emphasized in self-determination

theory: autonomy, competence, and relatedness. Students should have choices in digital project topics and tools when learning goals are preserved, the program should document progress through visible milestones, and students should be embedded in a supportive community of practice where they can communicate, share strategies, and learn from peers. In this way, motivational readiness grows alongside functional skills. The program should explicitly bridge the dual role of future teacher-researchers: students need to move from being technology users to becoming educational technology integrators who can justify technology choices pedagogically and apply digital tools to support teaching and research. This shift should be accomplished through assignments that require not only producing a digital artifact but also explaining its educational value, evaluating outcomes, and reflecting on improvements. When education follow principles of strengthening self-efficacy, reducing technostress, differentiating instruction by learner profiles, and supporting intrinsic motivation, the preparation of future teacher-researchers in technical universities becomes both effective.

### **References**

1. Redecker C. European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu / Ed.: Y. Punie. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017. – URL: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC107466>.
2. Шершнёва Т. В. Психолого-педагогические метакомпетенции как фактор профессионального становления студентов технического университета // Актуальные проблемы психологии труда: теория и практика. Материалы IX Международной научно-практической конференции. – Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева, 2025. – С. 334-340.
3. Shershniova T. V. Developing Students' Self-Efficacy as a Coping Factor in Difficult Life Situations / T. V. Shershniova, Y. Feng // Научный megafest 2025: сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса / Отв. ред. Г. Ю. Гуляев. – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение», 2025. – С. 93-97.
4. Рубцова Н. Е. Психология личности в киберпространстве / Н. Е. Рубцова, С. Л. Ленков. – Тверь: Печатница, 2025 – 102 с.

© Shershniova T.V., Liu Q., 2026

# СЕКЦИЯ ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ

DOI 10.46916/19082026-2-978-5-00276-146-3

## **ОБУЧЕНИЕ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ В ПРОЦЕССЕ АНАЛИЗА СОВРЕМЕННЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ ИСКУССТВА**

**Кравчунас Мария Борисовна**

кандидат искусствоведения, доцент  
заведующий кафедрой иностранных языков  
Санкт-Петербургская академия художеств  
имени Ильи Репина

**Аннотация:** Современные тенденции в развитии технологий, международных отношений, обмена культурным опытом и глобализационных изменений активно способствуют созданию новых материалов для изучения иностранного языка, освещающих все актуальные процессы, происходящие в международном пространстве, включая изобразительное искусство. Своего рода историографическим материалом, демонстрирующим рождение и рост популярности определенных видов и предметов эстетики и художественной практики, являются неологизмы, семантическая и лексическая деривация, отражающие знаковые процессы, происходящие в творческой деятельности человека сквозь призму языка. Данный аспект обуславливает изучение английского во время знакомства и анализа культурных событий и явлений, в том числе их лексического обрамления – полученный на базе исследования изобразительного искусства учебный материал способен стать релевантным информационным языковым ресурсом для культурологов и искусствоведов.

**Ключевые слова:** изобразительное искусство, современное искусство, искусствоведение, теория и история искусства, английский язык, обучение, преподавание, неологизмы.

## **TEACHING ENGLISH IN THE PROCESS OF ANALYZING CONTEMPORARY WORKS OF ART**

**Kravchunas Maria Borisovna**

**Abstract:** Modern trends in the development of technology, international relations, the exchange of cultural experiences and globalization changes actively contribute to the creation of new materials for learning a foreign language, covering all relevant processes taking place in the international space, including fine arts. A

kind of historiographical material demonstrating the birth and growth of popularity of certain types and objects of aesthetics and artistic practice are neologisms, semantic and lexical derivation, reflecting the iconic processes occurring in human creative activity through the prism of language. This aspect determines the study of English during acquaintance and analysis of cultural events and phenomena, including their lexical framing – the educational material obtained on the basis of the study of fine arts can become a relevant information language resource for cultural scientists and art historians.

**Key words:** fine art, modern art, art criticism, theory and history of art, English, teaching, teaching, neologisms.

Сегодня многие арт-индустрии, галереи, дизайнерские студии, а также средние и высшие образовательные учреждения художественной направленности в качестве языка-посредника для коммуникации используют английский, при этом большое количество указанных организаций находится на территориях англоговорящих стран. Указанный феномен обусловлен тем, что английский долгое время находился на лидирующих позициях, например, согласно данным Института русского языка им. А.С. Пушкина, в 2023 г. английский занимал первое место по численности говорящих людей в мире [1, с. 7], согласно статистике Ethnologue, в 2026 г. по числу носителей (native speakers) английский уступает китайскому и испанскому, а по общему числу говорящих, включая владеющих как вторым языком, он занимает первое место [2; 3]. Соответственно свободное владение английским наиболее релевантно формировать на факультетах по изучению теории и истории искусства в процессе исследования и анализа современных произведений изобразительной и иной творческой деятельности.

Современное искусство не просто является продуктом творчества, эстетического видения окружающей реальности или духовных переживаний, но и в синтезе с новыми технологиями и инновационными тенденциями способствует созданию новых предметов и явлений, изображающих действительность. Указанные процессы способствуют зарождению неологизмов или деривации, что наиболее ярко прослеживается в английском языке [4, с. 4].

Согласно исследованиям С.А. Кудриной, В.О. Перминова, Е.В. Юдиной (2023) одной из основных причин образования неологизмов в современном английском выступает «появление новых вещей, явлений, понятий,

порожденное событиями в общественно-политической, культурной, научной, технической и других сферах жизни» [5, с. 411]. Помимо этого, «классические» крупные организации и творческие объединения (музеи, балет, опера, симфонические оркестры и др.) реагируют на такие явления глобализации, как миграционные потоки, «денационализация» художественных течений, стремительный рост числа художников, тенденция к глобальному культурному брендингу городов и т.д. [6, р. 279]. Между тем художественные практики направлены на развитие авторского самовыражения, основанного на исследованиях или на создании для продажи и/или распространения художественных произведений; развиваются в среде с высоким уровнем социальной коммуникации, позволяющей получать обратную связь, что существенно отражается на изучении иностранного языка. Данные факторы важно учитывать в преподавании и соответственно формировать межкультурную коммуникацию и языковую иноязычную компетенции по трем векторам:

1. Освоение научно-исследовательской лексики – изучение истории искусства, аналитических и критических материалов часто сопряжено с чтением и интерпретацией текстов, написанных на английском. Соответственно обучающиеся, овладевающие ESL (English as a Second Language), с помощью английского могут изучать тематический материал и публиковать свои исследовательские проекты и статьи на наукометрических международных платформах, а также принимать участие в научных конференциях. Указанный навык предполагает не только хорошее владение профессиональной терминологией, но и умение эффективно объяснять свои концепции, процессы и аргументированно защищать работы и проекты. Более того, указанный навык актуален ввиду того, что профессиональный рост в мире искусства и дизайна часто сопряжен с непрерывным образованием и переподготовкой [3].

Кроме того, в среде единомышленников исследование, эксперимент и развитие также играют ключевую роль, но происходят в рамках критического социального взаимодействия и осмысления с другими участниками и организациями из той же сферы. Такой обмен идеями важен для любой творческой практики, поскольку он стимулирует не только внутреннюю, но и внешнюю рефлексию и создает исследовательский климат [6; 7, р. 234].

2. Овладение навыком профессиональной коммуникации на английском языке – ESP (English for Specific Purposes, или «Английский для специальных

целей») актуально в международных компаниях, т.к., например, дизайн-проекты часто предполагают командную работу, требующую от специалистов взаимодействия с коллегами, клиентами и заинтересованными сторонами, которые могут принадлежать к разным языковым группам. В т.ч. указанный навык способствует налаживанию профессиональных связей – нетворкингу. Тем более что профессиональная коммуникация вышла на новый уровень – социальные сети, которые, в частности, трансформировались в мощное коммуникативное и искусствоведческое пространство, позволяющее художникам и дизайнерам демонстрировать свои работы, общаться с аудиторией и продавать произведения искусства [3], помогают формировать иноязычную и профессиональную компетенции во время обучения с помощью «аутентичных» практик – переговоров, дискуссий и обсуждений релевантных для искусства проблем на наукометрических форумах и блогах, т.к. любая публичная или полупубличная платформа, где демонстрируются творческие работы или утверждается, что эти работы по какой-то причине интересны, новаторски или социально значимы, считается ценной. Более того, общение в среде единомышленников способствует творческому развитию на высоком уровне [6; 7].

3. Ознакомление с современными терминами и понятиями художественной направленности, включая неологизмы, семантическую и лексическую деривацию, в которых сконцентрированы последние тенденции искусства – социально-культурная обусловленность неологизмов доказывает, что они в большей степени являются продуктом нашей концептуальной системы, а не просто осмысленными языковыми знаками. Они кодифицируют новый культурный опыт общества и свидетельствуют о текущих тенденциях его развития. По этой причине, изучая неологизмы, можно узнать о современных культурных ценностях, образе мышления и профессиональной жизни художников-носителей английского языка [8, p. 815].

4. Кроме того, появление цифровых медиа и технологий произвело революцию в искусстве: от появления платформ социальных сетей, где художники делятся своими портфолио, до работы программного обеспечения для 3D-моделирования, используемого дизайнерами, где английский язык, в т.ч. новые слова и выражения, часто используется в интерфейсе и инструкциях пользователя [3], что требует обязательного изучения.

Неологизмы часто становятся «словами года» (WotY), что также является дополнительным аргументом в пользу изучения этих лексических единиц.

Некоторые преподаватели английского могут быть против включения указанных слов в учебный материал, т.к. они относятся к атрибутам неформального общения [8, p. 815], напр., “rage bait” (онлайн-контент, специально публикуемый, чтобы вызвать бурную реакцию и привлечь внимание) или “brain rot” (гипотетическое ухудшение интеллектуальных или когнитивных способностей на фоне чрезмерного потребления онлайн-контента) и др., однако без знания сленговых и молодежных выражений полностью изучить пространство современного искусства проблематично.

Между тем художники создают свои собственные визуальные неологизмы в произведениях, предлагая новые способы выражения и интерпретации личного мировосприятия. Например, Пьер Шомон – мультимедийный художник – берет какую-либо концепцию и помещает ее в необычный контекст, чтобы взглянуть на нее по-новому, таким образом создавая неологизмы в языке [9]. Благодаря таким творческим деятелям удалось создать целые направления, отражающиеся в языке: (а) цифровое искусство (digital art), где произведения создаются с помощью компьютерных технологий, графики, 3d-печати и искусственного интеллекта (AI – Artificial Intelligence); (б) инсталляции – пространственные композиции из разнородных элементов (напр., работа “5 Weeks, 25 Days, 175 Hours” – Maria Eichhorn, 2016 – (художница закрыла галерею для посетителей, а сотрудникам предоставила оплачиваемый отпуск: им не нужно было добираться до своего рабочего места, и все полученные сообщения по работе в их учетных записях электронной почты учреждения и дома автоматически уничтожались). По словам Марии Айххорн, выставка была «способом вернуть время сотрудникам, которые там работают» [10, p. 224; 11, p. 244], а ее целью – «рассмотреть возможность приостановки действия капиталистической логики, связанной с понятием обмена, и попытаться создать пространство в жизни без труда, вернув время тем, кому его не хватает или кто в нем нуждается» [10, p. 224; 11, p. 244] – данный аспект можно детально обсудить с обучающимися; (в) видеоарт и перформанс – произведением искусства становятся действия художника или команды в определенном месте и времени (напр., 14-минутное «эссе» Хито Штайер, 2013 является самым кратким и совершенным обобщением всех интересов художницы – серия видео о тотальной слежке, распространении изображений и причудливой динамике власти, которые сосредоточены в цифровых технологиях. «Фильм, смонтированный в форме псевдодокументального фильма, показывает Штайерль в черной мантии, задающую важный вопрос: возможно ли вообще оставаться незамеченным

в эпоху, когда все и вся можно увидеть?» [12] – произведение искусства позволяет дискутировать на английском языке о центральной теме произведения – критике систем видеонаблюдения и алгоритмическом распознавании; “The Clock”, Christian Marclay, 2010 и др. напоминает о коварстве времени); ленд-арт (ландшафтное искусство); стрит-арт (работа говорит о быстротечности детства и преждевременном взрослении “Girl with Balloon”, 2004 – Banksy); боди-арт; экоарт; NFT-работы – цифровые токенизированные произведения искусства, созданные с помощью невзаимозаменяемых токенов (напр., коллаж “Everydays: The First 5000 Days” – Beeple помогает обсудить и изучить технологические изменения и новые возможности цифрового искусства, произошедшие с 2007 по 2020 гг., как и работа из серии генеративного искусства “Fidenza #612” – Tyler Hobbs? 2021); гибридное искусство и т.д.

**Заключение:** английский играет роль лингва франка в профессиональной коммуникации искусствоведов и художников, чья коммуникация сегодня осуществляется как контактно, так и дистанционно с помощью интернет-каналов, поэтому в процессе исследования и анализа современных произведений искусства обучающимся под руководством преподавателя важно принимать участие в онлайн-ярмарках, выставках, конференциях и мастер-классах, где в роли языка общения выступает английский. Такой материал может быть использован в качестве дополнительного к основному курсу английского, расширять коммуникативную и профессиональную компетенции искусствоведов, помогать принимать участие в научных и творческих мероприятиях. Через такой формат обучения максимально доступно освоение английских неологизмов и дериватов, отражающих культурные процессы и знаковые события; создается новый учебный ресурс, помогающий будущим специалистам познакомиться с ценностными смыслами и концептами зарубежных художников, их образом мышления и профессиональной жизнью.

### **Список литературы**

1. Индекс положения русского языка в мире: ГК-Индекс, Индекс устойчивости в странах постсоветского пространства (УС-Индекс). – Выпуск 3 / авт.-сост. А.Л. Арефьев, В.А. Жильцов, С.Ю. Камышева, Т.В. Нестерова, А.А. Филиппова; под ред. С.Ю. Камышевой. – М.: Государственный институт русского языка им. А.С. Пушкина, 2023. – 70 с.

2. English. Ethnologue , 2026. URL: <https://www.ethnologue.com/statistics/> (date: 07.08.2026).
3. The Role of English in the World of Art and Design // URL: <https://5minuteenglish.com/the-role-of-english-in-the-world-of-art-and-design/> (date: 03.08.2026).
4. Кнодель Л.В. Современная неология английского языка: монография / Л.В. Кнодель. – К.: 2019. – 230 с. URL: [https://www.researchgate.net/publication/374005485\\_L\\_Knodel\\_NEOLOGIA\\_KAK\\_CAST\\_NAUKI\\_O\\_AZYKE\\_monografia](https://www.researchgate.net/publication/374005485_L_Knodel_NEOLOGIA_KAK_CAST_NAUKI_O_AZYKE_monografia) (дата обращения 05.08.2026).
5. Кудрина С.А., Перминов В.О., Юдина Е.В. Основные источники и способы образования неологизмов в современном английском языке // Современное педагогическое образование. – 2023. – №1. – С. 411–414.
6. Gielen P. (2010) The Art Institution in a Globalizing World. The Journal of Arts Management Law and Society 40(4):279-296. <https://doi.org/10.1080/10632921.2010.525065>.
7. Andel W.V. (2020) Balancing the creative business model. International Journal of Entrepreneurship and Small Business 40(2):230-246. <https://doi.org/10.1504/IJESB.2020.10029917>.
8. Rets I. (2016) Teaching Neologisms in English as a Foreign Language Classroom. Procedia – Social and Behavioral Sciences 232:813-820. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.10.110>.
9. Kovalosky S. (2012) Neologism and Art: Creating a New Language – Day 289. October 15, 2012. Artful Vagabond. – URL: <https://artfulvagabond.com/2012/10/15/neologism-and-art-creating-a-new-language-day-289/> (date: 03.08.2026).
10. Eichhorn M. (2017) «Statement, 2016» in SIGLER, Friederike, Work, Whitechapel Gallery: The MIT Press, London, pp. 224–225.
11. Soria D.C. (2023) Maria Eichhorn's 5 Weeks, 25 Days, 175 Hours (2016): Subjectivity and Time in Post-Fordist Labor. Boletín de arte, pp. 243–254.
12. Greenberger A. (2019) From the Poor Image to Poetic Cinema: A Ranking of 20 Hito Steyerl Videos. ARTnews. July 18, 2019. URL: <https://www.artnews.com/art-news/news/hito-steyerl-videos-ranked-13002/> (date: 07.08.2026).

© Кравчунас М.Б., 2026

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**ЛУЧШИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОЕКТ 2026**

Сборник статей

IV Международного научно-исследовательского конкурса,  
состоявшегося 17 августа 2026 г. в г. Петрозаводске.

Ответственные редакторы:

Ивановская И.И., Кузьмина Л.А.

Подписано в печать 19.08.2026.

Формат 60x84 1/16. Усл. печ. л. 12.61.

МЦНП «НОВАЯ НАУКА»

185002, г. Петрозаводск,

ул. С. Ковалевской, д.16Б, помещ. 35

[office@sciencen.org](mailto:office@sciencen.org)

[www.sciencen.org](http://www.sciencen.org)

16+

**НОВАЯ НАУКА**

Международный центр  
научного партнерства



**NEW SCIENCE**

International Center  
for Scientific Partnership

МЦНП «НОВАЯ НАУКА» - член Международной ассоциации издателей научной литературы  
«Publishers International Linking Association»

## **ПРИГЛАШАЕМ К ПУБЛИКАЦИИ**

1. **в сборниках статей Международных  
и Всероссийских научно-практических конференций**

<https://www.sciencen.org/konferencii/grafik-konferencij/>



2. **в сборниках статей Международных  
и Всероссийских научно-исследовательских,  
профессионально-исследовательских конкурсов**

<https://www.sciencen.org/novaja-nauka-konkursy/grafik-konkursov/>



3. **в составе коллективных монографий**

<https://www.sciencen.org/novaja-nauka-monografii/grafik-monografij/>



<https://sciencen.org/>