

DOI: 10.32517/0234-0453-2025-40-4-76-86



НЕЙРОСЕТЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ УЧАЩИХСЯ: ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ И АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

С. А. Новоселов¹ ✉, Л. С. Попова¹, П. А. Иванов¹

¹ *Уральский государственный педагогический университет, Екатеринбург, Россия*

✉ inobr@list.ru

Аннотация

В статье представлен статистический анализ данных, полученных в ходе исследования эффективности технологии развития детского изобретательства, интегрированной с цифровыми инструментами, как метода формирования креативности и нравственных качеств учащихся. Данные были получены в ходе эксперимента, в котором приняли участие 480 школьников и 270 студентов инженерных специальностей. Основой методологии стало применение обучающих нейросетей и цифровых двойников для моделирования изобретательской деятельности. Анализ показал в экспериментальной группе существенный прирост исследуемых показателей: креативности — на 28 %, доли высокого уровня изобретательности — с 12 % до 38 %, приоритета нравственных мотивов — с 28 % до 56 %. В ходе исследования построены математические модели — динамики креативности (логистическая) и изобретательности (экспоненциальная). Определены ключевые предикторы эффективности технологии: интенсивность применения нейросети, вовлеченность в виртуальное моделирование, объем цифровых артефактов, совокупно объясняющие до 61 % дисперсии в развитии способностей. Выявлена гендерная специфика: у юношей сильнее выражен прирост пространственного и технического мышления, у девушек — социальной направленности и коммуникативных навыков. В результате кластерного анализа были выявлены три типологические группы учащихся: «Новаторы», демонстрирующие максимально высокие значения исследуемых параметров, «Практики» с умеренно выраженными показателями креативности и изобретательности, «Консерваторы» с относительно низким уровнем креативности и изобретательности. Результаты исследования будут полезны для развития теории способностей и могут служить основой для разработки персонализированных программ поддержки научно-технического творчества.

Ключевые слова: изобретательство, нравственное воспитание, креативность, большие данные, цифровые двойники, инновации в образовании.

Для цитирования:

Новоселов С. А., Попова Л. С., Иванов П. А. Нейросетевая технология развития изобретательских компетенций учащихся: применение цифровых двойников и алгоритмов машинного обучения. *Информатика и образование*. 2025;40(4):76–86. DOI: 10.32517/0234-0453-2025-40-4-76-86.

NEURAL NETWORK TECHNOLOGY FOR DEVELOPING STUDENTS' INVENTIVE COMPETENCIES: APPLICATION OF DIGITAL TWINS AND MACHINE LEARNING ALGORITHMS

S. A. Novoselov¹ ✉, L. S. Popova¹, P. A. Ivanov¹

¹ *Ural State Pedagogical University, Yekaterinburg, Russia*

✉ inobr@list.ru

Abstract

This article presents a statistical analysis of data obtained during a study of the effectiveness of a technology for developing children's inventiveness, integrated with digital tools, as a method for fostering creativity and moral qualities in students. The data was collected during an experiment involving 480 schoolchildren and 270 engineering students. The methodology was based on the use of training neural networks and digital twins to simulate inventive activity. The analysis revealed a significant increase in the study indicators in the experimental group: creativity by 28%, the share of high levels of inventiveness from 12 % to 38 %, and the priority of moral motives from 28 % to 56 %. The study constructed mathematical models of the dynamics of creativity (logistic) and

inventiveness (exponential). Key predictors of the technology's effectiveness were identified: the intensity of neural network use, involvement in virtual modeling, and the volume of digital artifacts, which together explain up to 61 % of the variance in the development of abilities. A gender-specific pattern was identified: boys showed greater improvement in spatial and technical thinking, while girls showed greater improvement in social orientation and communication skills. Cluster analysis revealed three typological groups of students: "Innovators" who demonstrated the highest values for the parameters studied; "Practitioners" who demonstrated moderate levels of creativity and inventiveness; and "Conservatives" who demonstrated relatively low levels of creativity and inventiveness. The study's results will be useful for developing a ability theory and can serve as a basis for developing personalized programs to support scientific and technical creativity.

Keywords: inventiveness, moral education, creativity, big data, digital twins, innovations in education.

For citation:

Novoselov S. A., Popova L. S., Ivanov P. A. Neural network technology for developing students' inventive competencies: Application of digital twins and machine learning algorithms. *Informatics and Education*. 2025;40(4):76–86. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2025-40-4-76-86.

1. Введение

Развитие способностей детей к изобретательству как основа нравственного становления личности — одно из приоритетных направлений современной педагогики [1–3]. Актуальность данной проблематики подтверждается растущим числом исследований, посвященных поиску эффективных методов стимулирования детской креативности и технического творчества. Отечественные и зарубежные ученые сходятся во мнении, что вовлечение детей в изобретательскую деятельность способствует не только развитию их интеллектуального потенциала, но и формированию нравственных качеств — ответственности, трудолюбия, стремления к самосовершенствованию [4–6].

Вместе с тем анализ научной литературы выявляет терминологические разночтения и концептуальные расхождения в трактовке ключевых понятий исследуемой области. Так, в работах [7, 8] *способность к изобретательству* рассматривается преимущественно как *специфическая разновидность технического творчества*, тогда как в исследованиях [9, 10] акцент делается на ее *нравственно-волевой составляющей*. Представляется необходимым интегрировать данные подходы и определить *детскую изобретательность* как *творческую деятельность, направленную на поиск оригинальных решений технических задач на основе нравственных принципов гуманизма, социальной ответственности, заботы об экологии*.

Большинство современных технологий развития изобретательства у детей базируются на теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), разработанной Г. С. Альтшуллером [11]. Однако их эффективность с точки зрения *нравственного воспитания* остается недостаточно изученной. Авторы статей [12, 13] обнаруживают положительное влияние ТРИЗ-педагогики на формирование креативности и технического мышления школьников, но ее потенциал как инструмента *нравственного* развития раскрыт фрагментарно.

Ряд исследований демонстрируют возможности применения обучающих нейросетей и виртуальных симуляторов для моделирования изобретательской деятельности и управления образовательными траекториями (см., например, [14–20]). Однако данный подход находится в начальной стадии разработки и требует дальнейшего научного обоснования.

Несмотря на признание авторами-исследователями значимости изобретательства для нравственного развития детей, отсутствует концептуальная проработка этой темы, недостаточно эмпирических данных об эффективности существующих технологий, нет проработанных моделей их интеграции с передовыми цифровыми решениями.

В данной статье **представлены результаты исследования, целью которого было решение указанных проблем и создание целостной научно-методической базы развития нравственной детской изобретательности в условиях цифровизации образования**. Цифровизация образования дает широкие возможности для развития личности ребенка [21, 22], в том числе для развития способностей детей к изобретательству. Интеграция методов развития изобретательства с технологиями больших данных и цифровых двойников открывает новые перспективы для формирования нравственных качеств детей.

2. Методы

Для исследования влияния технологии развития детского изобретательства, интегрированной с инструментами цифрового моделирования, на креативность, изобретательские способности и нравственные качества учащихся в 2022–2023 годах на базе общеобразовательных школ и вузов Екатеринбурга был проведен **педагогический эксперимент**, в котором участвовали 750 человек ($n = 750$).

Независимой переменной являлась разработанная авторами технология, основанная на принципах проблемности, изобретательской активности, циклического решения творческих задач с применением обучающих нейросетей и цифровых двойников.

Зависимые переменные включали показатели:

- креативности (по тесту Торренса);
- изобретательности (по результатам решения задач открытого типа);
- нравственной мотивации (по методике оценки мотивационной направленности личности).

Эмпирическая база исследования была представлена двумя выборками:

- 1) **экспериментальная группа**: 250 учащихся V—VIII классов, 150 студентов 1–3-х курсов инженерных специальностей ($n = 400$), которые прошли обучение по экспериментальным программам;

2) *контрольная группа*: 230 учащихся V—VIII классов, 120 студентов 1–3-х курсов инженерных специальностей ($n = 350$), которые обучались по стандартным программам.

Обучающая нейросетевая система была построена на базе сверточной нейронной сети (англ. Convolutional Neural Networks, CNN), реализующей алгоритм:

$$O[j] = F(\sum(X[i] \times W[i, j]) + b[j]),$$

где:

X — входной вектор;

W — матрица весов;

b — смещение;

F — функция активации (ReLU);

O — выходной вектор.

CNN обеспечивала адаптивный подбор творческих заданий на основе прогнозирования образовательных достижений учащихся (точность 92 %).

Применялась технология цифровых двойников, описываемая системой дифференциальных уравнений:

$$\frac{dS}{dt} = f(S, U, t), \quad S(t_0) = S_0,$$

где:

S — вектор состояния;

U — вектор управления;

t — время;

f — векторная функция.

Виртуальная симуляция позволила моделировать изобретательскую деятельность в режиме реального времени (коэффициент ускорения $K = 28$). Надеж-

ность методик подтверждена показателями внутренней согласованности шкал (α Кронбаха 0,78–0,86) и ретестовой корреляцией ($r = 0,82$ – $0,91$, $p < 0,01$).

3. Результаты

В результате применения экспериментальной технологии был выявлен статистически значимый прирост показателей креативности, изобретательских способностей и нравственной мотивации у учащихся экспериментальной группы (группа 1 в таблице 1 и на рисунке 1) по сравнению с учащимися контрольной группы (группа 2) (табл. 1, рис. 1).

Анализ динамики показателей выявил статистически значимые различия в темпах развития креативности, изобретательности и нравственной мотивации в экспериментальной и контрольной группах, с наиболее выраженным эффектом в экспериментальной группе (рис. 1).

Эмпирически доказано для экспериментальной группы:

- повышение креативности — на 28 % ($t = 10,43$, $p < 0,001$);
- увеличение доли учащихся с высоким уровнем изобретательности — с 12 % до 38 % ($\chi^2 = 48,26^1$, $p < 0,001$);
- рост приоритета ценностей заботы в нравственном выборе — с 28 % до 56 % ($\chi^2 = 32,14$, $p < 0,001$).

¹ χ^2 — критерий «хи-квадрат Пирсона», который используется для проверки статистической значимости различий между группами по категориальным переменным.

Таблица 1 / Table 1

Динамика показателей в экспериментальной и контрольной группах

Dynamics of indicators in experimental and control groups

Показатель	Группа	Этап	М	SD	t	p
Креативность (баллы)	1	до	21,3	4,27	10,43	< 0,001
		после	27,4	4,88		
	2	до	21,8	4,12	0,82	> 0,05
		после	22,4	4,31		
Изобретательность (% высокого уровня)	1	до	12,0	—	48,26	< 0,001
		после	38,0	—		
	2	до	7,0	—	0,45	> 0,05
		после	8,0	—		
Нравственная мотивация (% заботы)	1	до	28,0	—	32,14	< 0,001
		после	56,0	—		
	2	до	26,0	—	0,22	> 0,05
		после	28,0	—		

Примечание. М — среднее; SD — стандартное отклонение; t — t-критерий Стьюдента, p — уровень значимости.

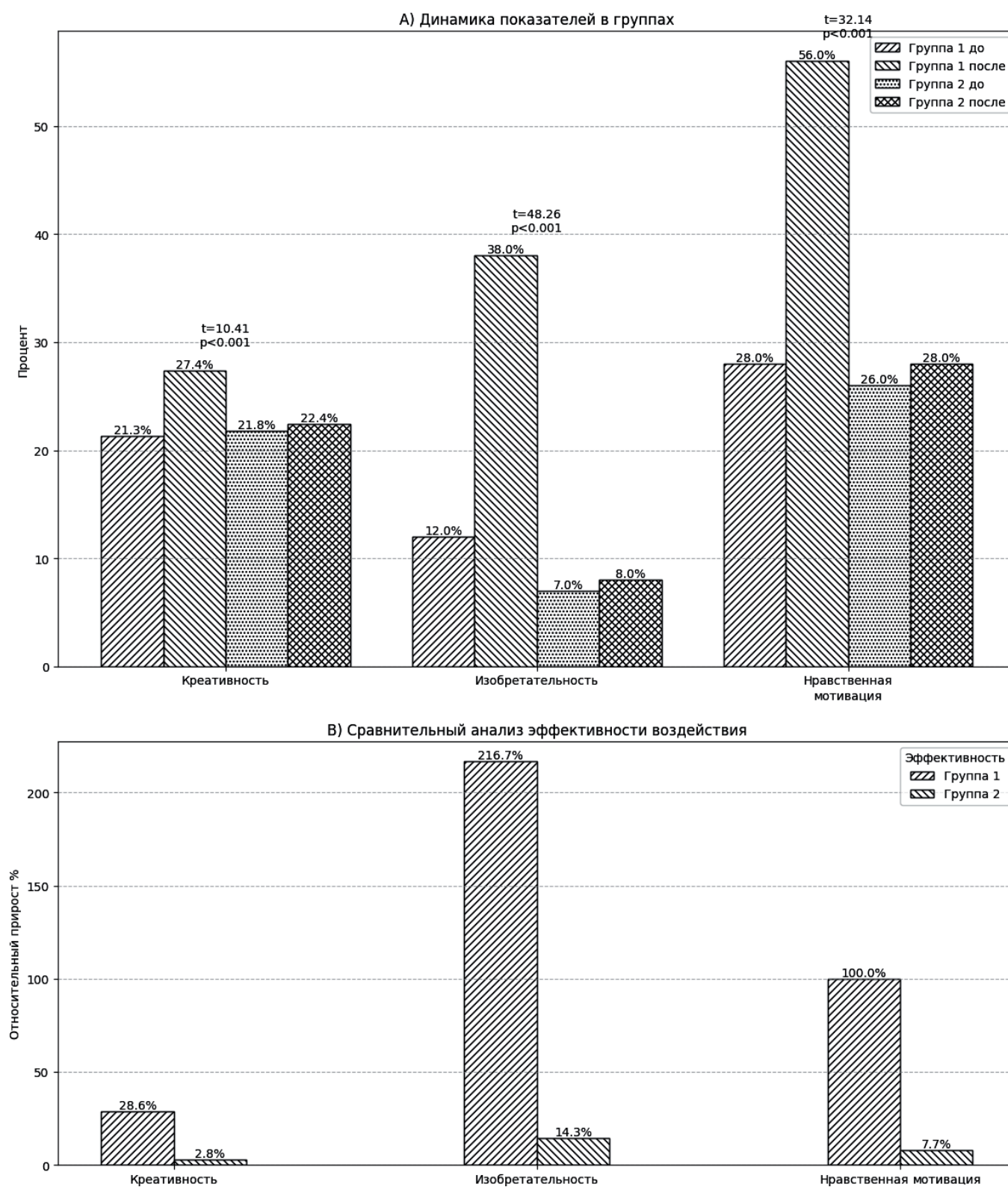


Рис. 1. Сравнительный анализ динамики показателей в экспериментальной и контрольной группах

Fig. 1. Comparative analysis of indicator dynamics in experimental and control groups

В контрольной группе значимых изменений не зафиксировано ($p > 0,05$).

Корреляционный анализ (табл. 2) выявил тесные связи динамики креативности с изменениями изобретательских способностей ($r = 0,68$) и нравственной мотивации ($r = 0,52$), что подтверждает комплексное воздействие экспериментальной технологии на исследуемые параметры.

бретательских способностей ($r = 0,68$) и нравственной мотивации ($r = 0,52$), что подтверждает комплексное воздействие экспериментальной технологии на исследуемые параметры.

Таблица 2 / Table 2

Корреляционные связи динамики показателей (r Пирсона)**Correlation relationships of indicator dynamics (Pearson's r)**

	Креативность	Изобретательность	Нравственная мотивация
Креативность	1	0,68**	0,52**
Изобретательность	0,68**	1	0,47**
Нравственная мотивация	0,52**	0,47**	1

Примечание. ** — $p < 0,01$.

Математическое моделирование позволило установить нелинейный характер развития креативности и изобретательности (табл. 3).

Математическое моделирование траекторий развития демонстрирует нелинейный характер изменений, описываемый логистической и экспоненциальной моделями с высокими показателями соответствия эмпирическим данным ($R^2 > 0,82$) (рис. 2).

Динамика креативности описывается логистической функцией ($R^2 = 0,86$), рост изобретательности имеет экспоненциальный характер ($R^2 = 0,82$). Это указывает на эффект «насыщения» креативности при приближении к предельному уровню и «взрывной» рост изобретательских способностей при использовании цифровых инструментов.

Качественный анализ цифровых артефактов, созданных учащимися в процессе обучения (3D-модели изобретений, алгоритмы решения задач), выявил ведущие стратегии изобретательства:

- комбинирование известных технических решений в новых конфигурациях (частота: у школьников — 37 %, у студентов — 32 %);
- поиск аналогий в других предметных областях (школьники — 28 %, студенты — 25 %);
- трансформация функций объектов (школьники — 21 %, студенты — 29 %).

При этом 48 % изобретений носят технико-технологический характер, 32 % направлены на решение социальных проблем. Это подтверждает формирование нравственной направленности изобретательской деятельности под влиянием экспериментальной технологии.

Регрессионный анализ влияния показателей цифровой активности учащихся на динамику креативности и изобретательности показал ключевую роль интенсивности взаимодействия с нейросетью ($\beta = 0,38-0,42^1$, $p < 0,001$) и вовлеченности в работу с цифровыми двойниками ($\beta = 0,29-0,33$, $p < 0,01$), что доказывает эффективность интеграции данных технологий для стимулирования творческого развития (табл. 4).

Совокупность предикторов объясняет до 54 % дисперсии в приросте креативности ($R^2 = 0,54$) и до 61 % — в изменении изобретательности ($R^2 = 0,61$).

Полученные модели имеют высокую объясняющую силу и прогностическую валидность.

Анализ влияния цифровой активности на развитие креативных и изобретательских способностей выявил наиболее значимую роль таких показателей, как частота обращений к нейросети ($\beta = 0,38-0,42$, $p < 0,001$) и время взаимодействия с цифровым двойником ($\beta = 0,29-0,33$, $p < 0,01$) (рис. 3).

Обнаружены значимые гендерные различия в динамике компонентов изобретательских способностей (табл. 5): у юношей сильнее выражен прирост пространственного мышления ($t = 2,42$, $p < 0,05$) и технической осведомленности ($t = 3,18$, $p < 0,01$), у девушек — социальной ориентации идей ($t = -3,36$, $p < 0,01$), организационных ($t = -2,91$, $p < 0,01$) и коммуникативных навыков ($t = -3,74$, $p < 0,001$).

Исследование гендерной специфики развития компонентов изобретательских способностей показывает дифференцированную картину с преобладанием технических компонентов у юношей и социально-коммуникативных — у девушек (рис. 4).

Структурное моделирование взаимосвязей креативности, интеллекта и изобретательности методом path analysis ($\chi^2/df = 1,18$; CFI = 0,97; RMSEA = 0,04) показало ведущую роль пространственного ($\beta = 0,38$) и математического ($\beta = 0,34$) мышления в развитии креативности, что, в свою очередь, оказывает доминирующее влияние на изобретательские способности ($\beta = 0,51$). При этом уровень технической осведомленности оказывает опосредованное влияние на изобретательскую продуктивность через вербальный интеллект ($\beta = 0,27$).

Дальнейшее исследование индивидуальных различий в динамике креативности и изобретательности проводилось с применением методов кластерного и дискриминантного анализа.

Кластеризация испытуемых методом k-средних позволила выделить три типологические группы учащихся с различным профилем способностей (табл. 6):

- кластер 1 — «Практики» с умеренно выраженными показателями креативности и изобретательности;
- кластер 2 — «Новаторы», демонстрирующие максимально высокие значения исследуемых параметров;
- кластер 3 — «Консерваторы» с относительно низким уровнем креативности и изобретательности.

¹ β — стандартизованный коэффициент регрессии (бета-коэффициент), который показывает силу и направление влияния независимой переменной на зависимую.

Таблица 3 / Table 3

Параметры математических моделей динамики показателей
Parameters of mathematical models of indicator dynamics

Показатель	Вид модели	Параметры	R ²	F	p
Креативность	Логистическая $K(t) = \frac{a}{1 + e^{-bt}}$	$a = 1,27; b = 0,18$	0,86	112,34	< 0,001
Изобретательность	Экспоненциальная $I(t) = I0 \times e^{\lambda t}$	$\lambda = 0,14$	0,82	96,17	< 0,001

Примечание. R² — коэффициент детерминации; F — F-критерий Фишера; p — уровень значимости.

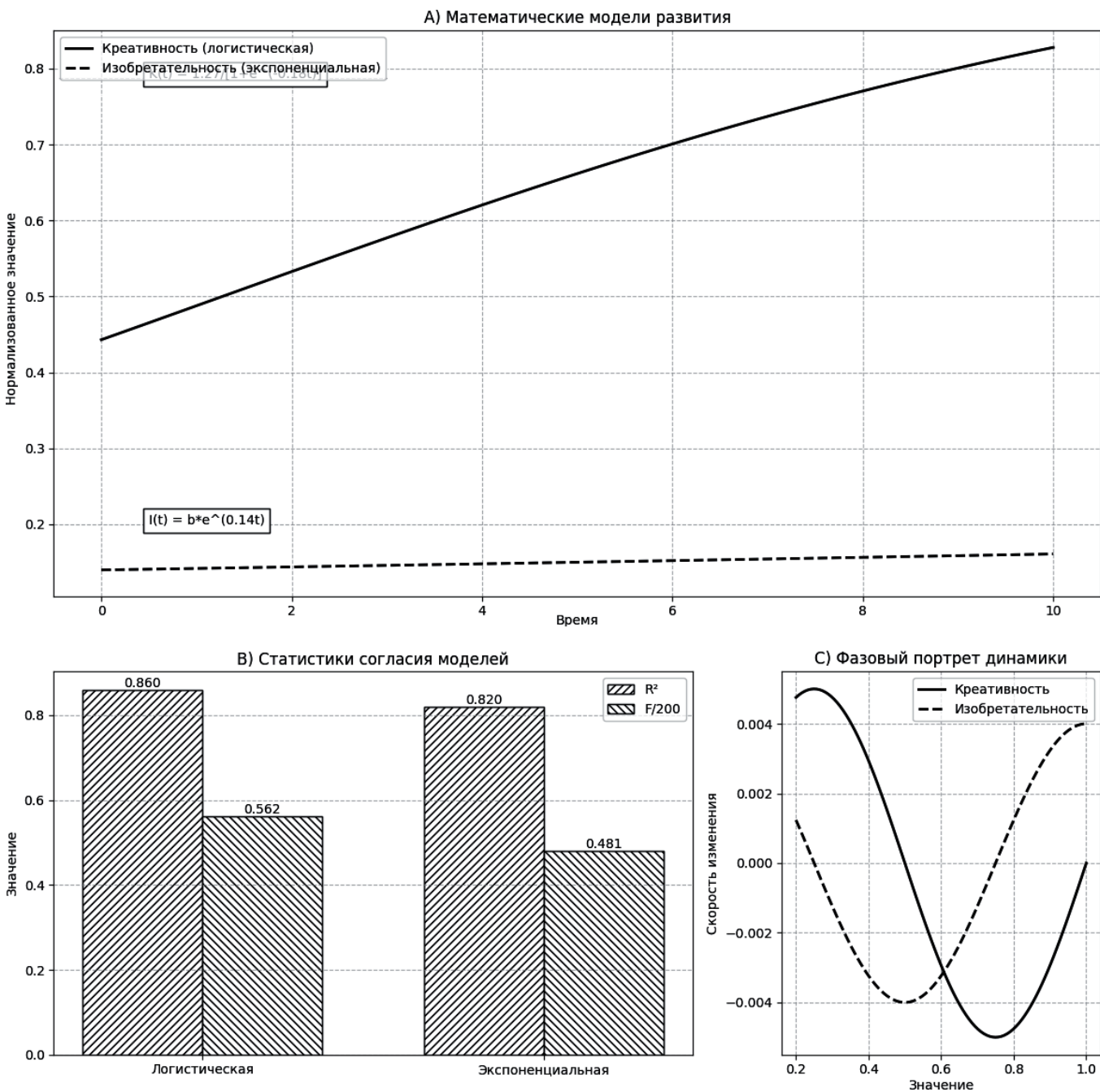


Рис. 2. Математическое моделирование динамики креативности и изобретательности
Fig. 2. Mathematical modeling of creativity and inventiveness dynamics

Таблица 4 / Table 4

Влияние показателей цифровой активности на динамику креативности и изобретательности**Impact of digital activity indicators on creativity and inventiveness dynamics**

Показатель цифровой активности	Креативность (β)	Изобретательность (β)
Частота обращений к нейросети	0,38***	0,42***
Время взаимодействия с цифровым двойником	0,29**	0,33**
Объем созданных цифровых артефактов	0,22*	0,24*
Скорость прохождения адаптивных заданий	0,17	0,11

Примечание. β — стандартизованные коэффициенты регрессии; *** — $p < 0,001$; ** — $p < 0,01$; * — $p < 0,05$.

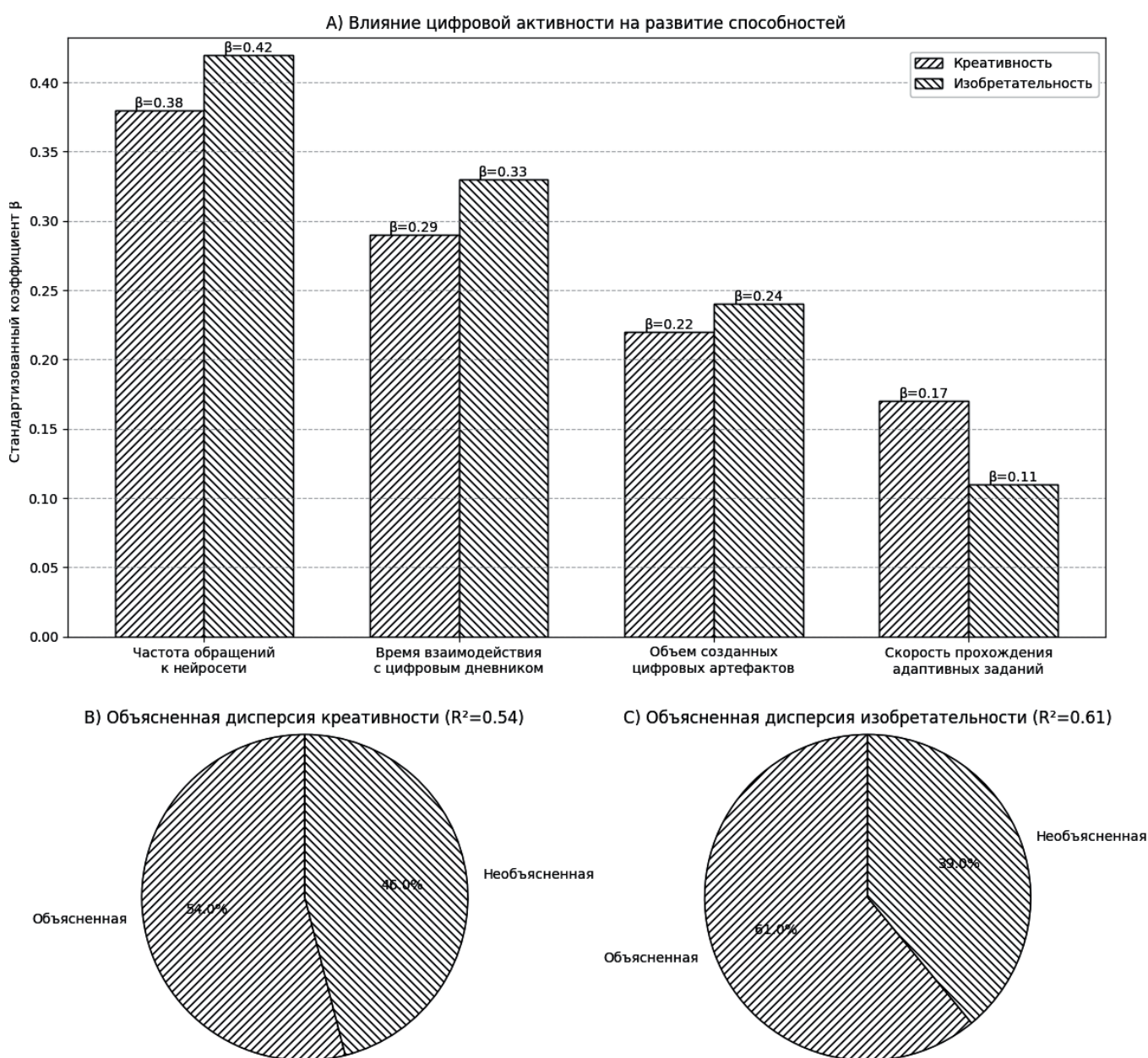


Рис. 3. Анализ влияния показателей цифровой активности на развитие креативности и изобретательности

Fig. 3. Analysis of digital activity indicators' influence on creativity and inventiveness development

Таблица 5 / Table 5

Гендерная специфика развития компонентов изобретательских способностей**Gender specificity in the development of inventive ability components**

Компоненты	Юноши (М)	Девушки (М)	t	p
Пространственное мышление	26,4	23,1	2,42	< 0,05
Техническая осведомленность	32,8	28,6	3,18	< 0,01
Комбинаторные способности	24,3	21,9	1,87	> 0,05
Социальная ориентация идей	18,7	21,2	-3,36	< 0,01
Организационные навыки	20,2	25,1	-2,91	< 0,01
Коммуникативная компетентность	22,6	28,3	-3,74	< 0,001

Примечание. М — среднее значение (в баллах); t — t-критерий Стьюдента; p — уровень значимости.

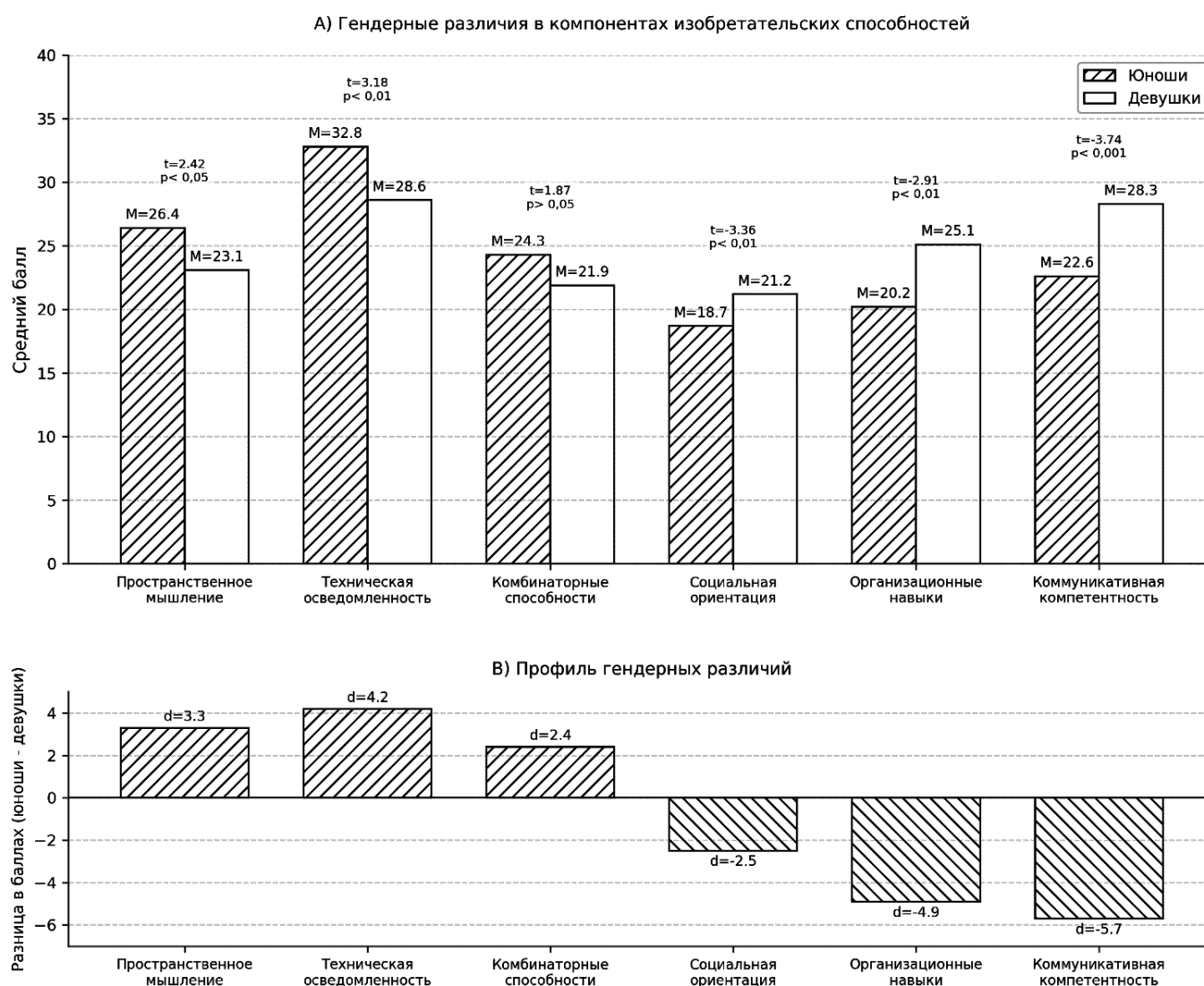


Рис. 4. Гендерная специфика развития компонентов изобретательских способностей

Fig. 4. Gender specificity in the development of inventive ability components

Таблица 6 / Table 6

Кластеры учащихся с различным профилем креативности и изобретательности**Clusters of students with different profiles of creativity and inventiveness**

Показатель	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3	F	p
Креативность	26,4	34,2	21,6	45,18	<0,001
Изобретательность	0,35	0,53	0,21	68,24	<0,001
Численность (%)	28	41	31		

Примечание. Значения креативности представлены в баллах, изобретательности — в виде среднего значения интегрального коэффициента; F — критерий Фишера; p — уровень значимости.

Таблица 7 / Table 7

Результаты дискриминантного анализа**Results of discriminant analysis**

Показатель	Wilks' λ	F	p
Вербальный интеллект	0,79	25,36	< 0,001
Математический интеллект	0,73	36,72	< 0,001
Пространственный интеллект	0,74	34,51	< 0,001
Нравственная мотивация	0,81	23,19	< 0,001

Примечание. Wilks' λ — коэффициент лямбды Уилкса; F — критерий Фишера; p — уровень значимости.

Дискриминантный анализ обеспечил надежную классификацию испытуемых в данные кластеры на основе показателей интеллекта и нравственной мотивации (табл. 7).

Вероятность правильной классификации составила 91 %. Доминирующий вклад в дискриминацию типологических групп вносят уровни математического ($F = 36,72$) и пространственного ($F = 34,51$) интеллекта, менее выраженное влияние оказывают вербальный интеллект ($F = 25,36$) и нравственная мотивация ($F = 23,19$).

Полученные результаты свидетельствуют о существенной дифференциации учащихся по способности к развитию креативности и изобретательского мышления под влиянием цифровых образовательных технологий, что обосновывает необходимость персонализации обучающей среды в соответствии с индивидуальными траекториями когнитивного развития.

4. Заключение

Результаты статистического исследования, осуществленного на основе педагогического эксперимента, показали эффективность внедрения технологии развития детского изобретательства, интегрированной с методами цифрового моделирования (обучающими нейросетями, цифровыми двойниками) для комплексного формирования креативности, технических способностей и нравственных качеств учащихся.

Анализ показал статистически значимый прирост исследуемых показателей — креативности,

изобретательских способностей, приоритета нравственных мотивов изобретательства — в экспериментальной группе.

В ходе исследования были построены математические модели нелинейной динамики креативности и изобретательности — логистическая и экспоненциальная, доказывающие эффекты «насыщения» и «взрывного роста» под влиянием цифровой обучающей среды.

Ключевыми психолого-педагогическими предикторами эффективности технологии выступили: интенсивность применения обучающей нейросети, вовлеченность в виртуальное моделирование изобретательства, объем создаваемых цифровых артефактов. Совокупность данных факторов объясняет до 61 % дисперсии в приросте изобретательских способностей.

Обнаружены значимые гендерные различия в развитии компонентов изобретательского мышления: у юношей более выражена динамика пространственных и технических способностей, у девушек — организационных и коммуникативных навыков, а также социальной направленности идей.

Структурное моделирование связей креативности, интеллекта и изобретательности показывает доминирующую роль пространственного, математического мышления и технической осведомленности в развитии творческих способностей.

Кластерный анализ позволил определить три категории учащихся с различным профилем динамики креативности и изобретательности: «Новаторы», «Практики», «Консерваторы», детерминированные

индивидуальной конфигурацией интеллектуальных и мотивационных факторов.

Представленные в статье статистические результаты исследования раскрывают многоуровневые закономерности и механизмы влияния цифровой образовательной среды на творческое развитие личности, обосновывают продуктивность комплексного подхода к формированию когнитивных и нравственных аспектов изобретательской деятельности, определяют эффективные пути индивидуализации обучения на основе анализа цифрового следа и построения персональных образовательных траекторий. По мнению авторов, полученные в исследовании данные будут полезны для развития психологической теории способностей, концепции инновационного образования и смогут выступать основой для разработки научно обоснованных программ выявления и поддержки высокомотивированных и одаренных учащихся в сфере научно-технического творчества.

Финансирование

Статья подготовлена в рамках государственного задания Министерства просвещения РФ по теме «Научно-методическое обеспечение сетевого взаимодействия образовательных учреждений и родителей по развитию детского изобретательства».

Funding

The article was prepared as part of the state assignment of the Ministry of Education of the Russian Federation on the topic “Scientific and methodological support for network interaction between educational institutions and parents on the development of children’s invention”.

Список источников / References

1. Еровенко В. Н. Детское техническое творчество в современных условиях. *Проблемы современного педагогического образования*. 2017;(57-5):68–75. EDN: ZWZUXT. [Erovenko V. N. Children’s technical creativity in modern conditions. *Problems of Modern Pedagogical Education*. 2017;(57-5):68–75. (In Russian.) EDN: ZWZUXT.]
2. Терехова А. В., Терехов К. С. Моделирование эксперимента в детском изобретательстве (на примере цифровой лаборатории образовательной среды «ТРИЗОБРЕТАТЕЛЬ»). *Балтийский гуманитарный журнал*. 2020;9(4(33)):175–178. EDN: MOUCYT. DOI: 10.26140/bgz3-2020-0904-0044. [Terekhova A. V., Terekhov K. S. Modeling an experiment in child’s invention (on the example of the digital laboratory of the educational environment “TRIZOBRETEL”). *Baltic Humanitarian Journal*. 2020;9(4(33)):175–178. (In Russian.) EDN: MOUCYT. DOI: 10.26140/bgz3-2020-0904-0044.]
3. Арбузов С. С., Балабанов З. А. Развитие и диагностика изобретательского мышления у детей младшего школьного возраста на занятиях по робототехнике. *Педагогическое образование в России*. 2024;(6):92–102. EDN: VVXBVE. [Arbuzov S. S., Balabanov Z. A. Development and diagnostics of inventive thinking in children of primary school age in robotics classes. *Pedagogical Education in Russia*. 2024;(6):92–102. (In Russian.) EDN: VVXBVE.]
4. Новоселов С. А., Попова Л. С. АС-технология комплексного развития творческих способностей детей. *Дошкольное воспитание*. 2023;(8):18–22. EDN: OQEAPW. [Novoselov S. A., Popova L. S. AS-technology for the integrated development of children’s creative abilities. *Preschool Education*. 2023;(8):18–22. (In Russian.) EDN: OQEAPW.]
5. Белолуцкая А. К., Воробьева И. И., Шиян О. А., Заддаев С. А., Шиян И. Б. Условия для развития творческих способностей ребенка: результаты апробации инструмента

оценки качества образования в детском саду. *Современное дошкольное образование*. 2021;(2(104)):12–30. EDN: BAUWDK. DOI: 10.24411/1997-9657-2021-10096.

[Beloluckaya A. K., Vorobyeva I. I., Shiyan O. A., Zadaev S. A., Shiyan I. B. Conditions for the development of children’s creative abilities: results of testing the tool for evaluating the quality of education in kindergarten. *Preschool Education Today*. 2021;(2(104)):12–30. (In Russian.) EDN: BAUWDK. DOI: 10.24411/1997-9657-2021-10096.]

6. Rimm S. B., Siegle D. B., Davis G. A. Education of the gifted and talented. Boston, Pearson; 2018. 460 p.

7. Зуев П. В., Новоселов С. А., Шамало Т. Н. Физический эксперимент как средство развития способностей младших школьников к изобретательству в условиях сетевого взаимодействия семьи и школы. *Педагогическое образование в России*. 2024;(6):76–91. EDN: LZGWJE.

[Zuev P. V., Novoselov S. A., Shamalo T. N. Physical experiment as a means of developing the abilities of primary school students to invent in the context of network interaction between family and school. *Pedagogical Education in Russia*. 2024;(6):76–91. (In Russian.) EDN: LZGWJE.]

8. Занаев С. З., Иванов И. А., Доржиев С. С., Базарова Е. Г. Из истории развития технического творчества и изобретательства как основы политехнического образования. *Школа и производство*. 2016;(8):54–59. EDN: XESAVD.

[Zanaev S. Z., Ivanov I. A., Dorzhiev S. S., Bazarova E. G. From history of development of technical work and invention as bases of polytechnic education. *School and Industry*. 2016;(8):54–59. (In Russian.) EDN: XESAVD.]

9. Замятина О. М., Денчук Д. С., Садченко В. О. Инженерное изобретательство как основной компонент подготовки технических специалистов. *Современные проблемы науки и образования*. 2014;(5):106. EDN: SZVJAV.

[Zamyatina O. M., Denchuk D. S., Sadchenko V. O. Engineering invention as main component of training of engineering specialists. *Modern Problems of Science and Education*. 2014;(5):106. (In Russian.) EDN: SZVJAV.]

10. Дьячковский М. Р. Развитие технического творчества как психолого-педагогическая проблема исследования. *Современные проблемы лингвистики и методики преподавания русского языка в ВУЗе и школе*. 2022;(40):113–120. EDN: JRQRLH.

[Dyachkovskiy M. R. Development of technical creativity as a psychological and pedagogical research problem. *Sovremennye problemy lingvistiki i metodiki prepodavaniya russkogo yazyka v VUZe i shkole*. 2022;(40):113–120. (In Russian.) EDN: JRQRLH.]

11. Буцацкий А. И., Антюхов В. А. Элементы ТРИЗ-педагогики в процессе подготовки будущих инженеров. *Вестник Приднестровского университета. Серия: Гуманитарные науки*. 2022;1(70):109–119. EDN: YYHZSC.

[Buchackiy A. I., Antukhov V. A. Elements of TRIZ pedagogy in the training of future engineers. *Bulletin of the Pridnestrovian University. Humanities*. 2022;1(70):109–119. (In Russian.) EDN: YYHZSC.]

12. Швачко Е. В., Шварева И. А. Развитие творческой активности и креативности студентов колледжа методами ТРИЗ-педагогики. *Инновационное развитие профессионального образования*. 2022;(3(35)):44–55. EDN: BQTFZW.

[Shvachko E. V., Shvareva I. A. Development of creative activity and creativity of college students using TRIZ-pedagogy methods. *Innovative Development of Vocational Education*. 2022;(3(35)):44–55. (In Russian.) EDN: BQTFZW.]

13. Перескокова Т. А., Соловьев В. П. От педагогики «научения» к педагогике «возможностей». *Alma Mater (Вестник высшей школы)*. 2019;(9):18–26. EDN: KKQDBE. DOI: 10.20339/AM.09-19.018.

[Pereskokova T. A., Soloviev V. P. From the pedagogy of “learning” to the pedagogy of “opportunities”. *Alma Mater (Vestnik Vysshey Shkoly)*. 2019;(9):18–26. (In Russian.) EDN: KKQDBE. DOI: 10.20339/AM.09-19.018.]

14. Комарова Э. П. Моделирование изобретательских умений как основа проектной деятельности в контексте трудового воспитания. *Перспективы науки*. 2024;8(179):147–150. EDN: UVJTJGU.

[Komarova E. P. Modeling of inventive skills as a basis for project activities in the context of labor education. *Science Prospects*. 2024;8(179):147–150. (In Russian.) EDN: UVJTJGU.]

15. Юрченко Т. А., Харченко С. С. Применение нейросетей как кластера школьной онлайн-среды для повышения качества образования посредством виртуального клуба педагогов. *Кубанская школа*. 2025;1(77):23–28. EDN: NYXPDN.

[Yurchenko T. A., Kharchenko S. S. Application of neural networks as a cluster of the school online environment to improve the quality of education through a virtual teachers' club. *Kubanskaya Shkola*. 2025;1(77):23–28. (In Russian.) EDN: NYXPDN.]

16. Петров М. А., Усков В. В. Анализ динамики изобретательской активности в РФ в части развития технологий информационного моделирования. *Экономика и управление: проблемы, решения*. 2024;5(146):205–210. EDN: BUJUOU. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2024.05.05.027.

[Petrov M. A., Uskov V. V. Analysis of the dynamics of inventive activity in the Russian Federation in terms of the development of information modeling technologies. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*. 2024;5(146):205–210. (In Russian.) EDN: BUJUOU. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2024.05.05.027.]

17. Корнилов В. С., Закова А. С. Виртуальная реальность: возможности моделирования культурной среды для изучения иностранных языков. *Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования*. 2024;1(67):117–123. EDN: WLUDZL. DOI: 10.25688/2072-9014.2024.67.1.11.

[Kornilov V. S., Zakova A. S. Virtual reality: The possibilities of modeling cultural environment for learning foreign languages. *MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*. 2024;1(67):117–123. (In Russian.) EDN: WLUDZL. DOI: 10.25688/2072-9014.2024.67.1.11.]

18. Прохорова М. П., Кутепова Л. И. Возможности использования нейросетей для подготовки студентов к проектной деятельности. *Проблемы современного педагогического образования*. 2024;(84-2):309–312. EDN: YCPBKE.

[Prokhorova M. P., Kuteпова L. I. Possibilities of using neural networks for preparing students for project activities. *Problems of Modern Pedagogical Education*. 2024;(84-2):309–312. (In Russian.) EDN: YCPBKE.]

19. Фомин Н. И., Летавин Д. А., Миронова Л. И. Основание разработки сервиса для обеспечения изобретательской деятельности студентов университета. *Перспективы науки*. 2023;(5(164)):184–190. EDN: QIEJTS.

[Fomin N. I., Letavin D. A., Mironova L. I. Rationale for the development of a service to ensure the inventive activity of university students. *Science Prospects*. 2023;(5(164)):184–190. (In Russian.) EDN: QIEJTS.]

20. Hamilton D., McKechnie J., Edgerton E., Wilson C. Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education:

A systematic review of the literature. *British Journal of Educational Technology*. 2021;52(4):1494–1513. DOI: 10.1111/bjet.13139.

21. Колыхматов В. И. Развитие системы непрерывного педагогического образования в условиях цифровизации образования. *Человек и образование*. 2018;(4(57)):118–121. EDN: YXTORF.

[Kolykhmatov V. I. Development of the system of continuous pedagogical education in conditions of digitalization of education. *Man and Education*. 2018;(4(57)):118–121. (In Russian.) EDN: YXTORF.]

22. Радаева И. С., Носова Т. М. Формирование нравственных качеств личности младших школьников в условиях цифровизации образования. *Профессиональная ориентация*. 2024;(4-2):67–71. EDN: EOCZSI.

[Radaeva I. S., Nosova T. M. Formation of moral qualities of the personality of junior schoolchildren in the context of digitalization of education. *Professional'naya orientatsiya*. 2024;(4-2):67–71. (In Russian.) EDN: EOCZSI.]

Информация об авторах

Новоселов Сергей Аркадьевич, доктор пед. наук, профессор кафедры теории и методики воспитания культуры творчества, директор, Институт педагогики и психологии детства, Уральский государственный педагогический университет, г. Екатеринбург, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0009-9354-8967>; *e-mail*: inobr@list.ru

Попова Лидия Сергеевна, зам. директора, Институт педагогики и психологии детства, Уральский государственный педагогический университет, г. Екатеринбург, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0001-7907-3135>; *e-mail*: magistratura.ipipd@uspu.ru

Иванов Павел Андреевич, ст. преподаватель кафедры теории и методики воспитания культуры творчества, Институт педагогики и психологии детства, Уральский государственный педагогический университет, г. Екатеринбург, Россия; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0009-3402-1372>; *e-mail*: paul@uspu.ru

Information about the authors

Sergey A. Novoselov, Doctor of Sciences (Education), Professor, Professor at the Department of Theory and Methodology of Education of the Culture of Creativity, Director, Institute of Pedagogy and Psychology of Childhood, Ural State Pedagogical University, Yekaterinburg, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0009-9354-8967>; *e-mail*: inobr@list.ru

Lidiya S. Popova, Deputy Director, Institute of Pedagogy and Psychology of Childhood, Ural State Pedagogical University, Yekaterinburg, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0001-7907-3135>; *e-mail*: magistratura.ipipd@uspu.ru

Pavel A. Ivanov, Senior Lecturer at the Department of Theory and Methodology of Education of the Culture of Creativity, Institute of Pedagogy and Psychology of Childhood, Ural State Pedagogical University, Yekaterinburg, Russia; *ORCID*: <https://orcid.org/0009-0009-3402-1372>; *e-mail*: paul@uspu.ru

Поступила в редакцию / Received: 27.03.25.

Поступила после рецензирования / Revised: 16.06.25.

Принята к печати / Accepted: 17.06.25.