

DOI: 10.32517/0234-0453-2025-40-6-65-72



ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ДОПОЛНИТЕЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ: ИЗМЕРЕНИЕ МЕТОДАМИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ ДЕТЕЙ

С. А. Новоселов¹ ✉, Л. С. Попова¹, П. А. Иванов¹¹ Уральский государственный педагогический университет, Екатеринбург, Россия

✉ inobr@list.ru

Аннотация

В статье представлены результаты эмпирического исследования эффективности цифровой платформы сетевых проектов дополнительного образования для развития изобретательских компетенций детей. В педагогическом эксперименте ($n = 250$, 2022–2024 годы) сравнивались традиционные методы обучения с использованием онлайн-курса «Наследники Нобеля» и системы образовательной аналитики (learning analytics). Применялись тест креативности Торренса (фигурная батарея), опросники субъектности, анализ логов активности на платформе. Статистическая обработка включала t -критерий Стьюдента, дисперсионный анализ, расчет величины эффекта (коэффициент Коэна d). Результаты показали статистически значимые различия между экспериментальной ($n = 128$) и контрольной ($n = 122$) группами: беглость мышления ($t = 4,82$; $p < 0,001$; $d = 0,79$), гибкость ($t = 3,94$; $p < 0,001$; $d = 0,68$), оригинальность ($t = 5,21$; $p < 0,001$; $d = 0,84$), субъектность в сотворчестве ($t = 4,15$; $p < 0,001$; $d = 0,72$). Корреляционный анализ выявил значимую связь между активностью на платформе и приростом креативности ($r = 0,64$; $p < 0,01$). Разработана метрика оценки эффективности цифровой среды DICE (Digital Invention Creativity Effectiveness), учитывающая частоту создания продуктов, оригинальность решений, степень завершенности проектов и интерактивность сотрудничества. Данные свидетельствуют о целесообразности интеграции методов educational data mining в практику дополнительного образования детей.

Ключевые слова: образовательная аналитика, learning analytics, educational data mining, развитие изобретательства детей, творческая субъектность, цифровая образовательная среда, дополнительное образование, сетевое взаимодействие, педагогические измерения, тест Торренса.

Для цитирования:

Новоселов С. А., Попова Л. С., Иванов П. А. Цифровая платформа сетевого взаимодействия в дополнительном образовании: измерение методами образовательной аналитики эффективности развития изобретательских компетенций детей. *Информатика и образование*. 2025;40(6):65–72. DOI: 10.32517/0234-0453-2025-40-6-65-72.

DIGITAL PLATFORM FOR NETWORK INTERACTION IN ADDITIONAL EDUCATION: MEASURING THE EFFECTIVENESS OF CHILDREN'S INVENTIVE COMPETENCIES DEVELOPMENT USING LEARNING ANALYTICS METHODS

S. A. Novoselov¹ ✉, L. S. Popova¹, P. A. Ivanov¹¹ Ural State Pedagogical University, Yekaterinburg, Russia

✉ inobr@list.ru

Abstract

The article presents the results of an empirical study on the effectiveness of a digital platform for network projects in additional education for developing children's inventive competencies. The pedagogical experiment ($n = 250$, 2022–2024) compared traditional teaching methods with the use of the online course “Nobel Heirs” and a learning analytics system. Torrance Test of Creative Thinking (figural battery), subjectivity questionnaires, and platform activity log analysis were used. Statistical processing included Student's t -test, analysis of variance, and effect size calculation (Cohen's d coefficient). Results showed statistically significant differences

between experimental ($n = 128$) and control ($n = 122$) groups: fluency ($t = 4.82$; $p < 0.001$; $d = 0.79$), flexibility ($t = 3.94$; $p < 0.001$; $d = 0.68$), originality ($t = 5.21$; $p < 0.001$; $d = 0.84$), subjectivity in co-creation ($t = 4.15$; $p < 0.001$; $d = 0.72$). Correlation analysis revealed a significant relationship between platform activity and creativity growth ($r = 0.64$; $p < 0.01$). A metric for evaluating the effectiveness of the digital environment DICE (Digital Invention Creativity Effectiveness) was developed, considering product creation frequency, solution originality, project completion rate, and collaboration interactivity. The data demonstrate the feasibility of integrating educational data mining methods into children's additional education practice.

Keywords: learning analytics, educational data mining, development of children's invention, creative subjectivity, digital educational environment, additional education, network interaction, pedagogical measurements, Torrance test.

For citation:

Novoselov S. A., Popova L. S., Ivanov P. A. Digital platform for network interaction in additional education: Measuring the effectiveness of children's inventive competencies development using learning analytics methods. *Informatics and Education*. 2025;40(6): 65–72. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2025-40-6-65-72.

1. Введение

Формирование готовности подрастающего поколения к активному участию в изобретательской деятельности стало стратегическим приоритетом российской образовательной политики в условиях обеспечения технологического суверенитета страны [1]. Согласно данным Министерства просвещения РФ, к 2030 году планируется достижение 80 % охвата детей в возрасте от 5 до 18 лет программами дополнительного образования¹. По оценкам BusinessStat², в 2024 году численность детей, посещающих дополнительные занятия в России, достигла 19,6 млн человек, что на 13,2 % больше по сравнению с 2020 годом. Объем рынка дополнительного детского образования составил 1,06 трлн рублей (+25,7 % к предыдущему году), а среднегодовой темп прироста в период 2020–2024 годов достиг 15,1 %.

Особую роль в структуре дополнительного образования занимает развитие технического творчества и изобретательства [2]. Федеральный проект «Передовые инженерные школы»³, реализуемый в рамках государственной программы «Научно-технологическое развитие Российской Федерации», предусматривает вовлечение школьников в исследовательскую, рационализаторскую и изобретательскую деятельность на базе ведущих вузов страны [3]. К концу 2024 года создано 340 центров цифрового образования детей «IT-куб», оснащенных современным оборудованием для реализации программ технической направленности [4].

Вместе с тем процессы цифровизации образования требуют разработки объективных инструментов оценки эффективности педагогических воздействий в рамках сетевого взаимодействия образовательных организаций [5]. Согласно исследованию НИУ ВШЭ⁴, к 2024 году 994 тыс. студентов (23 % от общего числа обучающихся) проходили онлайн-курсы, что почти

вдвое больше показателя 2022 года. Рынок онлайн-образования увеличился на 19 % и достиг 145 млрд рублей. При этом сегмент детского образования демонстрирует наиболее высокие темпы роста — около 16 % в год, занимая 37 % в структуре рынка EdTech.

Однако существует значительный разрыв между развитием цифровых образовательных платформ и методологией оценки их педагогической эффективности. Как отмечают исследователи цифровой трансформации образования, большинство онлайн-школ используют данные аналитики обучения преимущественно для мониторинга успеваемости учащихся, а не для прогнозирования успеха или разработки стратегий педагогического вмешательства [6]. Особенно актуальной является проблема измерения таких сложных конструктов, как креативность [7], субъектность в условиях цифровой образовательной среды [8] и изобретательская компетентность детей, формируемая в процессе совместной деятельности [9]. Развитие творческих способностей детей требует комплексного подхода к организации образовательного процесса [10], учитывающего влияние цифровой среды на интеллектуальные и креативные способности школьников [11].

Теоретическую основу исследования, представленного в данной статье, составили:

- деятельностный подход к пониманию субъектности [12];
- концепция дивергентного мышления (Дж. Гилфорд, П. Торренс);
- теория продуктивной субъектности (D. L. Schwartz);
- представления о становлении субъектности школьников во взаимодействии с образовательной средой [13];
- современные подходы к образовательной аналитике (*англ.* learning analytics, educational data mining).

Методологическую базу исследования составили статистические методы педагогических исследований [14] и концепция субъектности индивидуального бытия человека [15].

Цель исследования — выявить педагогические условия и разработать инструменты цифровой платформы сетевого взаимодействия, обеспечивающие эффективное развитие изобретательских компетенций и творческой субъектности детей в системе дополнительного образования на основе методов образовательной аналитики.

¹ Михеева А. Не только школа. К 2030 году допзачетия будут посещать более 80 % детей. *Еженедельник «Аргументы и факты»*. 24.09.2025. https://aif.ru/natsionalniye_proekti_rossii/youths-children/ne-tolko-shkola-k-2030-godu-dopzanyatiya-budut-poseshchat-bolee-80-detey

² В 2020–2024 гг численность детей, посещающих дополнительные занятия, в России выросла на 13,2 %: с 17,3 до 19,6 млн чел. *BusinessStat*. https://businessstat.ru/news/additional_education_for_children/

³ Передовые инженерные школы. <https://engineers2030.ru/>

⁴ Новый закон об образовании: что изменилось для дистанционного обучения в 2026. Учебный центр НЦПО на ДТФ. 07.11.2025. https://dtf.ru/ncpo_ru/4140049-izmeneniya-v-zakone-ob-obrazovanii-dlya-distantsionnogo-obucheniya

Гипотеза исследования: систематическое использование цифровой платформы с интегрированной системой learning analytics, реализующей ассоциативно-синектическую технологию развития изобретательства в режиме сетевого взаимодействия детей, родителей и педагогов, обеспечивает статистически значимый прирост показателей креативности (беглость, гибкость, оригинальность) и субъектности в сотворчестве по сравнению с традиционными формами дополнительного образования.

2. Методы

Педагогический эксперимент проводился на базе научно-образовательного проекта «Детская академия изобретательства» (Екатеринбург) с сентября 2022 по май 2024 года.

В исследовании приняли участие 250 детей 9–12 лет (средний возраст $10,4 \pm 1,2$ года), обучающихся в образовательных организациях Екатеринбурга и Свердловской области.

Методом стратифицированной рандомизации с учетом пола, возраста и базового уровня креативности были сформированы *экспериментальная группа* (ЭГ, $n = 128$: 62 мальчика, 66 девочек) и *контрольная группа* (КГ, $n = 122$: 59 мальчиков, 63 девочки). *Критериями включения* выступили: возраст 9–12 лет; отсутствие диагностированных когнитивных нарушений; добровольное согласие родителей. *Критерии исключения:* пропуск более 30 % занятий; наличие опыта обучения изобретательству по ТРИЗ или аналогичным программам в течение последних двух лет.

Экспериментальная группа занималась по программе «Наследники Нобеля» объемом 72 акад. часа (36 акад. часов аудиторных занятий и 36 акад. часов работы на цифровой платформе) с использованием *ассоциативно-синектической технологии (АС-технологии)* развития изобретательства. Занятия проводились дважды в неделю по 90 минут (2 акад. часа) в течение 18 недель.

Цифровая платформа включала:

- модуль онлайн-обучения с интерактивными заданиями, видеолекциями и симуляторами изобретательских процессов;
- систему управления проектами для создания, совместного редактирования и оценки изобретательских проектов;
- форум для асинхронного взаимодействия детей, родителей и педагогов;
- систему learning analytics для автоматизированного сбора данных о действиях пользователей (логи активности, время выполнения заданий, паттерны взаимодействия).

АС-технология предусматривала следующий алгоритм сотворческой деятельности:

- 1) выбор литературного произведения из предложенного списка ($n = 15$);
- 2) создание собственного произведения по аналогии с сюжетом;
- 3) графическое изображение фрагментов собственного сюжета;

- 4) интерактивный анализ сюжетов для выявления ситуаций нового вида;
- 5) формулирование творческих задач;
- 6) коллективный поиск решений с созданием изобретения;
- 7) визуализация технического решения и его интеграция в композицию;
- 8) патентно-правовой анализ созданных изобретений с экспертами.

Контрольная группа занималась по традиционной программе технического творчества той же продолжительности (72 часа) без использования цифровой платформы и АС-технологии. Программа включала конструирование, моделирование и решение технических задач репродуктивного характера.

Инструменты измерения.

Использовался сокращенный вариант фигурной батареи теста креативности Торренса — субтест «Закончи рисунок» из 10 незавершенных фигур с оценкой беглости (общее количество завершенных рисунков), гибкости (количество различных категорий ответов), оригинальности (статистическая редкость ответа: 1 балл за ответ у 2–5 % выборки, 2 балла — менее 2 %) и разработанности (детализация изображений). Тестирование проводилось индивидуально без ограничения времени, обработка результатов осуществлялась двумя независимыми экспертами ($\kappa = 0,87$). Опросник субъектности в сотворчестве (авторская разработка) создан на основе модели профессиональной субъектности Г. А. Мельникова и А. А. Деркача с адаптацией для детского возраста и включал четыре шкалы по пять пунктов каждая (5-балльная шкала Лайкерта): инициативность (α Кронбаха = 0,82), ответственность ($\alpha = 0,79$), избирательность ($\alpha = 0,84$) и конструктивность ($\alpha = 0,81$). Валидность конструкта подтверждена конфирматорным факторным анализом (CFI = 0,94; RMSEA = 0,06). На основе логов активности платформы рассчитывались метрики образовательной аналитики: интенсивность активности (IA, количество действий в неделю), продолжительность сессий (SD, среднее время непрерывной работы), частота создания продуктов (PC, количество завершенных проектов/заданий) и индекс интерактивности (II, доля взаимодействий с другими участниками).

Разработана **интегральная метрика DICE** (англ. Digital Invention Creativity Effectiveness — эффективность творчества в сфере цифровых изобретений):

$$DICE = \alpha \frac{PC}{PC_{\max}} + \beta \frac{OR}{OR_{\max}} + \gamma \frac{CR}{CR_{\max}} + \delta \frac{II}{II_{\max}},$$

где:

- PC — частота создания продуктов;
- OR — средняя оригинальность решений (экспертная оценка);
- CR — степень завершенности проектов;
- II — индекс интерактивности;
- $\alpha = 0,25$, $\beta = 0,35$, $\gamma = 0,20$, $\delta = 0,20$ — весовые коэффициенты, подобранные методом главных компонент.

Процедура сбора данных.

Измерения проводились в три этапа:

- 1) предтест в сентябре 2022 года (тест Торренса, опросник субъектности);
- 2) промежуточное тестирование в январе 2023 года (только экспериментальная группа, анализ логов платформы);
- 3) посттест в мае 2024 года (повторное тестирование обеих групп).

Все данные вводились в электронную базу с двойным контролем. Пропущенные значения (менее 3 % по всем переменным) заполнялись методом множественной импутации ($m = 5$).

Методы статистического анализа.

Статистическая обработка выполнялась в SPSS 26.0 и R 4.2.1.

Применялись:

- описательная статистика ($M \pm SD$ для нормально распределенных переменных, $Me [Q1; Q3]$ — для ненормально распределенных);
- тест Шапиро—Уилка для проверки нормальности;
- t -критерий Стьюдента для независимых выборок при нормальном распределении и U -критерий Манна—Уитни при ненормальном распределении;
- коэффициент Коэна d для оценки величины эффекта (малый эффект $d \approx 0,2$, средний — $d \approx 0,5$, большой — $d \approx 0,8$);
- коэффициент Пирсона r для корреляционного анализа;
- многофакторный дисперсионный анализ (MANOVA) для оценки совокупного влияния факторов;
- кластерный анализ методом k -средних для типологизации паттернов активности.

Уровень статистической значимости $p < 0,05$, поправка на множественные сравнения — метод Бонферрони.

3. Результаты**3.1. Сравнительный анализ показателей креативности**

В таблице 1 представлены результаты сравнения показателей теста Торренса в ЭГ и КГ на этапах предтеста и посттеста.

Из таблицы 1 видно, что обе группы продемонстрировали положительную динамику по всем показателям креативности, однако прирост в экспериментальной группе статистически значимо превышал прирост в контрольной группе. Наибольший размер эффекта зафиксирован для показателя оригинальности ($d = 0,84$), что соответствует большому эффекту по классификации Коэна.

Дисперсионный анализ с повторными измерениями (ANOVA 2×2) выявил значимый эффект взаимодействия «группа \times время» для всех показателей креативности (все $p < 0,001$), что подтверждает различную динамику развития креативности в зависимости от типа педагогического воздействия.

3.2. Субъектность в сотворчестве

Анализ данных опросника субъектности представлен в таблице 2. Интегральный показатель субъектности в экспериментальной группе вырос на 41 % относительно исходного уровня, тогда как в контрольной группе прирост составил лишь 17 %. Различия статистически значимы и характеризуются средне-большим размером эффекта ($d = 0,72$).

3.3. Анализ образовательной аналитики

В таблице 3 представлены средние значения метрик активности участников экспериментальной группы на цифровой платформе за период эксперимента.

Корреляционный анализ (табл. 4) выявил значимые связи между метриками платформы и приростом показателей креативности. Наиболее сильная корреляция обнаружена между метрикой DICE

Таблица 1 / Table 1

Динамика показателей креативности в экспериментальной и контрольной группах**Dynamics of creativity indicators in experimental and control groups**

| Показатель | Группа | Предтест $M \pm SD$ | Посттест $M \pm SD$ | Δ (прирост) | t -критерий* | p | d Коэна |
|-----------------|--------|---------------------|---------------------|--------------------|----------------|---------|-----------|
| Беглость | ЭГ | $7,2 \pm 1,8$ | $10,9 \pm 2,1$ | +3,7 | 4,82 | < 0,001 | 0,79 |
| | КГ | $7,1 \pm 1,9$ | $8,4 \pm 2,0$ | +1,3 | | | |
| Гибкость | ЭГ | $5,8 \pm 1,6$ | $8,7 \pm 1,9$ | +2,9 | 3,94 | < 0,001 | 0,68 |
| | КГ | $5,9 \pm 1,5$ | $7,1 \pm 1,7$ | +1,2 | | | |
| Оригинальность | ЭГ | $8,4 \pm 2,3$ | $14,2 \pm 3,1$ | +5,8 | 5,21 | < 0,001 | 0,84 |
| | КГ | $8,3 \pm 2,4$ | $10,6 \pm 2,8$ | +2,3 | | | |
| Разработанность | ЭГ | $12,6 \pm 3,4$ | $18,9 \pm 4,2$ | +6,3 | 4,15 | < 0,001 | 0,72 |
| | КГ | $12,4 \pm 3,5$ | $15,2 \pm 3,9$ | +2,8 | | | |

* Сравнение прироста между группами (independent samples t-test).

Таблица 2 / Table 2

Динамика показателей субъектности в сотворчестве (баллы по шкале 1–5)
Dynamics of indicators of subjectivity in co-creation (scores on a 1–5 scale)

| Шкала | Группа | Предтест М ± SD | Посттест М ± SD | t* | p | d Коэна |
|-------------------------|--------|-----------------|-----------------|------|---------|---------|
| Инициативность | ЭГ | 2,8 ± 0,7 | 4,1 ± 0,6 | 3,87 | < 0,001 | 0,71 |
| | КГ | 2,9 ± 0,6 | 3,3 ± 0,7 | | | |
| Ответственность | ЭГ | 3,2 ± 0,8 | 4,3 ± 0,5 | 3,52 | < 0,001 | 0,64 |
| | КГ | 3,1 ± 0,7 | 3,6 ± 0,8 | | | |
| Избирательность | ЭГ | 2,6 ± 0,9 | 3,9 ± 0,7 | 4,01 | < 0,001 | 0,69 |
| | КГ | 2,7 ± 0,8 | 3,2 ± 0,9 | | | |
| Конструктивность | ЭГ | 3,1 ± 0,7 | 4,2 ± 0,6 | 3,76 | < 0,001 | 0,68 |
| | КГ | 3,0 ± 0,8 | 3,5 ± 0,7 | | | |
| Интегральный показатель | ЭГ | 2,9 ± 0,6 | 4,1 ± 0,5 | 4,15 | < 0,001 | 0,72 |
| | КГ | 2,9 ± 0,5 | 3,4 ± 0,6 | | | |

* Сравнение прироста между группами.

Таблица 3 / Table 3

Метрики активности на цифровой платформе (ЭГ, n = 128)
Activity metrics on the digital platform (experimental group, n = 128)

| Показатель | М ± SD | Min | Max |
|--|-------------|------|------|
| Интенсивность активности (действий/неделя) | 47,3 ± 12,8 | 18 | 89 |
| Продолжительность сессий (мин) | 32,6 ± 9,4 | 12 | 68 |
| Частота создания продуктов (проектов/месяц) | 3,8 ± 1,2 | 1 | 7 |
| Индекс интерактивности (доля взаимодействий) | 0,42 ± 0,14 | 0,11 | 0,78 |
| Метрика DICE (0–1) | 0,68 ± 0,16 | 0,28 | 0,94 |

Таблица 4 / Table 4

Корреляции между метриками платформы и приростом креативности (ЭГ)
Correlations between platform metrics and creativity growth (experimental group)

| Метрика платформы | Прирост показателей креативности | | | |
|----------------------------|----------------------------------|------------|------------------|-------------------|
| | Δ Беглость | Δ Гибкость | Δ Оригинальность | Δ Разработанность |
| Интенсивность активности | 0,48** | 0,42** | 0,51** | 0,39** |
| Продолжительность сессий | 0,31* | 0,28* | 0,35** | 0,29* |
| Частота создания продуктов | 0,58** | 0,54** | 0,64** | 0,52** |
| Индекс интерактивности | 0,41** | 0,46** | 0,43** | 0,38** |
| DICE | 0,62*** | 0,59*** | 0,71*** | 0,56*** |

Примечание. * — p < 0,05; ** — p < 0,01; *** — p < 0,001.

и приростом оригинальности (r = 0,71; p < 0,01), что подтверждает валидность разработанного показателя эффективности цифровой среды.

3.4. Кластерный анализ паттернов активности

Методом k-средних выделено три кластера участников экспериментальной группы по характеру активности на платформе:

Кластер 1 «Активные изобретатели» (n = 42, 32,8 %):

- Высокие показатели по всем метрикам.
 - DICE = 0,82 ± 0,08.
 - Средний прирост оригинальности: +7,2 балла.
- Кластер 2 «Умеренно активные»** (n = 61, 47,7 %):

- Средние показатели активности.
 - DICE = 0,64 ± 0,09.
 - Средний прирост оригинальности: +5,4 балла.
- Кластер 3 «Малоактивные»** (n = 25, 19,5 %):
- Низкие показатели активности.

- $DICE = 0,41 \pm 0,11$.
- Средний прирост оригинальности: +3,1 балла.

Дисперсионный анализ (ANOVA) подтвердил статистически значимые различия между кластерами по приросту всех показателей креативности (все $p < 0,001$). Апостериорные сравнения (критерий Тьюки HSD) показали, что различия между всеми парами кластеров статистически значимы.

3.5. Качественный анализ изобретательских проектов

За период эксперимента участники экспериментальной группы создали 487 изобретательских проектов, из которых:

- 142 (29,2 %) получили положительную предварительную патентно-правовую оценку;
- 67 (13,8 %) рекомендованы к оформлению заявок на патенты;
- 23 (4,7 %) поданы в качестве заявок на полезные модели.

Наиболее продуктивными оказались проекты в следующих областях:

- бытовые устройства (37 % проектов);
- образовательные технологии (24 %);
- экологические решения (19 %);
- медицинские приспособления (12 %);
- прочие (8 %).

В контрольной группе создано 156 технических проектов, из которых лишь 18 (11,5 %) содержали элементы новизны, достаточные для патентно-правовой защиты.

4. Обсуждение

Полученные результаты подтверждают выдвинутую гипотезу о том, что систематическое использование цифровой платформы с интегрированной системой образовательной аналитики обеспечивает значимо более высокий прирост показателей креативности и субъектности в сотворчестве по сравнению с традиционными формами дополнительного образования.

Величины эффекта для основных показателей креативности ($d = 0,68–0,84$) соответствуют большим эффектам по классификации Коэна. Особенно важен значительный прирост оригинальности мышления ($\Delta = 5,8$ балла в экспериментальной группе против 2,3 в контрольной группе), поскольку именно этот показатель наиболее тесно связан с реальными творческими достижениями в лонгитюдных исследованиях Торренса ($r = 0,63$ за 22-летний период наблюдения) [16].

Разработанная метрика DICE продемонстрировала высокую предиктивную валидность [17]: корреляции с приростом креативности ($r = 0,56–0,71$) сопоставимы с корреляциями между показателями теста Торренса в детском возрасте и творческими достижениями во взрослой жизни [18]. Это открывает возможности для раннего выявления детей с высоким изобретательским потенциалом, персо-

нализации образовательных траекторий и своевременной педагогической поддержки малоактивных участников.

Выявленные три кластера активности позволяют дифференцировать педагогические стратегии для разных типов обучающихся.

Значительный прирост всех компонентов субъектности в ЭГ подтверждает теоретическое предположение о том, что цифровая среда с асинхронным режимом взаимодействия создает условия для проявления субъектной позиции детей [19]. В отличие от синхронных форм обучения платформа предоставляет возможность самостоятельного планирования времени и выбора стратегий работы над проектами [20].

Индекс интерактивности коррелировал с приростом гибкости мышления сильнее ($r = 0,46$), чем с другими показателями креативности, что подчеркивает роль коллаборативных практик в развитии способности видеть проблему с различных точек зрения [21].

Семиэтапный алгоритм АС-технологии обеспечивает интеграцию различных видов творчества в едином процессе создания изобретения.

Качественный анализ показал, что дети, прошедшие все этапы, создавали более оригинальные решения (экспертная оценка $4,2 \pm 0,6$ балла из 5) по сравнению с детьми, пропустившими литературно-ассоциативный этап ($3,4 \pm 0,8$ балла; $p < 0,01$). Это подтверждает гипотезу о том, что креативность развивается наиболее эффективно при сочетании вербальных, образных и действенных форм мышления [18].

5. Заключение

Результаты проведенного педагогического эксперимента свидетельствуют об эффективности интеграции цифровой платформы сетевого взаимодействия и системы образовательной аналитики (learning analytics) в практику дополнительного образования детей для развития изобретательских компетенций и творческой субъектности.

Ключевые выводы исследования:

- Систематическое использование цифровой платформы с реализацией ассоциативно-синектической технологии обеспечивает статистически значимый и практически существенный прирост всех показателей креативности: беглости ($d = 0,79$), гибкости ($d = 0,68$), оригинальности ($d = 0,84$) и разработанности ($d = 0,72$) мышления.
- Интегральный показатель субъектности в сотворчестве в экспериментальной группе вырос на 41 % относительно исходного уровня (против 17 % в контрольной группе), что подтверждает создание условий для проявления детьми инициативности, ответственности, избирательности и конструктивности в совместной творческой деятельности.

- Разработанная метрика DICE (Digital Invention Creativity Effectiveness) демонстрирует высокую предиктивную валидность ($r = 0,56–0,71$ с приростом креативности) и может использоваться для оценки эффективности цифровых образовательных сред, ориентированных на развитие изобретательства.
- Выявлены три паттерна активности обучающихся на платформе («активные изобретатели», «умеренно активные», «малоактивные»), значимо различающиеся по приросту творческих способностей, что позволяет персонализировать педагогическую поддержку.
- Частота создания продуктов на платформе является наиболее сильным предиктором прироста креативности ($r = 0,52–0,64$), что подтверждает деятельностный подход и указывает на необходимость проектирования платформы с акцентом на продуктивность, а не на потребление контента.

Практическая значимость исследования заключается в разработке и валидации:

- методологии интеграции learning analytics в педагогический процесс дополнительного образования;
- инструмента оценки эффективности цифровой среды (метрика DICE);
- модели сетевого взаимодействия детей, родителей и педагогов на основе цифровой платформы.

Теоретическая значимость связана с уточнением понятия «субъектность в сотворчестве» и эмпирическим подтверждением возможности ее целенаправленного развития в условиях цифровой образовательной среды.

В контексте национальных целей развития Российской Федерации и задач цифровой трансформации образования полученные результаты открывают перспективы масштабирования разработанной модели в системе дополнительного образования для достижения целевого показателя 80 % охвата детей к 2030 году при одновременном повышении качества образовательных результатов.

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. Лапаева В. В. Технологический суверенитет России: правовые проблемы. *Наукоевческие исследования*. 2023;(2):60–72. EDN: MNTSBS. DOI: 10.31249/scis/2023.02.04.

[Lapaeva V. V. Technological sovereignty of Russia: Legal issues. *Naukovedcheskie issledovaniya — Science Studies*. 2023;(2):60–72. (In Russian.) EDN: MNTSBS. DOI: 10.31249/scis/2023.02.04.]

2. Белкин А. С. Основы возрастной педагогики: учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений. М.: Академия; 2000. 192 с.

[Belkin A. S. Fundamentals of age pedagogy: Textbook for students of pedagogical universities. Moscow, Akademiya; 2000. 192 p. (In Russian.)]

3. Гудяева Л. А., Прыгунова М. И. Передовые инженерные школы как инструмент достижения национального технологического суверенитета в контексте региональной социально-экономической повестки. *Бизнес. Образование. Право*. 2023;(1(62)):13–19. EDN: XLMSBM. DOI: 10.25683/VOLBI.2023.62.504.

[Gudyaeva L. A., Prygunova M. I. Advanced engineering schools as a tool for achieving national technological sovereignty in the context of the regional socio-economic agenda. *Business. Education. Law*. 2023;(1(62)):13–19. (In Russian.) EDN: XLMSBM. DOI: 10.25683/VOLBI.2023.62.504.]

4. Белолуцкая А. К., Вачкова С. Н., Патаракин Е. Д. Связь цифрового компонента обучения и развития детей дошкольного и школьного возраста: обзор исследований и международных образовательных практик. *Образование и саморазвитие*. 2023;18(2):145–162. EDN: KESFBF. DOI: 10.26907/esd.18.2.04.

[Belolutskaya A. K., Vachkova S. N., Patarakin E. D. The connection of the digital learning component with the development of preschool and school-age children: A review of research and international educational practices. *Education and Self Development*. 2023;18(2):145–162. (In Russian.) EDN: KESFBF. DOI: 10.26907/esd.18.2.04.]

5. Бывшева М. В., Ведерникова Н. Н., Новоселов С. А. Сущность и условия эффективного использования сетевого взаимодействия образовательных организаций для развития творческих способностей детей. *Стратегические ориентиры современного образования: сборник научных статей*. Ч. 3. Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет; 2020:296–301. EDN: RMYQXB. DOI: 10.26170/Kso-2020-294.

[Byvsheva M. V., Vedernikova N. N., Novoselov S. A. Essence and conditions of effective use of network interactions of educational organizations for the development of creative abilities of children. *Strategic Guidelines of Modern Education: Collection of Scientific Articles. Part 3*. Yekaterinburg, Ural State Pedagogical University; 2020:296–301. (In Russian.) EDN: RMYQXB. DOI: 10.26170/Kso-2020-294.]

6. Мартынова М. Д. Учебная аналитика в образовательном процессе: куда нас ведут большие данные? *Социальные нормы и практики*. 2024;(4(14)):39–49. EDN: EFFLVP. DOI: 10.24412/2713-1033-2024-4-39-49.

[Martynova M. D. Learning analytics in the educational process: Where is big data leading us? *Social norms and practices*. 2024;(4(14)):39–49. (In Russian.) EDN: EFFLVP. DOI: 10.24412/2713-1033-2024-4-39-49.]

7. Новоселов С. А. Ассоциативно-синектическая технология развития креативности субъектов образовательного процесса. *Педагогическое образование и наука*. 2011;(1):72–76. EDN: OJLYHJ.

[Novoselov S. A. Associate synectic technology of student’s creative development. *Pedagogical education and science Pedagogical Education and Science = Pedagogičeskoe obrazovanie i nauka*. 2011;(1):72–76. (In Russian.) EDN: OJLYHJ.]

8. Капцов А. В., Колесникова Е. И. Потенциал становления субъектности студента в цифровой образовательной среде вуза. *Герценовские чтения: психологические исследования в образовании*. 2022;(5):156–162. EDN: WBOTUE. DOI: 10.33910/herzenpsyconf-2022-5-19.

[Kaptsov A. V., Kolesnikova E. I. Development potential of student’s agency in the university’s digital educational envi-

ronment. *The Herzen University Conference on Psychology in Education*. 2022;(5):156–162. (In Russian.) EDN: WBOTUE. DOI: 10.33910/herzenpsyconf-2022-5-19.]

9. Герт В. А. Философский анализ природы и форм совместности в образовательном процессе. *Философия образования*. 2010;(4(33)):340–348. EDN: NCIFUB.

[Gert V. A. Philosophical analysis of the nature of co-existence forms in the educational process. *Philosophy of Education*. 2010;(4(33)):340–348. (In Russian.) EDN: NCIFUB.]

10. Новоселов С. А., Попова Л. С. АС-технология комплексного развития творческих способностей детей. *Дошкольное воспитание*. 2023;(8):18–22. EDN: OQEPAPW.

[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: OQEPAPW.]

11. Степанов С. Ю., Рябова И. В., Гаврилова Е. В. Влияние цифровой среды и дополнительного образования на интеллектуальные и креативные способности школьников. *Вопросы психологии*. 2021;(1):61–70. EDN: SZZKRO.

[Stepanov S. Yu., Ryabova I. V., Gavrilo E. V. The impact of the digital environment and additional education on the intellectual and creative abilities of schoolchildren. *Voprosy psikhologii*. 2021;(1):61–70. (In Russian.) EDN: SZZKRO.]

12. Леонтьев Д. А. Что дает психологии понятие субъекта: субъектность как измерение личности. *Эпистемология и философия науки*. 2010;25(3):135–153. EDN: NCJXAR.

[Leontiev D. A. What does the concept of subject give to psychology: Subjectivity as a dimension of personality. *Epistemology & Philosophy of Science*. 2010;25(3):135–153. (In Russian.) EDN: NCJXAR.]

13. Панов В. И., Плксина И. В. Взаимосвязь между этапами становления субъектности школьников 8–11 классов и экпсихологическими типами взаимодействия с образовательной средой. *Социальная психология и общество*. 2023;14(3):118–135. EDN: ZCRPMO. DOI: 10.17759/sps.2023140308.

[Panov V. I., Plaksina I. V. The relationship between the stages of agency of schoolchildren in grades 8–11 and ecopsychological types of interactions with the educational environment. *Social Psychology and Society*. 2023;14(3):118–135. (In Russian.) EDN: ZCRPMO. DOI: 10.17759/sps.2023140308.]

14. Новиков Д. А. Статистические методы в педагогических исследованиях (типичные случаи). М.: МЗ-Пресс; 2004. 67 с. EDN: PFGVMZ.

[Novikov D. A. Statistical methods in pedagogical studies (typical cases). Moscow, MZ-Press; 2004. 67 p. (In Russian.) EDN: PFGVMZ.]

15. Герт В. А. Субъектность индивидуального бытия человека. Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет; 2012. 172 с. EDN: LENPVB.

[Gert V. A. Subjectivity of individual human existence. Yekaterinburg, Ural State Pedagogical University; 2012. 172 p. (In Russian.) EDN: LENPVB.]

16. Torrance E. P. Torrance tests of creative thinking: Norms-technical manual. Bensenville, IL, Scholastic Testing Service; 1966.

17. Alam A., Mohanty A. Predicting students' performance employing educational data mining techniques, machine learning, and learning analytics. In: *Tomar R. S., et al. Communication, Networks and Computing. CNC 2022. Communications in Computer and Information Science*. 2023;1893:165–179. DOI: 10.1007/978-3-031-43140-1_15.

18. Туник Е. Е. Диагностика креативности. Тест Е. Торренса. СПб.: Иматон; 2006. 176 с. EDN: QXORQN.

[Tunik E. E. Diagnostics of creativity. E. Torrance test. Saint Petersburg, Imaton; 2006. 176 p. (In Russian.) EDN: QXORQN.]

19. Штофер Л. Л., Шевченко О. М. Перспективы и риски развития субъектности личности в условиях цифровизации образования. *Гуманитарий Юга России*. 2024;13(1):114–124. EDN: LDEPQJ. DOI: 10.18522/2227-8656.2024.1.6.

[Shtofer L. L., Shevchenko O. M. Prospects and risks for the development of individual subjectivity in the context of digitalization of education. *Humanities of the South of Russia*. 2024;13(1):114–124. (In Russian.) EDN: LDEPQJ. DOI: 10.18522/2227-8656.2024.1.6.]

20. Schwartz D. L. The productive agency that drives collaborative learning. In: *Dillenbourg P. (ed) Collaborative learning: Cognitive and computational approaches*. NY, Elsevier Science; 1999:197–218.

21. Агеев Н. Я., Токарчук Ю. А., Токарчук А. М., Гаврилова Е. В. Связь цифровых технологий с развитием когнитивных и коммуникативных процессов подростков и юношей: обзор эмпирических исследований. *Психолого-педагогические исследования*. 2023;15(1):37–55. EDN: DYSELX. DOI: 10.17759/psyedu.2023150103.

[Ageev N. Ya., Tokarchuk Y. A., Tokarchuk A. M., Gavrilo E. V. The interaction of digital technologies with the development of cognitive and communication processes of adolescents and young adults: A review of empirical research. *Psikhologo-pedagogicheskie issledovaniya = Psychological-Educational Studies*. 2023;15(1):37–55. (In Russian.) EDN: DYSELX. DOI: 10.17759/psyedu.2023150103.]

Информация об авторах

Новоселов Сергей Аркадьевич, доктор пед. наук, профессор, 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: 17.10.25.

Поступила после рецензирования / Revised: 01.12.25.

Принята к печати / Accepted: 02.12.25.