

ISSN 2079-875x

№ 2 (118) 2026

An hourglass is the central visual element. The top bulb is filled with a blue, digital, and mathematical theme, featuring a graduation cap, mathematical formulas like $10+u=2a$, $4s-2b=3$, $x-12y+15z=7$, $7a+3b=x$, and 21 , and a globe. The bottom bulb is filled with an orange, scientific theme, featuring a hexagonal grid with icons for a skull, test tubes, a magnifying glass, a heart rate monitor, a DNA helix, a syringe, a brain, a microscope, a flask, and a paperclip.

УЧЕБНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ОБРАЗОВАНИИ

Научно-методический журнал

16+

ISSN 2079-875X

УЧЕБНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ОБРАЗОВАНИИ

Научно-методический журнал

2 (118) / 2026

ISSN 2079-875X

Scientific and methodological journal

**UCHEBNYJ EKSPERIMENT
V OBRAZOVANII**

Teaching experiment in education

2 (118) / 2026

Научно-методический журнал

№ 2 (118) (апрель – июнь)
2026

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА:
ФГБОУ ВО «Мордовский
государственный педагогический
университет имени М. Е. Евсевьева»

Издается с января 1997 года

Выходит
1 раз в квартал

Фактический адрес:
430007, Республика Мордовия,
г. Саранск, ул. Студенческая, 11а

Телефоны:
(834-2) 33-92-83
(834-2) 33-92-84

Факс:
(834-2) 33-92-67

E-mail:
edu_exp@mail.ru

Сайт: <http://www.mordgpi.ru>

**Подписной индекс
в каталоге
«Почта России» ПР715**

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Г. Г. Зейналов (главный редактор) – доктор философских наук, профессор
М. В. Антонова (зам. главного редактора) – доктор педагогических наук, профессор
П. В. Новиков (отв. секретарь) – кандидат психологических наук, доцент

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

В. П. Андронов – доктор психологических наук, профессор (Россия, Саранск)
Е. Н. Арбузова – доктор педагогических наук, профессор (Россия, Омск)
А. А. Баранов – доктор психологических наук, профессор (Россия, Ижевск)
Н. А. Белоусова – доктор биологических наук, доцент (Россия, Екатеринбург)
Л. И. Боженкова – доктор педагогических наук, профессор (Россия, Саранск)
Ю. В. Варданян – доктор педагогических наук, профессор (Россия, Саранск)
Н. Н. Васягина – доктор психологических наук, профессор (Россия, Екатеринбург)
Ю. Ю. Гавронская – доктор педагогических наук, профессор (Россия, Санкт-Петербург)
Э. Г. Гельфман – доктор педагогических наук, профессор (Россия, Томск)
В. А. Далингер – доктор педагогических наук, профессор (Россия, Омск)
М. Д. Даммер – доктор педагогических наук, профессор (Россия, Челябинск)
Л. С. Капкаева – доктор педагогических наук, профессор (Россия, Саранск)
П. А. Кисляков – доктор психологических наук, профессор (Россия, Москва)
Л. А. Ларченкова – член-корреспондент РАО, доктор педагогических наук, профессор (Россия, Санкт-Петербург)
В. В. Майер – доктор педагогических наук, профессор (Россия, Глазов)
П. А. Оржековский – член-корреспондент РАО, доктор педагогических наук, профессор (Россия, Москва)
М. В. Потапова – доктор педагогических наук, профессор (Россия, Челябинск)
С. М. Похлебаев – доктор педагогических наук, профессор (Россия, Челябинск)
Н. С. Пурешева – доктор педагогических наук, профессор (Россия, Москва)
М. А. Родионов – доктор педагогических наук, профессор (Россия, Пенза)
М. М. Шалашова – доктор педагогических наук, доцент (Россия, Москва)
И. И. Шамров – доктор биологических наук, профессор (Россия, Санкт-Петербург)
Г. А. Шишкин – доктор педагогических наук, профессор (Россия, Бердянск)
Е. А. Шмелева – доктор психологических наук, профессор (Россия, Шуя)
О. С. Шубина – доктор биологических наук, профессор (Россия, Саранск)
М. А. Якунчев – доктор педагогических наук, профессор (Россия, Саранск)
С. А. Ямашкин – доктор химических наук, профессор (Россия, Саранск)
Н. Н. Яремко – доктор педагогических наук, профессор (Россия, Москва)

Журнал включен ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук

ISSN 2079-875X

© «Учебный эксперимент
в образовании», 2026

**Scientific and methodological
journal**

**2 (118) (April – June)
2026**

JOURNAL FOUNDER:
FSBEI HE “Mordovian State
Pedagogical University
named after M. E. Evseviev”

Published since January 1997

Quarterly issued

Actual address:
11a Studencheskaya Street,
Saransk,
The Republic of Mordovia, 430007

Telephone numbers:

(834-2) 33-92-83

(834-2) 33-92-84

Fax number:

(834-2) 33-92-67

E-mail:

edu_exp@mail.ru

Website: <http://www.mordgpi.ru>

**Subscription index
in the catalogue
“The Press of Russia”
PR715**

EDITORIAL COUNCIL

G. G. Zeynalov (editor-in-chief) – Doctor of Philosophical Sciences, Professor

M. V. Antonova (editor-in-chief assistant) – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

P. V. Novikov (executive secretary) – Candidate of Psychological Sciences, Associate Professor

EDITORIAL COUNCIL MEMBERS

V. P. Andronov – Doctor of Psychological Sciences, Professor (Russia, Saransk)

E. N. Arbuzova – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Omsk)

A. A. Baranov – Doctor of Psychological Sciences, Professor (Russia, Izhevsk)

N. A. Belousova – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor (Russia, Ekaterinburg)

L. I. Bozhenkova – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Saransk)

Yu. V. Vardanyan – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Saransk)

N. N. Vasyagina – Doctor of Psychological Sciences, Professor (Russia, Ekaterinburg)

Yu. Yu. Gavronskaya – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Saint Petersburg)

E. G. Gelfman – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Tomsk)

V. A. Dalinger – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Omsk)

M. D. Dammer – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Chelyabinsk)

L. S. Kapkaeva – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Saransk)

P. A. Kislyakov – Doctor of Psychological Sciences, Professor (Russia, Moscow)

L. A. Larchenkova – Corresponding Member of the Russian Academy of Education, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Saint Petersburg)

V. V. Mayer – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Glazov)

P. A. Orzhekovski – Corresponding Member of the Russian Academy of Education, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Moscow)

M. V. Potapova – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Chelyabinsk)

S. M. Pokhlebaev – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Chelyabinsk)

N. S. Purysheva – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Moscow)

M. A. Rodionov – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Penza)

M. M. Shalashova – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Russia, Moscow)

I. I. Shamrov – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Saint Petersburg)

G. A. Shishkin – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Berdyansk)

E. A. Shmeleva – Doctor of Psychological Sciences, Professor (Russia, Shuya)

O. S. Shubina – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Saransk)

M. A. Yakunchev – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Saransk)

S. A. Yamashkin – Doctor of Chemical Sciences, Professor (Russia, Saransk)

N. N. Yaremko – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Moscow)

The Journal is included by HCC of the Ministry of Education and Science of the RF in the list of the leading peer-reviewed scientific journals and publications, which should issue the main scientific results of the candidate's and doctoral theses

ISSN 2079-875X © «Uchebnyj eksperiment
v obrazovanii», 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ПСИХОЛОГИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

Исхаков Ф. Р., Зайцева Ю. Е.

Возможности полинарративного подхода в обучении детей базовым социальным навыкам.... 7

Мадалиева С. А., Яшкова А. Н., Ветошкин А. А.

Применение игровых методов в речевом развитии детей дошкольного возраста..... 15

Рудь М. В.

Сформированность профессиональной идентичности будущих психологов в контексте психологического сопровождения участников СВО и членов их семей 21

ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ И ВОСПИТАНИЯ (ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Батраева Е. А., Абдулова Е. В.

Реализация междисциплинарного подхода в процессе подготовки обучающихся к ЕГЭ на примере элективного курса «Экология» 32

Боженкова Л. И., Иванова Т. А., Тактаров Н. Г.

Тексты учебника математики как средство развития математической речи учащихся 45

Капкаева Л. С., Леушкина К. В., Лапин К. С.

Прикладные задачи по алгебре и началам математического анализа как средство формирования математической грамотности старшеклассников..... 53

Потапкин Е. Н., Кузьмина А. Д.

Развитие исследовательских умений старшеклассников в условиях проведения внеурочных лабораторных работ по биологии 67

Родионов М. А., Чернышов В. П.

Организация самостоятельной подготовки к итоговой аттестации по математике с использованием технологий искусственного интеллекта..... 80

Санина Е. И., Яворская А. М., Кулижникова А. С.

Мозговой штурм как средство формирования творческого мышления при решении нестандартных задач в 7-м классе по алгебре..... 88

Сутягин А. А., Меньшиков В. В., Манжукова Л. Ф.

Получение сложных эфиров как вариант подготовки будущих учителей к организации проектной деятельности по химии..... 97

Харитонов А.А., Карпунин В. В., Храмова О. В.

Конвергентная задача как дидактическое средство реализации конвергентного подхода в обучении физике 109

Яскина О. А., Арбузова Е. Н.

Конструирование цифрового контента визуальных средств обучения биологии для старшеклассников 118

Правила оформления рукописей, представляемых в редакцию журнала

«Учебный эксперимент в образовании»..... 128

CONTENTS

PSYCHOLOGY OF EDUCATION

- Iskhakov F. R., Zaitseva Ju. E.**
The possibilities of a polynarrative approach in teaching children basic social skills 7
- Madalieva S. A., Yashkova A. N., Vetoshkin A. A.**
Application of Game Methods in Speech Development of Preschool Children..... 15
- Rud M. V.**
The professional identity formation among future psychologists in the context of psychological support for the Special Military Operation participants and their family members 21

THEORY AND METHODS OF TRAINING AND EDUCATION (NATURAL SCIENCE DISCIPLINES)

- Batraeva E. A., Abdulova E. V.**
The implementation of interdisciplinary approach in the process of preparing school students for the Unified State Exam using the example of the elective “Ecology” course 32
- Bozhenkova L. I., Ivanova T. A., Taktarov N. G.**
Texts from a textbook on Mathematics as a means of developing school students’ mathematical speech 45
- Kapkeyeva L. S., Leushkina K. V., Lapin K. S.**
Applied problems in algebra and the basics of mathematical analysis as a means of developing mathematical literacy among high school students 53
- Potapkin E. N., Kuzmina A.D.**
The development of research skills of high school students through extracurricular laboratory work in Biology 67
- Rodionov M. A., Chernyshov V. P.**
The organization of independent preparation for the final Mathematics examination using artificial intelligence technologies 80
- Sanina E. I., Yavorskaya A. M., Kulizhnikova A. S.**
Brainstorming as a means of developing creative thinking when solving non-standard algebra problems in 7th grade..... 88
- Sutyagin A. A., Menshikov V. V., Manzhukova L. F.**
Esters’ obtaining as an option for preparing future teachers to organize project activities in chemistry97
- Kharitonova A. A., Karpunin V. V., Khramova O. V.**
A convergent task as a didactic tool for implementing the convergent approach in physics teaching 109
- Yaskina O. A., Arbusova E. N.**
Designing digital content of visual learning tools in Biology for high school students. 118
- The rules for designing manuscripts submitted to the journal
“Teaching experiment in education” 128**

ПСИХОЛОГИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

Научная статья
УДК 159.9.07
doi: 10.51609/2079-875X_2026_2_07

Возможности полинарративного подхода в обучении детей базовым социальным навыкам

Фаррух Рустам Угли Исхаков^{1*}, Юлия Евгеньевна Зайцева²

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,

²Санкт-Петербургский государственный университет,
Психологический центр личных историй, Санкт-Петербург, Россия

¹st098611@student.spbu.ru*, <https://orcid.org/0009-0001-2351-3955>

²J.E.Zaitseva@spbu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2049-5798>

Аннотация. Исследование посвящено взаимосвязи родительского нарратива и формирования базовых социальных навыков у детей с нарушениями развития. Применялся интегративный метод, сочетающий полинарративные технологии и прикладной анализ поведения для коррекции социальных навыков ребенка. Основное внимание уделялось анализу кейса шестилетнего ребенка с отсутствием речи и указательного жеста. В результате создания мотивационной среды ребенок освоил базовые коммуникативные навыки. Параллельная работа с родителями позволила достичь устойчивой генерализации навыков. Делается вывод о возможности интеграции родителей в коррекционный процесс дошкольного образования.

Ключевые слова: родительский нарратив, базовые социальные навыки, прикладной анализ поведения, полинарративная терапия, рефлексивная перспектива, интегративный метод

Декларация об использовании ИИ: при подготовке статьи авторы использовали «STORM AI» в целях обработки и систематизации материалов. Далее материалы были прочитаны и отредактированы. Авторы несут полную ответственность за содержание публикации.

Для цитирования: Исхаков Ф. Р., Зайцева Ю. Е. Возможности полинарративного подхода в обучении детей базовым социальным навыкам // Учебный эксперимент в образовании. 2026. № 2 (118). С. 7–14. https://doi.org/10.51609/2079-875X_2026_2_07.

Original article

The possibilities of a polynarrative approach in teaching children basic social skills

Farrukh R. Iskhakov^{1*}, Julia E. Zaitseva²

^{1,2}St. Petersburg State University, Russian Federation, St. Petersburg

¹st098611@student.spbu.ru*, <https://orcid.org/0009-0001-2351-3955>

²St. Petersburg State University,

Psychological Centre of Self-narratives, Russian Federation, St. Petersburg

²Ju.E.Zaitseva@spbu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2049-5798>

Abstract. The study considers relations between the parental narrative and the formation of basic social skills among children with developmental disabilities. There was used an integrative method, combining polynarrative technologies and applied behavior analysis to improve the child's basic social skills. The main focus was on analyzing the case of a six-year-old child with a lack of speech and pointing gestures. As a result of creating a motivational environment, the child has mastered basic communication skills. The parallel work with parents has made it possible to achieve a stable generalization of the mastered skills. The conclusion is made about the possibility of integrating parents into the psychological and pedagogical skill correction process.

Keywords: parenting narrative, basic social skills, applied behavior analysis, polynarrative therapy, reflexive perspective, integrative method

Declaration on the use of AI: when preparing this article, the authors used STORM AI to process and organize the materials. The materials were then reviewed and edited. The authors bear full responsibility for the content of the publication.

For citation: Iskhakov F. R., Zaitseva Ju. E. The possibilities of a polynarrative approach in teaching children basic social skills. *Uchebnyj eksperiment v obrazovanii* = Teaching experiment in education. 2026; 2(118):7-14 (In Russ.). https://doi.org/10.51609/2079-875X_2026_2_07.

Современные родители и образовательные организации все чаще сталкиваются с необходимостью работы с различными особенностями развития детей. На сегодняшний день наиболее распространены «общие/тяжелые нарушения речи (ОНР/ТНР)», «синдром Аспергера» и «расстройства аутистического спектра» [1]. Кроме того, участились случаи постановки временного диагноза «Задержка психоречевого развития (ЗПРР)» без дальнейшего уточнения. Мы предполагаем, что увеличение количества перечисленных особенностей развития может быть связано не только с усовершенствованием диагностического инструментария и повышением уровня общей осведомленности, но с и преобразованиями способов передачи социальных навыков и восприятия воспитательного процесса родителями и педагогами. В качестве иллюстрации подобных преобразований может быть рассмотрено появление новых парадигм воспитания, где развитие ребенка определяется как «самодетерминирующая система», не требующая вмешательства, в то время как устоявшаяся парадигма предлагает воспринимать родителей и значимых взрослых как неотъемлемую часть зоны ближайшего развития [1]. Это дает основания предполагать, что на фоне развития новых воспитательных парадигм также меняется родительский нарратив, являющийся социальной и коммуникативной средой развития ребенка, что впоследствии может вести к поведенческим изменениям.

В настоящее время поведенческие нарушения и дефицит базовых социальных навыков корректируются в рамках специализированных систем помощи детям, таких как прикладной анализ поведения (АВА). Данный подход, разработанный в зарубежной бихевиоральной психологии, также широко применяется отечественными специалистами и зарекомендовал себя как эффективный и доказательный. В нем психолого-педагогическое воздействие ограничивается работой с ребенком. Игнорирование родительского нарратива нередко приводит к рецидивам детских поведенческих проблем и нарастанию семейной дезадаптации.

Цель настоящей статьи – продемонстрировать взаимосвязь родительского нарратива и развития базовых социальных навыков ребенка.

Предварительно целесообразно остановиться на роли родительского нарратива в психолого-педагогическом взаимодействии с ребенком. Так, в педагогике и психологии XX в. существовали довольно строгие представления относительно нормы детского развития. Для определения соответствия установленной норме было разработано большое количество инструментов как групповой, так и индивидуальной диагностики. Общество получило возможность определения необходимых навыков, уровня когнитивных способностей для решения разнообразных социальных задач. В случае обнаружения несоответствия нормам развития разрабатывались коррекционные подходы, направленные на дальнейшее встраивание ребенка в соответствующую общественную формацию и функционировавшие как самостоятельное направление воспитательного и образовательного процесса. Таким образом, основным направлением работы психологов и коррекционных педагогов было наращивание утраченной в силу разных причин функциональности детей. Непосредственно данный этап развития педагогической психологии можно связать с появлением наибольшего количества различных подходов к коррекции и развитию навыков, в том числе прикладного анализа поведения.

На рубеже столетий коррекционная работа начинает восприниматься как инструмент сегрегации и наращивания социального неравенства. Наряду с этим, за счет развития идей инклюзивности и разнообразия воспитательные и образовательные учреждения стали практиковать инклюзию [2] как сопровождение обучения детей с особыми потребностями. Это позволило привлечь большое количество ресурсов, а также специалистов различных помогающих профессий к процессу построения инклюзивного общества, открытого к взаимодействию не только с людьми различных взглядов и убеждений, но и разного уровня развития [2]. Резкая смена парадигмы привела к размытию понятия нормы, что повлекло за собой сложности педагогического характера, связанные с невозможностью использования строгих формальных требований в силу необходимости включения в педагогический процесс субъектов на разном уровне социального и интеллектуального развития. Кроме того, семейная система и общество начали утрачивать функцию зоны ближайшего социального развития, так как уровень требований к развитию заметно снизился [3], что, в свою очередь, спровоцировало дефицит развития базовых социальных навыков. Тем не менее важно отметить, что и в рамках классических педагогических концепций, и в рамках инклюзивной педагогики родитель фактически не интегрирован в работу с ребенком. Данное противоречие определяет необходимость разработки интегративных моделей, способных синхронизировать изменения на уровне наблюдаемого поведения ребенка и нарратива родителя, являющегося для ребенка как зоной ближайшего развития, так и социальным ориентиром. Описанное рассогласование вызывает необходимость преодоления методологической изоляции рассматриваемых подходов через создание *интегративной модели психолого-педагогической работы*.

Наиболее функциональной формой работы с детьми, не соответствующими нормам развития, мы видим инструмент взаимодействия с семейной системой целиком с помощью параллельной коррекции навыков детей и повыше-

ния воспитательной функциональности родителей, т. е. восстановление родительского нарратива как транслирующего базовые социальные навыки. Исходя из нашей гипотезы подобная система работы позволит с помощью значимого взрослого (главным образом родителя) создать функциональную среду или же контекст развития, внутри которого ребенок будет обеспечен необходимой моделью взаимодействия с обществом, за счет чего будет осуществляться трансмиссия необходимых социальных навыков. В отличие от классической коррекционной парадигмы, мы предлагаем обратить внимание главным образом на базовые социальные навыки, которые позволят в дальнейшем встраиваться в социальные контексты даже без строгого соответствия установленным возрастным нормам формирования навыков. На наш взгляд, подобная система может функционировать в том числе и для крайне отстающих в развитии детей за счет мимикрии под «нарратив» родителя, что впоследствии даст ребенку возможность стать неотличимым от обычного члена общества и выполнять некоторые его задачи. В качестве профессионального сопровождения подобного процесса за пределами семейной системы мы предлагаем к рассмотрению новое направление работы – «допедагогическое» коррекционно-развивающее взаимодействие с ребенком, или «протогогику».

В качестве проверки нашей гипотезы был апробирован метод, совмещающий технологии прикладного анализа поведения и терапевтическую работу по повышению рефлексивной перспективы родителей [4] в рамках полинарративного подхода к анализу личных историй [5], что будет рассмотрено в описании кейса.

Благодаря тому, что в прикладном анализе поведения особое внимание уделяется фиксации поведенческих проявлений, становится возможной оценка динамики изменений. Ключевым в методологии является принцип положительного подкрепления, то есть закрепление желаемых поведенческих реакций через систему поощрений. Реализация индивидуальных программ предполагает тщательный подбор стимулов и подкрепляющих факторов с учетом индивидуальных особенностей ребенка с последующим созданием мотивационных условий. Последнее позволяет ребенку успешно освоить целевые навыки.

Методология полинарративной терапии предполагает диалог между альтернативными историями, фасилитатором в котором позиционируется специалист. Определение конкурирующих нарративов осуществляется с помощью анализа языковых маркеров, тематических противоречий и эмоционально заряженных формулировок. В семейном контексте следует анализировать полифонию голосов. Данное представление является концептуальной особенностью подхода. Каждый участник семейного контекста обладает уникальной рефлексивной перспективой (актерской, агентской, авторской), то есть дистанцией между наблюдающим «Я» (рассказчиком) и наблюдаемым «Я» (персонажем). Данная дистанция необходима для использования автобиографического текста при решении задачи, требующей рефлексии. На выявление альтернативных нарративов, вытесненных доминирующими семейными сценариями, и направлена терапия. Множественность историй создает основу для рефлексии и трансформации семейной динамики, что учитывается при работе с нарративами

родителей детей с поведенческими нарушениями. Значимость данной работы обусловлена тем, что интерпретации родителем поведения ребенка непосредственно влияют на воспитательные стратегии.

Апробируемый терапевтический подход основывается на сочетании прикладного анализа поведения для детей с полинарративной работой для родителей и направлен на повышение функциональности среды развития детей и обогащение родительских нарративов способностью к трансмиссии базовых социальных навыков. Комплементарность теоретических оснований, а именно фокус АВА на анализе функций поведения через эмпирически верифицируемые процедуры и исследование смысловых структур, формирующих родительские интерпретации и реакции в нарративной терапии, позволяет интегрировать методы рассматриваемых подходов. Предложенная интеграция заключается в том, что функциональный анализ в АВА позволяет идентифицировать antecedents и последствия, поддерживающие проблемные паттерны. На основании выявленных факторов нежелательного поведения строится дальнейшая психолого-педагогическая работа.

Полинарративная терапия одновременно способствует реконструкции родительских нарративов, что меняет контекст взаимодействия и тем самым модифицирует оперантные условия в семейной среде.

Успех этого комбинированного подхода во многом зависит от участия и подготовки родителей. По мере проведения терапии родители также обучаются использованию базовых бихевиоральных инструментов, которые встраиваются в обновленный родительский нарратив для более успешного построения нового родительского нарратива.

Предлагаемая модель призвана объединить методы АВА с полинарративной практикой, направленной на трансформацию нарративов как фактора развития базовых социальных навыков ребенка. Эмпирическим подтверждением эффективности модели служит описание кейса.

Комбинированный подход использовался для коррекции базовых социальных навыков ребенка в возрасте шести лет. Вербальная речь не была освоена, указательный жест не использовался, для коммуникации ребенком использовался тактильный контакт с родителями и ограниченный набор вокализаций (чаще спонтанных). Особенностью кейса является полная, клинически подтвержденная нейрофизиологическая сохранность. Из беседы с родителями удалось установить, что в домашней среде ребенку свободно доступны практически все мотивационные стимулы, в числе которых пульт от телевизора, несколько гаджетов, предпочитаемые игрушки и пищевые стимулы. Исходя из приведенных условий, для ребенка отсутствовал контекст для освоения указательного жеста как просьбы, навыка функционального привлечения внимания взрослых, вследствие чего возник дефицит коммуникативной мотивации и редукция вербальной речи. В рамках первого занятия с ребенком был применен протокол воссоздания мотивационных условий (лишение прямого доступа к стимулу) и применена физическая подсказка для формирования указательного жеста и его использования в качестве просьбы. После 10 последовательных

обучающих проб ребенок начал самостоятельно использовать указательный жест.

Далее поведенческие занятия с ребенком были расширены за счет параллельной терапевтической работы с родителями с целью трансформации родительского нарратива. Также из предварительной беседы с родителями нами была сформулирована следующая гипотеза: уровень рефлексии, отраженный в родительском нарративе, не позволяет видеть воспитательную задачу в контексте развития ребенка и, как следствие, делает невозможным передачу базовых социальных навыков. Согласно театральной метафоре Д. МакАдамса, решение подобной задачи требует наличия рефлексивной перспективы «мотивированного агента», что подразумевает способность родителя к постановке задач и восприятию отложенных последствий определенных решений и действий в семейном контексте [6]. Подобная рефлексивная перспектива не была представлена ни у одного из родителей на момент начала вмешательства. Таким образом, целью работы с родителями было повышение рефлексивной перспективы и освоение инструментария функциональной передачи базовых социальных навыков ребенку за счет трансформации родительского нарратива посредством построения позиции исследователя. Данная позиция важна для обнаружения сценарных ограничений изначального нарратива и позволяет оценить их, находясь за пределами идентичности «родителей особого ребенка», функционально став частью психолого-педагогической команды. В конечном итоге подобная позиция позволяет произвести терапевтическую трансформацию рефлексивной перспективы родителя до уровня мотивированного агента, так как сам процесс исследования текущего состояния семейной системы является первым этапом в задаче по устранению ее сбоев. Опираясь на исследовательскую позицию, родитель получает возможность принять задачу по развитию базовых социальных навыков ребенка как свою, что и позволяет перейти на уровень рефлексивной перспективы мотивированного агента.

В рамках проделанной совместно с родителями работы удалось выйти на начальный уровень вербального поведения, ребенку стала доступна эхоимитация слов, просьбы с использованием трех слов (я хочу «...»), появилась функциональная игра с младшей сестрой и были освоены некоторые из базовых навыков бытового поведения (например, есть горячую пищу за столом с семьей).

За счет проведенной с родителями работы навыки достигли устойчивости, были генерализованы (перенесены в другие среды) и модифицированы. Также ребенок начал демонстрировать спонтанное овладение навыками, не представленными в ходе поведенческой коррекции.

Таким образом, в статье продемонстрированы первые этапы практического применения предложенного подхода, указывающие на значимость интеграции родителей в развитие базовых социальных навыков ребенка. Родитель получает возможность принять исследовательскую позицию, увидеть функциональные пробелы и полноценно участвовать в решении задачи развития коммуникации ребенка. Подобный результат подчеркивает ценность общепедагогической тенденции привлечения родителей к процессам образования, а на сего-

дняшний день – к психолого-педагогическому взаимодействию с особым ребенком.

Список источников

1. *Аттаева Л. Ж., Макаров И. В.* Региональные особенности частоты и динамики распространенности шизофрении, шизотипического расстройства и аутизма у детей и подростков в России (статистические данные за 2021–2022 гг.) // *Сибирский научный медицинский журнал*. 2024. Т. 44, № 3. С. 191–198. DOI 10.18699/SSMJ20240321.

2. *Славина Е. О.* История развития инклюзивного образования // *Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сборник статей по материалам 77-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2021 год : в 3 ч.* Краснодар, 01 марта 2022 г. Ч. 3. Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина. 2022. С. 291–293.

3. *Смирнова Е. О.* Специфика современного дошкольного детства // *Национальный психологический журнал*. 2019. № 2 (34). С. 25–32. DOI: 10.11621/npj.2019.0205.

4. *Зайцева Ю. Е., Горюнова Ю. В.* Полинарративный подход к анализу личных историй // *III Международная конференция по консультативной психологии и психотерапии, посвященная памяти Федора Ефимовича Василюка: консультативная психология: традиции и новации.* 11–12 ноября, 2022. Москва : Московский государственный психолого-педагогический университет, 2023. С. 125–131.

5. *Выготский Л. С.* Собрание сочинений : в 6 т. Т. 2. Проблемы общей психологии / под ред. В. В. Давыдова. Москва : Педагогика, 1982. 504 с.

6. *McAdams D. P.* The Psychological Self as Actor, Agent, and Author // *Perspectives on Psychological Science*. 2003. № 8 (3). Pp. 272-295. DOI: 10.1177/1745691612464657.

References

1. *Attaeva L. Zh., Makarov, I. V.* The regional features of frequency and dynamics of the prevalence of schizophrenia, schizotypal disorder and autism among children and adolescents in Russia (statistical data for 2021-2022). *Sibirskij nauchny`j medicinskij zhurnal* = Siberian Scientific Medical Journal, 2024; 44(3):191-198. DOI 10.18699/SSMJ20240321. (In Russ.)

2. *Slavina E. O.* The history of the development of inclusive education articles. *Nauchnoe obespechenie agropromy`shlennogo kompleksa* = Scientific support of the agro-industrial complex. Krasnodar, March 01, 2022. Vol. 3. Krasnodar, I. T. Trubilin Kuban State Agrarian University, 2022. Pp. 291-293. (In Russ.)

3. *Smirnova E. O.* The specifics of modern preschool childhood. *Natsional`ny`j psikhologicheskij zhurnal* = National Psychological Journal. 2019; 2(34):25-32. DOI: 10.11621/npj.2019.0205. (In Russ.)

4. *Zaitseva Ju. E., Goryunova, Yu. V.* A polynarrative approach to the analysis of personal stories. *III Mezhdunarodnaya konferentsiya po konsul`tativnoj psikhologii i psikhoterapii, posvyashhennaya pamyati Fedora Efimovicha Vasilyuka: konsul`tativnaya psikhologiya: traditsii i novatsii* = III International Conference on Counseling Psychology and Psychotherapy dedicated to the memory of Fyodor Efimovich Vasilyuk: counseling psychology: traditions and innovations. November 11-12, 2022. Moscow, Moscow State University of Psychology and Education, 2023. Pp. 125-131. (In Russ.)

5. *Vygotsky L. S.* Collected works: in 6 vol. Vol. 2. The problems of general psychology / ed. by V. V. Davydov. Moscow: Pedagogika Publ., 1982. 504 p. (In Russ.)

6. *McAdams D. P.* The Psychological Self as Actor, Agent, and Author. *Perspectives of psychological Science*. 2003; 8(3):72-295. DOI: 10.1177/1745691612464657. (In Engl.)

Информация об авторах:

Исхаков Ф. Р. – аспирант кафедры педагогики и психологии образования.

Зайцева Ю. Е. – старший преподаватель кафедры общей психологии, руководитель Психологического центра личных историй, кандидат психологических наук.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Iskhakov F. R. – Postgraduate student (Department of Pedagogy and Psychology of Education).

Zaitseva Ju. E. –Senior Lecturer (Department of General Psychology), the Head of the Psychological Centre of Self-narratives, PhD.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 10.03.2026; одобрена после рецензирования 17.03.2026; принята к публикации 26.05.2026.

The article was submitted 10.03.2026; approved after reviewing 17.03.2026; accepted for publication 26.05.2026.

Original article

УДК 373.2

doi: 10.51609/2079-875X_2026_2_15

Application of Game Methods in Speech Development of Preschool Children

Santalat A. Madaliev¹, Aksana N. Yashkova², Andrey A. Vetoshkin³

¹Osh State Pedagogical University, Osh, Kyrgyz Republic

^{2,3}Mordovian State Pedagogical University, Saransk, Russia

¹smadaliva1@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-8017-0566>

²yashkovaan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4499-695X>

³avetoshkin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4703-1627>

Abstract. This article aims to theoretically substantiate the importance of using play-based methods for the speech development of preschoolers. Developing the ability to communicate and express one's thoughts is the foundation for successful social experience. The variety of speech disorders in preschool children requires educators to purposefully use speech development methods. Play-based methods occupy a special place in the education and upbringing of preschool-aged children, serving as an effective means of developing and improving speech competencies. The primary method for scientifically examining the subject of this study was theoretical analysis, as well as the generalization and comparison of theoretical propositions. The article describes the importance of play-based methods for stimulating speech development in preschoolers, the types of effective play-based methods, and the rationale for play as a natural activity for children that promotes active language acquisition, vocabulary expansion, the development of phonemic awareness, the grammatical structure of speech, and coherent utterance.

Keywords: speech, game methods, didactic game, dramatization game, role-playing game, communication, monologue speech, dialogic speech, preschool age

Declaration on the use of AI: when preparing this article, the authors did not use generative AI or similar automated tools.

For citation: Madaliev S. A., Yashkova A. N., Vetoshkin A. A. Application of game methods in speech development of preschool children. *Uchebnyi experiment v obrazovanii* = Teaching experiment in Education. 2026; 2(118):15–20. https://doi.org/10.51609/2079-875X_2026_2_15. (In Russ.)

Научная статья

Применение игровых методов в речевом развитии детей дошкольного возраста

Санталат Ахуновна Мадалиева¹, Аксана Николаевна Яшкова²,
Андрей Александрович Ветошкин³

¹Ошский государственный педагогический университет, г. Ош, Кыргызская Республика

^{2,3}Мордовский государственный педагогический университет имени М. Е. Евсевьева,
Саранск, Россия

¹smadaliva1@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-8017-0566>

²yashkovaan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4499-695X>

³avetoshkin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4703-1627>

Аннотация. В данной статье поставлена цель теоретически обосновать важность применения игровых методов для речевого развития дошкольников. Развитие умения общаться и выражать свои мысли является основой успешного приобретения социального опыта. Многообразие нарушений речи в дошкольном возрасте обязывает педагогов целенаправленно использовать методы речевого развития. Игровые приёмы занимают особое место в обучении и воспитании детей дошкольного возраста, являясь эффективным средством формирования и совершенствования речевых компетенций. Основным методом научного рассмотрения предмета исследования стал теоретический анализ, а также обобщение и сравнение теоретических положений. В результате описаны: значение игрового метода для стимулирования речевого развития дошкольников, виды эффективных игровых методов для этого и обоснование игры как естественной деятельности ребёнка, способствующей активному усвоению языка, расширению словарного запаса, развитию фонематического слуха, грамматического строя речи и связного высказывания.

Ключевые слова: речь, игровые методы, дидактическая игра, игра на драматизацию, сюжетно-ролевая игра, общение, монологическая речь, диалогическая речь, дошкольный возраст

Декларация об использовании ИИ: при подготовке данной рукописи авторы не использовали генеративный искусственный интеллект или аналогичные автоматизированные инструменты.

Для цитирования: Мадалиева С. А., Яшкова А. Н., Ветошкин А. А. Применение игровых методов в речевом развитии детей дошкольного возраста // Учебный эксперимент в образовании. 2026. № 2 (118). С. 15–20. https://doi.org/10.51609/2079-875X_2026_2_15.

The speech development of preschool-aged children is a key focus of preschool education. During this period, the foundations of communication are laid, vocabulary is accumulated and correct pronunciation skills and the ability to construct coherent statements are developed. Unfortunately, not all preschool-aged children naturally develop speech within the age-appropriate norms of mental development [1]. Many preschoolers are observed by speech therapists to correct their speech development and ensure they are capable of communicating effectively. Therefore, special methods and technologies are required in preschools to stimulate speech development. One effective tool for this is play-based methods and technologies.

Playful activities are natural for children and promote the active acquisition of new knowledge and skills in a relaxed and interesting way. The use of play techniques and situations with preschoolers allows them to practice grammatical speech elements, verbal addresses and pauses, word selection and pronunciation, listening and hearing skills, and self-commentary. It also fosters motivation for communication and strengthens attention, memory, and imagination in play situations. According to L. S. Vygotsky [2] and D. B. Elkonin [3], play is a key activity for preschoolers – that is, an activity that develops mental functions and lays the foundation for other types of activity. Thus, play in preschool age has a developmental value, which determines its active use to stimulate and actualize the speech function of preschoolers.

Speech is a tool for human communication through language and words created based on certain rules of communication. The concept of speech characterizes the process of communicative interaction between people. For preschool-aged children speech also becomes a means of understanding the environment through interactions with peers and adults. The development of ideas using linguistic means and their perception is an understanding of linguistic structures [4, p. 70]. This means that com-

munication with people, especially through play, allows a child not only to explore the world of objects and relationships but also to perceive and assimilate various elements of speech (native language), refining them through speech practice. This is another significant circumstance determining the importance of using speech development tools in preschool childhood.

At each stage of development from three to seven years, speech has its own developmental characteristics, which determine the tasks for its formation. Thus, to help children perceive the culture of speech, teachers are encouraged to teach children to listen to another person, select and control the tone, speed of speech, and stress in words. To expand active vocabulary, they should enrich speech with thematic concepts and generalizing words, as well as develop the ability to correctly understand and apply the meaning of synonyms and antonyms, etc. The development of grammatical speech as a task is essential throughout the preschool years, as it is important to demonstrate to children the correct use of words in the singular and plural, names of objects, proper names, cities, baby animals and birds, to practice the ability to construct sentences, addresses, questions, and to coordinate words in gender and case, albeit on an intuitive level. There is also a task for the development of connected speech. This concerns logic, imagery, and expressiveness of thought in verbal utterances, which are important for various forms of communication [5, p. 56]. All this can be achieved in play situations for preschoolers and the competent use of play technologies by teachers.

Let's consider a number of effective games for stimulating speech in preschool age.

Didactic games are games with rules for teaching and development. They are the most common in preschool teaching practices. The educational purpose and educational value of didactic games are not obvious, but are realized through the game task, game actions and rules. These games also promote the development of cognitive activity, intellectual development and social experience.

Didactic games are an effective tool for developing the speech abilities of preschool children, which create a process aimed at expanding the vocabulary necessary for full communication in a game situation, understanding the meaning of words and the characteristics of characters (heroes) of the plot, assimilation of generalized meanings of words based on the identification of common characteristic features of objects, contributes to the development and improvement of monologue speech.

By observing natural phenomena and using paintings, books, and illustrations, children become involved in the process of speech development, and monologue speech begins to develop. It is more complex than dialogic speech, as it requires the child to express their thoughts consistently and clearly. Often, in monologue speech, children compare two objects, find pairs, and compose a 3-4 sentence story or fairy tale with the help of adults. Teaching children monologue speech is also an important and complex task. Monologue speech is considered a component of the communication process at the paired, group, mass levels and it is established in preschool childhood. Children often encounter difficulties communicating with adults or with each

other due to incorrect sentence construction, poor vocabulary and incorrect pronunciation of words, which leads to monotony of syntactic structures.

Didactic games use various specially made gaming tools:

- objects: lotto, pictures, cubes, etc.;
- words and sounds, such as puzzles, sound imitation, "forbidden words" that imitate language, etc.;
- natural materials: buttons, stones, sticks, etc. [6, c. 26].

Let's take, for example, the educational game of literary lotto, which is one of the simplest games played in preparatory school, allowing children to put their knowledge into practice. Materials used: cards with images of animals. Rules of the game: children in a group line up the cards in the middle of the table, taking turns taking them. Based on the image on the card, they are asked to name the animal based on its character and characteristics. One child comes and takes a card with a picture of a fox, another a picture of a frying pan, and so on [7, p. 45]. Ultimately, the game develops language and language organizes the game.

Furthermore, a child's active participation in educational games depends on how well they have mastered the assigned task, which makes them particularly successful. Involvement in the game teaches the child to pay attention to conditions, remember, compare, classify, draw conclusions, using speech. Therefore, didactic play encourages the child to learn something easily and freely. The teacher's task is to awaken children's interest in such a game, to choose options for an exciting game that will actively enrich children's speech [8, p. 9].

Next, we'll look at dramatization games, the content of which also has a significant impact on the development of children's speech skills. For example, these include circle dances and games with songs. Such games develop the ability to quickly memorize texts and voluntary movements, develop fluency and expressiveness of speech, self-control and coordination of words with body movements.

Dramatization games include theatrical play, in which preschoolers act out a pre-planned scenario as actors. Teachers can organize theatrical productions not only for special occasions but also during everyday group play sessions. Theatrical creativity engages all children, both the characters in the skit and the audience. Ideally, play productions are performed in which each child has a role and a speech act, or are divided into two groups "actors" and "audience", who switch roles after each performance. In these settings, engagement stimulates children's communication skills, expressiveness, and coordination of speech with actions, expanding their vocabulary and grammar.

Another group of games is role-playing games. They naturally emerge in a child's experience as a miniature representation of the environment in which the preschooler lives. They attempt to transfer everything they have learned from experience to the game plot and play it out, reinforcing this experience. A typical child doesn't need to be taught to play role-playing games. They do so naturally, a result of observation and curiosity. In preschool education, role-playing games are used purposefully to stimulate children's age-related development. Commonly used games include "Shop", "Cook", "Mothers and Daughters", "Doctor", "Hairdresser" and others. Modern game plots include "Café", "Bank", "Rescuers", "Beauty Salon",

“Modeling Agency” and others. Such games are effective after thematic lessons on the world around them, drawing, modeling and other activities.

The main characteristics of role-playing games are as follows:

- children's emotional intensity and involvement in the role;
- independence of monologue and dialogue;
- active and voluntary participation;
- the involvement of imagination in the plot and interaction process;
- constant speech accompaniment;
- adherence to agreed-upon game rules.

Organized role-playing games have an action algorithm defined by the teacher, with roles assigned not only based on the child's wishes but also taking into account the developmental goals for children. In such play situations, speech is undoubtedly stimulated lexically, grammatically, phonemically and becomes expressive and logical.

It is worth noting that after any organized game, it is important to analyze the children's speech behavior. This contributes to another important function of using the game method – the educational function. In play situations children develop behavioral habits that may not conform to social norms, so it's necessary to analyze and adjust their behavior after the game. The culture of speech behavior in preschool children is built on the basis of norms and rules of communication, which lays the foundation for improving monologue and dialogic speech.

Thus, discussions of children's speech behavior with teachers should take place in a friendly atmosphere, showing interest in each interlocutor. It is advisable to use a polite form of address. It is advisable to develop the ability to maintain a normal tempo and a calm intonation of speech. If errors arise during a conversation, it is necessary to offer to correct them by saying “excuse me” or “let me help”. Developing children's speech is becoming a pressing task for teachers, as the diversity of information in the modern world of communication demands it.

In conclusion, children's speech development is one of the key objectives of preschool education. Play-based learning and education of preschoolers can be considered effective methods and technologies for achieving this goal. Through play, children more easily learn new words, develop coherent speech skills, articulation and phonemic awareness. Play-based techniques help integrate speech development with other aspects of the psyche, such as attention, memory and imagination. In addition, the systematic use of game methods in working with preschoolers increases the effectiveness of the educational process and promotes the comprehensive development of the child, preparing him/she for successful schooling and further social adaptation.

References

1. Grishina O. S., Polyakova M. N. Diagnostics of vocabulary development deficits among preschoolers. *Uchebnyj eksperiment v obrazovanii* = Teaching experiment in education. 2025; 2(114):7-17. (In Russ.)
2. Vygotsky L. S. The psychology of child development. Moscow, Smysl, 2004. 512 p. (In Russ.)

3. El'konin D. B. *The psychology of play*. Moscow, Pedagogika, 1978. 304 p. (In Russ.)
4. Vasilyeva I. V. *Speech development among preschool children: theory and practice*. Moscow, Prosveshchenie, 2017. 256 p. (In Russ.)
5. Zhuravleva N. P. *Game technologies in speech development of preschoolers*. Saint Petersburg, Piter, 2019. 192 p. (In Russ.)
6. Ushakova N. V. *Speech development of preschoolers by means of folk art*. Moscow, 2018. 148 p. (In Russ.)
7. Komarova T. S. *The methods of preschoolers' speech development*. Saint Petersburg, Detstvo-Press, 2021. 220 p. (In Russ.)
8. Monakhova T. V. *Play activities and preschoolers' speech development*. *Doshkol'noe vospitanie* = Preschool education. 2018; 9:12-18. (In Russ.)

Список источников

1. Гришина О. С., Полякова М. Н. Диагностика дефицитов лексического развития дошкольников // Учебный эксперимент в образовании. 2025. № 2 (114). С. 7–17.
2. Выготский Л. С. *Психология развития ребенка*. Москва : Смысл, 2004. 512 с.
3. Эльконин Д. Б. *Психология игры*. Москва : Педагогика, 1978. 304 с.
4. Васильева И. В. *Развитие речи у детей дошкольного возраста: теория и практика*. Москва : Просвещение, 2017. 256 с.
5. Журавлёва Н. П. *Игровые технологии в речевом развитии дошкольников*. Санкт-Петербург : Питер, 2019. 192 с.
6. Ушакова Н. В. *Речевое развитие дошкольников средствами народного творчества*. Москва, 2018. 148 с.
7. Комарова Т. С. *Методика развития речи дошкольников*. Санкт-Петербург : Детство-Пресс, 2021. 220 с.
8. Монахова Т. В. *Игровая деятельность и речевое развитие дошкольников // Дошкольное воспитание*. 2018. № 9. С. 12–18.

Информация об авторах:

Мадалиева С. А. – старший преподаватель.

Яшкова А. Н. – заведующий кафедрой психологии семьи и детства, кандидат психологических наук, доцент.

Ветошкин А. А. – кандидат филологических наук, доцент.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Madaliev S. A. – Senior Lecturer.

Yashkova A. N. – Head of the Department of Family and Childhood Psychology, PhD (Psychology), Associate Professor.

Vetoshkin A. A. – PhD (Philology), Associate Professor.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 05.10.2025; одобрена после рецензирования 22.10.2025; принята к публикации 26.05.2026.

The article was submitted 05.10.2025; approved after reviewing 22.10.2025; accepted for publication 26.05.2026.

Научная статья

УДК [378.011.3–051:159.9:005.336]:364.624–057.36

doi: 10.51609/2079-875X_2026_2_21

**Сформированность профессиональной идентичности будущих психологов
в контексте психологического сопровождения участников СВО и членов их семей**

Мария Валентиновна Рудь

Луганский государственный педагогический университет, г. Луганск, Россия

maria-rud_73@mail.ru

Аннотация. В статье представлен анализ проблемы формирования профессиональной идентичности у будущих психологов в контексте их подготовки к психологическому сопровождению участников СВО и членов их семей. Раскрывается значимость профессиональной идентичности как личностно-профессионального ресурса, обеспечивающего готовность будущего специалиста к решению сложных профессиональных задач, соблюдению этических норм, рефлексивному анализу собственной деятельности и саморегуляции в условиях повышенной эмоциональной нагрузки. Особое внимание уделяется необходимости целенаправленного формирования профессиональной идентичности студентов-психологов в системе высшего образования как значимого основания их готовности к сопровождению лиц, переживших последствия военных действий. Представлены результаты исследования уровня сформированности профессиональной идентичности студентов-психологов, а также разработана авторская модель её формирования в контексте подготовки будущих психологов к психологическому сопровождению участников СВО и членов их семей.

Ключевые слова: профессиональная идентичность, будущие психологи, психологическое сопровождение, участники СВО, члены семей участников СВО, посттравматическое стрессовое расстройство

Декларация об использовании ИИ: при подготовке данной рукописи автор не использовал генеративный искусственный интеллект или аналогичные автоматизированные инструменты.

Благодарности: исследование проводилось в рамках научной темы 1025030300086-4-5.3.1 «Развитие профессиональной идентичности студентов-психологов в контексте психологической помощи участникам СВО и членам их семей».

Для цитирования: Рудь М. В. Сформированность профессиональной идентичности будущих психологов в контексте психологического сопровождения участников СВО и членов их семей // Учебный эксперимент в образовании. 2026. № 2 (118). С. 21–31. https://doi.org/10.51609/2079-875X_2026_2_21.

Original article

The professional identity formation among future psychologists in the context of psychological support for the Special Military Operation participants and their family members

Maria V. Rud

Luhansk state pedagogical university, Luhansk, Russia

maria-rud_73@mail.ru

© Рудь М. В., 2026

Abstract. The article presents an analysis of the problem of forming professional identity among future psychologists in the context of their preparation for providing psychological support to participants in the Special Military Operation and their family members. The significance of professional identity is revealed as a personal and professional resource that ensures a future specialist's readiness to address complex professional tasks, adhere to ethical standards, conduct reflective analysis of their own activities, and maintain self-regulation under conditions of increased emotional stress. Particular attention is paid to the need for the purposeful formation of professional identity among psychology students within the system of higher education as a significant foundation of their readiness to support individuals who have experienced the consequences of military actions. The results of a study on the level of professional identity formation among psychology students are presented, and the author's model of its formation in the context of training future psychologists to provide psychological support to participants in the Special Military Operation and their family members is developed.

Keywords: professional identity, future psychologists, psychological support, participants in the Special Military Operation, family members of participants in the Special Military Operation, post-traumatic stress disorder

Declaration on the use of AI: when preparing this article, the authors did not use generative AI or similar automated tools.

Acknowledgments: the study was conducted as a part of the scientific topic 1025030300086-4-5.3.1 "The professional identity development among psychology students in the context of psychological assistance of the Special Military Operation participants and their family members".

For citation: Rud M. V. The professional identity formation among future psychologists in the context of psychological support for the Special Military Operation participants and their family members. *Uchebnyj eksperiment v obrazovanii* = Teaching experiment in education. 2026; 2(118):21-31. (In Russ.). https://doi.org/10.51609/2079-875X_2026_2_21.

В современных условиях проблема посттравматического стрессового расстройства (ПТСР) приобретает особую значимость в связи с увеличением круга лиц, имеющих опыт участия в боевых действиях, прежде всего среди военнослужащих и демобилизованных участников СВО, подвергавшихся длительному воздействию стресса. Специфика военной деятельности, высокая интенсивность стрессогенных факторов, а также индивидуально-личностные особенности переживания травматического опыта нередко обуславливают развитие эмоционального напряжения, дезадаптивных состояний и нарушений психологического функционирования. Существенную роль в этом процессе играют как внешние обстоятельства – конфликтность социальной среды, постоянные профессиональные перегрузки, дефицит социальной поддержки, так и внутренние факторы, связанные с недостаточной психологической устойчивостью и ограниченностью адаптационных ресурсов личности. В связи с этим анализ посттравматических нарушений невозможен вне рассмотрения адаптационных и дезадаптационных процессов, лежащих в основе реакции личности на экстремальный опыт.

Дезадаптация в данном контексте понимается как нарушение согласованности между личностью и социальной средой, при котором поведение и психическая активность утрачивают конструктивную направленность. То есть возникающие внутренние и внешние конфликты не получают продуктивного разрешения, а, напротив, усиливаются, что сопровождается эмоциональным неблаго-

гополучием, истощением психических ресурсов, снижением способности к эффективному взаимодействию с окружающими и затруднением выполнения социальных и профессиональных ролей. У военнослужащих подобные проявления могут быть обусловлены совокупностью факторов: высоким уровнем нервных, физических и эмоциональных нагрузок, неблагоприятным психологическим климатом в подразделении, межличностными конфликтами с сослуживцами, командирами и членами семьи, противоречивостью служебных, социальных и личностных требований, недостаточной сформированностью навыков саморегуляции, трудностями включения в воинский коллектив, невысоким уровнем профессиональной подготовленности, ограниченными возможностями восстановления после стрессовых воздействий, а также неудовлетворённостью условиями службы, перспективами профессионального роста и материальным обеспечением. В совокупности данные факторы усиливают эмоциональное напряжение, снижают адаптационный потенциал личности и повышают риск формирования дезадаптивных состояний, включая посттравматическое стрессовое расстройство.

Признаками дезадаптации выступают устойчивые переживания внутренних и внешних конфликтов, при которых личность не располагает достаточными психологическими механизмами и поведенческими стратегиями для их конструктивного разрешения. В результате конфликтные переживания приобретают затяжной характер, усиливают эмоциональную нестабильность, тревожность, раздражительность, чувство беспомощности и утрату контроля над происходящим. На психофизиологическом уровне дезадаптация может проявляться в нервно-психическом истощении, снижении работоспособности, нарушениях сна, депрессивных состояниях, соматических реакциях, а также в повышении риска развития заболеваний, связанных с длительным стрессовым напряжением. У военнослужащих подобные проявления могут приобретать особую выраженность вследствие длительного пребывания в условиях опасности, неопределённости и повышенной ответственности. Дезадаптация в данном случае затрагивает не только эмоциональную сферу, но и поведение, межличностные отношения, профессиональную эффективность и способность к последующему возвращению в мирную социальную среду. Это обуславливает необходимость своевременного психологического сопровождения, направленного на восстановление адаптационных ресурсов личности, развитие навыков саморегуляции, переработку травматического опыта и укрепление социальной поддержки.

В научной литературе данное направление помощи рассматривается в контексте социально-психологической реадaptации, под которой понимается специально организованный процесс психологического и социального восстановления военнослужащих после выполнения служебно-боевых задач, сопровождавшихся высоким уровнем напряжения, длительным стрессом и риском психической травматизации. Социально-психологическая реадaptация предполагает не только снижение выраженности негативных последствий травматического опыта, но и восстановление способности личности к полноценному взаимодействию с социальной средой, выполнению семейных, профессиональных и

общественных ролей. Таким образом, социально-психологическая реадaptация лиц, переживших боевой опыт, может быть охарактеризована как процесс восстановления внутренних ресурсов личности, необходимых для возвращения к полноценной жизни, эффективного социального функционирования и постепенного включения в условия мирной повседневности [1, с. 238–240].

Следует подчеркнуть, что последствия психотравматизации затрагивают не только военнослужащих, непосредственно переживших боевой опыт, но и членов их семей, чье психологическое состояние и внутрисемейные отношения также претерпевают значимые изменения в условиях длительного стресса, ожидания, разлуки и последующей реадaptации. Возвращение военнослужащего домой нередко сопровождается осознанием того, что семья за период его отсутствия также изменилась: близкие вынужденно адаптировались к новым условиям, перераспределили роли и обязанности, стали более самостоятельными, эмоционально напряженными, требовательными к себе и окружающим. Однако эти изменения, как правило, происходили постепенно и потому не всегда осознаются самими членами семьи. В результате участник боевых действий возвращается не в прежнюю, а в трансформированную семейную среду, где изменились привычные способы общения, эмоциональные реакции и модели поведения.

Характер внутрисемейной адаптации во многом зависит от того, каким образом семья воспринимала участие военнослужащего в боевых действиях. Условно можно выделить семьи, которые воспринимали его службу как выполнение значимого общественного и гражданского долга; семьи, где решение об участии в боевых действиях противоречило желаниям близких и сопровождалось накоплением обиды, тревоги или отчуждения; семьи, в которых участие военнослужащего в боевых действиях рассматривалось преимущественно как способ улучшения материального положения, что впоследствии может сопровождаться переживанием обесценивания его боевого опыта; а также семьи мобилизованных военнослужащих, для которых характерен широкий спектр противоречивых эмоциональных реакций – от поддержки и гордости до страха, раздражения, беспомощности и внутреннего протеста [2]. Всё это усложняет процесс возвращения военнослужащего к мирной жизни, поскольку реадaptации требует не только он сам, но и члены его семьи. Следовательно, посттравматические нарушения необходимо рассматривать не только как индивидуальную реакцию на экстремальный стресс, но и как сложный социально-психологический феномен, затрагивающий систему межличностных отношений, семейное функционирование и процессы последующей адаптации. Именно поэтому в научной литературе ПТСР анализируется с позиций различных теоретических подходов, каждый из которых акцентирует внимание на отдельных аспектах его происхождения, проявления и преодоления.

Современные представления о посттравматическом стрессовом расстройстве характеризуются методологической неоднородностью, что связано с многокомпонентной природой данного феномена. Проблема психической травмы, стрессовых расстройств и их последствий получила отражение в рабо-

тах многих отечественных и зарубежных исследователей, среди которых Р. А. Абдурахманов, Т. И. Бонкало, И. В. Бухтияров, В. А. Гиляровский, Е. Г. Гордеева, Н. С. Зайцев, А. Г. Караяни, А. Кардинер, Н. А. Кулюгина, С. В. Литвинцев, Ю. К. Маликов, В. В. Нечипоренко, А. Л. Пушкарёв, В. Е. Саламатов, Е. В. Снедков, С. И. Съедин, З. Фрейд и др. В научной литературе ПТСР рассматривается в рамках различных теорий. Нейробиологическая теория объясняет развитие посттравматического стрессового расстройства особенностями работы гормональной системы и веществ, участвующих в передаче нервных импульсов. Генетический подход связывает возникновение расстройства с изменениями в работе отдельных генов, в том числе с метилированием ДНК. Когнитивно-поведенческая теория подчёркивает значение мышления, восприятия травматического события и его влияния на эмоциональное состояние человека. Однако в настоящее время отсутствует единое мнение относительно того, какая из указанных теорий имеет определяющее значение в объяснении природы ПТСР [3]. Наиболее продуктивным в исследовании последствий боевой психо-травматизации является, на наш взгляд, комплексный подход, позволяющий интерпретировать ПТСР не как изолированное клиническое состояние, а как сложную форму нарушения психической адаптации, возникающую под воздействием экстремального стресса. Особую сложность представляет то, что последствия психической травмы нередко имеют отсроченный характер и могут проявляться спустя значительное время после травматического события. При этом внешнее благополучие человека не исключает постепенного нарастания тревожных, депрессивных, поведенческих и психосоматических нарушений.

В научно-клиническом дискурсе ПТСР рассматривается как форма отсроченной реакции на экстремальное стрессовое воздействие, проявляющаяся устойчивыми эмоциональными, когнитивными, поведенческими и психосоматическими нарушениями. Психическая травма в данном случае выступает фактором, нарушающим целостность личностных защитных механизмов и вызывающим глубокие изменения в системе психического функционирования.

Диагностика ПТСР основывается на выявлении ряда характерных симптомов. К ним относятся навязчивое повторное переживание травматического события в форме воспоминаний, образов или эмоциональных реакций; стремление уйти от мыслей, чувств и разговоров, связанных с травмой; избегание ситуаций, действий, мест или других стимулов, способных напомнить человеку о пережитом психотравмирующем событии [3]. Наиболее характерные проявления посттравматических нарушений включают нарушения сна, повышенную настороженность, раздражительность, эмоциональную нестабильность, тревожность, трудности концентрации внимания; в ряде случаев может наблюдаться частичная амнезия на отдельные обстоятельства травмы. Наряду с основными симптомами ПТСР в научной литературе выделяются и вторичные проявления. К ним относят депрессивные состояния, импульсивное и девиантное поведение, злоупотребление алкоголем, лекарственными препаратами или психоактивными веществами, суицидальные мысли и попытки, соматические

нарушения, в том числе заболевания сердечно-сосудистой системы, боли различной этиологии, а также снижение коммуникативной активности и другие формы социальной дезадаптации [1, с. 289–291].

В контексте обозначенной проблематики следует подчеркнуть, что именно такая многомерность посттравматических нарушений предъявляет повышенные требования к профессиональной подготовке будущего психолога. Для эффективного сопровождения участников СВО и членов их семей специалист должен не только распознавать проявления психотравматизации, но и оказывать квалифицированную помощь. Основные задачи психолога в ситуации неопределённости, трансформации привычного уклада жизни и изменения социального статуса людей, переживших опыт боевых действий, заключаются в содействии актуализации личностных и социальных ресурсов, а также в поддержке процесса формирования новой идентичности и адаптации к изменившимся условиям жизнедеятельности.

Обозначенное актуализирует необходимость совершенствования подготовки будущих психологов к работе с участниками СВО и членами их семей. Профессиональная готовность студентов должна включать системные знания о психофизиологических и социально-психологических особенностях лиц, переживших боевой опыт, владение способами раннего выявления психологических затруднений, а также умение применять диагностические, коррекционные, консультативные и реабилитационные технологии в соответствии с конкретной ситуацией. Существенное значение имеет формирование представлений о целях и направлениях психологической помощи военнослужащим и их близким, а также понимание трудностей, которые могут возникать в процессе такой работы, включая сопротивление получению помощи, эмоциональную закрытость, последствия травматического опыта, нарушения адаптации и кризисы семейного взаимодействия. Важным компонентом подготовки является освоение методов профессионально-психологической реабилитации, в том числе в работе с лицами, получившими инвалидность вследствие боевых действий, а также развитие способности к осмысленному определению собственных профессиональных задач в сфере сопровождения возвращения человека к гражданской жизни [4].

Особое место в структуре такой подготовки занимает понимание морально-психологических запросов участников СВО и членов их семей. Будущий психолог должен быть готов работать с потребностью человека в понимании мотивов его участия в боевых действиях, признании его личного вклада и выполненного долга, принятии его новой социальной роли после возвращения, а также в переживании социальной поддержки со стороны семьи, профессионального сообщества и общества в целом [1]. Именно учёт этих смысловых и ценностных аспектов делает психологическое сопровождение более адресным, гуманистически ориентированным и профессионально эффективным.

Вместе с тем способность учитывать сложность морально-психологических запросов участников СВО и членов их семей во многом определяется уровнем профессионального становления самого будущего психолога. В данном контексте важнейшим показателем и одновременно результатом его про-

фессионального развития выступает профессиональная идентичность. Она отражает степень осознания человеком своей принадлежности к профессиональному сообществу, принятия целей, ценностей, норм и этических оснований психологической деятельности, а также готовность соотносить собственные личностные качества с требованиями избранной профессии. Именно профессиональная идентичность обеспечивает устойчивость специалиста, его компетентность и готовность к оказанию квалифицированной психологической помощи в условиях повышенной эмоциональной и социальной нагрузки.

В работе с участниками СВО и членами их семей профессиональная идентичность психолога обеспечивает устойчивость профессиональной позиции в ситуациях высокой эмоциональной нагрузки, неопределённости и профессионально-этической ответственности. Специалист, обладающий сформированной профессиональной идентичностью, способен сохранять границы профессиональной позиции, руководствоваться этическими принципами, проявлять эмпатию без утраты психологической устойчивости, а также осмысленно выбирать методы диагностики, консультирования, коррекции и реабилитации с учётом индивидуальной ситуации клиента. В этом смысле профессиональная идентичность выступает не только внутренним основанием профессионального самоопределения, но и условием качества оказываемой психологической помощи.

Таким образом, профессиональная идентичность выступает одним из значимых показателей готовности будущего психолога к работе с участниками СВО и членами их семей. Достаточный уровень её сформированности свидетельствует о профессиональном развитии студента: от простого освоения теоретических знаний к осознанному принятию профессиональной позиции, ответственности за результаты своей деятельности и ценностных оснований психологической помощи. В условиях работы с последствиями боевой психотравматизации именно профессиональная идентичность обеспечивает способность специалиста действовать компетентно, устойчиво и гуманистически ориентированно, что делает её важнейшим показателем эффективности профессионального становления психолога.

Важным компонентом профессиональной готовности психолога к сопровождению участников СВО и членов их семей, наряду с профессиональной идентичностью, является профессиональная толерантность. Данное качество проявляется в способности специалиста противостоять воздействию профессионального стресса, сохранять социально-психологическую адаптивность и конструктивно действовать при возникновении конфликтных ситуаций в профессиональной деятельности [5, с. 9]. В условиях работы с людьми, пережившими травматический опыт военных действий, психологу необходимо сохранять устойчивую профессиональную позицию, уважительно относиться к индивидуальному опыту клиента и выстраивать взаимодействие на основе эмпатии, принятия и этической ответственности. Следовательно, профессиональная толе-

рантность может рассматриваться как важная составляющая профессиональной этики и ресурс профессиональной готовности будущего психолога.

С учётом обозначенной проблемы на базе ФГБОУ ВО «ЛГПУ» было проведено исследование, направленное на определение уровня сформированности профессиональной идентичности. В нём приняли участие 42 студента выпускного курса направления подготовки 37.03.01 «Психология». Диагностический инструментарий включал «Опросник профессиональной идентичности» У. С. Родыгиной, а также методику «Шкала толерантности к неопределённости MSTAT-I» в адаптации Е. Н. Осина. Полученные результаты позволили охарактеризовать уровень сформированности профессиональной идентичности студентов-психологов. У 52,4 % студентов был выявлен высокий уровень профессиональной идентичности, соответствующий девятому типу. Представителям данной группы свойственны выраженная активность в освоении профессиональных знаний, умений и навыков, позитивное восприятие выбранной профессии, а также осознание себя частью профессионального сообщества психологов. Для 10 % студентов характерен восьмой тип профессиональной идентичности; эти студенты проявляют достаточно выраженную активность в отношении осваиваемой профессии, однако эмоциональная вовлечённость в профессиональную сферу выражена в меньшей степени. У 37,6 % студентов был определён пятый тип профессиональной идентичности, который характеризуется умеренной активностью в освоении профессии и нейтральным отношением к будущей профессиональной деятельности, что указывает на недостаточную сформированность профессиональной идентичности у данной части студентов [6].

Результаты исследования свидетельствуют о взаимосвязи между уровнем профессиональной идентичности и характером отношения студентов к ситуациям неопределённости. Студенты, отнесённые к пятому типу профессиональной идентичности, демонстрируют менее выраженную готовность к преодолению сложных профессиональных задач, что в условиях неопределённости может усиливать напряжение и фрустрацию. В то же время у части студентов с девятым типом профессиональной идентичности отмечаются устойчивая направленность на достижение цели, уверенность в собственных возможностях и готовность к конструктивному разрешению проблемных ситуаций [6]. Данные качества приобретают особую профессиональную значимость в деятельности психолога, осуществляющего помощь людям, пережившим травматический опыт военных действий.

С опорой на теоретический анализ и проведённые исследования была разработана авторская модель формирования профессиональной идентичности будущих психологов в контексте психологического сопровождения участников СВО и членов их семей (рис. 1).

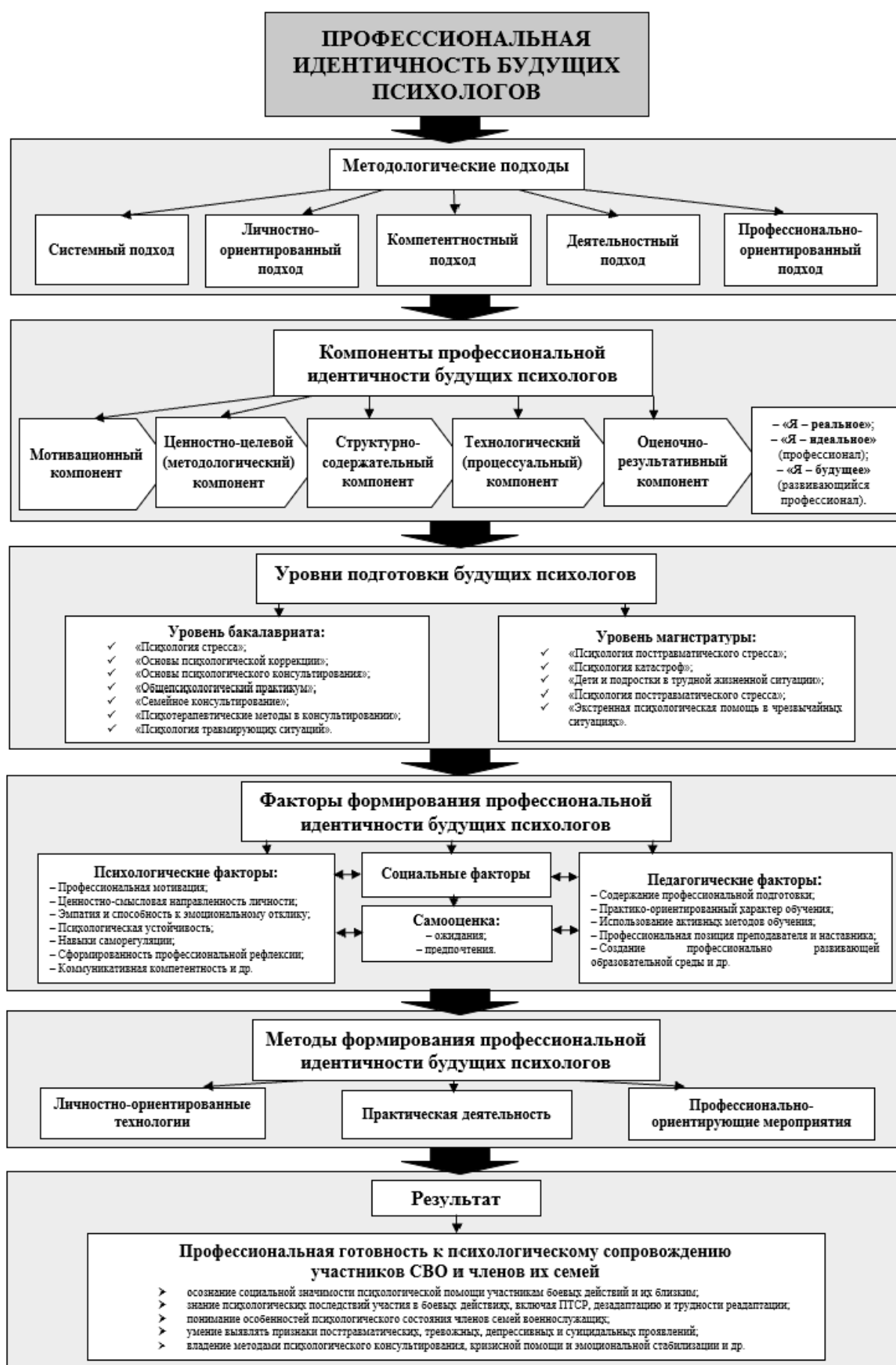


Рис. 1. Модель формирования профессиональной идентичности будущих психологов в контексте психологического сопровождения участников СВО и членов их семей

Таким образом, в статье рассмотрена проблема формирования профессиональной идентичности будущих психологов в контексте их подготовки к психологическому сопровождению участников СВО и членов их семей. Раскрыта специфика посттравматических нарушений, дезадаптации и социально-психологической реадaptации лиц, имеющих опыт участия в боевых действиях. Показано, что последствия боевой психотравматизации имеют комплексный характер и затрагивают не только эмоциональное и поведенческое состояние военнослужащего, но и его социальное функционирование, семейные отношения и процесс возвращения к мирной жизни. Проведена диагностика уровня сформированности профессиональной идентичности студентов-психологов. На основе теоретического анализа и эмпирических данных разработана авторская модель формирования профессиональной идентичности будущих психологов в контексте их подготовки к сопровождению участников СВО и членов их семей.

Перспективы дальнейших исследований состоят в содержательном раскрытии авторской модели формирования профессиональной идентичности будущих психологов в контексте психологического сопровождения участников СВО и членов их семей.

Список источников

1. *Караяни А. Г., Сыромятников И. В.* Прикладная военная психология. Санкт-Петербург : Питер, 2006. 480 с.
2. *Караяни А. Г.* Караяни о социально-психологической реадaptации участников боевых действий // Психологическая газета. 07.07.2023. URL: <https://psy.su/feed/11429/> (дата обращения: 18.04.2026).
3. *Вяльцин С. В., Мирзаева М. В., Семенова Н. В., Вдовиченко О. В., Пяткин А. А., Дворников И. Г.* Острое посттравматическое стрессовое расстройство, ассоциированное с боевым стрессом (Обзор литературы) // Общественное здоровье и здравоохранение. 2025. № 2. С. 31–37. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ostroe-posttravmaticheskoe-stressovoe-rasstroystvo-assotsiirovannoe-s-boevym-stressom-obzor-literatury> (дата обращения: 18.04.2026).
4. *Борозинец Н. М., Водолажская М. Г., Сальникова О. Д., Соловьева О. В., Шеховцова Т. С.* Концепция профессионально-психологической реабилитации лиц с инвалидностью, приобретённой в процессе боевых действий и специальных военных операций, в контексте ресурсного потенциала образовательных организаций высшего образования // Психологическая наука и образование. 2023. № 28 (6). С. 53–61. URL: <https://doi.org/10.17759/pse.2023280605> (дата обращения: 15.04.2026).
5. *Царева Е. В.* Проектирование и реализация программы развития профессиональной толерантности будущих педагогов-психологов средствами дисциплин по выбору // Учебный эксперимент в образовании. 2020. № 3 (95). С. 7–14. URL: https://mordgpi.ru/upload/iblock/ce7/UE_3_2020.pdf (дата обращения: 18.04.2026).
6. *Кубатина Ю. А.* Толерантность к неопределённости как составляющая профессиональной идентичности психолога, работающего с участниками СВО и их семьями // Педагогика, психология и дефектология: опыт, достижения, перспективы : материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 105-летию Луганского государственного педагогического университета (Луганск, 7–8 апреля 2026 года) / отв. ред. М. В. Рудь, Л. А. Черных ; ФГБОУ ВО «ЛГПУ». Т. 3. Становление субъекта жизненного пути в современном социально-психологическом пространстве. Луганск : Изд-во ЛГПУ. 2026. С. 138–148.

References

1. Karayani A. G., Syromyatnikov I. V. Applied Military Psychology. Saint Petersburg, Pi-ter, 2006. 480 p. (In Russ.)
2. Karayani A. G. A. G. Karayani on the socio-psychological readaptation of combatants. *Psikhologicheskaya gazeta* = Psychological newspaper. July 7, 2023. URL: <https://psy.su/feed/11429/> (date of access: 18.04.2026) (In Russ.)
3. Vyal'tsin S. V., Mirzayeva M. V., Semenova N. V., Vdovichenko O. V., Pyatkin A. A., Dvornikov I. G. Acute post-traumatic stress disorder associated with combat stress (Literature re-view). *Obshchestvennoye zdorov'ye i zdravookhraneniye* = Public Health and Health Care. 2025; 2:31-37. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ostroe-posttravmaticheskoe-stressovoe-rastroystvo-assotsirovannoe-s-boevym-stressom-obzor-literatury> (date of access: 18.04.2026) (In Russ.)
4. Borozinets N. M., Vodolazhskaya M. G., Salnikova O. D., Solovyova O. V., Shekhovtsova T. S. The Concept of Professional Psychological Rehabilitation of Persons with Disabilities Acquired during Combats and Special Military Operations as a Resource for Organizations of Higher Education. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie* = Psychological Science and Educa-tion, 2023; 28(6):53-61. URL: <https://doi.org/10.17759/pse.2023280605> (date of access: 15.04.2026) (In Russ.)
5. Tsareva E. V. Design and implementation of a program for the development of profes-sional tolerance of future educational psychologists by means of disciplines of choice. *Uchebnyj eksperiment v obrazovanii* = Teaching experiment in education. 2020; 3(95):7-14. URL: https://mordgpi.ru/upload/iblock/ce7/UE_3_2020.pdf (date of access: 18.04.2026) (In Russ.)
6. Kubatina Yu. A. Uncertainty tolerance as a professional identity component of a psy-chologist working with the Special Military Operation participants and their families. *Pedagogika, psikhologiya i defektologiya: opyt, dostizheniya, perspektivy* = Pedagogy, psychology and defectol-ogy: experience, achievements, prospects: proceedings of the International scientific and practical conference dedicated to the 105th anniversary of Luhansk State Pedagogical University (Luhansk, April 7–8, 2026) / ed. by M. V. Rud', L. A. Chernykh; Federal State Pedagogical University of Higher Education «Luhansk State Pedagogical University». Vol. 3. Formation of the subject of the life path in the modern socio-psychological space. Luhansk, Luhansk State Pedagogical University Publishing House, 2026. Pp. 138-148. (In Russ.)

Информация об авторе:

Рудь М. В. – доцент кафедры начального образования, директор Института педагоги-ки и психологии, доктор педагогических наук.

Information about the author:

Rud M. V. – Associate Professor (Department of Primary Education), Head of the Institute of pedagogy and psychology, Doctor of Pedagogical Sciences.

Статья поступила в редакцию 20.04.2026; одобрена после рецензирования 27.04.2026; при-нята к публикации 26.05.2026.

The article was submitted 20.04.2025; approved after reviewing 27.04.2026; accepted for publica-tion 26.05.2026.

**ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ И ВОСПИТАНИЯ
(ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

Научная статья

УДК 373.5.015.314:504.9

doi: 10.51609/2079-875X_2026_2_32

**Реализация междисциплинарного подхода в процессе подготовки обучающихся к ЕГЭ
на примере элективного курса «Экология»**

Екатерина Анатольевна Батраева¹, Елена Владимировна Абдулова^{2,3}

¹Образовательный центр «ХимБиоз», Екатеринбург, Россия

²Уральский государственный педагогический университет,
Институт естествознания, физической культуры и туризма, Екатеринбург, Россия

³Институт развития образования Свердловской области, Екатеринбург, Россия

¹batraeva-k@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-9766-6269>

^{2,3}abdulova@uspu.ru, <https://orcid.org/0009-0001-6924-9475>

Аннотация. Статья посвящена реализации междисциплинарного подхода в процессе подготовки обучающихся к ЕГЭ на примере элективного курса «Экология». Рассматривается, каким образом интеграция знаний из разных областей науки способствует более глубокому пониманию экологических проблем и повышению эффективности подготовки к экзамену. Представлена структура, разработанная авторами элективного курса, приведены примеры заданий и авторские скрипты. Отражены результаты реализации курса.

Ключевые слова: междисциплинарный подход, элективный курс, естественно-научные дисциплины, интеграция знаний, эвристические задания, единый государственный экзамен, контрольно-измерительный материал

Декларация об использовании ИИ: при подготовке данной рукописи авторы не использовали генеративный искусственный интеллект или аналогичные автоматизированные инструменты.

Для цитирования: Батраева Е. А., Абдулова Е. В. Реализация междисциплинарного подхода в процессе подготовки обучающихся к ЕГЭ на примере элективного курса «Экология» // Учебный эксперимент в образовании. 2026. № 2 (118). С. 32–44. https://doi:10.51609/2079-875X_2026_2_32.

Original article

The implementation of interdisciplinary approach in the process of preparing school students for the Unified State Exam using the example of the elective “Ecology” course

Ekaterina A. Batraeva¹, Elena V. Abdulova^{2,3}

¹Educational Center "ChemBioz", Ekaterinburg, Russia

²Ural State Pedagogical University,
Institute of Natural Sciences, Physical Culture and Tourism, Ekaterinburg, Russia

³Institute for the Development of Education of the Sverdlovsk Region, Ekaterinburg, Russia

¹batraeva-k@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-9766-6269>

^{2,3}abdulova@uspu.ru, <https://orcid.org/0009-0001-6924-9475>

Abstract. The article considers the implementation of an interdisciplinary approach to the process of preparing school students for the Unified State Exam on the example of the elective “Ecology” course. It is considered how the integration of knowledge from different fields of science contributes to a deeper understanding of environmental problems and increases the effectiveness of the exam preparation. There is the structure, developed by the elective course authors, the task examples and the author’s scripts. There are also the results of the course implementation.

Keywords: interdisciplinary approach, elective course, natural science disciplines, knowledge integration, heuristic tasks, Unified State Exam, control and measuring material

Declaration on the use of AI: when preparing this article, the authors did not use generative AI or similar automated tools.

For citation: Batraeva E. A., Abdulova E. V. The implementation of interdisciplinary approach in the process of preparing school students for the Unified State Exam using the example of the elective “Ecology” course. *Uchebnyj eksperiment v obrazovanii* = Teaching experiment in education. 2026; 2(118):32-44. (In Russ.) [https:// doi: 10.51609/2079-875X_2026_2_32](https://doi.org/10.51609/2079-875X_2026_2_32).

Актуальность. Использование междисциплинарного подхода в реализации учебного процесса по математическим и естественно-научным предметам помогает сформировать у обучающегося целостное представление о живой природе, биохимических и биофизических процессах, естественно-научную картину мира и дает возможность рассматривать темы, которые встречаются в нескольких предметных областях (биологии, химии, физике, математике, географии) в комплексе. Это вырабатывает более полное и систематизированное представление о живых организмах, их взаимодействиях с факторами среды, а также способствует формированию математической и естественно-научной грамотности. Что, в свою очередь, проявляется в умении планировать и осуществлять эксперимент, объяснять исследуемые явления, анализировать полученные данные и делать выводы [1–4].

Кроме того, реализация междисциплинарного подхода – важная составляющая при подготовке учащихся к ЕГЭ по математике и предметам естественно-научного цикла. Это обусловлено тем, что некоторые задания в контрольно-измерительных материалах требуют от старшеклассников умения применять знания из разных научных областей, которые изучаются в рамках школьного курса [5].

Среди естественно-научных школьных дисциплин биология, по нашему мнению, обладает наиболее обширной и глубокой теоретической базой. Ее содержание особенно ярко демонстрирует междисциплинарные связи, интегрируя элементы географии, химии, физики и математики.

Для того чтобы убедиться в этом, рассмотрим носящие междисциплинарный характер задания, приведенные в основных оценочных материалах (КИМы ЕГЭ) по биологии.

Биология и математика. В биологии математические методы чаще всего применяются в изучении процессов на уровне молекул, в рассмотрении генетических закономерностей и определении статистических данных, на которых были выведены законы наследственности.

В экологии применение навыков умножения и деления необходимо при рассмотрении экологических законов. Например, задания 3-й линии ЕГЭ по биологии направлены на решение биологических расчетных задач. В экологии данный тип заданий рассматривает правило десяти процентов: только около 10 % энергии переходит от одного трофического уровня к следующему, более высокому, в пищевой цепи. Например, дана первичная годовая продукция экосистемы – 630 000 кДж. Необходимо найти величину энергии, поступающей на второй трофический уровень. Для этого применяется правило 10 % и первичная годовая продукция 630 000 кДж делится на 10. Обучающийся получает ответ на задание первой части в одно действие: $630\ 000\ \text{кДж} : 10\ \% = 63\ 000\ \text{кДж}$ [6].

Также новшеством ЕГЭ по биологии 2024 года стало изучение теплопродукции и теплоотдачи живых организмов и рассмотрение взаимозависимости данных значений. Теплопродукция – способность организма вырабатывать тепло в ходе энергетического обмена – зависит от массы организма (вес, объем). Теплоотдача – способность организма высвобождать энергию, зависит от площади поверхности тела (рост). Чем больше животное в массе (объеме), тем меньше соотношение площади поверхности к его объему. Эти понятия фигурируют в экологических законах Аллена и Бергмана.

В контексте изучения экологических правил Аллена и Бергмана, описывающих закономерности терморегуляции у гомойотермных организмов, особое значение приобретает математическое моделирование соотношения площади поверхности тела к его объему. В качестве базовой модели используется кубическая форма, позволяющая наглядно продемонстрировать, что при масштабировании геометрического тела объем (V) увеличивается пропорционально кубу линейных размеров (l^3), тогда как площадь поверхности (S) – лишь квадрату линейных размеров (l^2). Данное соотношение ($S/V \sim 1/l$) закономерно уменьшается с увеличением размеров тела, что объясняет эволюционно закрепленные морфологические адаптации у видов, обитающих в различных температурных режимах.

В задании второй части ЕГЭ по биологии, проверяющем понимание экологических закономерностей, требуется дать физиологическое обоснование различий в массе тела между *Aptenodytes forsteri* (императорским пингвином) и *Spheniscus mendiculus* (галапагосским пингвином) с позиции терморегуляторных адаптаций к разным климатическим условиям. Масса тела императорского пингвина превышает массу тела галапагосского пингвина. Это связано с большей теплопродукцией первого, так как он обитает в холодном климате. Соответственно и ресурсов в осуществлении энергетического обмена у него должно быть больше по сравнению с галапагосским пингвином. При увеличении размера живого организма его объем растет быстрее, чем поверхность тела. Поэтому у крупных организмов отношение поверхности тела к их объему меньше, чем у мелких [7].

Биология и физика. Физические процессы являются хорошим подспорьем в объяснении биохимических превращений в организме и физико-

химических процессов (электролиз), а также в решении заданий на установление соответствия влияния светового и звукового спектра на развитие живых организмов.

Проведем разбор задания на установление соответствия видов излучения и их характеристик. В задании представлены три вида излучения: ультрафиолетовые лучи, лучи видимого спектра, инфракрасные лучи. Обучающимся необходимо оперировать знаниями о том, что ультрафиолетовое излучение оказывает бактерицидное воздействие на биосферу и является сильным мутагеном для живых существ. Инфракрасные лучи имеют наибольшую длину волны и являются основным источником тепла, видимые лучи светового спектра служат источником энергии для фотосинтеза у растений, так как именно эти длины волн поглощаются хлорофиллом.

Задание не является базовым и не относится к низкому уровню сложности, для его решения необходимо применять знания различных разделов биологии (зоологии, экологии, молекулярной биологии) и опираться на понятие «электромагнитный спектр» школьного курса физики. Физическую основу характеристик электромагнитного спектра обучающиеся изучают в школьном курсе физики и в рамках элективного курса «Экология» в разделе «Свет как абиотический фактор».

Подобное задание включено во вторую часть ЕГЭ по биологии и проверяет знание физиологии летучих мышей, в частности механизмов эхолокации и ее роли во внутривидовой коммуникации. В условии задания дано, что звук с частотой меньше 0,016 кГц называют инфразвуком, а свыше 20 кГц – ультразвуком. Как ультразвук, так и инфразвук человеческим ухом не воспринимаются, однако некоторые животные их слышат. Без изучения особенностей отношения живых организмов между собой выявляются затруднения в решении задания на максимальный балл. Благодаря знанию основ физики и зоологии, экологии удастся сформировать ответы на вопросы: в каком звуковом диапазоне, помимо слышимого, способна получать информацию летучая мышь, на чем построен принцип работы эхолокационной системы и какие органы животного при этом задействованы?

На основании анализа задания и справочных материалов обучающийся выявляет ультразвуковую природу взаимодействия летучих мышей. Используя знания физики, ему необходимо объяснить механизм эхолокации, включающий генерацию ультразвуковых сигналов, их отражение от окружающих объектов, восприятие отраженных волн слуховой системой. Данный процесс позволяет летучим мышам ориентироваться в пространстве и осуществлять внутривидовую коммуникацию.

В задании также рассматривается применение принципов эхолокации в практической деятельности человека. Данный аспект имеет важное профориентационное значение: будущие специалисты в области медицины могут продемонстрировать понимание работы ультразвуковых диагностических аппаратов (УЗИ), используемых для визуализации внутренних органов [8].

Биология и география. Биогеографические закономерности интегрируются в систему знаний – биогеографию. Это наука, изучающая распространение живых организмов в природе. Благодаря различным воздействиям живой и неживой природы на организмы происходит их адаптация к изменяющимся условиям среды. Каждый организм имеет ряд приспособительных черт в условиях существования конкретного биотопа.

Задания ЕГЭ, рассматриваемые на стыке предметов «биология» и «география», направлены на проверку знаний по природным зонам и их климатическим условиям и по адаптациям живых организмов к определенным условиям среды.

Например, в банке заданий есть вопросы, требующие исключительно географических закономерностей, такие, как выбор биомов (природных зон), которые могут располагаться выше Северного полярного круга [5]. Представление карты или глобуса помогает довольно быстро ответить на поставленный вопрос.

В экзаменационных материалах представлены задания на установление соответствий между биомами суши (тундрой, пустыней) и адаптациями млекопитающих к экстремальным температурным условиям. В ходе выполнения таких заданий обучающиеся применяют междисциплинарные знания:

- из биологии – о физиологических адаптациях животных (размер тела, терморегуляция);
- из географии – о климатических особенностях биомов (низкие температуры в тундре, высокие – в пустыне).

Также обучающиеся устанавливают причинно-следственные связи, объясняя, например, почему *Ursus maritimus* (белый медведь) имеет большую массу тела по сравнению с *Ursus arctos* (бурым медведем) как адаптацию к холодному климату тундры [9].

Биология и химия. Самый распространенный и крепкий симбиоз дисциплин, который проявляется и на уроках по химии, и в детальном изучении биологических закономерностей организмов. Биология и химия тесно связаны между собой, так как химия является фундаментальной основой для понимания многих биологических процессов. На взаимосвязи биологии и химии сформировалась отдельная область знаний – биохимия, которая также довольно часто фигурирует в ЕГЭ в разделе молекулярной биологии.

Например, задания тестовой части 19-й линии (экосистемы) на установление соответствия комбинируют междисциплинарные основы биологии и химии. Рассмотрим экзаменационный вопрос, связанный с химическими элементами углерода и азота. Выпускнику необходимо быть осведомленным в теме классов неорганических соединений и названий кислотных остатков неорганических кислот, о видах биохимических процессов, в которых участвуют данные элементы [10].

Представленные варианты процессов:

- Образование нитратов. Объяснение: нитрат – кислотный остаток азотной кислоты (химический элемент – азот).

- Фотосинтез. Объяснение: фотосинтез – образование глюкозы из воды и углекислого газа с помощью солнечного света (химический элемент – углерод, так как входит в состав углекислого газа).

- Выделение продуктов расщепления глюкозы при дыхании. Объяснение: глюкоза ($C_6H_{12}O_6$) – органическое вещество, включающее в свой состав углерод.

- Аммонификация. Объяснение: аммонификация – создание солей аммония, процессы гниения, переработки азотистых продуктов распада.

- Фиксация атмосферного газа клубеньковыми бактериями. Объяснение: азотфиксация – процесс усвоения атмосферного азота и перевод его в доступные для растений формы химического элемента.

- Денитрификация. Объяснение: денитрификация – разрушение нитратов и нитритов до оксидов азота или молекулярного азота.

Данные аспекты излагаются на уроках химии и биологии. В химии (8–9-й классы) при изучении химических элементов и их физических, химических свойств, участии в природных процессах. На уроках биологии (10–11-й классы) – в качестве рассмотрения биохимических процессов, происходящих на молекулярном или биосферном уровне в разделе общей биологии.

Среди заданий ЕГЭ по биологии встречаются такие, которые интегрируют несколько естественно-научных областей. Одно из таких заданий: «Нефть нерастворима в воде и слаботоксична. Почему же загрязнение вод нефтепродуктами считается одним из самых опасных?»

Задание оценивает умение обучающихся оперировать знаниями о химических и физических свойствах нефти и умение прогнозировать результаты загрязнения нефтью водной окружающей среды. Нефть – вязкое плотное (физическое свойство) и неполярное вещество, т. е. не растворяется в воде (химическое свойство). Эти данные обучающиеся получают на уроках физики и химии и в дальнейшем оперируют ими для оценки состояния природы после выброса нефти [11].

Таким образом, на примере разбора реальных заданий ЕГЭ по биологии прослеживается тенденция внедрения междисциплинарного подхода в сферу образования, в том числе и в составление экзаменационных заданий.

На наш взгляд, содержание заданий междисциплинарного характера более качественно можно выстроить на материале экологии, так как это наука, в которой наглядно демонстрируются связи между биологией, химией, географией и физикой.

В связи с тем, что экология как дисциплина не реализуется в основном образовании школы, предлагаем выстроить процесс обучения посредством реализации элективного курса. Его преимуществом перед основным процессом обучения является расширение возможности базовых программ, поддержание

изучения профильных предметов на высоком уровне. Также элективный курс позволяет выстроить внутрiproфильную специализацию и индивидуальные образовательные траектории.

Рассмотрим разработанный нами элективный курс «Экология» (далее – курс). Курс рассчитан на 34 часа с проведением одного урока в неделю в течение учебного года.

Содержание курса: теоретические занятия – 19 часов, практические занятия – 12 часов, лабораторные занятия – 2 часа, итоговый обобщающий урок – 1 час. За расчетную единицу взят академический час – 45 минут.

В рамках теоретических занятий рассматриваются следующие темы: «Экология и экологические факторы среды», «Биотические факторы среды», «Свет как экологический фактор», «Температура как экологический фактор», «Влажность как экологический фактор», «Приспособления растений и животных к условиям среды», «Экологические закономерности», «Экологическая ниша вида», «Популяция – биологическая система», «Биоценоз», «Связи между организмами в биогеоценозе», «Экологические пирамиды», «Биосфера», «Круговороты химических элементов», «Основные биомы суши», «Человечество в биосфере Земли», «Охрана живой природы».

Практические занятия направлены на решение заданий первой и второй частей ЕГЭ по биологии. Практические занятия охватывают следующие темы: «Биотические факторы среды», «Влажность как экологический фактор», «Популяция – биологическая система», «Биоценоз», «Биосфера», «Круговороты химических элементов», «Основные биомы суши», «Человечество в биосфере Земли», «Охрана живой природы».

Лабораторные занятия предусмотрены в рамках изучения тем «Биотические факторы среды» и «Человечество в биосфере Земли» с проведением опытов «Культивирование бактерий на питательной среде агар-агар в чашках Петри», «Определение кислотности осадков».

Формы и методы реализации курса: лекции, практические занятия, решение задач, проектная деятельность.

Теоретическая часть курса реализуется в форме конспектов, представленных в виде авторских скриптов – частично заполненных конспектов со специально выделенными графами и разделами для записи информации (рис. 1).

Преимущество данных скриптов над традиционными конспектами заключается в том, что это своего рода рабочая тетрадь с подобранными изображениями, схемами, примерами, со специально отведенными местами для записи теоретического материала.

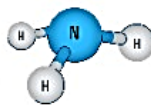
Практический блок курса предусматривает выполнение заданий по биологии, как типовых экзаменационных заданий ЕГЭ, так и эвристических.

КРУГОВОРОТ АЗОТА

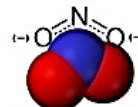


Свободный азот — это N_2 , то есть обычный азот атмосферы. В атмосфере азота содержится 78%.

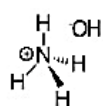
Связанный азот — это ионы аммония (NH_4^+), аммиак (NH_3), нитраты (NO_3^-), нитриты (NO_2^-).



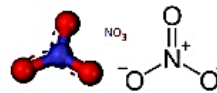
Аммиак (NH_3)



Нитрит (NO_2)



Аммоний (NH_4^+)



Нитрат (NO_3)

ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Азотфиксация -

Нитрификация -

Аммонификация (гниение) -

Денитрификация (разложение связанного азота) -



Ассимиляция (пластический обмен) -

Цикл азота



40

Рис. 1. Дидактический материал (скрипт) по теме «Круговорот азота»

Приведем пример эвристических заданий. Среди млекопитающих наиболее продолжительные сроки беременности имеют слоны (22 месяца), китообразные (от 11 до 16 месяцев), крупные копытные (от 9 до 15 месяцев). Какая экологическая стратегия характерна для этих видов? Какие еще особенности размножения и развития объединяют этих млекопитающих? Как эти особенности связаны с их образом жизни?

Обучающемуся необходимо провести анализ и корреляцию с размерами животного и сроками вынашивания потомства, особенностями их образа жизни. Экзаменуемые при ответе на вопросы проводят связь с жизнедеятельностью и поведением животных, опираются на основы анатомии и физиологии млеко-

питающих. Эвристические задания выходят за рамки одного конкретного изучаемого блока или раздела, они направлены на интеграцию разделов биологии и других смежных естественно-научных дисциплин и систематизацию полученных данных.

Кроме задач, в практической части курса представлены лабораторные работы междисциплинарного характера.

Например, лабораторная работа «Культивирование бактерий на искусственных средах» рассматривает благоприятные условия роста колоний бактерий, влияние антибиотиков на процессы прокариотических организмов. При изучении культивирования бактерий прослеживается тесная связь биологии и химии. Действие антибиотика пенициллина, получаемого опытным путем при подселении к бактериям грибов пеницилла, против прокариот. Помимо этого, требуются физические аспекты реализации работы в использовании методов стерилизации оборудования.

Лабораторная работа «Определение кислотности осадков» демонстрирует взаимосвязь школьных предметов биологии и химии. При исследовании осадков применяются химические реагенты для достижения результатов лабораторной работы. При соответствующем качественном определении тех или иных кислых соединений в жидкости, полученной из дождевой воды или талого снега, осуществляется анализ состояния окружающей среды. Ученики старших классов становятся свидетелями того, что знания всех областей способствуют более глубокому и расширенному пониманию взаимосвязей процессов и явлений в живой природе.

Механизм реализации курса предполагает последовательное освоение материала посредством заполнения авторских скриптов в ходе теоретических лекционных занятий. После лекционного занятия обучающиеся приступают к реализации полученных знаний на практике – через решение задач и выполнение лабораторных работ. В процессе подачи информации используются как простые средства обучения (словесные, визуальные), так и современные информационно-коммуникационные технологии.

Также в ходе занятий активно применяются интерактивные дидактические средства и материалы. Используются фотографии и видеоматериалы, иллюстрирующие природные экосистемы, разнообразие организмов, их взаимодействия, а также влияние антропогенных факторов и глобальных экологических проблем.

Дополнительно реализуются мультимедийные ресурсы, такие как просмотр отрывков документального сериала «Наша планета», использование интерактивной платформы Neal.fun для изучения различных аспектов Земли, а также создание тестовых заданий на сайте LearningApps.org, что позволяет закрепить изученный материал.

Закрепление знаний осуществляется через решение экзаменационных заданий различной сложности, что обеспечивает одновременное освоение нового материала и развитие практических навыков. Такой подход способствует под-

держанию познавательной активности, стимулирует мыслительную деятельность через решение проблемных задач и обеспечивает оптимальный уровень когнитивной нагрузки. В результате достигается высокая концентрация внимания и эффективность учебного процесса.

Данный курс был апробирован на базе образовательного центра «Хим-Биоз» г. Екатеринбурга в течение трех лет. В процессе обучения по курсу участвовало 90 старшеклассников. Результаты сдачи ЕГЭ по биологии обучающихся за 2023, 2024, 2025 гг. по линиям заданий второй части, которые направлены на проверку раздела «Экология», показали эффективность реализации элективного курса.

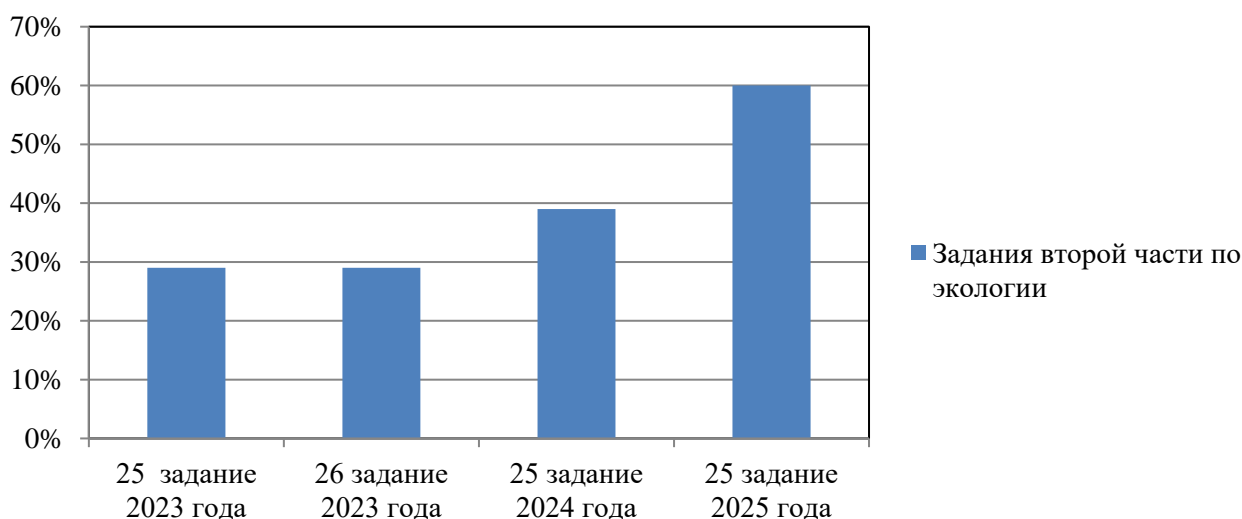


Рис. 2. Сравнение результатов выполнения заданий ЕГЭ 2023, 2024, 2025 гг. по биологии, направленных на проверку знаний раздела «Экология»

Анализ результатов выполнения экологических заданий показывает устойчивый рост эффективности:

- 2023 г. – средний результат выполнения заданий составил 29 %;
- 2024 г. – результат выполнения заданий по экологии достиг 39 % (+10 %);
- 2025 г. – среди обучающихся средний результат выполнения экологических заданий составил 60 % (+31 % относительно 2023 г.).

Данная динамика свидетельствует о повышении качества освоения экологических знаний.

Реализация междисциплинарного подхода посредством изучения элективного курса «Экология» позволила учащимся увидеть взаимосвязи между различными науками и применить знания из разных областей для решения комплексных задач, а также способствовала развитию навыков анализа, общения, применения полученных знаний на практике, формируя у них целостную естественно-научную картину мира. На наш взгляд, это благоприятно повлияло на результаты сдачи ЕГЭ и повышение уровня знаний обучающихся.

Список источников

1. *Боккин А. С.* Когнитивная модель организации взаимосвязей урочной и внеурочной деятельности на различных уровнях общего образования при изучении физики // *Учебный эксперимент в образовании*. 2025. № 4 (116). С. 53–66.
2. *Иванов В. П., Васильева О. В.* Основы экологии : учебник. Санкт-Петербург : СпецЛит, 2010. 272 с.
3. *Крепс Т. В.* Междисциплинарный подход в исследованиях и преподавании: преимущества и проблемы применения // *Научный вестник ЮИМ*. 2019. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdistsiplinarnyy-podhod-v-issledovaniyah-i-prepodavanii-preimuschestva-i-problemy-primeneniya> (дата обращения: 29.03.2025).
4. Решу ЕГЭ, биология. Экосистемы и присущие ей закономерности. URL: <https://bio-ege.sdamgia.ru/problem?id=63283> (дата обращения: 10.03.2025).
5. Решу ЕГЭ, биология. Эволюция живой природы. Экосистемы. URL: <https://bio-ege.sdamgia.ru/problem?id=43132> (дата обращения: 10.03.2025).
6. Решу ЕГЭ, биология. Общебиологические закономерности. URL: <https://bio-ege.sdamgia.ru/problem?id=11179> (дата обращения: 10.03.2025).
7. Решу ЕГЭ, биология. Общебиологические закономерности. URL: <https://bio-ege.sdamgia.ru/problem?id=46549> (дата обращения: 10.03.2025).
8. *Несговорова Н. П., Охалкина Е. Н., Ионина Н. Г.* Экология на стыке с биологией, химией, физикой : межпредметные элективные курсы : программы по экологии. Региональный компонент. Курган : Институт повышения квалификации и переподготовки работников образования Курганской области, 2004. 40 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29949020> (дата обращения: 12.05.2025).
9. Решу ЕГЭ, биология. Решение биологических расчетных задач. URL: <https://bio-ege.sdamgia.ru/problem?id=52045> (дата обращения: 10.03.2025).
10. Решу ЕГЭ, биология. Эволюция живой природы. Экосистемы. URL: <https://bio-ege.sdamgia.ru/problem?id=63254> (дата обращения: 10.03.2025).
11. Решу ЕГЭ, биология. Общебиологические закономерности. Основы экологии. URL: <https://bio-ege.sdamgia.ru/problem?id=51784> (дата обращения: 10.03.2025).
12. *Захарова Л. Н.* Инновационные подходы к экологическому образованию обучающихся в условиях реализации ФГОС на занятиях дополнительного образования естественнонаучного цикла // *Наука и образование: отечественный и зарубежный опыт: сборник статей 61 Международной научно-практической конференции (27.11.2023, Белгород)*. Белгород : ООО ГИК, 2023. С. 383–387.
13. *Обухов А. С.* Исследовательская и проектная деятельность учащихся в современной России: перспективная рефлексия // *Исследователь*. 2023. № 1–2 (41–42). С. 18–24.
14. *Оржековский П. А., Суворова Д. С.* Диагностика сформированности у обучающихся основной школы методологических представлений о научном познании на уроках химии // *Учебный эксперимент в образовании*. 2025. № 2 (114). С. 112–116.
15. *Семчук Н. М., Бримова А. К.* Методика подготовки школьников к ЕГЭ по биологии // *Альманах современной науки и образования*. 2008. № 11. С. 108–110. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17722149> (дата обращения: 12.05.2025).

References

1. Bokkin A. S. The cognitive model of correlation development between regular and extracurricular activities at various levels of general education when studying physics. *Uchebnyj eksperiment v obrazovanii* = Teaching experiment in education. 2025; 4(116):53-66. (In Russ.)

2. Ivanov V. P., Vasilyeva O. V. Fundamentals of Ecology: textbook. Saint-Petersburg, SpecLit Publ., 2010. 272 p. (In Russ.)
3. Kreps T. V. Interdisciplinary approach in research and teaching: advantages and problems of application. *Nauchnyj vestnik YIM* = Scientific Bulletin of the Southern Institute of Management. 2019; 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdistsiplinaryy-podhod-v-issledovaniyah-i-prepodavanii-preimuschestva-i-problemy-primeneniya> (date of access 29.03.2025). (In Russ.)
4. I will pass the USE, Biology. Ecosystems and its inherent patterns. URL: <https://bio-ege.sdangia.ru/problem?id=63283> (date of access 10.03.2025). (In Russ.)
5. I will pass the USE, Biology. Evolution of wildlife. Ecosystems. URL: <https://bio-ege.sdangia.ru/problem?id=43132> (date of access 10.03.2025). (In Russ.)
6. I will pass the USE, Biology. General biological patterns. URL: <https://bio-ege.sdangia.ru/problem?id=11179> (date of access 10.03.2025). (In Russ.)
7. I will pass the USE, Biology. General biological patterns. URL: <https://bio-ege.sdangia.ru/problem?id=46549> (date of access 10.03.2025). (In Russ.)
8. Nesgovorova N. P., Okhapkina E. N., Ionina H. G. Ecology at the junction with biology, chemistry, physics: interdisciplinary elective courses: Programs in ecology. Regional component. Kurgan: Institute of professional enhancement and retraining of the Kurgan Region education system workers, 2004. 40 p. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29949020> (date of access 12.05.2025). (In Russ.)
9. I will pass the USE, Biology. Solving biological design problems. URL: <https://bio-ege.sdangia.ru/problem?id=52045> (date of contact 10.03.2025). (In Russ.)
10. I will pass the USE, Biology. Evolution of wildlife. Ecosystems. URL: <https://bio-ege.sdangia.ru/problem?id=63254> (date of access 10.03.2025). (In Russ.)
11. I will pass the USE, Biology. General biological patterns. Fundamentals of ecology. URL: <https://bio-ege.sdangia.ru/problem?id=51784> (access date 10.03.2025). (In Russ.)
12. Zakharova L. N. Innovative approaches to the students' environmental education in the context of the implementation of the Federal State Education Standard within the extended Natural Science education. Science and education: domestic and foreign experience: collection of the articles of the 61 International Scientific and Practical Conference (27.11.2023, Belgorod). Belgorod, GiK LLC Publ., 2023. Pp. 383-387. (In Russ.)
13. Obukhov A. S. Research and design students' activities in modern Russia: prospective reflection. *Issledovatel'* = Researcher. 2023; 1-2(41-42):18-24. (In Russ.)
14. Orzhekovskiy P. A., Suvorova D. S. Diagnostics of the formation of methodological ideas about scientific knowledge in chemistry lessons among secondary school pupils. *Uchebnyj eksperiment v obrazovanii* = Teaching Experiment in Education. 2025; 2(114):112-116. (In Russ.)
15. Semchuk N. M., Brimova A. K. Methods of preparing schoolchildren for the USE in Biology. *Almanakh sovremennoi nauki i obrazovaniya* = Almanac of modern science and education. 2008; 11:108-110. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17722149> (date of access 12.05.2025). (In Russ.)

Информация об авторах:

Батраева Е. А. – преподаватель.

Абдулова Е. В. – и.о. заведующего кафедрой теории и методики междисциплинарных исследований в образовании; доцент кафедры управления в образовании, кандидат педагогических наук.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Batraeva E. A. – Teacher of the educational.

Abdulova E. V. – Acting Head of the Department of Theory and Methodology of Interdisciplinary Research in Education; Associate Professor (Department of Management in Education), PhD (Pedagogy).

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 19.01.2026; одобрена после рецензирования 06.02.2026; принята к публикации 26.05.2026.

The article was submitted 19.01.2026; approved after reviewing 06.02.2026; accepted for publication 26.05.2026.

Научная статья

УДК 372.851

doi: 10.51609/2079-875X_2026_2_45

Тексты учебника математики как средство развития математической речи учащихся

**Людмила Ивановна Боженкова¹, Тамара Алексеевна Иванова²,
Николай Григорьевич Тактаров³**

^{1,2,3}Мордовский государственный педагогический университет имени М. Е. Евсевьева,
Саранск, Россия

¹krasel1@yandex.ru, <http://orcid.org/0009-0000-1368-5326>

²ivanova41ta@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0008-2803>

³n.g.taktarov@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6484-4841>

Аннотация. В статье рассматривается алфавит школьного математического языка. Представлена конкретизация понятия «полуформальный математический язык», уточнено понятие «математическая речь» школьников и сформулировано понятие «развитие математической речи учащихся». Обоснована актуальность организации работы с учебником математики. Приведены задания для развития математической речи при работе с теорией учебника.

Ключевые слова: полуформальный математический язык, развитие математической речи, учебник математики, единицы учебной информации, обобщённые задания

Декларация об использовании ИИ: при подготовке данной рукописи авторы не использовали генеративный искусственный интеллект или аналогичные автоматизированные инструменты.

Для цитирования: Боженкова Л. И., Иванова Т. А., Тактаров Н. Г. Тексты учебника математики как средство развития математической речи учащихся // Учебный эксперимент в образовании. 2026. № 2 (118). С. 45–52. https://doi.org/10.51609/2079-875X_2026_2_45.

Original article

**Texts from a textbook on Mathematics as a means of developing
school students' mathematical speech**

Lyudmila I. Bozhenkova¹, Tamara A. Ivanova², Nikolai G. Taktarov³

^{1,2,3}Mordovian State Pedagogical University, Saransk, Russia

¹krasel1@yandex.ru, <http://orcid.org/0009-0000-1368-5326>

²ivanova41ta@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0008-2803>

³n.g.taktarov@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6484-4841>

Abstract: The article examines the alphabet of the school mathematical language. The authors specify the concept “semi-formal mathematical language”, clarify the concept “mathematical speech” of schoolchildren and formulate the concept “the development of schoolchildren’s mathematical speech”. They substantiate the relevance of organizing the work using a textbook on Mathematics. There are the tasks on the development of mathematical speech when working with the textbook theory.

Keywords: semi-formal mathematical language; development of mathematical speech; textbook on Mathematics; units of educational information; generalized assignments.

Declaration on the use of AI: when preparing this article, the authors did not use generative AI or similar automated tools.

For citation: Bozhenkova L. I., Ivanova T. A., Taktarov N. G. Texts from a textbook on Mathematics as a means of developing school students' mathematical speech. *Uchebnyj eksperiment v obrazovanii* = Teaching experiment in education. 2026; 2(118):45-52. (In Russ.). https://doi.org/10.51609/2079-875X_2026_2_45.

Традиционная целевая установка школьного образования – развитие речи учащихся – в настоящее время приобретает особую актуальность в контексте решения задачи самостоятельного освоения обучающимися всё возрастающего потока информации, в том числе представленной в содержании учебников. Эта задача входит в навыки человека XXI века, необходимые для его самореализации в социальной и трудовой сферах современного общества [1; 2].

Фундаментальное многозначное понятие «речь» охарактеризовано С. Л. Рубинштейном с психологических позиций следующим образом: «Речь – это форма существования сознания (мыслей, чувств, переживаний) для другого, служащая средством общения с ним, и форма обобщённого отражения действительности, или форма существования мышления. Речь – это язык, функционирующий в контексте индивидуального сознания» [3, с. 382]. Речь, как форма существования и использования человеческого языка, предполагает выражение мыслей его средствами и понимание высказанных языковых конструкций. Существуют различные взаимосвязанные виды речи: устная и письменная речь, внешняя и внутренняя (умственная речь). С письменной речью исторически существенно связано развитие мышления, в том числе – научного. Оно предполагает точность речи – такую её характеристику, в которой слова являются терминами, а их значения – понятиями, входящими в определённую систему знаний. Осмысленное владение научной речью – важная задача обучения [3].

Математическая речь является формой существования математического мышления, под которым понимается «предельно абстрактное теоретическое мышление, объекты которого лишены всякой вещественности и могут интерпретироваться самым произвольным образом, лишь бы при этом сохранялись заданные отношения между ними» [4, с. 188]. Математическая речь осуществляется с помощью искусственного языка математики, который возник в связи с потребностями математики, в результате совершенствования естественного языка для устранения его громоздкости (лаконичность) и многозначности (точность), а также для выражения различных общих закономерностей, связанных с использованием понятия «переменная» без которой, по мнению методистов и математиков, нет математического языка [4–7].

В теоретических основах школьного курса математики рассматривается алфавит математики, включающий наиболее общие знаки («буквы») теории множеств и математической логики, а также алфавит алгебры, геометрии, математического анализа [7]. Этот алфавит состоит из четырёх основных групп

знаков и включает: **1)** имена предметов – предметные постоянные: N, Z, Q, R, R_+, R^2, C ; $[a;b], (-\infty; a)$; $\{a, b, c\}$; обозначения цифрами чисел всех числовых множеств, в том числе $\pi, e, i^2 = -1$; строчные и прописные буквы латинского алфавита для обозначения геометрических объектов, $\angle A, \cup AB$, обозначения вектора, предела; $f(x), \sin, \lg, \arctg$ и др.); **2)** предметные переменные, те которые принимают значения из каких-либо множеств предметных постоянных: пара чисел $(a; b)$; $A \cap B = B \cap A$; $a \in B \cup A$, если $a \in A$ и $a \in B$; **3)** знаки операций (функциональные): $\cap, \cup, \Rightarrow, \Leftrightarrow$; $+, \cdot, -, \div, \frac{1}{2}, \sqrt{\quad}, \sqrt[3]{\quad}$; E, S_l, R_0^a, Z_0 и др.; **4)** знаки отношений – предикатные буквы: $=, \in, \subset, \not\subset, \subseteq$; $<, >, \parallel, \perp, \infty$. Пятая группа – это знаки препинаний (скобки, запятая). Из знаков математического языка согласно специальным правилам, входящим в *грамматику* какого-либо формального языка, строятся выражения (термы и формулы); из формул также по определённым правилам строятся математические предложения. Этот процесс отражает синтактику (синтаксис) математического языка [8]. Интерпретация полученных выражений и предложений, выявление смысла, который они передают, относятся к семантике школьного математического языка [4; 7].

Математический язык, полученный на основе использования точных правил построения выражений, является формальным, например язык математической логики [5; 8]. Если язык поддаётся формальным рассуждениям (например, прибавление к обеим частям уравнения одного и того же числа даёт равносильное уравнение), но набор применимых правил не формализован – зависит от содержания, от контекста, то это полуформальный математический язык – язык школьной математики [5; 7]. Формальный язык математической логики может использоваться для построения высказываний, сформулированных на полуформальном языке, и установления их истинности. Приведём примеры.

Пример 1. Верно ли высказывание: « $(15 > 9) \cup (2 > 9)$ »? На языке математической логики данное высказывание записывается в виде дизъюнкции двух высказываний: $p \vee q$, где p – $(15 > 9)$ – И, q – $(2 > 9)$ – Л (рис. 1).

p	q	$p \vee q$
И	И	И
И	Л	И
Л	И	И
Л	Л	Л

Рис. 1. Таблица истинности для дизъюнкции

В соответствии с таблицей истинности для дизъюнкции, данное высказывание истинно (рис. 1, третья строка таблицы).

Пример 2. Один из законов де Моргана – логических правил, связывающих пары логических операций при помощи логического отрицания, записывается: $\neg (p \wedge q) = \neg p \vee \neg q$ и читается: «Отрицание конъюнкции есть дизъюнкция отрицаний». На полуформальном математическом языке необходимо иметь «содержание, контекст». В качестве такого содержания можно взять сложное высказывание – теорему: «Если четырёхугольник параллелограмм, то его проти-

вположные стороны попарно равны и параллельны». Имеем: p – «Противоположные стороны параллелограмма равны», q – «Противоположные стороны параллелограмма параллельны»; нужно построить отрицание $p \wedge q$. Использование закона де Моргана даёт возможность правильно сформулировать противоположную теорему: «Если четырёхугольник не параллелограмм, то его противоположные стороны не равны **или** не параллельны».

Адаптированный к школьной математике алфавит и содержание полужформального математического языка сначала представлены для освоения в теоретической информации учебников математики, а затем используются при решении задач. Понятие полужформального математического языка в контексте школьного обучения математике и обобщение различных подходов к трактовке и содержанию категорий «речь», «математическая речь» [4–7] позволяют рассматривать феномен «*математическая речь*» в рамках школьного обучения математике следующим образом: это устная и письменная речь участников процесса обучения математике, основанная на полужформальном математическом языке, с помощью которого выражается математическая информация. Математическая речь неразрывно связана с естественным (русским) языком, поэтому её использование способствует усвоению русского языка, развитию языковых способностей обучающихся. Таким образом, *развитие математической речи учащихся* – это целенаправленный многоэтапный процесс формирования языковой способности обучающихся, ориентированный на овладение средствами математической речи для эффективного познания математики. Такое познание включает чтение и анализ постепенно усложняющихся математических текстов с последующим синтезом результатов анализа. Поэтому освоение теории, представленной в текстовой части учебника, и развитие математической речи в этом процессе – первейшая задача обучения, необходимое условие успешного решения математических и прикладных задач.

Проблема создания школьных учебников имеет давнюю историю, но стала особенно интенсивно исследоваться на рубеже XX–XXI веков. В педагогической науке в рамках личностно ориентированного и развивающего обучения были сформулированы требования к «типологизированной структуре учебника», выполнение которых обеспечивает активную продуктивную деятельность школьников [4; 6]. Отдельные требования были реализованы авторами учебников, что не относится к теоретическим текстам [1]. Г. И. Саранцев, исследуя методологические основы теории и методики обучения математике, отмечал направленность этой науки на достижение целей современного образования и отражение этой направленности в учебниках математики [6]. Поэтому реализация ФГОС ОО, ключевая цель внедрения которого отражает запросы государства – обеспечение конкурентоспособности российского образования, – первостепенная задача современной теории и методики обучения математике, которая должна найти отражение в учебниках математики.

В 2022 году под руководством группы ведущих учёных – М. В. Кларина, И. М. Осмоловской, В. В. Серикова и др. разработана теоретическая модель со-

держания современного учебника, включающая основные требования к нему, которые отражают ключевую цель российского образования. Содержательно-целевой основой модели является система ключевых навыков (компетенций) человека XXI века («4К+1»), построенная в результате анализа содержания зарубежных компетенций и навыков XXI века [1], но отражающая «специфику их понимания, соответствующую российскому менталитету», дополненная уточнёнными названиями компетенций и их составом [2, с. 40]. Выделены следующие ключевые компетенции (навыки), которые в определённой степени должны быть отражены в учебнике с учётом его специфики: 1) компетенция конструктивно-критического мышления; 2) компетенция креативности; 3) коммуникативная компетенция; 4) компетенция командного сотрудничества; 5) компетенция субъектности. В состав каждой компетенции включены: знания о её содержании; соответствующие виды деятельности, необходимые для её освоения; её ценностный аспект. В содержание перечисленных навыков входят метапредметные и, частично, личностные результаты, представленные в ФГОС ОО.

Создание учебников, соответствующих разработанной теоретической модели, – результат кропотливого труда профессионального коллектива учёных-предметников, психологов, педагогов, методистов и это – дело будущего. В настоящее время требуется специальная организация работы с теоретической составляющей имеющихся учебников (табл. 1).

Отметим, что данные результатов исследования (2022), проведённого коллективом авторов системы ключевых навыков «4К+1», свидетельствуют о том, что организация переработки обучающимися теоретической информации учебника является крайне недостаточной, что подтверждает актуальность рассматриваемой тематики [2]. Этот факт в контексте обучения математике был установлен ранее, поэтому были разработаны специальные типовые учебные задачи, направленные на организацию переработки учебной информации школьного курса математики [9; 10]. Процесс выполнения этих задач неразрывно связан с формированием УУД и достаточно подробно описан в соответствующих публикациях автора, на основе которых сформулированы обобщённые задания для развития математической речи учащихся (см. табл. 1).

Становление математической речи учащихся при выполнении заданий осуществляется поэтапно в соответствии с теорией П. Я. Гальперина и учением Л. С. Выготского – сначала в зоне ближайшего развития, когда ученик работает с помощью учителя, используя громкую устную математическую речь [11; 12]. По мере приобретения опыта преобразования учебной информации ученик постепенно переходит в зону актуального развития, в которой он может работать самостоятельно.

**Задания для развития математической речи учащихся при изучении
текста параграфа (пункта) учебника математики**

Единицы учебной информации в тексте параграфа (пункта) учебника	№№	Математическая речь ученика	
		устная речь (громкая и/или – внутренняя)	письменная речь
Единицы учебной информации в тексте параграфа (пункта) учебника	I. Определения математических понятий [9; 10]	1. Выявить и перечислить признаки понятия, входящие в определение (ближайшее родовое понятие, видовые отличия) 2. Переформулировать определение понятия (использование схемы) 3. Сопоставить новое понятие с уже известными и установить его связь с ранее изученными	1.1. Составить схему определения понятия: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> Термин 1) ближайшее родовое понятие; 2), 3), 4) – видовые отличия; Обозначение (и/или – изображение) </div> 3.1. Составить систематизационную (классификационную) схему взаимосвязи понятий; дополнить поисковые области
	II. Формулировки теорем	1. Перефразировать формулировку теоремы в терминах «Если A , то B » или из $A \Rightarrow B$ (при необходимости) 2. Выделить условие – A (главное условие и разъяснительную часть) 3. Выделить заключение теоремы B 4. Рассмотреть данный рисунок (при наличии)	В знаково-символьном виде 2.1. записать: «Дано» (на первом месте записать разъяснительную часть, входящую в условие); 3.1 записать: «Доказать» 4.1. Выполнить первоначальный рисунок (если нужно), введя обозначения в соответствии с содержанием рубрики «Дано»
	III. Доказательства теорем [9; 10]	1. Выполнить работу с текстом доказательства теоремы: а) разбить текст на смысловые части, пронумеровать их; б) устранить логические пробелы в каждой части 2. Сформулировать для доказанной теоремы обратное, противоположное, обратное противоположному утверждения, установить их истинность	1.1. Дополнить рисунок в соответствии с текстом доказательства (если нужно) 1.2. Выполнить пошаговую запись доказательства теоремы в соответствии со структурой: «Т.к. «условие / промежуточное условие», то <u>«промежуточный вывод/заключение»</u> (обоснование) 2.1. Используя запись данной теоремы: $A \Rightarrow B$, записать остальные утверждения
	IV. Составление предписаний [9; 10]	1. Выполнить анализ данных решений задач параграфа, выделив шаги решения; обобщить результаты анализа, выявить общий метод их решения. 2. Выбрать в тексте параграфа формулу и разбить её на последовательность элементарных действий 3. Выбрать в тексте параграфа правило и разбить его на последовательность элементарных действий	1.1. Записать логическую последовательность шагов решения задач, используя различные способы представления предписаний: словесно-пошаговый; формульно-словесный, блок-схемный 2.1. Записать предписание, используя табличный или словесно-пошаговый способы представления предписаний 3.1. Записать предписание, используя словесно-пошаговый способ представления предписаний
	V. Работа с текстом (кроме I–IV) [10]	1. Найти в тексте параграфа главные термины, разбить текст на смысловые части и устно составить вопросы, план – краткий, развёрнутый 2. Составить информационную схему для выбранного законченного смыслового фрагмента содержания учебника	1.1. Записать вопросы, план текста, озаглавив список вопросов и план (задание для домашней работы). Сравнить свой список вопросов с вопросами автора к параграфу учебника. 2.1. Выбрать способ фиксации информационной схемы и изобразить её в виде, таблицы, умственной карты, граф-схемы

Таким образом, результатом развития математической речи при работе с теоретической информацией учебника является «превращение» устной громкой речи во внутреннюю (умственную) письменную речь [9; 10].

Список источников

1. Компетенции «4К»: средовые решения для школы : учебно-методическое пособие / сост.: М. А. Пинская, А. М. Михайлова. Москва : Российский учебник, 2020. 95 с.
2. Современный учебник. Формирование ключевых навыков человека XXI века : методическое пособие для авторов учебников, экспертов, учителей / под ред. И. М. Осмоловской, В. В. Серикова. Москва : Институт стратегии развития образования РАО, 2022. 180 с.
3. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии. Санкт-Петербург : Питер, 2025. 720 с.
4. Фридман Л. М. Теоретические основы методики обучения математике : учебное пособие. Москва : Ленанд URSS, 2021. 248 с.
5. Арнольд В. И. Математика и математическое образование в современном мире // Математика в образовании и воспитании / сост. В. Б. Филиппов. Москва : ФАЗИС, 2000. 256 с.
6. Саранцев Г. И. Методика обучения математике: Методология и теория. Казань : Центр инновационных технологий, 2012. 292 с.
7. Современные основы школьной математики : пособие для студентов пед. ин-тов / Н. Я. Виленкин, К. И. Дуничев, Л. А. Калужнин, А. А. Столяр. Москва : Просвещение, 1980. 240 с.
8. Математическая энциклопедия / гл. ред. И. М. Виноградов. Т. 5. Москва : Советская энциклопедия, 1985. С. 636–637.
9. Боженкова Л. И. Методика формирования УУД при обучении алгебре. 5-е изд. Москва : Лаборатория знаний, 2024. 243 с.
10. Боженкова Л. И. Методика формирования УУД при обучении геометрии. 5-е изд. Москва : Лаборатория знаний, 2024. 205 с.
11. Выготский Л. С. Мышление и речь. Москва : АСТ, 2025. 576 с.
12. Гальперин П. Я. Лекции по психологии. Москва : Ленанд, 2025. 328 с.

References

1. 4K” competencies: environmental solutions for school: tutorial guide / comp.: M. A. Pinskaya, A. M. Mikhailova. Moscow, Russian textbook Publ., 2020. 95 p. (In Russ.)
2. A modern textbook. Key skills formation for a human of the 21st century : a methodological guide for textbook authors, experts, and teachers / ed. by I. M. Osmolovskaya, V. V. Serikov. Moscow: Publishing House of the Institute for Strategy of Education Development of the Russian Academy of Education, 2022. 180 p. (In Russ.)
3. Rubinshtein S. L. Fundamentals of General Psychology. Saint Petersburg, Piter, 2025, 720 p. (In Russ.)
4. Fridman L. M. Theoretical foundations of Mathematics Teaching Methods: study guide. Moscow, Lenand URSS Publ., 2021. 248 p. (In Russ.)
5. Arnold V. I. Mathematics and mathematical education in the modern world. *Matematika v obrazovanii i vospitanii* = Mathematics in education / comp. V. B. Filippov. Moscow, FAZIS Publ., 2000. 256 p. (In Russ.)
6. Sarantsev G. I. Methods of teaching mathematics: methodology and theory. Kazan, Innovative techniques center, 2012. 292 p. (In Russ.)
7. Modern fundamentals of school mathematics. Textbook for pedagogical institutes students / N. Ya. Vilenkin., K. I. Dunichev, L. A. Kaluzhnin, A. A. Stolyar. Moscow, Prosveshcheniye Publ. 1980. 240 p. (In Russ.)
8. Mathematical Encyclopedia / gen. ed. I. M. Vinogradov. Vol. 5. Moscow, Soviet encyclopedia Publ., 1985. P. 636-637. (In Russ.)

9. Bozhenkova L. I. Methods of forming universal learning actions when teaching algebra. Ed. 5. Moscow, Laboratoriya znaniy Publ., 2024, 243 p. (In Russ.)
10. Bozhenkova L. I. Methods of forming universal learning actions when teaching ageometry. Ed. 5. Moscow, Laboratoriya znaniy Publ., 2024, 205 p. (In Russ.)
11. Vygotskiy L. S. Thinking and speech. Moscow, AST Publ., 2025. 576 p. (In Russ.)
12. Galperin P. Ya. Lectures on psychology. Moscow, Lenand Publ., 2025. 328 p. (In Russ.)

Информация об авторах:

Боженкова Л. И. – главный научный сотрудник научного бюро, доктор педагогических наук, профессор.

Иванова Т. А. – главный научный сотрудник научного бюро, доктор педагогических наук, профессор.

Тактаров Н. Г. – главный научный сотрудник научного бюро, доктор физико-математических наук, профессор.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Bozhenkova L. I. – Chief Researcher of the Scientific Bureau, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor.

Ivanova T. A. – Chief Researcher of the Scientific Bureau, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor.

Taktarov N. G. – Chief Researcher of the Scientific Bureau, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 20.03.2026; одобрена после рецензирования 27.03.2026; принята к публикации 26.05.2026.

The article was submitted 20.03.2026; approved after reviewing 27.03.2026; accepted for publication 26.05.2026.

Научная статья
УДК 372.851:373.5 (045)
doi: 10.51609/2079-875X_2026_2_53

**Прикладные задачи по алгебре и началам математического анализа
как средство формирования математической грамотности старшеклассников**

**Лидия Семеновна Капкаева¹ Кристина Владимировна Леушкина²,
Кирилл Сергеевич Лапин³**

^{1,2,3}Мордовский государственный педагогический университет имени М. Е. Евсевьева,
Саранск, Россия

¹lskapkaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4703-8503>

²leushkina00@mail.ru

³klapin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8367-4494>

Аннотация. Исследование посвящено роли прикладных задач в формировании математической грамотности старшеклассников. Анализируется связь между решением контекстно-ориентированных упражнений и развитием навыков критического мышления, моделирования и интерпретации данных. На примере задач из экономики, экологии и биологии показано, как применение алгебры и математического анализа к реальным ситуациям повышает мотивацию учащихся и готовность к ЕГЭ. Особое внимание уделено методическим подходам: поэтапному усложнению задач, анализу ошибок и междисциплинарным связям. Результаты подтверждают, что интеграция прикладных заданий в учебный процесс способствует преодолению разрыва между теоретическими знаниями и их практическим использованием.

Ключевые слова: математическая грамотность, прикладные задачи, ЕГЭ, моделирование, критическое мышление, межпредметные связи, оптимизация, педагогическая методика

Декларация об использовании ИИ: авторы использовали DeepSeek для улучшения читаемости и языка рукописи. Содержание и научные выводы остаются исключительной ответственностью авторов.

Для цитирования: Капкаева Л. С., Леушкина К. В., Лапин К. С. Прикладные задачи по алгебре и началам математического анализа как средство формирования математической грамотности старшеклассников // Учебный эксперимент в образовании. 2026. № 2 (118). С. 53–66. https://doi.org/10.51609/2079-875X_2026_2_53.

Original article

**Applied problems in algebra and the basics of mathematical analysis
as a means of developing mathematical literacy among high school students**

Lidiya S. Kapkaeva¹, Kristina V. Leushkina², Kirill S. Lapin³

^{1,2,3}Mordovian State Pedagogical University, Saransk, Russia

¹lskapkaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4703-8503>

²leushkina00@mail.ru,

³klapin@mail.ru

Abstract. The study considers the role of the applied problems in developing mathematical literacy among high school students. It examines how context-based tasks enhance critical thinking, data interpretation, and modeling skills. Using examples from economics, ecology, and biology, the article demonstrates how algebraic and calculus methods applied to real-world scenarios increase students' motivation and readiness for the Unified State Exam (USE). The methodological focus includes gradual task complexity, error analysis, and interdisciplinary connections. Findings reveal that the integration of the applied tasks into curricula helps to bridge the gap between theoretical knowledge and practical application.

Keywords: mathematical literacy, applied problems, Unified State Exam (USE), mathematical modeling, critical thinking, interdisciplinary approach, optimization, pedagogical methods

Declaration on the use of AI: the authors used DeepSeek to improve the readability and language (style) of the article. The content and the scientific conclusions remain the sole responsibility of the authors.

For citation: Kapkayeva L. S., Leushkina K. V., Lapin K. S. Applied problems in algebra and the basics of mathematical analysis as a means of developing mathematical literacy among high school students. *Uchebnyy eksperiment v obrazovanii* = Teaching experiment in education. 2026; 2(118):53-66. (In Russ.). https://doi.org/10.51609/2079-875X_2026_2_53.

В последние годы усиливается внимание к тому, насколько выпускники школ готовы применять математические знания за пределами привычных учебных заданий. Эта тенденция нашла отражение в современных исследованиях математической грамотности, в том числе в рамках международной программы PISA, результаты которой стимулируют российскую педагогическую науку ориентироваться на прикладные аспекты обучения математике. Прикладные задачи по алгебре и началам математического анализа сегодня рассматриваются не как отдельный элемент для проверки знаний, а как ключевой инструмент, который помогает «связать» абстрактные математические понятия с реальными жизненными ситуациями и развить фундаментальные умения в сфере расчетов, логического анализа и творческого применения математических моделей [1; 2].

Немаловажно, что, по данным российских и зарубежных исследований, у старшеклассников при традиционной системе обучения возникает «разрыв» между формальными алгебраическими преобразованиями и их реальным смыслом. Именно поэтому многие авторы подчеркивают, что подготовка к единому государственному экзамену не должна сводиться к механическому решению типовых заданий, а должна быть тесно связана с формированием математической грамотности через контекстные и практико-ориентированные упражнения. В такой ситуации прикладные задачи становятся естественной средой, где школьники могут научиться «читать» реальные проблемы с математической точки зрения, формулировать выводы, проверять полученные результаты и переносить их на сходные ситуации. По мнению исследователей, формирование функциональной математической грамотности является ключевым показателем качества математической подготовки, поскольку позволяет выпускнику чувствовать уверенность не только при сдаче экзамена, но и при решении практических вопросов за пределами школы [3; 4].

Методическая практика показала, что многие учащиеся, недостаточно знакомые с прикладными задачами, затрудняются выявить математическую модель, определить важные переменные и выбрать подходящую схему реше-

ния, а ведь именно эти навыки лежат в основе личной интеллектуальной самостоятельности. Кроме того, как подчеркивается в пособиях по развитию математической грамотности [5; 6], прикладные задачи естественно вовлекают учеников в активную деятельность: анализ, планирование, проверку предположений, интерпретацию полученных ответов. Такое вовлечение благотворно сказывается на мотивации к изучению математики и на умении старшеклассников мыслить более гибко и критически. Все эти факторы обуславливают востребованность прикладных задач в школьном курсе алгебры и начал математического анализа, особенно на заключительном этапе, когда формируются важные навыки, необходимые как при решении задач ЕГЭ, так и в дальнейшей профессиональной деятельности.

Прикладные задачи, ориентированные на старшеклассников, могут охватывать разнообразные аспекты: экономику, биологию, физические процессы, экологию, социальные исследования. Такое тематическое многообразие расширяет кругозор учащихся и подчеркивает роль математического анализа в самых разных сферах. При этом особое значение имеет целенаправленное использование задач, где присутствуют элементы моделирования, позволяющие увидеть за буквенными формулами подлинные процессы реального мира и продемонстрировать, как алгебраические преобразования или методы анализа помогают отвечать на конкретные практические вопросы. По мнению исследователей, чьи работы посвящены развитию математической и в целом функциональной грамотности [6; 7], именно такой формат укрепляет умение замечать закономерности, оценивать риск и вероятные исходы событий, устанавливать и проверять зависимости между переменными.

В старших классах прикладные задачи охватывают широкий спектр дисциплин, формируя навыки анализа и моделирования реальных процессов. В математике это задачи оптимизации (например, минимизация затрат или максимизация прибыли), дифференциальные уравнения для описания динамических систем, а также статистика и теория вероятностей для анализа данных. В физике решаются задачи на движение тел, теплопередачу, электромагнитные явления, где требуется применение законов сохранения и расчет параметров сложных систем. Экономические задачи включают расчет процентов, оптимизацию ресурсов, анализ рыночного равновесия. Информатика предлагает задачи на алгоритмизацию, обработку данных и программирование. Такие задания не только углубляют предметные знания, но и развивают системное мышление, учат находить компромиссы в условиях неопределенности и применять теорию для решения практических проблем, что критически важно для подготовки к реальным жизненным и профессиональным вызовам.

Тема прикладных задач в контексте повышения математической грамотности неразрывно связана с понятием контекстных ситуаций: школьник, встречаясь с условием, в котором фигурируют, например, экономические понятия или элементы реальной статистики, учится искать подход к задаче, отличной от стандартных учебных форматов. Это также подразумевает развитие навыков переноса: опираясь на знания алгебры и начал математического анализа, ученик учится перестраиваться от абстрактного решения к поиску аргументов и раз-

яснений, понятных в повседневной реальности. Прикладные задачи должны не просто проверять факт заученных формул, но стимулировать развитие исследовательских действий и умения действовать в условиях неопределенности.

Среди прикладных задач, которые могут быть использованы для формирования математической грамотности, особую роль играют задачи, которые связаны с анализом функций, их ростом и убыванием, вопросами оптимизации и решениями уравнений в контексте реальных процессов. Старшеклассники, изучая алгебру и начала математического анализа, овладевают средствами, которые позволяют рассчитывать скорость изменения, максимально эффективное распределение ресурсов, предельные значения. Подобные темы могут звучать несколько академично, если оставаться в рамках учебных параграфов, но если предложить задачу о том, как найти оптимальный угол при запуске спутника, как рассчитать расходы ресурса, когда затраты возрастают нелинейно, или как учитывать ежедневные колебания спроса, то формируется принципиально иное отношение к аналитическому аппарату математики.

Примером может служить задача, которая касается оценки суточного потребления воды и влияния изменений производительности насосной станции на общие затраты энергии. Учащимся предлагается формула, показывающая, как расход (в литрах в минуту) зависит от скоростей работы оборудования и, соответственно, как при изменении интенсивности расходов усиливается нагрузка на сеть. Условие задачи может описывать, что станция имеет два режима – дневной и ночной, учащимся нужно определить, каким образом выбрать переход между режимами, чтобы суммарные энергетические затраты за сутки были минимальными. Преподаватель может пояснить, что в отличие от более простой квадратичной модели для дневного расхода (связанной, например, с насосом, работающим при разном давлении), ночной режим содержит экспоненциальный рост в зависимости от продолжительности (в ночное время станции работают иначе). Это позволяет ученикам сопоставлять разные типы функций, закреплять навыки поиска экстремума и проводить сравнения. В процессе решения школьники строят графики, используют производную для выявления экстремума, анализируют ограничения. В результате ученик видит, что принципы математического анализа дают инструмент для оптимизации реальных процессов, и этот опыт оказывается ценным не только в контексте ЕГЭ, но и для расширения кругозора в технической, экономической, экологической сферах. Приведем пример одной задачи.

З а д а ч а. Пусть энергозатраты станции в дневное время описываются функцией

$$E_1(x) = a \cdot x^2 + b \cdot x + c,$$

а в ночное время – функцией

$$E_2(y) = d \cdot e^y + f,$$

где x и y – время работы (в часах) в дневном и ночном режимах соответственно a, b, c, d, e, f – заданные положительные параметры. Суммарные затраты энергии за сутки можно представить как $E(x, y) = E_1(x) + E_2(y)$ при условии, что $x + y = 24$. Требуется найти такие x и y , при которых суммарные затраты

$E(x, y)$ минимальны, и интерпретировать физический смысл полученного результата (например, в каком режиме станции выгоднее работать дольше).

Задача формирует аналитическое мышление, обучая школьников сводить многомерные задачи с ограничениями к одномерным, а также работать с разными типами функций – квадратичной и экспоненциальной. Это требует не только алгебраических преобразований, но и понимания их структурных различий. Прикладные навыки развиваются через применение производной для оптимизации, анализ влияния параметров на решение и интерпретацию результатов в физическом контексте (например, в вопросах энергоэффективности). Знакомство с численными методами (например, необходимость решения трансцендентного уравнения для нахождения экстремума) учит школьников адаптироваться к ситуациям, где аналитические формулы неприменимы. Экономическое чутье формируется через баланс противоречивых факторов: старшеклассники учатся оценивать, когда выгоднее увеличивать время работы в дневном режиме (даже при квадратичном росте затрат) из-за экспоненциального удорожания ночного режима. Наконец, креативность проявляется в умении комбинировать методы алгебры, математического анализа и графического анализа для достижения цели, что особенно важно в условиях реальных задач, где универсального подхода не существует.

Другая прикладная задача, связанная с темой логарифмических функций, может касаться анализа громкости звука в зависимости от расстояния, оценки уровня шума в городских условиях или контроля качества продуктов питания. Например, условие ставит проблему: экспериментальная установка регистрирует уровень шума в зависимости от удаленности от источника, причем величина громкости описывается логарифмической моделью. Учащимся предлагается найти расстояние, при котором уровень превысит комфортные нормы, и предложить способ снижения шума. При таком подходе формируется не только умение оперировать логарифмами, но и способность применять математические модели для объяснения явлений реального мира. Именно обнаружение «пользы» математики в повседневной жизни повышает у подростков интерес к предмету и снимает напряжение, часто возникающее при подготовке к экзаменам.

Отдельного внимания заслуживают задачи статистического и вероятностного характера, которые находят отражение в заданиях профильного уровня на ЕГЭ и при этом тесно связаны с повседневной практикой. Например, можно сформулировать задачу, связанную со сбором данных об использовании сотовой связи, построением выборки и определением среднего времени звонков в зависимости от тарифа. Ученики сначала получают «сырые» данные, учатся применять меры центральной тенденции, разброс, строят графики распределения и только после этого переходят к интерпретации в условиях реального контракта оператора связи. Такой пример демонстрирует, как алгебра (для вычислительной части) и элементы анализа данных (для оценки тенденций) дополняют друг друга, и показывает, что школьная математика способна решать задачи, которые часто возникают в быту или бизнесе. Такая практика сближает

математику с жизнью, учит школьников мыслить в терминах конкретных приложений и формирует устойчивые навыки моделирования.

Рассмотрим формируемые умения, необходимые для математической грамотности школьников. Как известно, важнейшим моментом при решении прикладных задач является обратная проверка полученного результата, его согласованности с исходным контекстом. Проще говоря, если математический ответ указывает на величины, заведомо не соответствующие реальности (например, предполагается отрицательное время работы, слишком большой процент увеличения), нужно проанализировать, где был допущен просчет. Подобная рефлексия формирует у учеников критическое мышление, которое крайне важно в современных образовательных стандартах. Умение проверять и интерпретировать ответ готовит старшеклассников к самостоятельной мыслительной деятельности и к будущим профессиональным вызовам.

Сама по себе практика формирования математической грамотности с помощью прикладных задач не ограничивается сухим вычислением или обучением алгоритму. Учитель, следуя рекомендациям [6], стремится поощрять обсуждение и совместный поиск решений, включая риторические вопросы и логические рассуждения. Например, при решении задач об экономических показателях, где затрагивается функция спроса и предложения, возможно пригласить школьников высказать предположения о том, как соотносятся цены и объем продаж, почему в некоторых точках достигается равновесие, а в других требуется внешнее регулирование. Тем самым развивается социально-экономическая грамотность, которая тесно смыкается с математической.

Еще один пример прикладной задачи можно взять из области биологии: предположим, исследуется рост популяции бактерий при заданном режиме температуры и питательных веществ. Функция роста $n(t)$ может описываться экспоненциальной зависимостью, а затем может быть введено ограничение на ресурс среды. Учащиеся должны выявить, в какой момент времени популяция достигнет оптимума, оценить скорость роста и предложить, как изменится модель при колебаниях внешних факторов. В процессе такого решения школьники учатся применять знания о производной, интеграле и экспоненциальных функциях, совмещая их с элементарными сведениями по биологии. Смежная предметность усиливает у учащихся общую научную картину мира и возвращает математике статус универсального языка для описания реальности.

Обратимся к упражнениям для развития необходимых навыков формирования математической грамотности у старшеклассников.

Для того чтобы прикладные задачи выполняли свою функцию в формировании математической грамотности, необходимо тщательно продумать методику их подачи. Первоначально полезно спровоцировать интерес вопросом «какое практическое значение может иметь эта формула или функция?». Затем стоит обсудить контекст, пояснить основные параметры, дать время для самостоятельного поиска идей и только после этого переходить к совместному обсуждению решений. Такой подход позволяет избежать формального заучивания и переключить внимание школьников на суть математического анализа. Постепенная усложненность задач, варьирование параметров и включение рефлексии

после каждого крупного блока заданий способствуют тому, что даже те ученики, которые не проявляли интереса к предмету, начинают видеть в нем определенный личностный смысл.

В некоторых пособиях для учителя [6] утверждается, что прикладные задачи целесообразно вводить поэтапно: сначала предлагать несложные контекстные примеры, в которых достаточно базового алгебраического аппарата, а затем переходить к задачам, требующим более глубокого анализа. При этом не стоит перегружать материал громоздкими расчетами, важно сохранить идею – показать, что за математической моделью скрывается реальная ситуация, в которой результат должен быть осмысленным и проверяемым. Именно такое сочетание расчетов, анализа и осмысления позволяет подготовить старшеклассника к экзамену и одновременно формирует основы компетентности, столь востребованной в современном мире.

В ходе исследования был проведен педагогический эксперимент по проверке эффективности разработанной системы прикладных задач и методических приемов по формированию функциональной математической грамотности у старшеклассников. В эксперименте приняли участие два одиннадцатых класса ГБОУ города Москвы «Школа № 625» по 30 учеников в каждом. Один из них был обозначен как экспериментальный, в нем систематически использовались на уроках алгебры и начал математического анализа разработанные учебно-методические материалы, в частности прикладные задачи, описанные выше. Второй класс выполнял функцию контрольного и обучался по традиционной методике на основе действующего учебника математики без специально организованной системы задач, ориентированных на полное прохождение цикла математического моделирования. Оба класса обучались у одного учителя и по одной учебно-методической линии, что позволило минимизировать влияние различий в стиле преподавания и содержания.

Диагностическая работа состояла из двух частей. Первая часть (тестовая) включала 10 тестовых вопросов (задания закрытого/полуоткрытого типа), вторая часть – 2 контекстные задачи из разработанного комплекса практико-ориентированных заданий. Приведем примеры.

Задача 1. *Пациенту ввели внутривенно дозу лекарственного препарата 80 мг... Период полувыведения 4 часа. а) Запишите формулу зависимости количества вещества от времени. б) Сколько останется через 6 часов? в) Через какое минимальное время количество станет менее 5 мг?*

Задача 2. *Пункт А в 5 км от прямой дороги, пункт В на дороге; от проекции А до В – 10 км. Скорость по лесу 3 км/ч, по дороге 5 км/ч. В какой точке дороги С выйти, чтобы затратить минимальное время?*

На основе разработанных критериев выделялись три уровня сформированности математической грамотности:

1. Низкий уровень характеризовался умением выполнять отдельные вычислительные действия по образцу при затруднениях на этапах формулирования модели и интерпретации.

2. Средний уровень предполагал способность работать с уже заданной моделью и выполнять переход от текста к математической записи в относительно стандартных контекстах.

3. Высокий уровень фиксировался у школьников, которые самостоятельно выбирали способ математического описания ситуации, проводили необходимый анализ и давали содержательные комментарии к полученному результату.

Распределение учащихся по уровням на констатирующем этапе представлено в таблице 1.

Таблица 1

Распределение уровней функциональной математической грамотности на констатирующем этапе

Класс	Низкий уровень	Средний уровень	Высокий уровень
11А экспериментальный	46,7 % (14 человек)	43,3 % (13 человек)	10,0 % (3 человека)
11Б контрольный	43,3 % (13 человек)	46,7 % (14 человек)	10,0 % (3 человека)

Различия между классами по исходному уровню математической грамотности статистически значимыми не являлись. В обоих коллективах преобладали учащиеся с низким и средним уровнем, доля школьников, демонстрировавших устойчивую способность к полному циклу моделирования, была невелика и не превышала одной десятой.

Это позволило рассматривать группы как сопоставимые и использовать их для оценки влияния внедряемой методики (рис. 1).

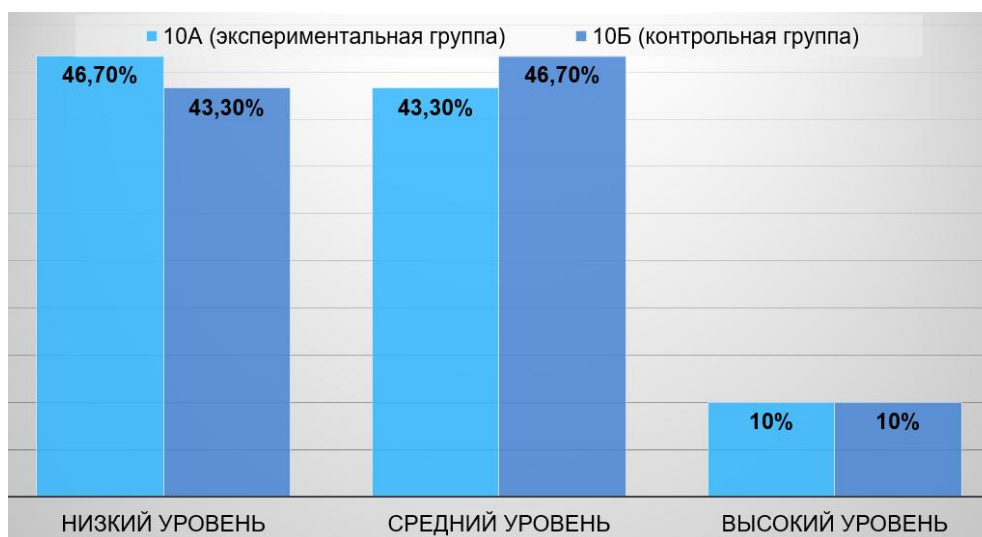


Рис. 1. Распределение уровней математической грамотности учащихся экспериментального и контрольного классов на констатирующем этапе

Как видно из рисунка 1, на констатирующем этапе распределение уровней функциональной математической грамотности в экспериментальном и контрольном классах практически совпадает. В обоих коллективах преобладают учащиеся с низким и средним уровнем, а доля школьников с высоким уровнем

составляет лишь 10 % в каждом классе. Это подтверждает сопоставимость групп по исходным характеристикам.

Формирующий этап эксперимента был связан с целенаправленным включением в уроки алгебры и начал математического анализа экспериментального класса комплекса разработанных прикладных задач. Задания были распределены по ключевым содержательным линиям курса, а именно по блокам: функционально-графическому, производной и оптимизационных задач, финансовой математики, приложений интеграла и вероятностно-статистических сюжетов. При изучении показательной и логарифмической функций использовались задачи на моделирование процессов распада лекарственного препарата и интерпретацию логарифмической шкалы землетрясений. Тема производной сопровождалась задачами на оптимизацию времени движения курьера и максимизацию выручки предприятия, а также задачей на минимизацию стоимости изготовления емкости. В разделе финансовой математики содержались задачи на сравнение стратегий кредитования и учет инфляции при начислении сложных процентов. При изучении интеграла рассматривалась задача на работу силы при растяжении пружины, а блок по вероятности и комбинаторике включал задачи на контроль качества продукции и оценку устойчивости паролей.

Контрольный этап эксперимента был организован в форме итоговой диагностической работы, выполненной всеми участниками исследования в одинаковых условиях. С учетом возрастных и временных ограничений, а также требований к объективности и воспроизводимости результатов диагностическая работа включала тестовую часть и две контекстные задачи, направленные на оценку уровня сформированности математической грамотности обучающихся. Работа была подготовлена в двух равноценных вариантах, что позволило обеспечить сопоставимость результатов и снизить влияние случайных факторов.

Тестовая часть диагностической работы была ориентирована на выявление базовых компонентов математической грамотности: понимания математического содержания текста, интерпретации представленной информации, установления связей между величинами и корректного использования математических символов. Тест позволял получить обобщенную картину готовности учащихся к математизации практико-ориентированных ситуаций.

Тестовая часть диагностической работы включала задания закрытого и полукрытого типа, ориентированные на проверку отдельных компонентов функциональной математической грамотности. В тест были включены задания на понимание и интерпретацию информации, представленной в текстовой, табличной и графической формах, установление количественных зависимостей между величинами, а также выбор корректных математических средств для описания практической ситуации. Тестовые задания не требовали развернутого решения, однако позволяли выявить готовность обучающихся к математизации реальных контекстов и служили основой для предварительной оценки уровня сформированности функциональной математической грамотности.

Контекстные задачи были направлены на проверку способности обучающихся проходить полный цикл математического моделирования, включая формулирование проблемы, построение математической модели, выполнение необ-

ходимых вычислений и интерпретацию полученного результата в контексте исходной ситуации. Первая задача была связана с применением производной для решения задачи оптимизации в практико-ориентированном контексте. Вторая задача относилась к финансовой математике и предполагала анализ различных стратегий начисления процентов с учетом реальных ограничений.

Оценивание контекстных задач осуществлялось по четырехбалльной шкале. Ноль баллов выставлялся при отсутствии решения или принципиально неверной модели. Один балл присваивался при наличии попытки математизации ситуации без завершеного решения. Два балла соответствовали в целом корректной модели при наличии локальных ошибок в рассуждениях или вычислениях. Три балла выставлялись за полностью верное решение с содержательной интерпретацией результата. За каждое правильно выполненное задание из тестовой части начислялся один балл. Итоговый уровень математической грамотности определялся на основе совокупности результатов двух частей диагностической работы.

Максимальный суммарный результат составлял шестнадцать баллов. Для интерпретации итогов работы рассчитывался коэффициент усвоения как отношение набранных баллов к максимально возможному. При значении коэффициента, близком к единице, ставилась отметка отлично, при значении в интервале от восьмидесяти до девяноста процентов – хорошо, при значении от шестидесяти до восьмидесяти процентов – удовлетворительно. Значения ниже половины от максимума трактовались как неудовлетворительный результат.

Анализ полученных результатов показывает, что во всех заданиях доля полностью верных решений в экспериментальном классе выше, чем в контрольном. Наиболее значимый разрыв наблюдался в задачах, требующих развернутого моделирования и сочетания нескольких содержательных линий курса. Это указывает на то, что систематическая работа с моделирующими задачами повышает не только общую успешность, но и устойчивость при столкновении с новыми контекстами задач.

Для более детального анализа трудностей, с которыми сталкивались учащиеся при выполнении заданий, были выделены три основных типа ошибок.

К первому типу относились ошибки математизации ситуации, когда неверно выбиралась структура модели. Вторым типом составляли ошибки в преобразованиях и вычислениях при верной модели. Третий тип объединял ошибки интерпретации результата, когда формально корректное численное решение не было соотнесено с условиями задачи, нарушались ограничения на параметры или делались некорректные содержательные выводы.

В экспериментальном классе доля ошибок математизации была заметно ниже, что свидетельствовало о сформированной привычке обсуждать выбор модели и обосновывать введение переменных. Вместе с тем даже при целенаправленной работе по формированию математической грамотности сохраняются вычислительные ошибки и ошибки интерпретации, что отражает общие трудности старшеклассников при переходе от формального решения к содержательному анализу.

На заключительном этапе анализа результатов диагностической работы

были восстановлены уровни функциональной математической грамотности по тем же критериям, что и на констатирующем этапе (табл. 2)

Таблица 2

Распределение уровней функциональной математической грамотности на контрольном этапе

Класс	Низкий уровень	Средний уровень	Высокий уровень
11А экспериментальный	13,3 % (4 человека)	50,0 % (15 человек)	36,7 % (11 человек)
11Б контрольный	40,0 % (12 человек)	46,7 % (14 человек)	13,3 % (4 человека)

Сравнение данных таблиц 1 и 2 показывает, что в экспериментальном классе доля учащихся с низким уровнем математической грамотности за период эксперимента сократилась более чем втрое – с 46,7 % до 13,3 %, тогда как число школьников, достигших высокого уровня, выросло с 10 % до 36,7 %. В контрольном классе изменения носили гораздо более умеренный характер. Доля учащихся с низким уровнем снизилась незначительно, а доля школьников с высоким уровнем возросла с 10 % лишь до 13,3 % (рис. 2).



Рис. 2. Распределение уровней математической грамотности учащихся экспериментального и контрольного классов на контрольном этапе

Содержательный анализ решений показал, что учащиеся экспериментального класса чаще опирались на графический анализ и качественные рассуждения при построении моделей, пытались сопоставлять разные варианты описания ситуации и обсуждать ограничения моделей. В их работах увеличилась тенденция к осмысленной интерпретации результатов и обнаружению противоречий между полученными данными и реальными ожиданиями. В контрольном классе преобладал запрос на алгоритм решения, многие учащиеся при столкновении с нестандартной формулировкой пытались свести задачу к знакомому типу даже ценой искажения исходного контекста.

Таким образом, результаты педагогического эксперимента позволили утверждать, что разработанный комплекс прикладных задач и описанная методика их использования на уроках алгебры и начал математического анализа обеспечивают существенный прирост уровня математической грамотности старшеклассников по сравнению с традиционной практикой, ориентированной главным образом на отработку алгоритмов и подготовку к единому государственному экзамену.

Таким образом, из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что прикладные задачи по алгебре и началам математического анализа оказываются эффективным средством формирования математической грамотности у старшеклассников, поскольку соединяют теорию с реальностью и пробуждают активный интерес учащихся к процессу познания. Их регулярное использование не только улучшает результаты при подготовке к ЕГЭ, но и развивает способность действовать в неожиданных обстоятельствах, анализировать большие объемы данных, выдвигать гипотезы и проверять их в логической последовательности. Важно, что подобные задачи формируют у школьников умение мыслить критически и видеть межпредметные связи, что соответствует требованиям современной школы. Такая методика требует от педагога более тщательной подготовки, поскольку каждое задание должно быть продумано с точки зрения реального контекста, возможных подходов к решению и способов интерпретации результата. Тем не менее опыт учителей и отзывы учащихся свидетельствуют, что подобная работа значительно повышает мотивацию, помогает старшеклассникам чувствовать уверенность в своих силах и убеждает их в том, что математический аппарат – это не набор отвлеченных формул, а гибкий инструмент для понимания закономерностей окружающего мира. Следовательно, дальнейшее совершенствование курса алгебры и начал математического анализа в школе целесообразно связывать с расширением спектра прикладных задач, что в конечном счете будет способствовать развитию полноценных навыков математической грамотности и обеспечит выпускникам прочную основу для дальнейшего образования и саморазвития.

Список источников

1. *Далингер В. А.* Методика обучения началам математического анализа : учебник и практикум для вузов. 2-е изд., испр. и доп. Москва : Юрайт, 2026. 162 с. URL: <https://urait.ru/bcode/584429> (дата обращения: 25.03.2026).
2. *Иванова Т. А.* Современный урок математики: теория, технология, практика : книга для учителя. Нижний Новгород : НГПУ, 2010. 288 с.
3. *Алексеева Е. Е.* Методические особенности формирования математической грамотности учащихся как составляющей функциональной грамотности // Мир науки, культуры, образования. 2020. № 4 (83). С. 214–218.
4. *Ахаимов С. В., Бодряков В. Ю.* К вопросу о формировании функциональной математической грамотности у обучающихся основной общей школы с помощью задач практико-ориентированного содержания // Актуальные вопросы преподавания математики, информатики и информационных технологий : межвузовский сборник научных работ. Екатеринбург : Уральский государственный педагогический университет, 2022. С. 134–144.
5. *Расташанская Т. В., Сергеева Т. Ф.* Развитие математической грамотности на осно-

ве предметного и межпредметного содержания : методическое пособие для учителя. Москва : Академия Минпросвещения России, 2021. URL: <https://disk.yandex.ru/i/orVwYfWffodo4Q> (дата обращения: 25.03.2026).

6. Трофимова Т. А. Математическая грамотность: пособие по развитию функциональной грамотности старшеклассников / под общ. ред. Р. Ш. Мошниной. Москва : Академия Минпросвещения России, 2021. URL: https://disk.yandex.ru/i/d_mQdftaX6_gjw (дата обращения: 25.03.2026).

7. Егорченко И. В. Средства мотивации обучения математике // Учебный эксперимент в образовании. 2024. № 2 (110). С. 45–56. doi: 10.51609/2079-875X_2024_2_45

References

1. Dalinger V. A. Methods of teaching the fundamentals of Mathematical Analysis: textbook and workbook for universities. 2nd ed., rev. and add. Moscow, Urait Publ., 2026. 162 p. URL: <https://urait.ru/bcode/584429> (date of access: 25.03.2026). (In Russ.)

2. Ivanova T. A. Modern Mathematics lesson: theory, technology, practice. Teacher's book. Nizhny Novgorod, Publishing House of Nizhniy Novgorod State Pedagogical University (NSPU), 2010. 288 p. (In Russ.)

3. Alekseeva E. E. Methodological features of developing students' mathematical literacy as a component of functional literacy. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya* = World of Science, Culture, Education. 2020; 4(83):214-218. (In Russ.)

4. Akhaimov S. V., Bodryakov V. Yu. On the issue of developing functional mathematical literacy among primary school students using practice-oriented tasks. *Aktual'nyye voprosy prepodavaniya matematiki, informatiki i informatsionnykh tekhnologiy* = Relevant issues in teaching Mathematics, Computer science and Information technologies. Yekaterinburg, Publishing House of Ural State Pedagogical University, 2022. Pp. 134-144. (In Russ.)

5. Rastashanskaya T. V., Sergeeva T. F. Development of mathematical literacy based on subject and interdisciplinary content: teacher's methodological guide. Moscow, Academy of the Ministry of Education of Russia, 2021. URL: <https://disk.yandex.ru/i/orVwYfWffodo4Q> (date of access: 25.03.2026). (In Russ.)

6. Trofimova T. A. Mathematical literacy: a guide on developing functional literacy of high school students / ed. by R. Sh. Moshnina. Moscow, Academy of the Ministry of Education of Russia, 2021. URL: https://disk.yandex.ru/i/d_mQdftaX6_gjw (date of access: 25.03.2026). (In Russ.)

7. Egorchenko I. V. Motivating means for studying Mathematics. *Uchebnyj eksperiment v obrazovanii* = Teaching experiment in education. 2024; 2(110):45-56. doi: 10.51609/2079-875X_2024_2_45 (In Russ.)

Информация об авторах:

Капкаева Л. С. – профессор кафедры математики, экономики и методик обучения, доктор педагогических наук, профессор.

Леушкина К. В. – магистрант физико-математического факультета.

Лапин К. С. – доцент кафедры математики, экономики и методик обучения, доктор физико-математических наук, доцент.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Капкаева L. S. – Professor (Department of Mathematics and Methods of Teaching Mathematics), Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

Leushkina K. V. – Master Student (Faculty of Physics and Mathematics).

Lapin K. S. – Associate Professor (Department of Mathematics, Economics, and Teaching Methods), Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 26.03.2026; одобрена после рецензирования 08.04.2026; принята к публикации 26.05.2026.

The article was submitted 26.03.2026; approved after reviewing 08.04.2026; accepted for publication 26.05.2026.

Научная статья
УДК 37.015.3(045)
doi: 10.51609/2079-875X_2026_2_67

**Развитие исследовательских умений старшеклассников в условиях проведения
внеурочных лабораторных работ по биологии**

Евгений Николаевич Потапкин¹, Анна Дмитриевна Кузьмина²

^{1,2}Мордовский государственный педагогический университет имени М. Е. Евсевьева,
Саранск, Россия

¹potapkin-ev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4113-1704>

²anjalol@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению проблемы развития исследовательских умений старшеклассников в условиях проведения внеурочных лабораторных работ по биологии. Выявлены специфические особенности организации внеурочных лабораторных работ по биологии и методические особенности формирования исследовательских умений обучающихся, которые послужили основой для подготовки авторских внеурочных лабораторных работ. Эффективность разработанных материалов была проверена и подтверждена в ходе педагогического эксперимента.

Ключевые слова: исследовательские умения, старшеклассники, учитель, внеурочная деятельность, обучение биологии, лабораторная работа, педагогический эксперимент.

Декларация об использовании ИИ: при подготовке данной рукописи авторы не использовали генеративный искусственный интеллект или аналогичные автоматизированные инструменты.

Для цитирования: Потапкин Е. Н., Кузьмина А. Д. Развитие исследовательских умений старшеклассников в условиях проведения внеурочных лабораторных работ по биологии // Учебный эксперимент в образовании. 2026. № 2 (118). С. 67–79. https://doi.org/10.51609/2079-875X_2026_2_67.

Original article

**The development of research skills of high school students
through extracurricular laboratory work in Biology**

Evgeny N. Potapkin¹, Anna D. Kuzmina²

^{1,2}Mordovian State Pedagogical University, Saransk, Russia

¹potapkin-ev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4113-1704>

²anjalol@mail.ru

Abstract. The article examines the development of research skills among high school students through extracurricular laboratory work in biology. It identifies the specific features of organizing extracurricular biology laboratory activities and the methodological aspects of fostering students' research skills, which served as the basis for developing original extracurricular laboratory assignments. The effectiveness of the developed materials was tested and confirmed through a pedagogical experiment.

Keywords: research skills, high school students, teacher, extracurricular activities, biology education, laboratory work, pedagogical experiment.

Declaration on the use of AI: when preparing this article, the authors did not use generative AI or similar automated tools.

For citation: Potapkin E. N., Kuzmina A. D. The development of research skills of high school students through extracurricular laboratory work in Biology. *Uchebnyy eksperiment v obrazovanii* = Teaching experiment in education. 2026; 2(118):67-79. (In Russ.). https://doi.org/10.51609/2079-875X_2026_2_67.

Современные образовательные стандарты акцентируют внимание учителя общеобразовательной школы на формировании у обучающихся не только системы предметных знаний, но и универсальных учебных действий, ключевое место среди которых занимают исследовательские умения. Эти компетенции, включающие способности к постановке проблемы, выдвижению гипотез, планированию и проведению эксперимента, анализу данных и формулированию выводов, являются фундаментом для успешной деятельности в любой научной или практической сфере.

Школьный урок биологии, в силу своей регламентированности и ограниченности во времени, часто не может в полной мере обеспечить условия для глубокой, целенаправленной и самостоятельной исследовательской практики. В этой связи представляется актуальным обращение к проблеме совершенствования обучения биологии в старших классах при посредстве внеурочной деятельности, которая не только позволяет восполнить обозначенные дефициты, но и представляет обучающимся уникальные возможности для реализации индивидуальных образовательных траекторий.

Данная статья посвящена результатам педагогического эксперимента, направленного на развитие исследовательских умений старших школьников в условиях внеурочной деятельности по биологии при использовании возможностей лабораторных работ.

Анализ литературных источников позволяет утверждать, что исследовательские умения представляют собой сложный комплекс взаимосвязанных компонентов, включающих мотивационный, содержательный и операционный аспекты [1; 2]. В контексте биологического образования их формирование имеет особое значение, поскольку биология по своей сути является исследовательской наукой, направленной на познание живой природы.

Начальный этап педагогического эксперимента предполагал выявление стартового уровня сформированности исследовательских умений старшеклассников, для чего им была предложена анкета, содержащая тестовые вопросы по владению методологическим аппаратом научного исследования (табл. 1). Непосредственной базой проведения эксперимента выступило муниципальное общеобразовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа № 2 имени Героя Советского Союза П. И. Орлова». В опросе приняли участие 112 обучающихся 10–11-х классов, в том числе десятиклассников – 61 человек, одиннадцатиклассников – 51 человек. Результаты тестирования представлены в таблице 2.

**Содержание теста по выявлению стартового уровня
сформированности исследовательских умений старшекласников**

№ п/п	Вопросы анкеты
1	Совокупность теоретических и практических задач, которые необходимо решить исследователю, – это: а) гипотеза исследования; б) метод исследования; в) проблема исследования; г) цель исследования.
2	Научная проблема, в самом широком смысле, преодолевается с помощью: а) исследования; б) метода; в) гипотезы; г) цели и задач.
3	Аспект исследуемого объекта, относительно которого получено или будет получено новое знание: а) предмет исследования; б) метод исследования; в) проблема исследования; г) цель исследования.
4	Деятельность, связанная с научным поиском, проведением исследований, экспериментами в целях расширения имеющихся и получения новых знаний, проверки научных гипотез, – это: а) внеурочная работа; б) научно-исследовательская работа; в) учебная работа; г) внеклассная работа.
5	Процесс или явление действительности, которые берутся для изучения и исследования, – это: а) предмет исследования; б) объект исследования; в) проблема исследования; г) цель исследования.
6	Намеченная программа действий, включающая тему исследования, цель и задачи, этапы работы с определением календарных сроков их выполнения, форму представления результатов, перечень необходимого оборудования и реактивов, – это: а) предмет исследования; б) объект исследования; в) план исследования; г) гипотеза исследования.
7	Предположение, рассуждение, догадка, которую необходимо доказать или опровергнуть исследованием, – это: а) предмет исследования; б) объект исследования; в) план исследования; г) гипотеза исследования.
8	Компонентом научной деятельности НЕ является: а) предмет исследования; б) объект исследования; в) тема исследования; г) гипотеза исследования.

9	Инструменты, материально-информационное обеспечение исследовательской деятельности – это: а) предмет исследования; б) объект исследования; в) план исследования; г) средства научной деятельности.
10	Первичным познавательным процессом на эмпирическом уровне познания природы является: а) эксперимент; б) наблюдение; в) систематизация; г) дедукция.

Таблица 2

Результаты тестирования по выявлению стартового уровня сформированности исследовательских умений старшеклассников

№ вопро- са	Количество обучающихся, выбравших вариант ответа			
	правильный, чел. / %		неправильный, чел. / %	
	10-й класс	11-й класс	10-й класс	11-й класс
1	24 / 39,3	23 / 45,1	37 / 60,7	28 / 54,9
2	24 / 39,3	25 / 49,0	37 / 60,7	26 / 51,0
3	13 / 21,3	16 / 31,4	48 / 78,7	35 / 68,6
4	23 / 37,7	23 / 45,1	38 / 62,3	28 / 54,9
5	15 / 24,6	17 / 33,3	46 / 75,4	34 / 66,7
6	23 / 37,7	25 / 49,0	38 / 62,3	26 / 51,0
7	21 / 34,4	23 / 45,1	40 / 65,6	28 / 54,9
8	14 / 22,9	16 / 31,4	47 / 77,1	35 / 68,6
9	21 / 34,4	25 / 49,0	40 / 65,6	26 / 51,0
10	18 / 29,5	20 / 39,2	43 / 70,5	31 / 60,2

Данные тестирования позволяют утверждать, что подавляющее большинство участников опроса довольно слабо ориентируются в вопросах организации и проведения исследовательской работы в области биологии. Наибольшие трудности у обучающихся всех классов вызвали вопросы, направленные на выяснение сущности понятий «тема исследования», «объект исследования» и «предмет исследования», «методы исследования». По данным вопросам процент неверных ответов у обучающихся 9-х классов находится в интервале от 66,7 до 84,6 %, у обучающихся 10-х классов – от 60,2 до 68,6 %. Результаты обучающихся 11-х классов по этим вопросам – от 57,8 до 77,8 %. Следует отметить, что и по остальным вопросам доля неверных ответов составила не меньше 50 %.

Таким образом, можно утверждать, что меньше половины обучающихся старших классов имеют определенное представление о сущности исследовательской работы по биологии, в то время как подавляющее большинство старшеклассников не готовы методически грамотно определить наиболее важные составляющие этого вида деятельности. Следовательно, стартовый уровень сформированности исследовательских умений у большинства старшеклассников можно охарактеризовать как низкий, а у остальных как средний.

Полученные на начальном этапе опытно-экспериментальной работы данные ориентировали нас на поиск путей разрешения рассматриваемой проблемы. Была сформулирована гипотеза: развитие исследовательских умений обучающихся будет осуществляться эффективнее, если при обучении школьной биологии использовать разнообразные формы внеурочной работы, среди которых особое место будет отводиться лабораторным занятиям, трансформированным из репродуктивного инструмента в творческую среду [3].

С психолого-педагогической точки зрения процесс формирования исследовательских умений должен строиться на принципах: постепенного увеличения самостоятельности обучающихся; систематичности и последовательности; связи теории с практикой; учета индивидуальных особенностей обучающихся.

Теоретической основой для разработки содержания лабораторных занятий по биологии во внеурочное время послужили положения деятельностного подхода Л. С. Выготского и А. Н. Леонтьева, нашедшие свое выражение в Федеральных государственных образовательных стандартах основного общего и среднего общего образования (ФГОС ООО и ФГОС СОО), где акцент сделан на том, что знания не передаются в готовом виде, а добываются обучающимися в процессе собственной исследовательской деятельности [4; 5]. Это усиливает значимость лабораторных работ по изучению биологических объектов и явлений.

Остановимся на описании лабораторных работ, которые учитель биологии организует и проводит во внеурочное время, поскольку они кардинально отличаются от своих урочных аналогов. Их специфика обусловлена проявлением следующих факторов:

1. Добровольность и высокая мотивация, выраженные в том, что обучающиеся, выбирающие такие занятия, изначально демонстрируют интерес к предмету, что создает благоприятный психологический климат и высокий уровень внутренней готовности выполнять лабораторную работу. Это позволяет работать с более сложным материалом и ставить нетривиальные исследовательские задачи.

2. Отсутствие жестких временных рамок, поскольку продолжительность внеучебных биологических исследований не ограничена 40–45 минутами школьного урока, что позволяет проводить значительно более длительные эксперименты, требующие многократных повторов (например, изучение роста и развития растений, наблюдения за поведением животных, микробиологические исследования).

3. Междисциплинарность и связь с реальной наукой позволяет содержанию внеурочных занятий выйти за границы школьной программы и реализовать исследовательские проекты на стыке биологии, экологии, географии, химии, медицины, сельского хозяйства и т.п. Школьники могут работать над решением актуальных задач, например таких как оценка экологического состояния местной территории, исследование биоразнообразия городских экосистем, анализ качества пищевых продуктов, изучение действия фитонцидов растений на микроорганизмы.

4. Доступность современного оборудования: именно во внеурочное время возможно более гибкое и продолжительное использование цифровых микроскопов с возможностью фото- и видеосъемки, микробиологических боксов, оборудования для проведения биохимических анализов, полевого оборудования для экологических исследований – в общем, всего того, что предоставляют такие инновационные структуры, как Точки роста, технопарки и кванториумы.

Организация лабораторных работ по биологии во внеурочное время требует учета некоторых методических особенностей формирования исследовательских умений старшеклассников.

Во-первых, ориентация на использование так называемого *проектного треугольника*, позволяющего старшеклассникам осознавать, что любое исследование должно иметь четкую структуру: цель (что делаем?), методы (как делаем?) и форма результата (что получим?). Овладение обозначенной структурой помогает обучающимся методически грамотно конструировать ход собственного исследования.

Во-вторых, обязательный учет собственных действий, выраженный в *ведении исследовательского дневника*, что приучает обучающихся к систематической фиксации всех этапов исследования (в том числе выдвижение гипотез, описание содержания и хода наблюдений, возникающих при этом трудностей, формулирование промежуточных выводов способствует развитию умений рефлексии) и позволяет полноценно отслеживать динамику исследования.

В-третьих, обязательное участие в *организации и проведении научных дискуссий*, имеющих форму регулярных мини-семинаров, где обучающиеся докладывают о ходе исследовательской работы, получают обратную связь от педагога и сверстников, учатся корректно отстаивать свою точку зрения и конструктивно критиковать деятельность других исследователей. Также значимым является привлечение внешних экспертов, например организация консультаций с преподавателями вузов, учеными из научно-исследовательских институтов, что придает работе особую практическую значимость деятельности обучающихся и открывает перед ними новые горизонты [6; 7].

Систематическая работа в лаборатории во внеурочное время позволяет целенаправленно формировать комплекс исследовательских умений, которые можно классифицировать по трем основным группам [8].

Мотивационные умения: умение видеть и формулировать проблему; проявление познавательной инициативы; готовность к преодолению трудностей; устойчивый интерес к исследовательской деятельности.

Содержательные умения: умение работать с научной литературой; способность выдвигать гипотезы; владение биологической терминологией; понимание принципов работы с лабораторным оборудованием.

Операционные (деятельностные) умения: планирование (составить программу эксперимента, определить переменные, подобрать контрольные опыты); проведение (владеть техникой эксперимента, точность и аккуратность в работе, навык наблюдения и фиксации данных); анализ данных (обработка результатов с помощью таблиц, графиков, диаграмм; использование простых статистиче-

ских методов; интерпретация); презентация (оформление работы и публичная ее защита).

Приведем краткое описание двух подготовленных внеурочных лабораторных работ, направленных на формирование исследовательских умений старшеклассников по биологии (всего обучающимся для выполнения было представлено 10 лабораторных работ, по пять – в каждом классе).

Лабораторная работа № 5. *Исследование влияния некоторых абиотических факторов на активность ферментов.*

Цель: изучить влияние температуры и рН на активность каталазы в тканях растений.

Оборудование: пробирки, водяная баня, рН-метр, пероксид водорода, образцы растительных тканей.

Ход работы: обучающиеся самостоятельно планируют серию экспериментов, варьируя температуру и рН среды, фиксируют скорость выделения кислорода, строят графики зависимости активности фермента от изучаемых факторов.

Формируемые исследовательские умения: планирование эксперимента, например самостоятельный подбор диапазонов температуры или рН; работа с переменными, в том числе выделение изменяемых (температура, рН), измеряемых (скорость выделения O_2) и постоянных факторов; проведение измерений (использование оборудования, фиксация количественных и качественных данных); обработка и визуализация данных (построение и оформление графиков зависимости активности от температуры и рН); анализ и выводы (определение оптимумов, объяснение формы кривых, подтверждение или опровержение гипотезы, а также критическая оценка [9]).

Лабораторная работа № 10. *Экологический мониторинг территории школы.*

Цель: оценить состояние воздушной среды методами биоиндикации.

Оборудование: определители лишайников, рамки для пробных площадок, микроскопы.

Ход работы: школьники проводят лишеноиндикацию на территории школьного двора, составляют карту распространения лишайников, делают выводы о чистоте воздуха на разных участках школьной территории.

Формируемые исследовательские умения: планирование исследования (выбор пробных площадок на территории школы, разработка маршрута и метода учета); наблюдение и описание (идентификация видов лишайников по определителям, фиксация их количества и проективного покрытия на каждой площадке); работа с пространственными данными (привязка результатов к карте-схеме территории, создание карты загрязнения – картографический метод); сравнение и анализ (сопоставление данных с разных площадок, выявление закономерностей, например большого разнообразия вдали от дороги); выводы и оценка (интерпретация результатов в соответствии со шкалами чувствительности лишайников, формулировка заключения о состоянии воздушной среды); представление результатов (оформление результатов в виде отчета с картой, таблицами и выводами).

Для диагностики уровня сформированности этих умений использовались как традиционные методы (наблюдение за качеством выполнения работы, анализ продуктов деятельности – отчетов, дневников), так и специально разработанные критериальные шкалы. При этом система оценивания исследовательских работ учитывала следующие критерии: 1) правильность ведения дневника исследовательской работы, где представлены цель и задачи; методически грамотно обоснована выбранная методика; 2) качество проведения эксперимента; 3) глубину анализа полученных результатов; 4) степень обобщенности и грамотность формулирования выводов; 5) оригинальность выполнения работы.

За основу оценивания уровня сформированности исследовательских умений при выполнении внеучебных лабораторных работ была взята 5-балльная система, где:

«1 балл» выставлялся, если старшеклассник демонстрировал полное непонимание значения исследовательской деятельности и не владел ни одним из ее компонентов;

«2 балла» – если старшеклассник в недостаточной мере владел большинством исследовательских умений, при этом частично осознавая значимость исследовательской деятельности;

«3 балла» – в том случае, если он в недостаточной степени владел исследовательскими умениями, а выполняемая лабораторная работа не всегда содержала в себе элементы системности и логичности;

«4 балла» – если он владел большинством исследовательских умений (чаще всего наиболее распространенными) и был готов выполнять исследовательскую деятельность;

«5 баллов» выставлялись старшеклассникам, которые в полной мере овладели технологией исследовательской деятельности при выполнении внеурочной лабораторной работы, осознавая ее значимость в совершенствовании собственной биологической подготовки.

Проведенные наблюдения за действиями обучающихся при выполнении лабораторных работ по биологии позволили выделить три уровня овладения ими исследовательскими умениями.

Низкий уровень (1–10 баллов) владения обучающимися исследовательскими умениями выражается в полной невозможности самостоятельно выполнять лабораторную работу. Это объясняется тем, что школьники с подобным уровнем имеют низкую как теоретическую, так и практическую подготовленность в области исследовательской деятельности, что проявляется в неумении, а нередко в отказе осуществлять основные ее действия.

Средний уровень (11–20 баллов) владения обучающимися исследовательскими умениями характеризуется эпизодическими проявлениями активности в данной сфере внеурочной деятельности. Школьники, понимая значимость лабораторных работ по биологии, не всегда готовы самостоятельно их выполнять. Часто они не только используют инструкции учителя, но и систематически обращаются к нему за консультациями.

Высокий уровень (21–25 баллов) владения исследовательскими умениями присущ старшеклассникам, которые понимают всю значимость внеучебных ла-

бораторных работ в своей биологической подготовке, осознавая взаимосвязь между всеми компонентами исследовательской деятельности и ее планируемые результаты.

Выполняя предложенные старшеклассникам лабораторные работы, которые организованы во внеурочное время, учитель биологии эффективно осуществляет руководство процессом развития исследовательских умений. Ниже представлены результаты опытно-экспериментальной работы по двум группам классов – 10-м и 11-м, которая была осуществлена в 2023/24 и 2024/25 учебных годах (табл. 3 и 4).

Таблица 3

Результаты выполнения обучающимися 10-х классов лабораторной работы № 5 «Исследование влияния некоторых абиотических факторов на активность ферментов»

Критерии	Количество обучающихся, набравших баллы за выполнение лабораторной работы, чел. / %					Средний балл
	1	2	3	4	5	
Правильность ведения дневника исследовательской работы	5 / 8,2	5 / 8,2	21 / 34,4	17 / 27,9	13 / 21,3	3,5
Качество проведения эксперимента	6 / 9,8	8 / 13,1	20 / 32,8	16 / 26,2	11 / 18,1	3,3
Глубина анализа полученных результатов	5 / 8,2	7 / 11,4	21 / 34,4	17 / 27,9	11 / 18,1	3,4
Степень обобщенности и грамотность формулирования выводов	8 / 13,1	9 / 14,8	20 / 32,8	15 / 24,5	9 / 14,8	3,1
Оригинальность выполнения работы	12 / 19,7	12 / 19,7	23 / 37,7	10 / 16,4	4 / 6,6	2,7

Таблица 4

Результаты выполнения обучающимися 11-х классов лабораторной работы № 10 «Экологический мониторинг территории школы»

Критерии	Количество обучающихся, набравших баллы за выполнение лабораторной работы, чел. / %					Средний балл
	1	2	3	4	5	
Правильность ведения дневника исследовательской работы	1 / 1,9	3 / 5,9	17 / 33,3	17 / 33,3	13 / 25,6	3,7
Качество проведения эксперимента	1 / 1,9	1 / 1,9	15 / 29,4	18 / 35,4	16 / 31,4	3,9
Глубина анализа полученных результатов	1 / 1,9	1 / 1,9	15 / 29,4	20 / 39,2	14 / 27,6	3,9
Степень обобщенности и грамотность формулирования выводов	1 / 1,9	2 / 3,9	16 / 31,4	17 / 33,3	15 / 29,4	3,8
Оригинальность выполнения работы	1 / 1,9	1 / 1,9	12 / 23,5	22 / 43,1	15 / 29,4	3,9

Анализируя табличные материалы, можно утверждать, что деятельность учителя биологии по использованию возможностей подготовленных для эксперимента внеурочных лабораторных работ для развития исследовательских умений старшеклассников является эффективной. Об этом свидетельствуют следующие факты. Во-первых, изменилось отношение обучающихся к исследовательской деятельности, что нашло свое отражение в правильности ведения ими дневника: 83,6 % десятиклассников и 92,2 % одиннадцатиклассников относятся к группе со средним и высоким уровнем развития данного умения.

Во-вторых, 77,1 % обучающихся 10-х классов и 96,2 % обучающихся 11-х классов правильно выполнили экспериментальную составляющую лабораторной работы.

В-третьих, 80,4 % десятиклассников и 96,2 % одиннадцатиклассников овладели умением выполнения полноценного анализа полученных в ходе лабораторной работы результатов на среднем и высоком уровнях.

В-четвертых, 72,1 % обучающихся 10-х классов и 94,2 % одиннадцатиклассников овладели умением адекватно обобщать полученные результаты посредством формулирования соответствующих выводов.

В-пятых, 60,6 % десятиклассников и 96,2 % одиннадцатиклассников проявили определенные креативные качества при выполнении лабораторной работы.

В-шестых, имеется четко выраженная тенденция роста качественных и количественных показателей развития исследовательских умений в зависимости от степени вовлечения старшеклассников в выполнение внеурочных лабораторных работ по биологии.

Применение лабораторных работ во внеурочной деятельности по биологии представляет собой мощный и многогранный инструмент формирования исследовательских умений у старшеклассников. Создавая условия для свободного, глубокого и практико-ориентированного познания, эта форма работы способствует не только усвоению биологических знаний, но и развитию критического мышления, творческих способностей и научного мировоззрения.

Особую значимость этот подход приобретает в контексте подготовки обучающихся к осознанному выбору профессии. Многие выпускники, прошедшие через систему внеурочной деятельности, выбирают дальнейшее образование в области биологии, медицины, экологии и смежных наук. Преодолевая формальные рамки урока, внеурочная исследовательская деятельность по биологии готовит будущих ученых, врачей, экологов – мыслящих, инициативных и компетентных специалистов, способных решать сложные задачи современности. Развитие этого направления – это инвестиции в интеллектуальный потенциал нации, в устойчивое развитие общества и сохранение окружающей среды.

Список источников

1. Брюхачева А. А., Лабутина М. В. Формирование исследовательских умений у обучающихся в школьном курсе биологии // Актуальные проблемы науки в студенческих исследованиях (биология, география, химия и технология) : материалы X дистанционной Всероссийской студенческой научно-практической конференции (г. Саранск, 22 марта 2023 г.) / редкол.: Н. А. Дуденкова (отв. ред.), М. В. Лабутина, О. А. Ляпина, Т. А. Маскаева ; Мордовский государственный педагогический университет. Саранск : РИЦ МГПУ, 2024. URL: http://elibrary.udsu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/22556/283лб_27.06.2024.pdf?sequence=1 (дата обращения: 06.02.2026).
2. Внеурочная деятельность учащихся по биологии в условиях современной образовательной практики : учебное пособие / Е. А. Галкина, Н. М. Горленко, О. В. Бережная, И. А. Зорков. Красноярск : Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева, 2022. – 164 с. URL: https://prepod.nspu.ru/pluginfile.php/313193/mod_resource/content/1/Внеурочная%20деятельность%20учащихся%20по%20биологии%20в%20условиях%20современной%20образовательной%20практики.pdf?ysclid=mmehdl56w0449643493 (дата обращения: 06.02.2026)
3. Иванова Н. С. Развитие исследовательских умений у обучающихся при организации внеурочной деятельности по биологии // Международный студенческий научный вестник. 2021. № 5. URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=20714> (дата обращения: 06.02.2026). DOI: <https://doi.org/10.17513/msnv.20714>.
4. Семенова Н. Г., Якунчев М. А. Приоритетные критерии современного урока биологии в общеобразовательной школе // Гуманитарные науки и образование. 2017. № 1 (29). С. 90–95. URL: https://www.mordgpi.ru/upload/iblock/aec/1_29_yanvar_mart_.pdf (дата обращения: 06.02.2026)
5. Чегодаева Н. Д., Маскаева Т. А., Лабутина М. В., Шубина О. С. Формирование исследовательских умений обучающихся при изучении животных в школьной биологии // Учебный эксперимент в образовании. 2024. № 1 (109). С. 106–114. https://doi.org/10.51609/2079-875X_2024_1_106.
6. Методика обучения биологии : учебно-методическое пособие / А. В. Теремов, Р. А. Петросова, С. К. Пятунина [и др.]. Москва : Московский педагогический государственный университет, 2021. 112 с. ISBN 978-5-4263-0963-0.
7. Мартель М. В. Внеурочная деятельность в преподавании биологии в общеобразовательной школе // Всероссийский образовательный каталог публикаций «Время Знаний». 2018. URL: <https://disk.360.yandex.ru/d/R39xctX8VdxitQ>.
8. Рожкова Д. К. Методика использования комнатных растений во внеурочной работе по биологии // Ломоносовские научные чтения студентов, аспирантов и молодых ученых – 2024 : сборник материалов конференции : в 2 т. Т. 2 / сост. С. Е. Карцева. Архангельск : САФУ, 2024. С. 576–580. ISBN 978-5-261-01736-3. URL: <https://narfu.ru/upload/medialibrary/98b/tom2.pdf>. (дата обращения: 06.02.2026).
9. Кучман Ю. С. Организация внеурочной деятельности по биологии в работе с одаренными детьми // Школьная педагогика. 2023. № 2 (28). С. 8–10. URL: <https://moluch.ru/th/2/archive/244/8135>.

References

1. Bryukhacheva, A. A., Labutina, M. V. Developing research skills among students within the school Biology curriculum // Current issues in science through student research (Biology, Geography, Chemistry, and Technology): Proceedings of the X All-Russian remote student scientific and

practical conference (Saransk, March 22, 2023) / ed. board: N. A. Dudenkova (editor-in-chief), M. V. Labutina, O. A. Lyapin, T. A. Maskayeva; Mordovian State Pedagogical University. Saransk, Editorial and publishing center of Mordovian State Pedagogical University, 2024. URL: http://elibrary.udsu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/22556/283лб_27.06.2024.pdf?sequence=1 (date of access: 06.02.2026). (In Russ.)

2. Extracurricular Biology activities for students in modern educational practice: study guide / E. A. Galkina, N. M. Gorlenko, O. V. Berezhnaya, I. A. Zorkov. Krasnoyarsk, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafiev, 2022. 164 p. URL: https://prepod.nspu.ru/pluginfile.php/313193/mod_resource/content/1/Внеурочная%20деятельность%20учащихся%20по%20биологии%20в%20условиях%20современной%20образовательной%20практики.pdf?ysclid=mmehdl56w0449643493 (date of access: 06.02.2026). (In Russ.)

3. Ivanova N. S. The development of the school students when organizing extracurricular activities in Biology. *Mezhdunarodnyy studencheskiy nauchnyy vestnik* = International Student Scientific Bulletin. 2021; 5. URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=20714> (date of access: 06.02.2026). DOI: <https://doi.org/10.17513/msnv.20714> (In Russ.)

4. Semenova N. G., Yakunchev M. A. Priority criteria of a modern Biology lesson in a secondary school. *Gumanitarnyye nauki i obrazovaniye* = Humanities and education. 2017; 1(29):90-95. URL: https://www.mordgpi.ru/upload/iblock/aec/1_29_yanvar_mart_.pdf (date of access: 06.02.2026) (In Russ.)

5. Chegodaeva N. D., Maskaeva T. A., Labutina M. V., Shubina O. S. Formation of research skills of students when studying animals in school Biology. *Uchebnyj eksperiment v obrazovanii* = Teaching experiment in education. 2024; 1(109):106-114. https://doi.org/10.51609/2079-875X_2024_1_106 (In Russ.)

6. Methods of teaching biology : tutorial guide / A. V. Teremov, R. A. Petrosova, S. K. Pyatunina [et al.]. Moscow, Moscow Pedagogical State University, 2021. 112 p. ISBN 978-5-4263-0963-0. (In Russ.)

7. Martel M. V. Extracurricular activities in teaching Biology in secondary schools. All-Russian educational catalog of publications "Time of Knowledge". 2018. URL: <https://disk.360.yandex.ru/d/R39xctX8VdxitQ> (In Russ.)

8. Rozhkova D. K. Methods of using indoor plants in extracurricular Biology work. Lomonosov scientific readings for students, postgraduates and young scientists – 2024: collection of conference materials: in 2 vol. Vol. 2 / comp. S. E. Kartseva. Arkhangelsk: NArFU, 2024. Pp. 576-580. ISBN 978-5-261-01736-3. URL: <https://narfu.ru/upload/medialibrary/98b/tom2.pdf> (date of access: 06.02.2026). (In Russ.)

9. Kuchman Yu. S. Organization of extracurricular activities in Biology when working with gifted children. *Shkol'naya pedagogika* = School pedagogy. 2023; 2 (28):8-10. URL: <https://moluch.ru/th/2/archive/244/8135> (date of access: 06.02.2026). (In Russ.)

Информация об авторах:

Потапкин Е. Н. – доцент кафедры биологии, географии и методик обучения, кандидат педагогических наук.

Кузьмина А. Д. – магистрант кафедры биологии, географии и методик обучения.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Potapkin E. N. – Associate Professor (Department of Biology, Geography and Teaching Methods), PhD (Pedagogy).

Kuzmina A. D. – Master Student (Department of Biology, Geography and Teaching Methods).

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 03.03.2026; одобрена после рецензирования 11.03.2026; принята к публикации 26.05.2026.

The article was submitted 03.03.2026; approved after reviewing 11.03.2026; accepted for publication 26.05.2026.

Научная статья

УДК 372.851

doi: 10.51609/2079-875X_2026_2_80

**Организация самостоятельной подготовки к итоговой аттестации по математике
с использованием технологий искусственного интеллекта**

Михаил Алексеевич Родионов¹, Владислав Петрович Чернышов²

^{1,2}Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

¹do7tor@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2213-9997>

²vlad_chernyshov_220199@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-7834-370>

Аннотация. В работе рассматривается актуальная проблема организации самостоятельной подготовки обучающихся к государственной итоговой аттестации (ГИА) по математике с применением современных технологий искусственного интеллекта (ИИ). Особое внимание уделено двум существенным ограничениям: проблеме реализации обратной связи и отсутствию экспертного сопровождения.

Актуальность работы обусловлена необходимостью повышения эффективности самостоятельной работы школьников при подготовке к экзаменам, а также стремительным развитием цифровых инструментов, способных индивидуализировать образовательный процесс.

Цель исследования заключается в определении основных средств и последовательных этапов внедрения технологий искусственного интеллекта в систему самостоятельной подготовки обучающихся к итоговой аттестации по математике.

Ключевые слова: итоговая аттестация, искусственный интеллект, обратная связь, самоконтроль, самообучение, нейросеть

Декларация об использовании ИИ: При подготовке этой работы авторы использовали сервисы «Яндекс.Репетитор» и «Алиса Про» от Яндекса для генерации типовых заданий итоговой аттестации по математике в целях демонстрации способов организации самостоятельной подготовки обучающихся. После использования этих ИИ-инструментов авторы прочитали и отредактировали содержание и несут полную ответственность за содержание публикации.

Благодарности: исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 25-28-20417, <http://rscf.ru/project/25-28-20417/>).

Для цитирования: Родионов М. А., Чернышов В. П. Организация самостоятельной подготовки к итоговой аттестации по математике с использованием технологий искусственного интеллекта // Учебный эксперимент в образовании. 2026. № 2 (118). С. 80–87. https://doi.org/10.51609/2079-875X_2026_2_80.

Original article

**The organization of independent preparation for the final Mathematics examination
using artificial intelligence technologies**

Mikhail A. Rodionov¹, Vladislav P. Chernyshov²

^{1,2}Penza State University, Penza, Russia

¹do7tor@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2213-9997>

²vlad_chernyshov_220199@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-7834-370>

Abstract. The article addresses the current issue of organizing students' independent preparation for the State Final Assessment (SFA) in Mathematics using modern artificial intelligence (AI) technologies. Particular attention is given to two significant limitations: the challenge of providing feedback and the lack of expert supervision.

The relevance of the study stems from the need to improve the effectiveness of students' independent work when preparing for examinations, as well as the rapid development of digital tools capable of personalizing the educational process.

The aim of the research is to identify the main tools and sequential stages of integrating artificial intelligence technologies into the system of students' independent preparation for the final assessment in Mathematics.

Keywords: final assessment, artificial intelligence, feedback, self-monitoring, self-learning, neural network

Declaration on the use of AI: when preparing this article, the authors used services “Яндекс. Репетитор” and “Алиса Про” by Yandex to generate typical tasks for the State Final Assessment in mathematics in order to demonstrate ways of organizing students' independent preparation. After using these AI tools, the authors reviewed and edited the content and take full responsibility for the content of the publication.

Acknowledgements: the study was conducted as a part of a grant from the Russian Science Foundation (project No. 25-28-20417, <http://rscf.ru/project/25-28-20417/>).

For citation: Rodionov M. A., Chernyshov V. P. The organization of independent preparation for the final Mathematics examination using artificial intelligence technologies. *Uchebnyj eksperiment v obrazovanii* = Teaching experiment in education. 2026; 2(118):80-87. (In Russ.). https://doi.org/10.51609/2079-875X_2026_2_80.

Государственная итоговая аттестация – это обязательный этап завершения обучения по образовательной программе, имеющей государственную аккредитацию. Обучающемуся по программе основного общего образования необходимо пройти ГИА в форме основного государственного экзамена (ОГЭ), а по образовательной программе среднего общего образования – в форме единого государственного экзамена (ЕГЭ) [1, с. 85]. Она призвана обеспечить объективную, унифицированную и достоверную оценку того, насколько уровень подготовки обучающихся соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) [2; 3].

В настоящее время существует огромное количество цифровых сервисов для самостоятельной подготовки обучающихся к ГИА по математике: видеокурсы от крупных образовательных платформ, онлайн-приложения с интерактивными упражнениями, системы автоматизированного тестирования [4; 5, с. 227]. На первый взгляд, такое многообразие создает иллюзию полного охвата потребностей обучающихся: каждый может найти подходящий по формату и уровню сложности инструмент, подобрать темп занятий, отрабатывать задания в удобное время и отслеживать собственный прогресс через встроенные системы статистики.

Однако при ближайшем рассмотрении выявляется серьезная системная проблема – критическая нехватка качественной обратной связи. Большинство платформ ограничивается элементарным подтверждением правильности решений, не анализируя причины допущенных ошибок и не давая рекомендаций по их исправлению и улучшению знаний.

Ключевая значимость обратной связи заключается в ее способности обес-

печивать качественный самоконтроль [6], который является фундаментом успешного обучения [2], особенно в современных условиях модернизации системы образования, где происходит существенная трансформация подходов к оценке образовательных результатов обучающихся [7; 8]. Однако ее внедрение в формат самоподготовки сопряжено с существенными трудностями, основной из которых является отсутствие экспертного сопровождения.

Компенсировать этот недостаток помогают специализированные цифровые платформы, в которые интегрирован искусственный интеллект, позволяющий имитировать экспертную оценку, обеспечивать непрерывный мониторинг усвоения материала, дифференцировать задания по уровням сложности и т.п.

Прежде чем рассматривать основные средства, обеспечивающие экспертную оценку в процессе самостоятельной подготовки к итоговой аттестации по математике, необходимо определить стратегию подготовки. Это имеет ключевое значение для определения оптимального этапа обучения, на котором следует интегрировать ИИ как эксперта-помощника.

В рамках типовой стратегии подготовки к ГИА по математике выделяются следующие этапы:

1. Диагностика уровня знаний.
2. Изучение теории.
3. Практика решения задач.
4. Анализ ошибок.
5. Тренировка в формате экзамена.

Диагностика уровня знаний при самостоятельной подготовке к ГИА по математике обеспечивается за счет комплексного применения цифровых инструментов, таких как «Сдам ГИА» (рис. 1), «ФИПИ», «01Математика» и т.п. Предложенные цифровые платформы оснащены встроенными аналитическими инструментами. С их помощью можно формировать детализированные отчеты по следующим параметрам:

- 1) анализ успешности выполнения отдельных заданий;
- 2) оценка уровня освоения разделов математики (например, числа и вычисления, функции, геометрия, статистика и вероятность);
- 3) отслеживание динамики подготовки (например, за месяц или весь период обучения);
- 4) разделение заданий по уровням сложности для выявления зон роста;
- 5) типы ошибок (вычислительные, логические, незнание формул, неправильное оформление).

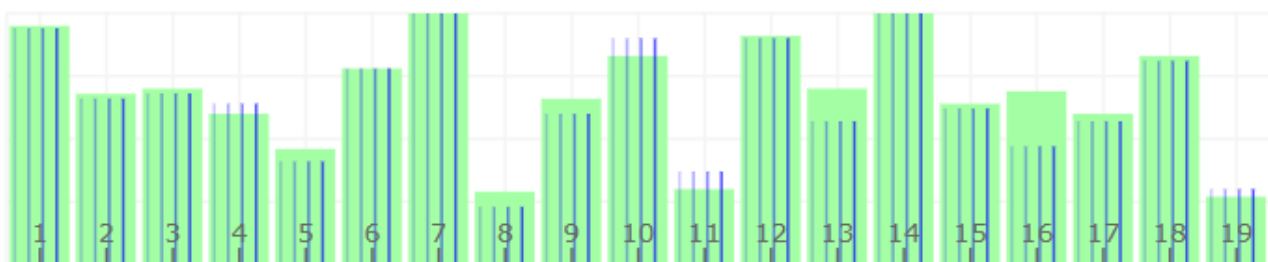


Рис. 1. Демонстрация аналитического блока образовательной платформы «Сдам ГИА»

Одним из средств реализации обратной связи в процессе самостоятельного изучения теории при подготовке к ГИА по математике может выступать «Алиса Про» – искусственный интеллект, разработанный Яндексом. Также «Алиса Про» может использоваться в качестве хранилища алгоритмов решения различных заданий. Его ключевая особенность – глубокая специализация на экспертных предметных областях: он оперирует точной, структурированной информацией, подкрепленной логическими обоснованиями.

Ассистент «Алиса Про» способен детально анализировать текст, развернуто описывать причину допущенной ошибки и править формулировки (система автоматически формирует содержательные замечания и персональные рекомендации), а также анализировать образовательные материалы в следующих форматах:

1. Текстовые документы: PDF, DOC, DOCX, MD, ODT, RTF.
2. Таблицы: XLS, XLSX.
3. Презентации: PPT, PPTX.
4. Изображения: JPEG, PNG, WEBP.
5. Аудиофайлы: MP3, OGG, AAC
6. Видеофайлы: MP4, MOV.
7. Ссылки на веб-страницы (рис. 2)

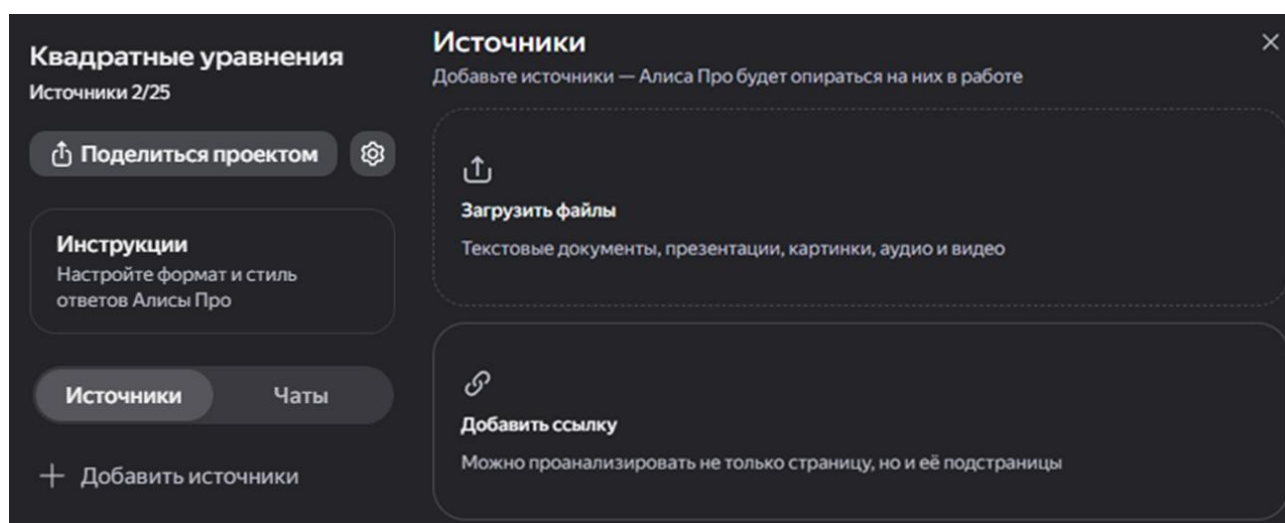


Рис. 2. Демонстрация добавления источников в инструмент «Алиса Про» [9]

Например, при изучении теории по теме «Окружность, круг и их элементы» обучающийся отвечает на составленный искусственным интеллектом вопрос «Является ли диаметр хордой?» следующим образом: «Диаметр не является хордой. Он является отрезком, который делит окружность пополам». На основании предложенных источников «Алиса Про» отвечает обучающемуся: «Это не совсем так. Диаметр – отрезок, соединяющий две точки на окружности и проходящий через центр окружности. По сути, диаметр – частный случай хорды, которая проходит через центр окружности» [9].

Однако у инструмента есть существенные ограничения. Во-первых, он не генерирует новые алгоритмы, а только обрабатывает уже имеющиеся в загруженных файлах. Во-вторых, качество ответов напрямую зависит от четкости и

полноты исходных материалов. В связи с этим следует обращаться исключительно к надежным интернет-источникам, которые заслужили доверие и доказали свою компетентность в онлайн-среде.

Эффективным средством для отработки практических заданий и анализа ошибок может выступать онлайн-сервис «Яндекс Репетитор». Платформа автоматически подбирает как отдельные упражнения нужного уровня сложности, так и готовые варианты заданий, полностью соответствующие требованиям и формату ГИА (рис. 3).

Задание 3

Средняя

 Маркер



ФИПИ

В прямоугольном параллелепипеде $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ известно, что $AB = 7$, $BC = 6$, $AA_1 = 5$.

Найдите объём многогранника, вершинами которого являются точки A, B, C, B_1 .

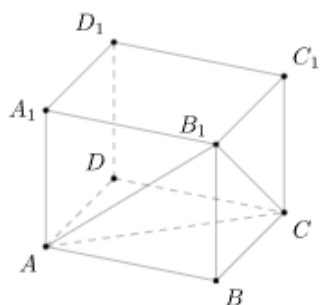


Рис. 3. Задание номер 3 (среднего уровня сложности) ЕГЭ по профильной математике, предложенное онлайн-сервисом «Яндекс Репетитор» [11]

Основное преимущество использования данного онлайн-сервиса заключается в возможности получения обучающимися мгновенной, подробной и непрерывной обратной связи. Она обеспечивается общением с интегрированным в онлайн-сервис ИИ. «Репетитор AI» предлагает три варианта развития событий после того, как обучающийся получил задание:

- 1) показать ответ;
- 2) показать часть решения или наводящий вопрос (рис. 4);

Отлично, давай разберёмся с этой задачей!

Чтобы найти объём многогранника, нужно сначала определить, какую фигуру он представляет.


Какую фигуру образуют точки A, B, C, B_1 в прямоугольном параллелепипеде? 

Рис. 4. Наводящий вопрос в диалоговом окне «Репетитор AI» [11]

- 3) показать решение целиком (рис. 5).

Многогранник $ABCB_1$ - пирамида с основанием ABC и высотой $h = BB_1$. Площадь прямоугольного треугольника ABC равна:

$$S_{ABC} = \frac{1}{2} \cdot AB \cdot BC = 21.$$

$$S_{ABC} = \frac{1}{2} \cdot 7 \cdot 6 = 21.$$

Объём пирамиды $ABCB_1$ равен:

$$V_{ABCB_1} = \frac{1}{3} S_{\text{осн}} \cdot h = \frac{1}{3} \cdot 21 \cdot 5 = 35.$$

Рисунок 5. Демонстрация решения в диалоговом окне «Репетитор AI» [11]

Для тренировки демонстрационных экзаменационных вариантов следует использовать те же онлайн-образовательные платформы, что указаны в первом пункте предложенной стратегии. При этом вопросы по заданиям допустимо переносить в «Алиса Про», а для отработки аналогичных задач можно задействовать платформу «Сдам ГИА» либо воспользоваться генерацией заданий от нейросетей Яндекса.

Предложенный комплекс образовательных платформ и технологий искусственного интеллекта существенно повышает эффективность самостоятельной подготовки к ГИА по математике. Это обусловлено несколькими ключевыми факторами: системностью подготовки с сохранением единых критериев оценки, персонализацией обратной связи, расширением базы тренировочных заданий, регулярностью выполнения заданий в формате, максимально приближенном к реальному экзамену, а также мгновенностью проверки работ.

Список источников

1. Бекмухаметова К. Р. Связь результатов государственной итоговой аттестации школьников 9-х и 11-х классов // Педагогические измерения. 2017. № 1. С. 85–90.
2. Родионов М. А., Дедовец Ж., Чернышов В. П. Возможности реализации процессуальной обратной связи в процессе обучения математике // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 10. С. 212–216.
3. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (дата обращения: 20.02.2026)
4. Чернецкая Т. А., Родионов М. А. Интерактивные творческие среды как средство формирования у школьников элементов математической деятельности исследовательского характера // Информатика и образование. 2014. № 3 (252). С. 36–41.
5. Mkrttchian V. S., Vishnevskaya G. V., Rodionov M. A. Avatar-based Learning and Teaching in Modern Educational Environments: Emerging Research and Opportunities. Hershey, Pennsylvania, USA : IGI Global. 2019. 227 p. EDN ZTVLEN. DOI:10.4018/978-1-5225-7211-4
6. Чернобай Е. В., Холманская М. В. Возможности воздействия на самостоятельность учащихся через организацию обратной связи // Педагогика и психология образования. 2023. № 2. С. 23–43.
7. Родионова В. А., Гусева Е. В. Возможности реализации обратной связи в процессе дистанционного обучения студентов медицинского вуза // Образование и право. 2020. № 9. С. 260–263.
8. Родионов М. А. Организация рефлексивного поиска пути решения математической задачи на основе деятельностно-процессуального подхода // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Гуманитарные науки. 2013. № 4 (28). С. 205–214.

9. Яндекс Алиса Про: виртуальный ассистент / Яндекс. URL: <https://alicepro.yandex.ru/expert> (дата обращения: 20.02.2026)
10. СДАМ ГИА: Решу ОГЭ, ЕГЭ, ВПР, ГВЭ, ЦТ / Д. Д. Гущин URL: <https://sdamgia.ru/> (дата обращения: 20.02.2026)
11. Подготовка к ЕГЭ по информатике / Яндекс Образование. URL: <https://education.yandex.ru/ege/inf?ysclid=mnc2ekxkz389810863>. (дата обращения: 20.02.2026)

References

1. Bekmukhametova K. R. Correlation between the results of the State Final Assessment of students in the 9th and the 11th grades. *Pedagogicheskie izmereniya* = Pedagogical measurements. 2017; 1:85-90. (In Russ.)
2. Rodionov M. A., Dedovets Zh., Chernyshov V. P. Opportunities for implementing process-oriented feedback in Mathematics education. *Sovremennyye naukoymkie tekhnologii* = Modern science-intensive technologies. 2024; 10:212-216. (In Russ.)
3. Federal Law “On Education in the Russian Federation” dated December 29, 2012 N 273-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (date of access: 20.02.2026). (In Russ.)
4. Chernetskaya T. A., Rodionov M. A. Interactive creative environments as a means of developing research-oriented mathematical activity among school students. *Informatika i obrazovanie* = Computer Science and Education. 2014:36-41. (In Russ.)
5. Mkrttchian V. S., Vishnevskaya G. V., Rodionov M. A. Avatar-based Learning and Teaching in Modern Educational Environments: Emerging Research and Opportunities. Hershey, Pennsylvania, USA, IGI Global, 2019. 227 p. EDN ZTVLEN. DOI:10.4018/978-1-5225-7211-4 (In Engl.)
6. Chernobay E. V., Kholmanskaya M. V. The possibilities of influencing students’ independence through organizing feedback. *Pedagogika i psikhologiya obrazovaniya* = Pedagogy and psychology of education. 2023; 2:23-43. (In Russ.)
7. Rodionova V. A., E. V. Guseva. The possibilities of implementing feedback in the process of distance learning for medical university students. *Obrazovanie i pravo* = Education and Law. 2020; 9:260-263. (In Russ.)
8. Rodionov M. A., The organization of a reflexive search for a way to solve a mathematical problem based on an activity-process approach. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Povolzhskij region. Gumanitarnye nauki* = News of higher education institutions. Volga region. Humanities. 2013. 4(28):205-214. (In Russ.)
9. Yandex Alice Pro: virtual assistant / Yandex. URL: <https://alicepro.yandex.ru/expert> (date of access: 20.02.2026). (In Russ.)
10. I will solve the SFA (State Final Assessment): I will solve Basic State Exam, Unified State Exam, All-Russian test, State Graduate Exam, Central Test / D. D. Gushchin. URL: <https://sdamgia.ru/>. (date of access: 20.02.2026). (In Russ.)
11. Preparation for the Unified State Exam in Computer Science / Yandex Education. URL: <https://education.yandex.ru/ege/inf?ysclid=mnc2ekxkz389810863>. (date of access: 20.02.2026). (In Russ.)

Информация об авторах:

Родионов М. А. – заведующий кафедрой «Информатика и методика обучения информатике и математике», доктор педагогических наук, профессор.

Чернышов В. П. – аспирант кафедры «Информатика и методика обучения информатике и математике».

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Rodionov M. A. – Head of the Department of Computer Science and Methods of Teaching Computer Science and Mathematics.

Chernyshov V. P. – PhD student (Department of Computer Science and Methods of Teaching Computer Science and Mathematics).

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 25.02.2026; одобрена после рецензирования 05.03.2026; принята к публикации 23.03.2026.

The article was submitted 25.02.2026; approved after reviewing 05.03.2026; accepted for publication 23.03.2026.

Научная статья
УДК 37.0116:51
doi: 10.51609/2079-875X_2026_2_88

**Мозговой штурм как средство формирования творческого мышления
при решении нестандартных задач в 7-м классе по алгебре**

**Елена Ивановна Санина¹, Анна Михайловна Яворская²,
Алла Сергеевна Кулижникова³**

^{1,2,3}ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет
имени М. В. Ломоносова», г. Архангельск, Россия.

¹esanmet@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7868-0083>

²a.yavorskaya@narfu.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5772-6447>

³allakulizhnikova@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0000-6903-5613>

Аннотация. Рассматривается технология «мозговой штурм» как средство формирования творческого мышления учащихся 7-го класса при решении нестандартных задач по алгебре. Анализируются принципы метода, его модификация (обратный мозговой штурм) и условия эффективного применения в школьной практике. В ходе трехнедельного педагогического эксперимента с участием 48 школьников сравнивались результаты обучения в экспериментальном классе, где применялись классический и обратный мозговой штурм, и в контрольном классе с традиционной методикой. Описывается процедура и приводятся конкретные примеры применения метода мозгового штурма и его модификаций с демонстрацией того, как снимается страх ошибки и активизируется познавательная деятельность. Мозговой штурм позволяет формировать не только креативность, но и универсальные учебные действия, которые становятся эффективной средой для развития метапредметных компетенций.

Ключевые слова: мозговой штурм, творческое мышление, обратный мозговой штурм, нестандартные задачи, методика обучения математике, методика Торренса, креативность, активные методы обучения, универсальные учебные действия

Декларация об использовании ИИ. На начальном этапе исследования авторы использовали «Алису AI» для генерации идей и составления аннотированного списка работ по теме. Все сгенерированные идеи были критически переосмыслены, проверены и дополнены авторами. Обзор литературы и интерпретация выполнены авторами самостоятельно. Авторы несут полную ответственность за содержание публикации.

Для цитирования: Санина Е. И., Яворская А. М., Кулижникова А. С. Мозговой штурм как средство формирования творческого мышления при решении нестандартных задач в 7-м классе по алгебре // Учебный эксперимент в образовании. 2026. № 2 (118). С. 88–96. https://doi.org/10.51609/2079-875X_2026_2_88.

Original article

**Brainstorming as a means of developing creative thinking
when solving non-standard algebra problems in 7th grade**

Elena I. Sanina¹, Anna M. Yavorskaya², Alla S. Kulizhnikova³

^{1,2,3}Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia.

¹esanmet@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7868-0083>

²a.yavorskaya@narfu.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5772-6447>

³allakulizhnikova@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0000-6903-5613>

Abstract. The “brainstorming” technology is examined as a means of developing creative thinking among school students of the 7th-grade when solving non-standard algebra problems. The principles of the method, its modification (reverse brainstorming), and the conditions for its effective application in school practice are analyzed. During a three-week pedagogical experiment involving 48 school students, the learning outcomes were compared between an experimental class, where classical and reverse brainstorming were applied, and a control class using traditional teaching methods. The procedure and concrete examples of the application of brainstorming and its modifications are described, demonstrating how the fear of making mistakes is reduced and cognitive activity is activated. Brainstorming allows to form not only creativity but also universal learning actions, which become an effective environment for the development of meta-subject competencies.

Keywords: brainstorming, creative thinking, reverse brainstorming, non-standard problems, mathematics teaching methods, Torrance’s methodology, creativity, active teaching methods, universal learning actions

Declaration on the use of AI: At the initial stage of the research, the authors used “Алиса AI” to generate ideas and compile an annotated list of works on the topic. All generated ideas were critically rethought, verified, and supplemented by the authors. The literature review and interpretation were carried out independently by the authors. The authors bear full responsibility for the content of the publication.

For citation: Sanina E. I., Yavorskaya A. M., Kulizhnikova A. S. Brainstorming as a means of developing creative thinking when solving non-standard algebra problems in 7th grade. *Uchebnyi experiment v obrazovanii* = Teaching experiment in Education. 2026; 2(118):88-96. (In Russ.). https://doi.org/10.51609/2079-875X_2026_2_88.

Актуальность

Современные исследователи утверждают, что обучение математике должно быть ориентировано на развитие творческого мышления и способности к нестандартному решению задач [1]. В этом контексте особенно актуальными становятся активные методы, среди которых выделяется мозговой штурм.

Анализ методических источников показывает, что метод мозгового штурма базируется на четырех фундаментальных принципах, которые обеспечивают эффективную генерацию идей и одновременно создают условия для развития творческого мышления у обучающихся.

Во-первых, запрет критики на этапе генерации идей – это ключевое правило, направленное на снижение психических барьеров: участники освобождаются от страха быть осужденными за «неправильную» или «нелепую» мысль, что особенно важно в образовательной среде, где оценка часто ассоциируется с успехом или неудачей [2; 3].

Во-вторых, поощрение количества и разнообразия предложений: чем больше идей будет высказано, тем выше вероятность обнаружить нетривиальное, оригинальное решение; при этом ценятся не только рациональные, но и фантастические, провокационные, даже абсурдные гипотезы, поскольку они могут запустить цепочку ассоциаций, ведущих к продуктивному выводу [4; 5].

В-третьих, равноправие всех участников, независимо от статуса, возраста, уровня подготовки или социальной активности: каждый голос имеет значение, что способствует инклюзивности, повышает вовлеченность даже пассивных учеников и формирует уважительное отношение к мнению другого [6; 7].

В-четвертых, развитие и комбинирование чужих идей: участники не ограничиваются собственными гипотезами, а активно взаимодействуют с мыслями

коллег – дополняют, трансформируют, объединяют или переосмысливают их, что усиливает синергетический эффект групповой работы и превращает коллективное обсуждение в процесс совместного конструирования знания [2].

Практика показывает, что наиболее эффективными в математическом контексте являются модификации: обратный мозговой штурм, брейнрайтинг, индивидуальный штурм «Solo», визуальный штурм. Однако системных исследований применения этих методов в 7-м классе при решении нестандартных алгебраических задач недостаточно, что определяет актуальность настоящей работы.

Материалы и методы

Исследование проводилось на базе МБОУ СОШ Красноборская средняя школа в течение трех недель учебного процесса (с 9 по 28 февраля 2026 года). В эксперименте участвовали два параллельных 7-х класса (всего 48 учащихся: 7А – экспериментальный, $n=24$; 7Б – контрольный, $n=24$). Возраст участников – 13–14 лет. Уровень математической подготовки на начало эксперимента выровнен по результатам входной диагностической работы (средний балл: 7А – 68,3; 7Б – 67,9; различия статистически незначимы, $p>0,05$).

В контрольном классе решение нестандартных задач по алгебре велось традиционно (индивидуальная работа, объяснение учителя). В экспериментальном классе в течение трех недель (6 учебных часов) применялся мозговой штурм и его модификации (классический, обратный) при решении задач повышенной сложности. Темы: «Выражения и преобразования», «Делимость чисел», «Задачи на движение».

Критерии оценки эффективности:

1. Успешность решения нестандартных задач (доля полностью решенных задач из 5 предложенных на итоговом срезе).

2. Показатели творческого мышления по методике Э. П. Торренса (субтест «Необычное использование» в математической интерпретации): беглость (количество идей), гибкость (количество категорий), оригинальность (редкость ответов).

3. Количество продуктивных идей, генерируемых группой при решении одной нестандартной задачи (фиксировалось на каждом занятии).

Процедура применения мозгового штурма включала три этапа:

1) организационный (формулировка проблемы, правила – 2 мин);

2) генерация идей (5–7 мин, запрет критиковать);

3) анализ и отбор (10–12 мин).

Приведем наиболее яркие примеры.

Пример применения классического мозгового штурма. Рассмотрим, как вышеперечисленные принципы реализуются на практике при решении нестандартной задачи для 7-го класса: «Докажите, что значение выражения $n^3 + 3n^2 + 2n$ делится на 6 при любом целом n ».

Этап генерации идей (5–7 минут). Учитель напоминает правила (запрет критики, поощрение любых идей) и ставит вопрос: «Какими способами можно

доказать делимость?». Учащиеся высказывают гипотезы, которые фиксируются на доске без оценки. Возможные идеи:

№ 1. Подставить несколько чисел и проверить делимость.

№ 2. Разложить выражение на множители: $n(n+1)(n+2)$.

№ 3. Доказать, что это произведение трех последовательных чисел.

№ 4. Воспользоваться методом математической индукции (даже если тема еще не изучалась, идея принимается).

№ 5. Рассмотреть остатки от деления n на 6.

№ 6. «Может, это как-то связано с треугольными числами?» (нестандартная ассоциация).

На данном этапе важным фактором является поддержка учителя. Любое предположение оценивается как адекватное и возможное, только в этом случае у обучающегося снижается страх ошибки, что побуждает его к высказыванию других разумных мыслей. Идея № 2, которая в конечном счете стала верной, изначально могла звучать иначе (например, как вопрос: «А если попробовать вынести n за скобку?»).

На этапе анализа и отбора обучающиеся переходят к критическому разбору, то есть начинают отвергать неверные идеи или предполагают, какие из идей могли быть перспективными. Важно отметить, что в процессе обучения школьники совместно приходят к выводу, что $n(n+1)(n+2)$ – это произведение трех последовательных целых чисел, среди которых обязательно есть четное и кратное трем, и, следовательно, произведение кратно 6. На данном этапе у обучающихся формируется критическое мышление и умение аргументировать свои идеи и действия.

Как отмечают М. И. Колдина и И. Р. Воронина в статье «Использование метода мозгового штурма в вузе», «именно страх ошибки является одним из главных препятствий для мыслительной активности школьников при решении задач повышенной сложности или нестандартных проблем, не имеющих заранее известного алгоритма» [4]. В условиях же мозгового штурма ошибка перестанет быть угрозой: наоборот, неожиданный ход может стать отправной точкой для оригинального решения. Например, при поиске способа доказательства геометрического утверждения ученик может предложить использовать координатный метод там, где обычно применяется синтетический метод, и хотя это кажется избыточным, именно такой «перекосяк» может привести к новому взгляду на задачу [6].

Таким образом, мозговой штурм не только стимулирует генерацию идей, но и меняет саму установку учащихся по отношению к математическому мышлению – от страха перед неизвестным к любопытству, эксперименту и творческому риску, что полностью соответствует целям современного математического образования, ориентированного на развитие универсальных учебных действий и метапредметных компетенций [1; 7].

Пример применения обратного мозгового штурма. На практике именно в математическом контексте данная модификация мозгового штурма наиболее эффективна. На рисунке 1 представлена нестандартная задача.

1. Сколько имеется четырёхзначных чисел, которые делятся на 45, а две средние цифры в которых 9 и 7?

Рис. 1. Задача по алгебре. 7-й класс

Обратный мозговой штурм предполагает сознательное изменение формулировки задачи на противоположную, потому что вместо поиска путей решения проблемы обучающиеся генерируют идеи о том, как гарантировать неудачу или усугубить проблему.

Этап генерации идей (5–7 минут). Учитель напоминает правила (запрет критики чужих идей, поощрение любых идей) и ставит вопрос: «Какими способами НЕ решить эту задачу?». Учащиеся высказывают свои предположения, которые записываются на доске без оценки. Зафиксированные идеи:

№ 1. Последняя цифра должна быть 0 или 5 (признак делимости на 5).

№ 2. Сумма всех цифр должна делиться на 9 (признак делимости на 9).

№ 3. Первая цифра может принимать значение от 1 до 9 (условие четырехзначности числа).

№ 4. Необходимо проверять одновременно делимость на 5 и на 9, так как $45 = 5 \cdot 9$ и множители взаимно просты.

№ 5. Делимость на 9 является обязательным условием, поскольку 45 кратно именно 9, а не только 3.

№ 6. Выбор последней цифры определяется строго признаком делимости на 5 – только 0 или 5, независимо от других ассоциаций.

Идея № 1 является ключевой для дальнейшей инверсии, и опять же ее можно было представить в виде вопроса: «А вдруг просто последнюю цифру не 0 и не 5 поставить?».

На этапе анализа и отбора обучающиеся снова переходят к критическому разбору полученных правил. Идея № 3 отвергается как вспомогательная, поскольку условие четырехзначности не влияет напрямую на делимость, но отмечается ее важность для корректной постановки задачи. Идеи № 1 и 2 являются ключевыми, и важно, что они дополняют друг друга. Объясняется это тем, что делимость на 5 фиксирует последнюю цифру, а делимость на 9 определяет первую цифру. Ученики совместно приходят к выводу, что число вида *97* делится на 45 только при одновременном выполнении двух условий: последняя цифра 0 или 5 и сумма всех цифр кратна 9.

Такой прием позволяет выявить скрытые когнитивные барьеры и типичные заблуждения [2].

Рассмотри еще один пример применения данной модификации на другой задаче.

3. Теплоход проходит путь между двумя пристанями по течению за 3 часа, а возвращается обратно за 4 часа. За какое время плот преодолеет это расстояние?

Рис. 2. Задача по алгебре

Учитель так же напоминает правила о запрете критики чужих идей и поощрение и ставит вопрос: «Как сделать так, чтобы расчет времени движения плота гарантированно оказался неверным?». Учащиеся высказывают гипотезы, которые фиксируются на доске без оценки. Возможные идеи:

№ 1. Считать, что плот движется со скоростью теплохода (игнорируя роль течения).

№ 2. Принять, что время движения плота такое же, как и теплохода по течению (3 часа).

№ 3. Не учитывать разницу между скоростью по течению и против течения.

№ 4. Считать, что расстояние в одну сторону больше, чем в обратную.

№ 5. Принять, что плот останавливается на середине пути.

№ 6. «А если плот движется быстрее теплохода? Ведь он легче.» (нестандартная, но ошибочная ассоциация).

Идея № 1, ставшая ключевой для анализа, могла быть изначально высказана неуверенно: «А может, плот как теплоход двигается?».

На этапе анализа и отбора происходит следующее:

– Идея № 4 отвергается как неверная (расстояние фиксировано).

– Идеи № 1, 2 и 3 признаются перспективными: обучающиеся рассуждают и приходят к тому, что скорость течения u связана со скоростью теплохода v соотношением $v = 7u$. Данный факт позволяет найти время движения плота: $S/u = 24$. Этот этап формирует критическое мышление через осознанное отсеивание ошибочных идей. В ходе рассуждения учащиеся приходят к конкретной модели решения задачи.

Анализ и интерпретация результатов

Результаты итогового среза показали, что учащиеся экспериментального класса (ЭК) превзошли контрольный класс (КК) по всем выделенным нами критериям. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты эксперимента, представленные по средним значениям

Показатель	ЭК (n=24)	КК (n=24)	t-критерий	p
Успешность решения нестандартных задач (max 5)	3,85	2,45	4,72	<0,001
Беглость (количество идей по Торренсу)	8,3	4,9	5,14	<0,001
Гибкость (количество категорий)	5,1	2,8	4,93	<0,001
Оригинальность (баллы)	12,7	6,4	6,08	<0,001

Анализ протоколов показал, что учащиеся ЭК стали чаще использовать такие приемы, как разложение на множители, переход к другой переменной, рассмотрение частных случаев. В ЭК наблюдалось формирование универсальных учебных действий (табл. 2), что подтверждается прямым наблюдением.

Формирование универсальных учебных действий

УДД	Действия
Познавательные	выдвижение гипотез (идея о разложении на множители), логическое моделирование (составление уравнения для плота), преодоление когнитивной ригидности (отказ от шаблонного введения двух переменных)
Регулятивные	принятие учебной задачи («как гарантированно ошибиться?»), планирование этапов работы (генерация → анализ → решение), коррекция своих действий на основе выявленных типичных ошибок
Коммуникативные	умение слышать и развивать идеи другого, аргументированно представлять и критиковать предложения в конструктивной форме
Личностные	формирование учебной мотивации через азарт открытия, снижение математической тревожности, принятие ценности коллективного интеллекта

Важно подчеркнуть, что успех применения мозгового штурма в сжатые сроки (3 недели) зависит от четкой формулировки задачи, временного регламента и обязательного этапа критического анализа. Без последнего метод рискует остаться «игрой в идеи». В нашем эксперименте этап анализа занимал не менее 40 % времени работы над задачей.

Заключение

Проведенное исследование показало, что мозговой штурм и его модификации (особенно обратный мозговой штурм) являются эффективным средством формирования творческого мышления при решении нестандартных алгебраических задач в 7-м классе. Метод мозгового штурма способствует не только развитию креативности, но и формированию коммуникативных навыков, умения работать в команде, гибкости мышления и готовности к самообучению – ключевых компетенций XXI века. Он особенно эффективен при решении нестандартных задач, где отсутствует готовый алгоритм, а успех зависит от способности видеть проблему с разных сторон и предлагать нетривиальные гипотезы [1; 6].

Таким образом, технология мозгового штурма является не просто методическим приемом, а целостной средой, целенаправленно формирующей творческое мышление и метапредметные компетенции у учащихся 7-го класса при встрече с нестандартными математическими проблемами.

Список источников

1. Ахметжанова Г. В. Сундеева Л. А., Эффективные приемы технологии развития критического мышления в инновационной деятельности педагога // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2020. № 3 (32). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnye-priemy-tehnologii-razvitiya-kriticheskogo-myshleniya-v-innovatsionnoy-deyatelnosti-pedagoga> (дата обращения: 11.03.2026).

2. Мандель Б. Р. Интерактивные занятия в школе: и снова о мозговом штурме // Школьные технологии. 2015. № 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/interaktivnye-zanyatiya-v-shkole-i-snova-o-mozgovom-shturme> (дата обращения: 11.03.2026).

3. Неустроева А. П. Мозговой штурм как метод активного обучения // Проблемы науки. 2019. № 8 (44). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mozgovoy-shturm-kak-metod-aktivnogo-obucheniya> (дата обращения: 11.03.2026)

4. Колдина М. И., Воронина И. Р. Использование метода мозгового штурма в вузе // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2020. № 2 (44). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-metoda-mozgovogo-shturma-v-vuze> (дата обращения: 11.03.2026)

5. Жулябин Г. Е., Репина И. Б., Чуднова О. А. Применение метода мозгового штурма в педагогической деятельности // Вопросы педагогики. 2021. № 1-1. С. 71–73. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_44556031_95232980.pdf (дата обращения: 11.03.2026)

6. Чичина С. В. Возможности метода мозгового штурма в развитии креативного мышления у обучающихся 8-х классов // Научное обозрение. Педагогические науки. 2024. № 6. С. 40–44.

7. Манakov А. С. Методика применения педагогической технологии «мозговой штурм» // Теория и практика современной науки. 2022. № 1 (79). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-primeneniya-pedagogicheskoy-tehnologii-mozgovoy-shturm> (дата обращения: 11.03.2026)

References

1. Akhmetzhanova G. V. Sundeeva L. A., Effective techniques of critical thinking development technology in the innovative activity of a teacher. *Azimuth nauchnykh issledovaniy: pedagogika i psikhologiya* = Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology. 2020; 3(32). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnye-priemy-tehnologii-razvitiya-kriticheskogo-myshleniya-v-innovatsionnoy-deyatelnosti-pedagoga> (date of access: 11.03.2026). (In Russ.)

2. Mandel B. R. Interactive classes at school: once again about brainstorming. *Shkol'nyye tekhnologii* = School Technologies. 2015; 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/interaktivnye-zanyatiya-v-shkole-i-snova-o-mozgovom-shturme> (date of access: 11.03.2026). (In Russ.)

3. Neustroeva A. P. Brainstorming as a method of active learning. *Problemy Nauki* = Problems of science. 2019; 8(44). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mozgovoy-shturm-kak-metod-aktivnogo-obucheniya> (date of access: 11.03.2026). (In Russ.)

4. Koldina M. I., Voronina I. R. The use of the brainstorming method at a university. *Innovatsionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya* = Innovative Economy: Prospects for Development and Improvement. 2020; 2(44). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-metoda-mozgovogo-shturma-v-vuze> (date of access: 11.03.2026). (In Russ.)

5. Zhulyabin G. E., Repina I. B., Chudnova O. A. Application of the brainstorming method in pedagogical activity. *Voprosy Pedagogiki* = Pedagogical issues. 2021; 1-1:71-73. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_44556031_95232980.pdf (date of access: 11.03.2026). (In Russ.)

6. Chichina S. V. Possibilities of the brainstorming method in the development of creative thinking of the 8th-grade school students. *Nauchnoye obozreniye. Pedagogicheskiye nauki* = Scientific Review. Pedagogical Sciences. 2024; 6:40-44. (date of access: 11.03.2026). (In Russ.)

7. Manakov A. S. Methodology for applying the pedagogical technology “brainstorming”. *Teoriya i praktika sovremennoy nauki* = Theory and Practice of Modern Science. 2022; 1(79). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-primeneniya-pedagogicheskoy-tehnologii-mozgovoy-shturm> (date of access: 11.03.2026). (In Russ.)

Информация об авторах:

Санина Е. И. – профессор кафедры экспериментальной математики и информатизации образования, доктор педагогических наук, профессор.

Яворская А. М. – старший преподаватель кафедры экспериментальной математики и информатизации образования, аспирант.

Кулижникова А. С. – студентка 3-го курса.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Sanina E. I. – Professor (Department of Experimental Mathematics and Educational Informatization), Doctor of the Pedagogical sciences, Professor.

Yavorskaya A. M. – Senior Lecturer (Department of Experimental Mathematics and Educational Informatization), PhD student.

Kulizhnikova A. S. – Third-year student.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests

Статья поступила в редакцию 25.03.2026; одобрена после рецензирования 18.04.2026; принята к публикации 26.05.2026.

The article was submitted 25.03.2026; approved after reviewing 18.04.2026; accepted for publication 26.05.2026.

Научная статья

УДК 372.854

doi: 10.51609/2079-875X_2026_2_97

**Получение сложных эфиров как вариант подготовки будущих учителей
к организации проектной деятельности по химии**

**Андрей Александрович Сутягин^{1*}, Владимир Владимирович Меньшиков²,
Лилия Файзрахмановна Манжукова³**

^{1,2,3}Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет,
Челябинск, Россия

¹sutyaginaa@cspu.ru *, <https://orcid.org/0000-0002-5181-0009>

²menshikoff@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7386-3056>

³mangukovalf@cspu.ru

Аннотация. Проектная деятельность выступает одной из основных форм образовательного процесса, направленных на развитие творческого потенциала обучающихся, организационных и коммуникационных умений, основ исследовательской деятельности. Большой интерес при этом вызывает выполнение групповых проектов, основанных на осознании личного вклада каждого участника в достижение единого конечного результата. В связи с этим важнейшей задачей при обучении будущего учителя химии является его подготовка к организации и сопровождению проектной деятельности обучающихся в школе. Основным элементом такой подготовки может выступать выполнение проектов студентами в процессе изучения дисциплин предметной подготовки. В данной статье приводится пример реализации группового проекта «Синтез этилацетата», который может быть выполнен студентами в ходе лабораторных занятий по дисциплине «Органический синтез». Тема проекта выбрана исходя из содержания школьного предмета «Химия», а также возможностей школьных химических лабораторий. Подробно рассмотрены варианты проведения синтеза этилацетата в разных условиях, выделенных на основе информационного поиска и обсуждения отобранного теоретического материала. Обобщение, сравнение и обсуждение результатов, полученных в ходе эксперимента отдельными группами, позволяет определить оптимальные условия получения этилацетата в условиях школьной химической лаборатории.

Ключевые слова: проектная деятельность, групповой проект, реакции ацилирования, этерификация, условия проведения химических реакций

Декларация об использовании ИИ: при подготовке данной рукописи авторы не использовали генеративный искусственный интеллект или аналогичные автоматизированные инструменты.

Благодарности: работа выполнена при финансовой поддержке Шадринского государственного педагогического университета, тема научно-исследовательской работы: «Методическое сопровождение и оценка профессиональных компетенций будущего учителя химии в современных условиях».

Для цитирования: Сутягин А. А., Меньшиков В. В., Манжукова Л. Ф. Получение сложных эфиров как вариант подготовки будущих учителей к организации проектной деятельности по химии // Учебный эксперимент в образовании. 2026. № 2 (118). С. 97–108. https://doi.org/10.51609/2079-875X_2026_2_97.

Esters' obtaining as an option for preparing future teachers to organize project activities in chemistry

Andrey A. Sutyagin^{1*}, Vladimir V. Menshikov², Liliya F. Manzhukova³

^{1,2,3}South Ural State Humanitarian Pedagogical University, Chelyabinsk, Russia

¹sutyaginaa@cspu.ru*, <https://orcid.org/0000-0002-5181-0009>

²menshikoff@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7386-3056>

³mangukovalf@cspu.ru

Abstract. Project-based learning is one of the main forms of the educational process aimed at developing students' creative potential, organizational and communication skills, and the fundamentals of research activities. Of particular interest is the implementation of group projects based on the awareness of each participant's personal contribution to achieving a single final result. In this regard, a crucial task in the training of future chemistry teachers is to prepare them for the organization and support of students' project activities at school. A key element of such training can be the implementation of projects by students during the study of subject-specific disciplines. This article provides an example of the implementation of a group project, "Synthesis of Ethyl Acetate", which can be carried out by students during laboratory classes within the discipline "Organic Synthesis". The project topic was chosen based on the content of the school subject "Chemistry" as well as the capabilities of school chemistry laboratories. The article details the options for conducting the synthesis of ethyl acetate under various conditions, selected according to the information search and discussion of the theoretical material. The generalization, comparison, and discussion of the results obtained by individual groups during the experiment allow to determine the optimal conditions for obtaining ethyl acetate in a school chemistry laboratory.

Keywords: project-based learning, group project, acylation reactions, esterification, conditions for chemical reactions

Declaration on the use of AI: when preparing this article, the authors did not use generative AI or similar automated tools.

Acknowledgments: the work was carried out with the financial support of the Shadrinsk State Pedagogical University, the topic of the research work is "Methodological support and assessment of professional competencies of future chemistry teachers in modern conditions".

For citation: Sutyagin A. A., Menshikov V. V., Manzhukova L. F. Esters' obtaining as an option for preparing future teachers to organize project activities in chemistry. *Uchebnyj eksperiment v obrazovanii* = Teaching experiment in education. 2026; 2(118):97-108. (In Russ.). https://doi.org/10.51609/2079-875X_2026_2_97.

Проектная деятельность в современной системе образования играет роль приоритетного инновационного инструмента, формирующего познавательный интерес обучающихся за счет стимулирования активного включения в нее каждого участника, развитие навыков коммуникации, расширение общего кругозора. Одновременно с этим формируется мотивация к более глубокому изучению предмета [1].

Современные подходы ФГОС к системе основного образования требуют обеспечения соответствующих условий для подготовки учителя химии, обладающего развитыми компетенциями в области организации проектной деятельности обучающихся. В связи с этим учебные планы подготовки бакалавров по направлению 44.03.05 Педагогическое образование, профиль Биология. Химия

в рамках Ядра педагогического образования включают в себя такие учебные дисциплины, как «Методы исследовательской / проектной деятельности» и «Внеурочная работа по химии».

В то же время целью данных дисциплин является ознакомление студентов с общими подходами к организации исследовательской и проектной деятельности обучающихся. Фундаментальной же основой этой подготовки должны служить знания, умения и навыки, осваиваемые в рамках дисциплин предметной направленности, при этом основная роль принадлежит выполнению лабораторных работ [2]. Именно эта форма учебной деятельности позволяет закрепить теоретические знания на практике, освоить приемы целеполагания и декомпозиции цели в систему задач, систематизации информации, выдвижения гипотез и их доказательства или опровержения, подготовки выводов на основе анализа наблюдений и способов представления полученной информации [3]. Таким образом, подготовка студентов к организации и сопровождению проектной деятельности обучающихся должна происходить не только в рамках специализированных дисциплин, необходимо, чтобы это был системный процесс, реализуемый во всех дисциплинах предметной подготовки. В качестве примера приведем форму работы, направленной на подготовку студентов к организации деятельности школьников по выполнению группового проекта в рамках дисциплины «Органический синтез».

При изучении темы «Реакции нуклеофильного замещения у sp^2 -гибридного атома углерода» одной из популярных работ, выполняемых в ходе лабораторных занятий, является синтез сложных эфиров реакцией этерификации. Простым примером является синтез этилацетата, выполняемый по классической методике, описанной во многих практикумах [4; 5].

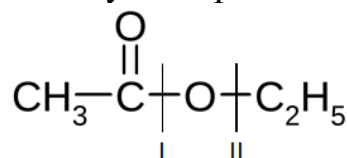
Стоит отметить, что реакция этерификации является одной из основных среди тех, что рассматриваются в школьном курсе химии при изучении свойств карбоновых кислот и спиртов. Она затрагивает в том числе вопросы механизмов химических реакций с участием органических соединений. На углубленном уровне, помимо карбоновых кислот, рассматриваются такие этерифицирующие реагенты, как ангидриды, галогенангидриды, амиды, нитрилы. Кроме того, синтез этилацетата может быть проведен в качестве демонстрационного эксперимента, визуализирующего химические свойства уксусной кислоты. В связи с этим использование синтетических методов получения этилацетата может стать эффективным приемом при организации групповой проектной деятельности обучающихся.

Групповой проект представляет собой одну из распространенных форм учебного взаимодействия, в рамках которой обучающиеся выполняют совместную работу, направленную на достижение общей цели, при этом каждый участник решает свою узкую задачу. Данный вид деятельности играет важнейшую роль при развитии умений командного сотрудничества на основе совместной цели, в развитии коммуникативных умений, способности перераспределять задачи, осуществлять контроль и самоконтроль деятельности и объединять полученные результаты в единое целое. При этом достижение общей цели связано с

тем, насколько качественно и эффективно выполнит свою роль каждый участник [6].

Целью предлагаемого проекта является разработка более эффективного способа для получения этилацетата в условиях школьной химической лаборатории. В рамках подготовки проекта студенты заранее получают задание, в рамках которого они должны предложить не менее 10 способов получения данного соединения, выявив и обосновав те методы, которые будут наиболее эффективными в условиях школьной лаборатории. По итогам предварительного информационного поиска и анализа отобранного теоретического материала, связанного с методами получения сложных эфиров, в группе проводится обсуждение, выбор наиболее оптимального метода и предложений по условиям его реализации.

Одним из основных приемов планирования синтеза органических соединений является метод ретросинтетического анализа, разработанный нобелевским лауреатом по химии 1990 года Э. Д. Кори [7]. В основе метода лежит разложение целевой молекулы на части и поиск на основе полученных веществ исходных соединений синтеза. С этой целью молекула этилацетата может быть разделена на составные части по двум направлениям:



Таким, образом, синтез этилацетата можно реализовать путем введения в молекулу ацильного (путь I) или ацетоксирадикала (путь II).

При обсуждении возможных вариантов синтеза по пути I были определены следующие возможности:

1. Ацилирование этанола: а) уксусной кислотой (этерификация); б) ацетилхлоридом; в) ангидридом уксусной кислоты; г) ацетамидом; д) метилацетатом (перезэтерификация); е) кетенем. Схема указанных взаимодействий приведена на рисунке 1.

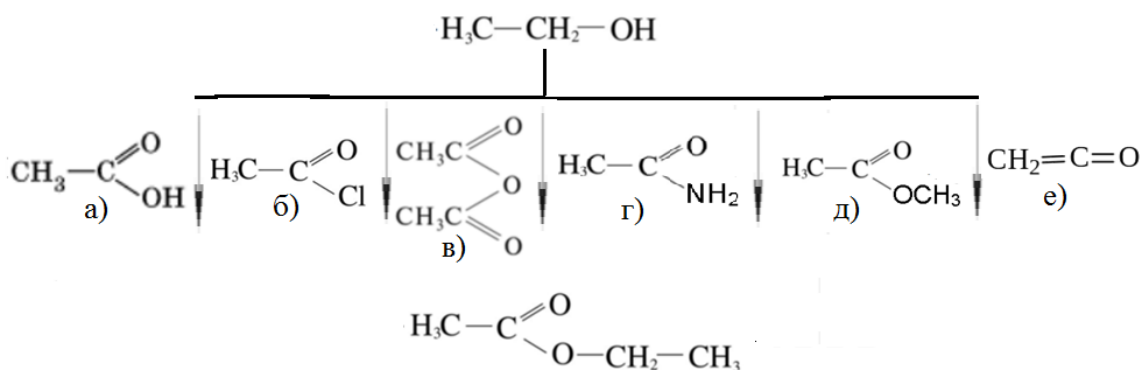
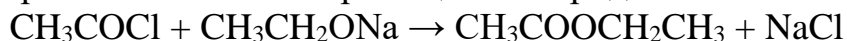


Рис. 1. Варианты ацилирования этанола для получения этилацетата

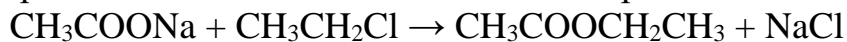
В данном случае использование каждого из предложенных ацилирующих агентов считается отдельным способом получения, характеризующимся своими особенностями и условиями получения.

2. Ацилирование этилата натрия ацетилхлоридом:

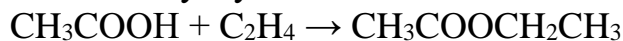


При обсуждении разрыва химических связей и их образования по пути II были выделены возможные варианты синтеза:

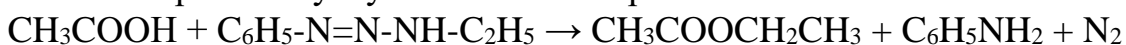
1. Ацилирование этилгалогенида ацетатом натрия



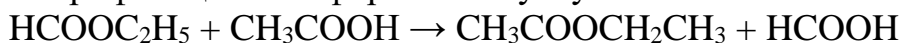
2. Ацилирование этилена уксусной кислотой:



3. Алкилирование уксусной кислоты триазеном:

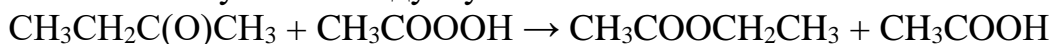


4. Переэтерификация этилформиата и уксусной кислоты:

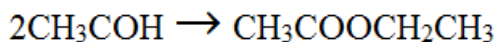
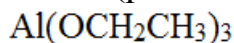


Также были выделены несколько возможных вариантов синтеза этилацетата, не имеющих явного прямого отношения к путям I и II:

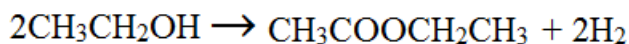
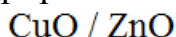
1. Окисление бутанона надуксусной кислотой:



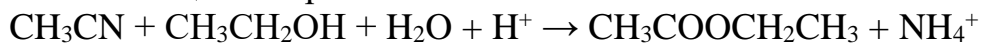
2. Сложноэфирная конденсация (диспропорционирование) ацетальдегида в присутствии алкоголята алюминия (реакция Тищенко):



3. Окислительное дегидрирование этанола:



4. Алкоголиз ацетонитрила:



При дальнейшем обсуждении выделяются преимущества и недостатки предлагаемых вариантов синтеза. Так, показано, что в промышленных масштабах для получения этилацетата удобно использовать реакцию Тищенко, окислительное дегидрирование этанола, ацилирование кетеном, уксусным ангидридом и ацетилхлоридом [8].

Реакция Тищенко протекает с высоким выходом 97–98 % в мягких условиях ($T = 0\text{--}5\text{ }^\circ\text{C}$). Но она требует использования сложной каталитической системы – алкоголят алюминия с добавками этилата цинка и хлорида алюминия [9], что создает трудности при использовании данного процесса в условиях школьной лаборатории.

Процесс получения этилацетата окислительным дегидрированием этанола рассматривается как пример зеленых технологий, позволяющих использовать биоресурсы с низкой токсичностью, снижающих степень коррозии аппаратов и повышающих экономичность производства. Но процесс протекает на медь-цинковых катализаторах и требует обеспечения определенных параметров технологического режима, достичь которых в условиях школьной лаборатории не представляется возможным: $T = 180\text{--}250\text{ }^\circ\text{C}$, $P = 10\text{--}30\text{ атм}$. Кроме того, синтез сопровождается побочными реакциями, что приводит к образованию сложной смеси продуктов (ацетальдегид, этилацетат, этанол, вода, бутанол, бутилацетат,

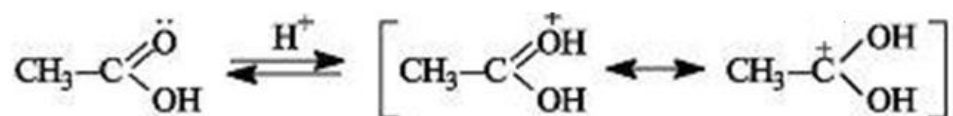
этилбутират), разделение которой требует дополнительных усилий и оборудования [10].

Высокими выходами продукта (90–95 %) и мягкими условиями ($T = 50\text{--}70\text{ }^\circ\text{C}$) характеризуется процесс синтеза этилацетата при использовании активного ацилирующего реагента – кетена. Процесс катализируется доступными катализаторами – минеральными кислотами. Нужно учитывать, что сам кетен неустойчив, что требует его получения непосредственно перед синтезом [11, с. 62]. Кроме того, процесс синтеза этилацетата для получения высоких выходов требует обеспечения высокой чистоты реагентов и жесткого контроля технологического режима.

Наиболее активными ацилирующими реагентами являются ацетилхлорид и уксусный ангидрид, характеризующиеся высоким дефицитом электронной плотности на карбонильном атоме углерода, что обуславливает возможность вступать в реакцию с нуклеофилом. Однако данные реагенты недоступны в условиях школьной лаборатории, а их синтез также осложнен необходимостью применения таких реагентов, как тионилхлорид и фосфорный ангидрид. Применение ацетилхлорида при ацилировании этанола требует дополнительного введения в систему акцептора хлороводорода, например третичного амина. Использование же для ацилирования этилата натрия требует дополнительного получения этого реагента. Другие производные карбоновых кислот, такие как амиды, нитрилы, сложные эфиры, не только характеризуются малой доступностью для школьных лабораторий, но и являются слабыми ацилирующими средствами по сравнению даже с уксусной кислотой [12].

По результатам обсуждения студенты знакомятся с различными вариантами получения этилацетата, их преимуществами и недостатками и приходят к выводу о рациональности использования для этих целей в условиях школьной лаборатории реакции этерификации – взаимодействия уксусной кислоты с этиловым спиртом.

На следующем этапе студенты подробно обсуждают описанную в лабораторных практикумах методику синтеза этилацетата, выделяя условия его проведения, направленные на повышение скорости реакции и выхода целевого продукта. В ходе обсуждения отмечается, что для повышения скорости реакции необходимо использовать катализатор, повышающий активность карбонильного атома углерода. В качестве такого катализатора может выступать минеральная кислота (в описанной методике – серная), приводящая к протонированию молекулы уксусной кислоты с образованием резонансно стабилизированного карбокатиона:



При обсуждении роли минеральной кислоты возникают вопросы:

1. Серная кислота может не только играть роль катализатора, но и выступать в качестве водоотнимающего средства. Реакция этерификации обратима, и

удаление воды из системы должно приводить к смещению химического равновесия в сторону образования эфира и к подавлению его гидролиза (обратной реакции). Исходя из этого может ли увеличение количества серной кислоты привести к повышению выхода целевого продукта?

2. Приведет ли к повышению выхода продукта замена серной кислоты на другую, например фосфорную, которая также обладает водоотнимающим действием?

Второй прием направлен на смещение химического равновесия в сторону целевого продукта – повышение концентрации исходного вещества. В предложенной методике используется избыток этилового спирта (в 1,1 раза). При обсуждении данного аспекта поставлены два вопроса:

1) приведет ли к повышению выхода продукта увеличение избытка спирта?

2) может ли с целью увеличения выхода эфира использоваться избыток уксусной кислоты, а не этанола?

Также для смещения равновесия в сторону продукта в описанной методике используют отгонку продуктов из реакционной среды. При обсуждении возникает вопрос: можно ли для повышения выхода продукта удалять из реакционной среды не эфир, а воду, используя для этого азеотропную отгонку?

С целью повышения скорости реакции в описанной методике температуру реакционной массы поддерживают в интервале 110–140 °С. В то же время в ходе обсуждения этого приема раскрывается проблема: реакция этерификации экзотермическая, следовательно, повышение температуры приводит к смещению равновесия в сторону гидролиза эфира как эндотермического процесса. Кроме того, при повышении температуры в присутствии концентрированной серной кислоты увеличивается риск обугливания органического вещества в реакционной массе, а также протекания побочной реакции – образования диэтилового эфира как продукта межмолекулярной дегидратации этанола. Приведет ли к увеличению выхода продукта снижение температуры реакционной среды?

В результате обсуждения возникших вопросов два из предложенных приемов повышения выхода продукта были отклонены. Использование повышения концентрации уксусной кислоты не должно приводить к повышению выхода продукта, так как этанол, этилацетат и образуемые ими азеотропные смеси с водой обладают практически одинаковыми температурами кипения (около 78 °С). Следовательно, этанол будет отгоняться из системы в ходе синтеза, его концентрация будет понижаться, и избыток уксусной кислоты не приведет к повышению выхода продукта (фактически уксусная кислота и будет находиться в избытке в ходе процесса).

Аналогично к повышению выхода не должно приводить повышение количества вносимой в систему серной кислоты. Ее характеристика как катализатора не будет существенно зависеть от количественного фактора, так как катализатор постоянно восстанавливает свой состав в ходе процесса. Повышение же ее количества как водоотнимающего средства, вероятнее всего, приведет к

снижению выхода продукта. Проводя расчеты на выделяющееся в системе количество воды (по предлагаемой методике синтеза ее должно выделиться около 6,5 г) и с учетом того, что серная кислота эффективно связывает воду до массовой доли около 84 %, в систему нужно добавить около 70 мл концентрированной серной кислоты, что, очевидно, приведет к обугливанию органических веществ.

На основе остальных вопросов, ответы на которые требуют экспериментальной проверки, были разработаны варианты проведения синтеза этилацетата в разных условиях. Для из выполнения студенты были разделены на группы, каждая из которых реализовала свой экспериментальный вариант.

Группа 1 выполняла контрольный синтез с использованием методики, описанной в лабораторном практикуме [5]. Синтез проводился в трехгорлой колбе, снабженной термометром, опускаемым в реакционную смесь, капельной воронкой и насадкой Вюрца, соединенной с обратным холодильником. До начала реакции небольшая часть этанола (3 мл) смешивалась с 3 мл концентрированной серной кислоты и нагревалась до 110–120 °С. К нагретой смеси из капельной воронки прикапывалась реакционная смесь (20 мл ледяной уксусной кислоты и 20 мл 95%-го этанола) со скоростью, соответствующей скорости отгонки этилацетата. В течение всего времени синтеза температура реакционной смеси поддерживалась в интервале 120–140 °С. По окончании процесса отгон последовательно промывался насыщенными растворами карбоната натрия (нейтрализация избытка кислоты) и хлорида кальция (высаливание этанола), а отделенный эфирный слой перегоняли, отбирая фракцию, кипящую при температуре 77 °С.

Группа 2 выполняла эксперимент при использовании в системе в качестве катализатора фосфорной кислоты. Эксперимент проводился по методике, аналогичной описанной, но вместо концентрированной серной кислоты в систему в качестве катализатора был добавлен раствор 85%-й ортофосфорной кислоты объемом 4 мл.

Группа 3 также выполняла эксперимент по описанной методике, но при использовании 2-кратного избытка (42 мл) этилового спирта (состав прикапываемой реакционной смеси: 20 мл уксусной кислоты и 39 мл этанола).

Группа 4 проводила синтез, добавляя в систему растворитель, образующий с водой азеотропную смесь с температурой кипения ниже температуры кипения этанола и этилацетата. В качестве растворителя для образования азеотропа использовался ацетон, образующий с водой смесь состава 12 % воды и 88 % ацетона с температурой кипения 56 °С. С учетом максимальной массы образующейся воды объем ацетона, необходимый для связывания, должен составлять 60 мл. Для его сокращения в систему прибавили 20 мл растворителя, а реакцию проводили в трехгорлой колбе, прибавляя в нее реакционную смесь аналогично литературной методике, но используя вместо насадки Вюрца насадку Дина–Старка для возврата ацетона в систему. По окончании процесса (показатель – объем выделившейся воды) остаток в реакционной колбе объединяли с верхним слоем

из насадки Дина–Старка и обрабатывали аналогично отгону в первом эксперименте.

Группа 5 проводила синтез по методике, аналогичной той, которая применялась в контрольном эксперименте, но при температуре реакционной среды, не превышающей 80 °С.

По окончании экспериментов каждая группа рассчитывала выход продукта реакции и сравнивались полученные результаты (табл. 1).

Таблица 1

Результаты расчетов выхода этилацетата при различных условиях синтеза

№ группы	1	2	3	4	5
Выход этилацетата, %	60	30	56	50	20

В ходе дальнейшего обсуждения назывались возможные причины несоответствия гипотезе о влиянии используемого приема на выход целевого продукта. Как показывают полученные результаты, наименьший выход в лабораторных условиях достигается, если процесс происходит при снижении температуры синтеза. Вероятно, используемой в ходе синтеза температуры недостаточно для активации системы и проведения реакции с требуемой скоростью. В результате из системы отгоняется этанол, не успевая вступить в реакцию с уксусной кислотой.

Малым выходом также характеризуется проведение процесса при замене серной кислоты в качестве катализатора на фосфорную. Вероятно, как более слабая, фосфорная кислота приводит к ослаблению протонирования уксусной кислоты, что замедляет скорость процесса. Кроме того, фосфорная кислота обладает меньшей водоотнимающей способностью по сравнению с концентрированной серной кислотой, что снижает ее влияние на смещение равновесия системы.

Использование повышенного количества этилового спирта характеризуется выходом продукта, приближающимся к тому, который был в контрольном эксперименте. В то же время данный прием не приводит к повышению данной величины. Вероятно, при температуре синтеза избыточный спирт отгоняется из системы и не влияет на смещение равновесия. В связи с этим данный прием нельзя считать эффективным, так как даже при достижении контрольных результатов он потребует лишних неоправданных затрат реагента.

Довольно высокие результаты, которые так же не достигают выхода в контрольном эксперименте, демонстрирует применение ацетона в качестве реагента для азеотропной отгонки. Снижение выхода в данном случае можно объяснить большим временем контакта реакционной смеси, в том числе продукта реакции, при высоких температурах, что могло привести к деструкционным процессам (увеличение вклада элиминирования).

Таким образом, используя результаты экспериментальных работ, студенты приходят к выводу о большей эффективности методики, предлагаемой в ла-

бораторных практикумах. Несмотря на то, что в ходе исследований не были разработаны новые условия процесса, характеризующиеся выходами, большими по сравнению с существующей методикой, выполненный проект позволяет повысить уровень теоретической и практической подготовки будущих учителей. В ходе работы они конкретизируют на практике подходы к организации группового проекта, глубже знакомятся со способами получения сложных эфиров, являющихся одним из классов органических соединений и изучаемых в рамках школьной программы, а также с механизмами реакций с участием органических соединений. При выполнении эксперимента они расширяют представления о возможности использования экспериментальных приемов, таких как азеотропная отгонка, а также со способами создания условий для оптимального проведения химических реакций. Полученные навыки позволят будущим учителям реализовать их в дальнейшей профессиональной деятельности при организации проектных работ обучающихся.

Список источников

1. *Матросов А. В., Низамов И. Д.* Проектная деятельность по химии, как инновационный инструмент учителя // Педагогическое образование. 2024. Т. 5, № 5. С. 228–234.
2. *Евстафьева И. Т.* Подготовка будущих учителей химии к организации исследовательской деятельности школьников // Инновационная наука. 2016. № 2–4. С. 52–56.
3. *Сутягин А. А.* Лабораторные работы как инструмент развития научно-исследовательских навыков обучающихся при изучении химии с позиции обновления ФГОС основного общего образования // Актуальные проблемы химического образования : сборник статей по материалам XI Всероссийская научно-практическая конференция учителей химии и преподавателей вузов (г. Пенза, 30 ноября 2022 г.). Пенза : Изд-во ПГУ, 2023. С. 14–18.
4. Практические работы по органическому синтезу. Общий практикум / А. В. Немтарев, М. А. Казымова, Н. Н. Втюрина, Д. А. Татаринов. Казань : Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2013. 79 с.
5. *Родина Т. А.* Лабораторный практикум по органическому синтезу : учебное пособие. Благовещенск : Амурский гос. ун-т, 2018. 58 с.
6. *Бечелова А. Р., Старовойтова Е. В., Басырова Э. И.* Создание групповых проектов для формирования навыков работы в команде и креативного решения задач // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 8, № 12 (153). С. 36–44.
7. *Смит В., Бочков А., Кейпл Р.* Органический синтез. Наука и искусство. Москва : Мир, 2001. 573 с.
8. *Саримсакова Н. С., Файзуллаев Н. И., Бакиева Х. А.* Механизм и кинетика реакции получения этилового эфира из уксусной кислоты // Universum: технические науки. 2021. № 5-4 (86). С. 103–108.
9. *Севостьянова Н. Т., Баташев С. А., Демерлий А. М., Решетникова Д. К.* Анализ методов получения сложных эфиров // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник статей IX Международной научно-практической конференции. Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение», 2019. С. 17–19.
10. *Дубровский В. С., Золотарев Е. С., Гривин А. В., Козловский И. А.* Исследование процесса одностадийного получения этилацетата из этанола // Успехи в химии и химической технологии. 2020. Т. XXXIV, № 8. С. 22–24.
11. *Жукова И. В., Гариева Ф. Р., Гаврилов В. И.* Лабораторная установка получения кетена // Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. 2004. Т. 5, № 2. С. 62.

12. Дьячкова Т. П., Орехов В. С., Субочева М. Ю., Воякина Н. В. Химическая технология органических веществ : учебное пособие. Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. 172 с.

References

1. Matrosov A. V., Nizamov I. D. Chemistry project activity as an innovative teacher's tool. *Pedagogicheskoe obrazovanie* = Pedagogical Education. 2024; 5(5):228-234. (In Russ.)
2. Evstaf'eva I. T. Preparing future chemistry teachers to organize research activities for schoolchildren. *Innovatsionnaya nauka* = Innovative science. 2016; 2-4:52-56. (In Russ.)
3. Sutyagin A. A. Laboratory work as a tool for developing students' research skills when studying chemistry from the perspective of updating the Federal State Educational Standard of Basic General Education. *Aktual'nyye problemy khimicheskogo obrazovaniya* = Current issues in Chemical education: a collection of articles based on the Proceedings of the XI All-Russian Scientific and Practical Conference of Chemistry Teachers and University Lecturers (Penza, November 30, 2022). Penza, Publishing House of Penza State University, 2023. Pp.14–18. (In Russ.)
4. Nemtarev A. V., Kazymova M. A., Vtyurina N. N., Tatarinov D. A. Practical work in organic synthesis. General Workshop. Kazan, Kazan (Volga Region) Federal University, 2013. 79 p. (In Russ.)
5. Rodina T. A. Laboratory practical training in organic synthesis: study guide. Blagoveshchensk, Amur State University, 2018. 58 p. (In Russ.)
6. Bechelova A. R., Starovoytova E. V., Basyrova E. I. Creating group projects to develop teamwork skills and creative problem solving. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya* = Economics and Management: Problems and Solutions. 2024; 8(12-153):36-44. (In Russ.)
7. Smit V., Bochkov A., Kejpl R. Organic synthesis: science and art. Moscow, Mir Publ., 2001. 573 p. (In Russ.)
8. Sarimsakova N. S., Fayzullaev N. I., Bakieva H. A. Mechanism and kinetics of the reaction for producing ethyl ester from acetic acid. *Universum. Tekhnicheskie nauki* = Universum: technical sciences. 2021; 5-4(86):103-108. (In Russ.)
9. Sevost'yanova N. T., Batashev S. A., Demerliy A. M., Reshetnikova D. K. Analysis of methods for esters obtaining. *Sovremennaya nauka: aktual'nyye voprosy, dostizheniya i innovatsii* = Modern Science: current issues, achievements, and innovations. A collection of articles from the IX International Scientific and Practical Conference. Penza, Nauka i Prosveshhenie Publ., 2019. Pp. 17-19. (In Russ.)
10. Dubrovskiy V. S., Zolotarev E. S., Grivin A. V., Kozlovskiy I. A. Research of the process of one-stage production of ethylacetate from ethanol. *Uspekhi v khimii i khimicheskoy tekhnologii* = Advances in chemistry and chemical engineering. 2020; XXXIV(8):22-24. (In Russ.)
11. Zhukova I. V., Garieva F. R., Gavrilov V. I. Laboratory setup for ketene production. *Khimiya i komp'yutrnnoye modelirovaniye. Butlerovskiye soobshcheniya* = Chemistry and Computer Modeling. Butlerov Communications. 2004; 5(2):62. (In Russ.)
12. D'yachkova T. P., Orekhov V. S., Subocheva M. Yu., Voyakina N. V. Chemical technology of organic substances: study guide. Tambov, Publishing House of Tambov State Technical University, 2007. 172 p. (In Russ.)

Информация об авторах:

Сутягин А. А. – доцент кафедры географии, биологии и химии, кандидат химических наук, доцент.

Меньшиков В. В. – старший преподаватель кафедры географии, биологии и химии, Заслуженный учитель РФ.

Манжукова Л. Ф. – доцент кафедры географии, биологии и химии, кандидат химических наук, доцент.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Information about the authors:

Sutyagin A. A. – Associate Professor (Department of Geography, Biology, and Chemistry), PhD (Chemistry), Associate Professor.

Menshikov V. V. – Senior Lecturer (Department of Geography, Biology, and Chemistry), Honored Teacher of the Russian Federation.

Manzhukova L. F. – Associate Professor (Department of Geography, Biology, and Chemistry), PhD (Chemistry), Associate Professor.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 15.11.2025; одобрена после рецензирования 02.12.2025; принята к публикации 26.05.2026.

The article was submitted 15.11.2025; approved after reviewing 02.12.2025; accepted for publication 26.05.2026.

Учебный эксперимент в образовании. 2026. № 2 (118). С. 109–117.
Teaching experiment in education. 2026; 2(118):109-117.

Научная статья
УДК 372.853(045)
doi: 10.51609/2079-875X_2026_2_109

Конвергентная задача как дидактическое средство реализации конвергентного подхода в обучении физике

**Анна Анатольевна Харитонова¹, Виталий Владимирович Карпунин²,
Ольга Васильевна Храмова³**

^{1,2,3}Мордовский государственный педагогический университет имени М. Е. Евсевьева,
Саранск, Россия

¹blackann@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7085-3100>

²karpuninvv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6453-0340>

³hrams2020@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается конвергентная задача как средство реализации конвергентного подхода в обучении физике. Раскрывается сущность конвергентного подхода, его отличие от традиционной междисциплинарности и интегрированного урока. Обосновывается дидактический потенциал конвергентных задач для формирования целостного научного мировоззрения учащихся. Приводится пример конвергентной задачи по физике для основной школы, описываются методические рекомендации по ее использованию в учебном процессе. Статья адресована учителям физики, методистам и преподавателям системы дополнительного профессионального образования.

Ключевые слова: конвергентный подход, конвергентная задача, обучение физике, междисциплинарные связи, интегрированный урок, средняя школа, практико-ориентированное обучение

Декларация об использовании ИИ: при подготовке данной рукописи авторы не использовали генеративный искусственный интеллект или аналогичные автоматизированные инструменты.

Для цитирования: Харитонова А. А., Карпунин В. В., Храмова О. В. Конвергентная задача как дидактическое средство реализации конвергентного подхода в обучении физике // Учебный эксперимент в образовании. 2026. № 2 (118). С. 109–117. https://doi.org/10.51609/2079-875X_2026_2_109.

Original article

A convergent task as a didactic tool for implementing the convergent approach in physics teaching

Anna A. Kharitonova¹, Vitaly V. Karpunin², Olga V. Khramova³

^{1,2,3}Mordovian State Pedagogical University, Saransk, Russia

¹blackann@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7085-3100>

²karpuninvv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6453-0340>

³hrams2020@mail.ru

© Харитонова А. А., Карпунин В. В., Храмова О. В., 2026

Abstract. The article examines a convergent task as a means of implementing the convergent approach in physics teaching. It reveals the essence of the convergent approach and its distinction from traditional interdisciplinarity and integrated lessons. The didactic potential of convergent tasks for developing students' holistic scientific worldview is substantiated. An example of a convergent physics task for secondary school is provided, along with methodological recommendations for its use in the educational process. The article is intended for physics teachers, methodologists, and tutors in the system of extended professional education.

Keywords: convergent approach, convergent task, physics teaching, interdisciplinary connections, integrated lesson, secondary school, practice-oriented learning

Declaration on the use of AI: when preparing this article, the authors did not use generative AI or similar automated tools.

For citation: Kharitonova A. A., Karpunin V. V., Khramova O. V. A convergent task as a didactic tool for implementing the convergent approach in physics teaching. *Uchebnyy eksperiment v obrazovanii* = Teaching experiment in education. 2026; 2(118):109-117. (In Russ.). https://doi.org/10.51609/2079-875X_2026_2_109.

В российской педагогике конвергентный подход активно развивается в контексте интеграции естественно-научного и технологического образования.

Основоположителем конвергентного подхода в отечественной науке и образовании по праву считается М. В. Ковальчук, который еще в 1998 году предложил идеологию объединения нано-, био-, инфо- и когнитивных технологий. В своих работах ученый обосновывает необходимость перехода от узкой специализации, заведшей науку в «глобальный тупик», к междисциплинарности и конвергенции наук, возвращающей исследователя к целостной натурфилософской картине мира на новом уровне знания. Ковальчук подчеркивает, что система образования, будучи наиболее консервативной сферой, нуждается в принципиальных изменениях: подготовка специалистов должна строиться на основе междисциплинарности и конвергенции наук. Практическим воплощением этих идей стало создание в 2009 году на базе МФТИ первого в мире факультета нано-, био-, информационных и когнитивных технологий. Систематическое изложение концепции конвергентного подхода представлено в трехтомном труде ученого «Наука и жизнь: моя конвергенция» [1–3].

Существенный вклад в разработку когнитивных оснований конвергентного подхода внес О. Е. Баксанский, который в своей монографии «Когнитивные основания современного конвергентного подхода в образовании» (2024) рассматривает конвергенцию через призму междисциплинарности, объединяя философию, психологию, нейрофизиологию и проблематику искусственного интеллекта. Исследователь подчеркивает, что когнитивная наука, лежащая в основе конвергентного подхода, использует методологию синергетики для описания процессов самоорганизации в обучении [4].

С. Я. Астрейко и З. В. Лукашеня (2025) на основе терминологического анализа выводят собственное понимание дефиниции «конвергентный подход» в педагогических исследованиях технологической направленности. Они трактуют его как совокупность принципов – междисциплинарности, рефлексивной итеративности, практической направленности, инновационной открытости к новым идеям, способствующих интеграции различных технологий, методов, теорий и практик для более глубокого понимания исследуемых процессов и явлений [5].

Особого внимания заслуживают исследования, посвященные применению конвергентного подхода в обучении физике. Т. С. Фещенко и Л. А. Шестакова (2023) в статье «Конвергенция в школьном физическом образовании: от ретроспективы к перспективе» обосновывают необходимость внедрения конвергентного подхода в школьное физическое образование как средства подготовки специалистов для наукоемких производств. Авторы отмечают, что конвергентный подход в организации учебных занятий по физике должен занимать главенствующую позицию, поскольку он позволяет «упреждать» потребности высокотехнологичных отраслей в специалистах, способных действовать в условиях стирания границ между науками и технологиями [6].

В контексте профильного обучения О. В. Абрамова (2023) рассматривает особенности конвергентного обучения в инженерных классах, обосновывая единый подход к решению задач по физике векторным способом с визуализацией в графическом редакторе. Данное исследование показывает практическую реализацию конвергенции математического и физического знания [7].

STEM и НБИКС-конвергенция. Т. В. Никитина (2025) отмечает, что современными концепциями реализации междисциплинарного подхода являются STEM-образование (Science, Technology, Engineering, Mathematics) и НБИКС-конвергенция (нано-, био-, инфо-, когно- и социогуманитарные науки). Наиболее эффективным инструментом реализации междисциплинарного подхода, по мнению автора, является обучение школьников по программам дополнительного образования, в частности преподавание робототехники как одной из ключевых технологий четвертой промышленной революции.

Важно отметить, что идея интеграции в обучении не нова. Долгое время она реализовывалась преимущественно через интегрированные уроки, где содержание двух-трех предметов объединялось вокруг одной темы. Конвергентный подход, в свою очередь, предлагает более глубокий и системный уровень междисциплинарного взаимодействия – вплоть до слияния научных областей (например, НБИКС-конвергенция). Чтобы понять, чем конвергентный подход отличается от традиционной интеграции и как они соотносятся с практикой интегрированного урока, обратимся к их сравнительному анализу, представленному в таблице 1.

Таким образом, анализ научной литературы показывает, что конвергентный подход в обучении физике предполагает интеграцию знаний из различных предметных областей (математика, биология, химия, технология) и формирование у учащихся целостного научного мировоззрения. Однако для практической реализации данного подхода в учебном процессе необходим конкретный дидактический инструмент, позволяющий «спроектировать» конвергенцию наук на уровень учебной деятельности. Одним из таких инструментов выступает конвергентная задача. В контексте обучения физике конвергентная задача представляет собой задание, содержание которого интегрирует физические знания со знаниями из других дисциплин и требует их комплексного применения для решения реальной или модельной ситуации.

Сравнительная характеристика интегрированного и конвергентного урока

Вид урока	Интегрированный урок	Конвергентный урок
Основная идея	Объединение знаний из разных предметов вокруг одной темы	Создание целостной картины мира через взаимопроникновение наук и технологий (NBIC)
Цель	Углубить понимание конкретной темы, показать ее с разных сторон	Сформировать системное мышление, научить решать комплексные реальные задачи
Что объединяет	Содержание 2–3 учебных предметов	Научные знания, технологии, методы познания (нано, био, инфо, когни)
Роль предметов	Есть ведущий предмет и вспомогательные	Предметные границы размыты, работа идет на стыке
Результат	Более глубокое знание по теме	Целостное мировоззрение, метапредметные компетенции, умение переносить способы действий
Исторический контекст	Появился как способ компенсировать раздробленность предметной системы	Отражает современный этап развития науки (интеграция NBIC-технологий)
Признак	Контекстная задача	Конвергентная задача
Основная цель	Применить предметные знания (физики) в реальной или профессиональной ситуации	Синтезировать знания из разных наук и технологий для решения комплексной проблемы
Структура знаний	Одна предметная область (физика), но с «одеждой» из реальной жизни	Две и более дисциплин (физика + биология + инженерия + экономика + IT и др.)
Характер ситуации	Жизненная, бытовая, производственная – в рамках одного профиля	Междисциплинарная, исследовательская, инженерная – требует «стыковки» разных наук
Действия ученика	Узнать ситуацию, перевести ее на язык физики, применить формулу/закон	Обнаружить связи между разными областями, согласовать противоречия, создать новое решение
Результат	Числовой ответ, вывод о применимости закона	Проект, модель, алгоритм, обоснованное решение с учетом разных факторов (техника, природа, общество)
Тип мышления	Абстрактно-логическое / конвергентное мышления	Конвергентное / дивергентное мышление
Пример задачи	«Сколько времени будет нагреваться 2 литра воды в чайнике мощностью 2000 Вт?» (физика + быт)	Вы – консультант в магазине бытовой техники. К вам приходит семья из трех человек с запросом: «Нужен новый электрический чайник. Старый сломался. Важно, чтобы вода закипала быстро (утром все торопятся), но при этом мы хотим экономить электроэнергию. Еще у нас жесткая вода – накипь образуется быстро. И важно, чтобы чайник был удобным для пожилой бабушки (нетяжелый, с понятным управлением)».

Конвергентная задача выступает не просто методическим приемом, а дидактическим средством реализации конвергентного подхода, который рассматривается сегодня как парадигмальная основа образования в эпоху NBIC-конвергенции (нано-, био-, инфо-, когнитивных технологий).

Опираясь на выделенные теоретические основания, мы разработали авторский вариант конвергентной задачи по физике и методику ее решения, который представляет собой пример практической реализации рассмотренных выше идей.

«Энергия ветра: от теории к проекту»

Цель: сформировать умение применять физические законы (кинетическая энергия, мощность) в междисциплинарном контексте реального инженерного расчета, учитывая географические и экономические ограничения.

1. Сюжет (Проблемная ситуация)

Вы – инженер проектной группы в энергетической компании. Перед вами стоит задача оценить эффективность установки ветрогенератора для автономного питания горнолыжного курорта в Красной Поляне (Краснодарский край).

Администрация курорта предоставила данные:

Среднегодовая скорость ветра $v = 6$ м/с (на высоте 500 м).

Диаметр ротора ветрогенератора $D = 20$ м.

Плотность воздуха ρ зависит от температуры и давления местности.

Дополнительное условие: генератор не может работать при скорости ветра более 25 м/с (аварийное отключение) и запускается при $v > 3$ м/с.

Задача: Рассчитать теоретическую мощность ветрового потока, проходящего через ометаемую площадь ротора, и определить, сколько электроэнергии (кВт·ч) такой генератор может выработать за сутки при заданной средней скорости, насколько рентабельна установка такого ветрогенератора.

2. Физическая составляющая (Ядро задачи)

Теоретическая модель: Мощность ветрового потока (кинетическая энергия, переносимая за единицу времени через площадь S):

$$P = \Delta E / \Delta t = 1/2 \cdot \rho \cdot S \cdot v^3,$$

где:

P – мощность потока (Вт),

ρ – плотность воздуха (кг/м³),

$S = \pi D^2 / 4$ – площадь, ометаемая лопастями (м²),

v – скорость ветра (м/с).

Шаг 1. Найдем массу воздуха, проходящего через площадь S за время Δt .

Воздух движется со скоростью v . За время Δt каждая частица воздуха проходит расстояние $l = v \cdot \Delta t$.

Объем воздуха, который пройдет через площадь S за это время, $V = S \cdot l = S \cdot v \cdot \Delta t$

Масса этого объема воздуха

$$m = \rho \cdot V = \rho \cdot S \cdot v \cdot \Delta t, \text{ где } \rho \text{ – плотность воздуха (кг/м}^3\text{).}$$

Шаг 2. Найдем кинетическую энергию массы воздуха.

$$\text{Кинетическая энергия движущегося воздуха } E = 1/2 m v^2$$

Подставляем выражение для массы:

$$E = 1/2 \cdot (\rho \cdot S \cdot v \cdot \Delta t) \cdot v^2$$

$$E = 1/2 \cdot \rho \cdot S \cdot v^3 \cdot \Delta t$$

Плотность воздуха линейная: чем плотнее воздух (холодный, высокое давление), тем выше мощность.

Ометаемая площадь линейная: чем больше площадь лопастей, тем выше мощность.

Скорость ветра кубическая: увеличение скорости в 2 раза дает рост мощности в 8 раз!

Шаг 3. Найдем мощность ветрового потока.

Мощность – это энергия, переносимая за единицу времени:

$$P = E/\Delta t$$

Подставляем выражение для энергии:

$$P = \frac{E}{\Delta t} = \frac{1}{2} \rho S v^3$$

3. Инженерия (Коэффициенты)

Ветрогенератор не может забрать всю кинетическую энергию ветра. Почему?

Представьте: если бы турбина забрала 100 % энергии, воздух за ней остановился бы ($v = 0$). Но тогда новый воздух не мог бы подойти к лопастям – образовалась бы «пробка». Ветер просто обтекал бы турбину, а не проходил через нее.

$$P_{\text{мех}} = C_p \cdot P_{\text{пот}},$$

где коэффициент C_p показывает, какую долю энергии ветрового потока турбина превращает в механическую энергию вращения.

По закону Бетца предельный коэффициент $C_p \approx 0,593$ (идеал), а для реальных установок $C_p \approx 0,4$ (40 %).

Закон Бетца (закон Беца) – это теоретический принцип в аэродинамике, который определяет максимальную мощность, которую можно получить от ветрогенератора при заданной скорости ветра и площади ротора. Он был открыт в 1919 году немецким физиком Альбертом Бетцем.

$P_{\text{эл}} = C_p P_{\text{пот}} \eta_{\text{ген}}$, где $\eta_{\text{ген}}$ – КПД генератора.

Находим КПД современных установок $\approx 0,85 \div 0,95$

4. География и физика атмосферы

Условия лета и зимы:

Температура: $t = +25$ °С (средняя дневная летняя температура); $T = 298$ К.

Давление: $p = 99191,84$ Па.

$$\rho = p/(R_{\text{уд}} T)$$

где, $R_{\text{уд}} = 287$ Дж/(кг·К).

$$\rho = 1,179 \text{ кг/м}^3$$

плотность воздуха летом

$$P_{\text{эл}} = C_p P_{\text{пот}} \eta_{\text{ген}}$$

Сезонные показатели температуры и плотности воздуха представлены в таблице 2.

Таблица 2

Сезонная температура и плотность воздуха

Сезон	Температура (°C)	Температура (K)	Плотность воздуха
Лето	+20	293	1,18 кг/м ³
Зима	-5	268	1,29 кг/м ³

5. Экономическая составляющая

Тарифы на электроэнергию в Краснодарском крае (2026 год) составляют 7,47 руб./кВт·ч.

Экономические показатели представлены в таблицах 3–5.

Таблица 3

Примерные цены на оборудование (2026 год)

Компонент	Модель / Характеристики	Цена (руб.)
Ветрогенератор	ENERGYWIND TW-005, 5 кВт, 48В	259 250
Инвертор	МАП SIN PRO, 1,3 кВт (12В/220В) – необходимо 4 шт. для 5 кВт	~ 90 800 (4 × 22 700)
Аккумуляторные батареи	4 шт. CHALLENGER G 12-100H (12В, 100А·ч) для сборки 48В	62 800 (4 × 15 700)
Мачта и крепления	~ 50 000	Ориентировочная цена на мачту высотой 10-12 м
Монтажные и пусконаладочные работы	~ 30 000	Включая бетонирование основания, подключение
Доставка в горную местность (Красная Поляна)	~ 20 000	Логистические расходы
Прочие затраты (кабель, автоматика)	~ 15 000	–
Общая стоимость оборудования и установки		~ 527 850

Таблица 4

Расчет годовой выработки электроэнергии

Показатель	Минимальная выработка (10 %)	Максимальная выработка (20 %)
Номинальная мощность	5 кВт	5 кВт
Часов в году	8760 ч	8760 ч
КИУМ	0,10	0,20
Годовая выработка	4 380 кВт·ч	8 760 кВт·ч

Таблица 5

Срок окупаемости (без учета субсидий)

Показатель	Значение
Первоначальные инвестиции	527 850 руб.
Годовая экономия на электроэнергии	34 427 руб.
Простой срок окупаемости	527 850 / 34 427 ≈ 15,3 года

Средняя годовая выработка электроэнергии составляет 6 570 кВт·ч, тогда годовая экономия $6\,570 \times 5,24 = 34\,426,80$ руб.

Обобщая, подчеркнем: основные экономические риски проекта связаны с нестабильностью ветрового режима в горной местности, высокой стоимостью замены аккумуляторных батарей каждые 5–7 лет, риском обледенения лопастей в зимний период, а также с высокими первоначальными инвестициями (около 530 тыс. руб.). Указанные факторы могут увеличить реальный срок окупаемости до 18–20 лет по сравнению с расчетным значением (15,3 года) и снизить общую экономическую эффективность проекта.

Подводя итог, отметим, что внедрение конвергентных задач в практику школьного физического образования открывает новые возможности для реализации междисциплинарных связей и усиления практико-ориентированной направленности обучения. Конвергентная задача, как показано в статье, позволяет:

- смоделировать реальную жизненную ситуацию, требующую интеграции знаний из разных наук;
- активизировать познавательную деятельность учащихся;
- способствовать формированию логических универсальных учебных действий (анализ, синтез, сравнение, обобщение).

Предложенная в статье методика работы с конвергентной задачей может быть адаптирована учителями под конкретные темы и условия обучения. Дальнейшие исследования целесообразно направить на разработку фонда конвергентных задач по всему курсу физики средней школы и оценку их влияния на качество образования.

Список источников

1. Ковальчук М. В. Наука и жизнь: моя конвергенция. Т. 2 : Избранные научные труды. 2-е изд., стер. Москва : Академкнига, 2012. 500 с.
2. Ковальчук М. В. Наука и жизнь: моя конвергенция. Т. 1 : Автобиографические наброски. Научно-популярные и концептуальные статьи. 2-е изд., стер. Москва : Академкнига, 2012. 302 с.
3. Ковальчук М. В. Конвергенция наук и технологий – прорыв в будущее // Российские нанотехнологии. 2011. Т. 6, № 1–2. С. 1–32.
4. Баксанский О. Е. Когнитивные основания современного конвергентного подхода в образовании : монография. Москва : МПГУ, 2024. 216 с. ISBN 978-5-4263-0997-5.
5. Баксанский О. Е. Конвергентные технологии в контексте современной философии образования // Системные стратегии: наука, образование, информационные технологии : сборник научных статей, Вологда, 24–25 сентября 2013 года. Вологда : Вологодский государственный педагогический институт. 2013. Вып. 1. С. 17–33. EDN DGJTEA.
6. Астрейко С. Я., Лукашеня З. В. Конвергентный подход как методологическое основание педагогических исследований технологической направленности // Вестник Барановичского государственного университета. Серия: Педагогические науки. Психологические науки. Филологические науки (литературоведение). 2025. № 1 (17). С. 6–12. EDN PDYLGH.
7. Фещенко Т. С., Шестакова Л. А. Конвергенция в школьном физическом образовании: от ретроспективы к перспективе // Педагогическое образование в России. 2023. № 3. С. 38–46. EDN BOWNJD.
8. Абрамова О. В. Особенности конвергентного обучения в инженерных классах // Физика в школе. 2023. № S2. С. 92–96. DOI 10.47639/0130-5522_2023_S2_92. EDN LEVWPC.

References

1. Kovalchuk M. V. Science and life: my convergence. Vol. 2: Selected scientific papers. 2nd ed., stereotyped. Moscow, Akademkniga Publ., 2012. 500 p. (In Russ.)
2. Kovalchuk M. V. Science and life: my convergence. Vol. 1: Autobiographical sketches. Popular science and conceptual articles. 2nd ed., stereotyped. Moscow, Akademkniga Publ., 2012. 302 p. (In Russ.)
3. Kovalchuk M. V. Convergence of sciences and technologies – a breakthrough into the future. *Rossiyskiye nanotekhnologii* = Russian nanotechnology. 2011; Vol. 6:1-2:1-32. (In Russ.)
4. Baksansky O. E. Cognitive foundations of the modern convergent approach in education: monograph. Moscow, Moscow State Pedagogical University, 2024. 216 p. ISBN 978-5-4263-0997-5. (In Russ.)
5. Astreiko S. Ya., Lukashenya Z. V. Convergent approach as a methodological basis for pedagogical research of technological orientation. *Vestnik Baranovichskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pedagogicheskiye nauki. Psikhologicheskkiye nauki. Filologicheskkiye nauki (literaturovedeniye)* = Bulletin of Baranovichi State University. Series: Pedagogical sciences. Psychological sciences. Philological sciences (literary studies). 2025; 1(17):6-12. EDN PDYLGH. (In Russ.)
6. Feshchenko T. S., Shestakova L. A. Convergence in school physical education: from retrospect to perspective. *Pedagogicheskoye obrazovaniye v Rossii* = Pedagogical education in Russia. 2023; 3:38-46. EDN BOWNJD. (In Russ.)
7. Abramova O. V. Features of convergent learning in engineering classes. *Fizika v shkole* = Physics at school. 2023; S2:92-96. DOI 10.47639 / 0130-5522_2023_S2_92. EDN LEVWPC. (In Russ.)

Информация об авторах:

Харитонов А. А. – доцент кафедры физики, информационных технологий и методик обучения, кандидат педагогических наук, доцент.

Карпунин В. В. – доцент кафедры физики, информационных технологий и методик обучения, кандидат физико-математических наук, доцент.

Храмова О. В. – студентка физико-математического факультета.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Kharitonova A. A. – Associate Professor (Department of Physics, Information Technologies and Teaching Methods), PhD (Pedagogy), Associate Professor.

Karpunin V. V. – Associate Professor (Department of Physics, Information Technologies and Teaching Methods), PhD (Physics and Mathematics), Associate Professor.

Khramova O. V. – student (Faculty of Physics and Mathematics).

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 25.02.2026; одобрена после рецензирования 12.03.2026; принята к публикации 26.05.2026.

The article was submitted 25.02.2026; approved after reviewing 12.03.2026; accepted for publication 26.05.2026.

Научная статья

УДК 372.857

doi: 10.51609/2079-875X_2026_2_118

Конструирование цифрового контента визуальных средств обучения биологии для старшеклассников

Ольга Александровна Яскина¹, Елена Николаевна Арбузова^{2,3}

¹Омский государственный педагогический университет, Омск, Россия

²Омский государственный университет имени Ф. М. Достоевского, Омск, Россия

³Государственный университет просвещения, Москва, Россия

¹sanych1978@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8092-067X>

^{2,3}arbuzova-elena@mail.ru*, <http://orcid.org/0000-0002-9378-6633>

Аннотация. Статья посвящена проблеме повышения эффективности обучения биологии старшеклассников в условиях цифровизации образования. Авторами предложена и экспериментально обоснована методическая система конструирования цифрового контента визуальных средств обучения, базирующаяся на принципах модульности, интерактивности, адекватности и контекстной интеграции. В ходе исследования реализована трехмодульная модель обучения (информационно-визуальный, лабораторно-динамический и конструкторско-проектный модули). Результаты опытно-экспериментальной работы, подтвержденные методами математической статистики, свидетельствуют о значимом росте качества биологических знаний и уровня цифровой компетентности обучающихся. Доказано, что переход от пассивного потребления визуальной информации к ее самостоятельному моделированию обеспечивает синергию предметной и технологической подготовок старшеклассников.

Ключевые слова: цифровой образовательный контент, визуальные средства обучения, биологическое образование, когнитивная визуализация, цифровая компетентность

Декларация об использовании ИИ: при подготовке данной рукописи авторы не использовали генеративный искусственный интеллект или аналогичные автоматизированные инструменты.

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания Министерства просвещения Российской Федерации (720000Ф.99.1.БН62АБ84000; рег.1025090100004-8-5.3.1) по теме: «Развитие цифровой грамотности педагогов и студентов через практику работы с современными лабораторными комплексами».

Для цитирования: Яскина О. А., Арбузова Е. Н. Конструирование цифрового контента визуальных средств обучения биологии для старшеклассников // Учебный эксперимент в образовании. 2026. № 2 (118). С. 118–127. https://doi.org/10.51609/2079-875X_2026_2_118.

Original article

Designing digital content of visual learning tools in Biology for high school students

Olga A. Yaskina¹, Elena N. Arbuzova^{2,3}

¹Omsk State Pedagogical University, Omsk, Russia

²Omsk State University named after F. M. Dostoevsky, Omsk, Russia

³State University of Education, Moscow, Russia

¹sanych1978@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8092-067X>

^{2,3}arbuzova-elena@mail.ru*, <http://orcid.org/0000-0002-9378-6633>

Abstract. The article addresses the issue of improving the effectiveness of Biology education for high school students under the conditions of digitalization. The authors propose and experimentally substantiate a methodological system for designing digital content for visual learning tools, based on the principles of modularity, interactivity, adequacy, and contextual integration. The study implemented a three-module instructional model consisting of information-visual, laboratory-dynamic, and design-project modules. The results of the experimental work, confirmed by methods of mathematical statistics, demonstrate a significant improvement in the quality of students' biological knowledge and their level of digital competence. It is shown that transitioning from passive consumption of visual information to its independent modeling ensures synergy between students' subject-specific and technological preparation.

Keywords: digital educational content, visual learning tools, biology education, cognitive visualization, digital competence.

Declaration on the use of AI: when preparing this article, the authors did not use generative AI or similar automated tools.

Acknowledgments: the work was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Education of the Russian Federation (720000Ф.99.1.БН62АБ84000; reg.1025090100004-8-5.3.1) on the topic: "Development of digital literacy of teachers and students through the practice of working with modern laboratory complexes."

For citation: Yaskina O. A., Arбузова E. N. Designing digital content of visual learning tools in Biology for high school students. *Uchebnyj experiment v obrazovanii = Teaching experiment in Education*. 2026; 2(118):118-127. (In Russ.). https://doi.org/10.51609/2079-875X_2026_2_118.

Современная система общего образования находится в условиях устойчивой цифровой трансформации, предполагающей переосмысление содержания, методов и средств обучения. Цифровизация затрагивает все уровни образовательного процесса и вносит качественные изменения в методику школьного обучения. Одним из ключевых направлений данных преобразований выступает разработка и внедрение цифрового контента, обеспечивающего новые формы визуализации учебной информации. Особенно остро необходимость таких изменений проявляется в преподавании естественно-научных дисциплин, в частности биологии, где сложный понятийный аппарат и абстрактные процессы требуют наглядного и динамичного представления [1].

В современных условиях возникает противоречие между возрастающим объемом биологической информации, требующей осмысления обучающимися, и ограниченными возможностями ее восприятия на основе традиционных средств обучения. Это противоречие обуславливает потребность в поиске новых средств и технологий, способных повысить уровень усвоения знаний и познавательную активность старшеклассников [2].

Одним из перспективных направлений решения указанной проблемы, по нашему мнению, является конструирование цифрового контента визуальных средств обучения по биологии (ЦКВС), которое позволяет объединить научную точность, интерактивность и доступность представления материала. Под ЦКВС мы понимаем совокупность специально созданных в электронной форме дидактических материалов (изображений, инфографики, анимаций, видеороликов, 3D-моделей, виртуальных лабораторий и интерактивных симуляторов и т.д.),

интеграция которых в образовательный процесс обеспечивает визуализацию биологических объектов и процессов различного уровня сложности и создает условия для активной познавательной деятельности обучающихся. Цифровые визуальные ресурсы обеспечивают гибкость подачи информации, способствуют формированию связей между абстрактными биологическими понятиями и конкретными образами природных явлений, а также усиливают личностную вовлеченность обучающихся в процесс познания.

Результаты эмпирического исследования, выполненного авторами на выборке старшеклассников, показали, что у большинства обучающихся доминирует визуальный канал восприятия информации, а использование визуальной графики (схем, диаграмм, иллюстраций, компьютерных моделей) обеспечивает более глубокое понимание и долговременное запоминание биологических понятий и процессов [3]. Грамотно спроектированные визуальные средства обучения выступают не просто иллюстративным дополнением, а ключевым инструментом осмысления и структурирования содержания курса общей биологии. Указанные результаты в целом согласуются с выводами когнитивной психологии о ведущей роли зрительного канала в переработке информации и эффективности визуализации для формирования представлений об абстрактных объектах и процессах.

Гипотеза исследования базируется на предположении о том, что эффективность обучения биологии старшеклассников повысится, если процесс конструирования цифрового контента визуальных средств будет осуществляться на основе системы принципов (модульности, интерактивности, адекватности формы и контекстной интеграции), что позволит:

- преодолеть абстрактность сложных биологических понятий за счет динамической визуализации;
- перевести обучающегося из позиции пассивного наблюдателя в позицию активного субъекта, моделирующего биологические процессы;
- обеспечить прочную связь между теоретическими знаниями и их визуальными образами.

Для более глубокого понимания функциональных преимуществ и дидактического потенциала цифрового контента целесообразно провести его сравнительный анализ с традиционными визуальными средствами обучения (табл. 1).

Анализ представленных в таблице данных наглядно демонстрирует, что потенциал цифрового контента реализуется не за счет простого дублирования наглядности, а путем качественного расширения функциональных возможностей визуального ряда. Основное дидактическое преимущество ЦКВС заключается в преодолении статичности, что позволяет старшеклассникам воспринимать биологические системы не как набор «застывших» структур, а как динамические процессы, протекающие во времени и пространстве. Однако, чтобы указанные преимущества были реализованы в полной мере, процесс проектирования таких средств не должен быть стихийным.

**Сравнительный анализ традиционных
и цифровых визуальных средств обучения биологии**

Параметр	Традиционные средства	ЦКВС
Наглядность	Статичная (фиксация отдельного состояния или структуры)	Динамичная (визуализация процессов в развитии)
Уровень абстракции	Ограничен плоскостным или фиксированным объемным изображением	Многомерный. Возможность масштабирования и погружения внутрь микроструктур (3D-моделирование)
Роль обучающегося	Пассивное наблюдение, нет обратной связи, ученик не влияет на процесс	Активное взаимодействие. Возможность изменять параметры системы и получать обратную связь
Степень интеграции	Фрагментарность. Трудно совместить микро- и макроуровни в одном пособии	Контекстная целостность. Быстрое переключение между уровнями организации живой материи
Когнитивная нагрузка	Высокая (требует значительных усилий для мысленного «оживления» схемы)	Оптимизированная (снижение усилий на декодирование за счет реалистичности и плавности переходов)
Доступность и гибкость	Ограничена материальной базой кабинета биологии	Высокая. Доступность 24/7 с любых устройств, возможность индивидуализации темпа изучения

Нами было определено, что эффективность цифрового контента напрямую зависит от соблюдения ряда методологических требований. В связи с этим конструирование содержания данных средств в рамках нашего исследования осуществлялось с опорой на следующие принципы [4]:

1. Принцип модульности визуального ряда. Содержание ЦКВС структурируется в виде взаимосвязанных блоков, где каждый визуальный элемент (схема, модель, анимация) является логическим продолжением предыдущего.

2. Принцип адекватности визуальной формы типу деятельности. Формат контента должен строго соответствовать учебной задаче. Для запоминания – инфографика, для понимания процессов – динамическая симуляция, для творчества – конструктор моделей.

3. Принцип диалогической интерактивности. Визуальные средства должны обеспечивать обратную связь. Интерактивность в ЦКВС – это возможность вмешиваться в ход виртуального процесса, изменяя параметры системы.

4. Принцип контекстной интеграции. Визуальные модули объединяются сквозной учебной проблемой, создавая целостную картину биологического явления.

Теоретическое обоснование данных принципов послужило фундаментом для создания прикладной методической модели. Мы полагаем, что системное внедрение ЦКВС в учебный процесс должно носить поэтапный характер, обеспечивая постепенную трансформацию когнитивной деятельности обучающихся

от репродуктивного восприятия к самостоятельному моделированию биологических объектов. В соответствии с данной установкой разработанная нами модель была реализована в виде трех последовательных модулей, поэтапная апробация которых легла в основу опытно-экспериментальной части исследования.

Опытно-экспериментальная работа проводилась в период с 2020 по 2024 год в образовательных организациях Омска и Омской области. В диагностических процедурах принимали участие обучающиеся 10-х классов в возрасте от 15 до 17 лет, всего 372 человека. Все старшеклассники изучали биологию на базовом уровне по учебнику под редакцией В. В. Пасечника для 10-го класса (УМК «Линия Жизни») [5].

Методологической основой конструирования ЦКВС выступил принцип когнитивной визуализации. Мы исходили из того, что цифровое средство обучения не должно быть механической копией бумажного плаката. Эффективное ЦКВС представляет собой структурно-функциональный модуль, который обеспечивает «разворачивание» биологического образа в сознании обучающегося через активную деятельность.

В ходе формирующего этапа эксперимента был апробирован комплект ЦКВС по наиболее сложным темам курса: «Химический состав и строение клетки», «Размножение и индивидуальное развитие организмов» и «Наследственность и изменчивость организмов». Реализация методики осуществлялась через три последовательных модуля:

1. Информационно-визуальный модуль. Содержание данного модуля ориентировано на формирование первичного когнитивного образа клеточных структур, с опорой на принципы модульности визуального ряда и контекстной интеграции, использовался интерактивный 3D-атлас. Обучающимся предлагались задания, требующие кодирования информации из текста в визуальные образы (соотнесение функций с трехмерными моделями органоидов). Это обеспечило формирование прочного понятийного аппарата как фундамента дальнейшего обучения.

2. Лабораторно-динамический модуль. В рамках данного модуля акцент сместился на овладение способами манипулирования динамическими объектами, был реализован принцип диалогической интерактивности. Старшеклассники работали в Виртуальной лаборатории «Транспорт веществ». Им предлагалось самостоятельно изменять параметры внешней среды (температуру, концентрацию солей) и в реальном времени наблюдать визуальную реакцию клетки (например, изменение объема при осмосе), что позволило им самостоятельно выявить причинно-следственные связи и механизмы гомеостаза.

3. Конструкторско-проектный модуль. Согласно принципу адекватности визуальной формы типу деятельности целевой установкой данного модуля является формирование цифровой компетентности через переход от пассивного потребления контента к созданию собственного визуального продукта. Задания включали комплекс профессионально-ориентированных кейсов (например, «Митохондриальная дисфункция», требующий анализа визуальных данных и прогнозирования физиологических последствий) и проектное задание: спроектировать и визуализировать на онлайн-платформе модель «Клетки специально-

го назначения» с заданными свойствами. Итогом реализации модуля стало освоение обучающимися навыков самостоятельного конструирования цифровых визуальных моделей.

Для оценки результативности разработанной методики конструирования ЦКВС нами были выделены следующие критерии:

- 1) уровень знаний биологических понятий и способов учебного действия (умение моделировать процессы);
- 2) уровень познавательного интереса к изучению биологии в условиях цифровой среды;
- 3) уровень развития цифровой компетентности обучающихся.

Анализ результатов проводился путем сопоставления данных констатирующего и контрольного этапов эксперимента.

Первым этапом исследования выступила проверка уровня знаний биологических понятий и способов учебного действия. В отличие от традиционной проверки знаний, диагностика была направлена на выявление способности старшеклассников оперировать сложными биологическими образами. Для этого использовались критериально-ориентированные тесты, включающие задания трех уровней сложности:

1-й уровень – репродуктивный – включал в себя распознавание биологических структур на «слепых» цифровых микрофотографиях и 3D-моделях;

2-й уровень – интеллектуальный – включал задания на установление последовательности этапов процесса (например, «расставить кадры митоза в правильном порядке»);

3-й уровень – практико-ориентированный – включал решение цитологических задач по моделированию (например, «спрогнозировать изменение объема клетки при изменении концентрации солей в виртуальной среде»).

Сопоставление результатов начальной и итоговой диагностики зафиксировало выраженную положительную динамику усвоения учебного материала (рис. 1).

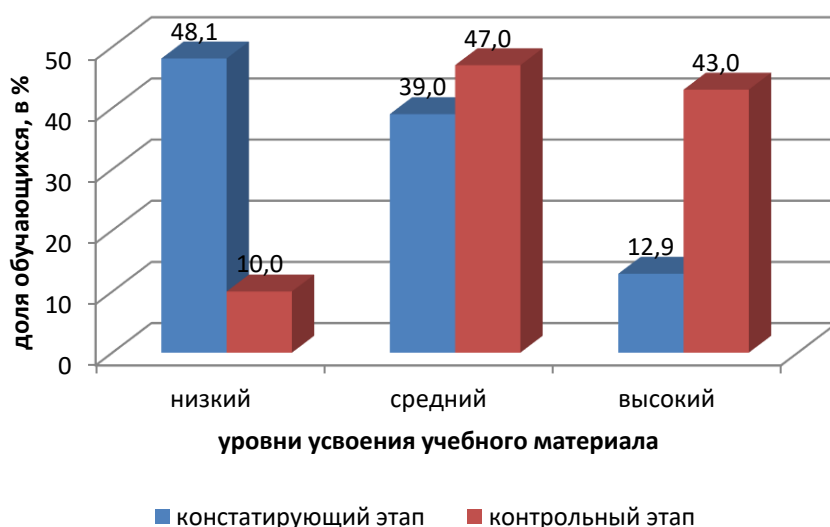


Рис. 1. Динамика уровня знаний и способов действия обучающихся (%)

Если на начальном этапе высокий уровень владения способами действия (моделирование процессов мейоза, транскрипции) демонстрировали лишь 12,9 % обучающихся, то после прохождения информационно-визуального и лабораторно-динамического модулей этот показатель возрос до 43,0 %. Положительный сдвиг обусловлен реализацией принципов модульности визуального ряда и контекстной интеграции, позволивших преодолеть фрагментарность биологических знаний.

Оценка уровня познавательного интереса к изучению биологии в условиях цифровой среды проводилась нами методом сравнительного анализа качественных показателей эмоционально-ценностного отношения обучающихся к предмету. В ходе диагностических процедур (анкетирование по Т. Д. Дубовицкой [6]) было выявлено, что внедрение интерактивного контента оказало значительное влияние на внутреннюю направленность учебной деятельности [7]. Так, если на констатирующем этапе эксперимента показатель интенсивности познавательного интереса (высокий уровень) составлял лишь 32,0 %, то на контрольном этапе он возрос до 74,2 %. При этом доля старшеклассников с низким уровнем мотивации сократилась более чем в три раза (с 38,2 до 10,2 %).

Такие изменения подтверждают, что использование динамических визуальных моделей в рамках второго модуля методики позволило снять «когнитивный барьер» перед абстрактными биологическими темами. Обучающиеся в ходе интервью отмечали, что возможность манипулирования параметрами в виртуальных симуляциях сделала изучение биологических закономерностей лично значимым процессом. Данный мотивационный фундамент стал необходимым условием для перехода к финальному этапу работы – развитию цифровой компетентности обучающихся.

В рамках нашего исследования цифровая компетентность рассматривается как способность старшеклассника эффективно использовать цифровые инструменты для визуализации биологических данных, моделирования процессов и решения учебных задач в цифровой среде [8]. Данный критерий проверялся через оценку трех показателей: технологического (владение инструментами создания визуального контента), когнитивного (умение критически оценивать цифровую биологическую информацию и структурировать ее) и продуктивного (создание авторских цифровых визуальных опор). Динамика уровней цифровой компетентности представлена на рисунке 2.

Анализ результатов показал, что внедрение конструкторско-проектного модуля позволило качественно изменить характер работы старшеклассников с цифровыми средствами. Низкий уровень (допустимый) сократился с 47,0 до 11,0 %. Обучающиеся перестали воспринимать цифровой контент только как иллюстрацию к учебнику. Средний уровень (оптимальный) увеличился на 12,1 % и составил 51,1 %. Обучающиеся уверенно используют базовый инструментарий для выполнения типовых заданий по визуализации. Высокий уровень (продуктивный) продемонстрировал наиболее значимый рост – с 14,0 до 37,9 % (прирост составил 23,9 %). Старшеклассники продемонстрировали способность самостоятельно выбирать адекватную визуальную форму (принцип

адекватности визуальной формы типу деятельности) для отображения сложных биологических закономерностей, создавая сложные интерактивные продукты.

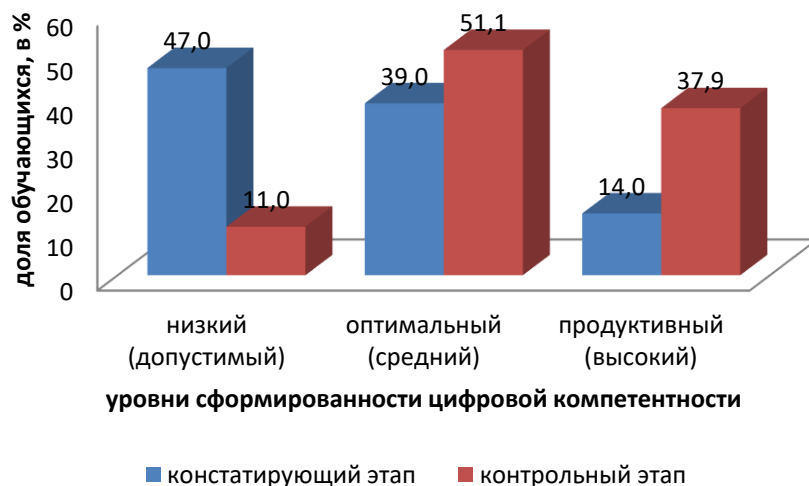


Рис. 2. Динамика уровней сформированности цифровой компетентности старшеклассников (%)

Особое значение имеет тот факт, что рост цифровой компетентности происходил синхронно с ростом качества знаний по биологии. Это подтверждает нашу гипотезу о том, что процесс конструирования ЦКВС обладает двойным педагогическим эффектом, он служит как инструментом глубокого освоения биологии, так и средством развития актуальных цифровых навыков в соответствии с требованиями ФГОС.

Для математического подтверждения результативности разработанной методики был проведен расчет коэффициента успешности обучения (K). Данный показатель позволяет объективно оценить масштаб качественных изменений в знаниях и способах деятельности обучающихся. Коэффициент успешности, рассчитанный как отношение усредненных итоговых показателей к исходным, в нашем исследовании составил 1,15. Согласно методологическим требованиям, значение $K > 1$ свидетельствует о результативности внедряемых инноваций и успешности апробированной модели. Полученный результат (1,15) указывает на 15%-й прирост качества обучения, что подтверждает целесообразность использования сконструированного цифрового контента в образовательном процессе.

Для оценки статистической значимости зафиксированных изменений был применен непараметрический Т-критерий Вилкоксона, позволяющий сопоставить показатели одной и той же выборки в двух разных состояниях. Полученное эмпирическое значение находится в зоне значимости при $p \leq 0,01$, что позволяет отклонить нулевую гипотезу о случайности различий и статистически подтвердить эффективность педагогического воздействия.

Таким образом, предложенная методика конструирования ЦКВС выступает эффективным механизмом синхронизации предметной и цифровой подго-

товок старшеклассников. Это подтверждается выраженной положительной динамикой когнитивных показателей и качественным преобразованием деятельности обучающихся от пассивного восприятия информации к ее осознанному визуальному моделированию. Реализация потенциала когнитивной визуализации позволила превратить цифровой ряд из объекта наблюдения в средство активного проектирования биологических процессов, что обеспечило итоговый рост цифровой компетентности старшеклассников и их готовность к решению сложных учебных задач в высокотехнологичной среде.

Список источников

1. Арбузова Е. Н. Теория и методика обучения биологии : учебник и практикум : в 2 ч., 2-е изд., испр. и доп. Москва : Юрайт, 2023. 295 с.
2. Арбузова Е. Н., Яскина О. А. Методика преподавания управленческих дисциплин. 2 -е издание, исправленное и дополненное. Москва : Юрайт, 2023. 224 с.
3. Арбузова Е. Н., Яскина О. А. Взаимосвязь ведущего канала восприятия старшеклассников и использования графической наглядности при изучении курса общей биологии // Бизнес. Образование. Право. 2023. № 3 (64). С. 420–425. DOI 10.25683/VOLBI.2023.64.723.
4. Яскина О. А. Модель проектирования цифрового контента визуальных средств обучения по биологии // Письма в Эмиссия. Оффлайн (The Emissia.Offline Letters): электронный научный журнал. 2025. № 12 (декабрь). ART 3645. URL: <http://emissia.org/offline/2025/3645.htm> (дата обращения: 04.01.2026)
5. Биология. 10 класс. Базовый уровень : учебник / В. В. Пасечник, А. А. Каменский, А. М. Рубцов [и др.] ; под ред. В. В. Пасечника. 6-е изд., стер. Москва : Просвещение, 2024. 223 с.
6. Дубовицкая Т. Д. Методика диагностики направленности учебной мотивации // Психологическая наука и образование. 2002. № 2. С. 42–45.
7. Арюкова Е. А., Арбузова Е. Н. Проектно-исследовательская деятельность как средство повышения мотивации к эффективности учебной деятельности на уроках биологии // Учебный эксперимент в образовании. 2020. № 1 (93). С. 47–53.
8. Арбузова Е. Н., Борисова Н. В. Модель методики использования мобильных технологий в формировании информационной культуры старшеклассников // Учебный эксперимент в образовании. 2020. № 3 (95). С. 62–69.

References

1. Arbuzova E. N. Theory and methods of teaching Biology: textbook and workbook in 2 parts. 2nd ed., rev. and add. Moscow, Urait Publ., 2023. 295 p. (In Russ.)
2. Arbuzova E. N., Yaskina O. A. Methods of teaching management disciplines. 2nd ed., rev. and add. Moscow, Urait Publ., 2023. 224 p. (In Russ.)
3. Arbuzova E. N., Yaskina O. A. The interconnection between the leading perception channel of high school students and the use of graphic visualization when studying general Biology course. *Biznes. Obrazovanie. Pravo* = Business. Education. Law. 2023; 3(64):420-425. DOI 10.25683/VOLBI.2023.64.723. (In Russ.)
4. Yaskina O. A. Model for designing digital content of visual learning tools in Biology. *Pis'ma v Emissiya. Offlain* = The Emissia. Offline Letters: electronic scientific journal 2025; 12. ART 3645. URL: <http://emissia.org/offline/2025/3645.htm> (date of access: 04.01.2026). (In Russ.)
5. Biology. 10th grade. Basic level: textbook / V. V. Pasechnik, A. A. Kamensky, A. M. Rubtsov [et al.]; ed. by V. V. Pasechnik. 6th ed., ster. Moscow, Prosveshcheniye Publ., 2024. 223 p. (In Russ.)

6. Dubovitskaya T. D. Methods for diagnosing the orientation of educational motivation. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie* = Psychological Science and Education. 2002; 2:42-45. (In Russ.)

7. Aryukova E. A., Arbuzova E. N. Project and research activity as a means of increasing motivation for the effectiveness of educational activity in Biology lessons. *Uchebnyj eksperiment v obrazovanii* = Teaching experiment in education. 2020; 1(93):47-53. (In Russ.)

8. Arbuzova E. N., Borisova N. V. Model of methods for using mobile technologies in developing information culture among high school students. *Uchebnyj eksperiment v obrazovanii* = Teaching experiment in education. 2020; 3(95):62-69. (In Russ.)

Информация об авторах:

Яскина О. А. – старший преподаватель кафедры основ безопасности жизнедеятельности и методики обучения биологии.

Арбузова Е. Н. – профессор кафедры адаптивной и физической культуры, доктор педагогических наук, доцент; профессор кафедры методики преподавания химии, биологии, экологии и географии.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Yaskina O. A. – Senior Lecturer (Department of the Life Safety Fundamentals and Biology Teaching Methods).

Arbuzova E. N. – Professor (Department of Adaptive and Physical Education), Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor; Professor (Department of Chemistry, Biology, Ecology, and Geography Teaching Methods).

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 14.01.2026; одобрена после рецензирования 27.01.2026; принята к публикации 26.05.2026.

The article was submitted 14.01.2025; approved after reviewing 27.01.2026; accepted for publication 26.05.2026.

**ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫХ
В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА
«УЧЕБНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ОБРАЗОВАНИИ»**

Принимаются материалы по следующим направлениям:

– Психология (5.3.4 Педагогическая психология, психодиагностика цифровых образовательных сред);

– Педагогика (5.8.2 Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования – статьи по естественно-научным дисциплинам).

Статьи принимаются с учетом областей исследований согласно паспортам научных специальностей ВАК РФ. К публикации принимаются материалы, касающиеся результатов оригинальных учебных экспериментов и разработок, не опубликованные и не предназначенные для публикации в других изданиях. Объем статей 6–12 страниц машинописного текста и не более 2–4 рисунков. Оригинальность – не менее 80 % (в системе вузовский «Антиплагиат»).

1. В редакцию необходимо представлять следующие материалы:

1.1 *Рукопись статьи* – в электронном виде (или и в печатном виде на листах формата А4 в 1 экз.) (оформление – см. п. 3). Запись файлов выполняется в текстовом редакторе Microsoft Word (расширения .doc или .rtf). После рецензирования и принятия рукописи статьи в печать следует представить следующие документы:

1.2 *Согласие* на размещение личных данных.

1.3 *Заявка* на публикацию в журнале.

2. Структура рукописи:

2.1 Тип статьи.

2.2 Индекс УДК.

2.3 DOI.

2.4 Название статьи.

2.5 Сведения об авторе(ах).

2.6 Аннотация и ключевые слова.

2.7 Благодарности.

2.8 Декларация об использовании ИИ.

2.9 Библиографическая запись на статью.

2.10 Представление данных пп. 2.4–2.9 в переводе на английский язык.

2.11 Основной текст рукописи.

2.12 Список источников (Reference).

2.13 Информация об авторе(ах) дается на русском и английском языках «Information about the author(s)».

2.14 Вклад авторов носит *необязательный характер* и оформляется *по желанию* самих авторов на русском и на английском языках «Contribution of the authors».

3 Правила оформления рукописи статьи:

3.1 Текст рукописи набирается шрифтом Times New Roman, размером 14 pt с межстрочным интервалом 1,0. Русские и греческие буквы и индексы, а также цифры набирать прямым шрифтом, а латинские – курсивом. Аббревиатуры и стандартные функции (Re, cos) набираются прямым шрифтом.

3.2 Размеры полей страницы формата А4 по 20 мм.

3.3 Индекс УДК (универсальная десятичная классификация), размером 12 pt.

3.4 *Сведения об авторе(ах)*: ФИО (полностью) автора(ов), ученая степень, ученое звание, должность, место работы (место учебы или соискательства), ORCID ID и Researcher ID (по желанию), город, страна (рус. /англ.), e-mail размером 12 pt.

3.5 Название статьи (не более 10–12 слов, без формул и аббревиатур) должно кратко и точно отражать содержание статьи, тематику и результаты проведенного научного исследования.

3.6 Аннотация (5–6 предложений, не более 0,5 стр., – *актуальность, цель, задачи, новизна, достижения исследования*); ключевые слова (5–10 слов) – на русском и английском языках размером 12 pt.

3.7 Основной текст рукописи может включать формулы с наличием нумерации (с правой стороны в круглых скобках). Шрифт и оформление формул должны соответствовать требованиям, предъявляемым к основному тексту статьи.

3.8 Основной текст рукописи может включать таблицы, рисунки (не более 4), фотографии (черно-белые или цветные). Данные объекты должны иметь названия и сквозную нумерацию. Качество предоставления рисунков и фотографий – высокое, пригодное для сканирования. Шрифт таблиц должен соответствовать требованиям, предъявляемым к основному тексту статьи. Шрифт надписей внутри рисунков – Times New Roman № 12 (обычный). Все графические материалы (рисунки, фотографии) записываются в виде отдельных файлов в графических редакторах CorelDraw, Photoshop и др. (расширения .cdr, .jpeg, .tiff). Все графические материалы должны быть доступны для редактирования.

3.9 В конце статьи дается список источников на русском и английском языках по порядку упоминания в тексте (не по алфавиту!). Ссылки на литературу в тексте заключаются в квадратные скобки (предпочтительнее с указанием страницы в источнике). Оформление списка следует проводить в соответствии с требованиями ГОСТа Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

3.10 Список использованных источников с русскоязычными и другими ссылками *в романском алфавите* (References) оформляется по правилам: (транслитерация и перевод на английский язык структурного элемента «Список источников»). Образец оформления на сайтах mordgpi.ru.

4 Общие требования:

4.1 Все статьи, принятые к рассмотрению, в обязательном порядке рецензируются («двойным слепым» рецензированием, когда рецензент и автор не знают имен друг друга). Рецензент на основании анализа статьи принимает решение о ее рекомендации к публикации (без доработки или с доработкой) или о ее отклонении.

4.2 В случае несогласия автора статьи с замечаниями рецензента его мотивированное заявление рассматривается редакционной коллегией.

4.3 Рукописи, не соответствующие изложенным требованиям журнала, к рассмотрению не принимаются.

4.4 Рукописи, не принятые к опубликованию, авторам не возвращаются. Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения текста рукописей.

4.5 Политика редакционной коллегии журнала базируется на современных юридических требованиях в отношении клеветы, авторского права, законности и плагиата, поддерживает Кодекс этики научных публикаций, сформулированный Комитетом по этике научных публикаций, и строится с учетом этических норм работы редакторов и издателей, закрепленных в Кодексе поведения и руководящих принципах наилучшей практики для редактора журнала и Кодексе поведения для издателя журнала, разработанных Комитетом по публикационной этике (COPE).

4.6 Авторы представляемых материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, экономико-статистических данных, собственных имен, географических названий. На материалах (в том числе графических), заимствованных из других источников, необходимо указывать авторскую принадлежность. Всю ответственность, связанную с неправомерным использованием объектов интеллектуальной собственности, несут авторы рукописей.

4.7 Допускается свободное воспроизведение материалов журнала в личных целях и свободное использование в информационных, научных, учебных и культурных целях в соответствии со ст. 1273 и 1274 гл. 70 ч. IV Гражданского кодекса РФ. Иные виды использования возможны только после заключения соответствующих письменных соглашений с правообладателем.

4.8 Информация об использовании ИИ может быть отражена в одном из следующих мест:

4.9 Раздел «Материалы и методы» (если ИИ был инструментом в исследовательском процессе);

4.10 Раздел «Благодарности» (Acknowledgements) (если ИИ использовался для вспомогательных задач).

4.11 Отдельный раздел «Декларация об использовании ИИ» или «Заявление об использовании ИИ-инструментов».

4.12 Сноска (на первой странице статьи). (Более подробно см.: Сайт МГПУ им. М. Е. Евсевьева / Деятельность / Научная деятельность / Журнал Учебный эксперимент в образовании / Информация для авторов / Политика журнала).

5 Рукописи статей с необходимыми материалами представляются ответственному секретарю журнала по адресу:

430007, г. Саранск, ул. Студенческая, д. 11а, каб. 221. Тел.: (8342) 33-92-82; тел./факс: (8342) 33-92-67; эл. почта: edu_exp@mail.ru

6 Порядок рассмотрения статей, поступивших в редакцию:

6.1 Поступившие статьи рассматриваются в течение месяца.

6.2 Редакция оставляет за собой право отклонять статьи, не отвечающие установленным требованиям или тематике и политике журнала.

С дополнительной информацией о журнале можно ознакомиться на сайте <http://www.mordgpi.ru/science/journal-experiment>.

7 Адрес редакции: 430007, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Студенческая, 11а, каб. 221. Тел.: (834-2) 33-92-77 (главный редактор), (834-2) 33-92-82 (ответственный секретарь); тел./факс: (8342) 33-92-67.

Осуществляется подписка на научно-методический журнал
«Учебный эксперимент в образовании»

С правилами оформления и представления статей для опубликования можно ознакомиться на сайте университета в сети Интернет www.mordgpi.ru либо в редакции журнала.

Журнал выходит 4 раза в год, распространяется только по подписке. Подписчики имеют преимущество при публикации научных работ. На журнал можно подписаться в почтовых отделениях: индекс в Каталоге Российской прессы «Почта России» ПР715.

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций, ПИ № ФС77-43655 от 24 января 2011 г.

УЧЕБНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ОБРАЗОВАНИИ

Научно-методический журнал
№ 2 (118)

Ответственный за выпуск *Г. Г. Зейналов*
Редактор *И. В. Прохорова*
Компьютерная верстка *П. В. Новикова*
Перевод на английский язык *О. Е. Аграшевой*

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-43655 от 24 января 2011 г.

Свободная цена

Территория распространения – Российская Федерация
Подписано в печать 23.06.2026 г.
Дата выхода в свет 24.06.2026 г.
Формат 70×100 1/16. Печать лазерная.
Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 8,13.
Тираж 500 экз. Заказ № 48.

Адрес издателя и редакции журнала «Учебный эксперимент в образовании»
430007, г. Саранск, Республика Мордовия, ул. Студенческая, д. 11а
Отпечатано в редакционно-издательском центре
ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический
университет им. М. Е. Евсевьева»
430007, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Студенческая, 13