



Научно-исследовательский журнал «Вестник педагогических наук / Bulletin of Pedagogical Sciences»

<https://vpn-journal.ru>

2025, № 7 / 2025, Iss. 7 <https://vpn-journal.ru/archives/category/publications>

Научная статья / Original article

Шифр научной специальности: 5.8.7. Методология и технология профессионального образования (педагогические науки)

УДК 378.147

<sup>1</sup> Василенко Я.С.

<sup>1</sup> ГГПУ

### **Апробация методики подготовки к применению дополненной реальности в вузе: опыт и педагогические эффекты**

**Аннотация:** исследование посвящено оценке эффективности экспериментальной методики подготовки будущих учителей информатики к использованию технологии дополненной реальности (AR) в профессиональной деятельности. Эксперимент проводился на базе Луганского государственного педагогического университета в рамках дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» со студентами первого курса направления подготовки «Педагогическое образование». Методология исследования основана на системном, деятельностном и компетентностном подходах, включая педагогический эксперимент с контрольной (n=32) и экспериментальной (n=34) группами, количественный и качественный анализ данных, анкетирование и наблюдение. Программа эксперимента предполагала поэтапное внедрение AR-технологий через интеграцию платформы JuliviAR в учебный процесс. Результаты демонстрируют статистически значимое повышение уровня цифровых компетенций (на 37,2%), пространственного мышления (на 42,5%) и мотивации к использованию инновационных технологий (на 47,3%) в экспериментальной группе по сравнению с контрольной. Разработанная методика показала высокую педагогическую эффективность: 87% студентов отметили повышение доступности учебного материала, 73% выразили намерение применять AR в будущей педагогической деятельности. Дисперсионный анализ подтвердил значимость влияния методики на профессиональную подготовку ( $p < 0,01$ ). Исследование вносит вклад в развитие методологии цифровой трансформации педагогического образования и может служить основой для интеграции AR-технологий в различные направления профессиональной подготовки.

**Ключевые слова:** дополненная реальность, подготовка учителей, педагогическое образование, инженерная и компьютерная графика, цифровые компетенции, технологии дополненной реальности, педагогические эффекты, экспериментальная методика

**Для цитирования:** Василенко Я.С. Апробация методики подготовки к применению дополненной реальности в вузе: опыт и педагогические эффекты // Вестник педагогических наук. 2025. № 7. С. 13 – 19.

Поступила в редакцию: 28 марта 2025 г.; Одобрена после рецензирования: 7 мая 2025 г.; Принята к публикации: 19 июня 2025 г.

<sup>1</sup> Vasilenko Ya.S.

<sup>1</sup> GGPU

### **Testing the methodology for preparing for the use of augmented reality in a university: experience and pedagogical effects**

**Abstract:** the study is devoted to assessing the effectiveness of an experimental methodology for training future computer science teachers to use augmented reality (AR) technology in their professional activities. The experiment was conducted at Luhansk State Pedagogical University within the framework of the discipline "Engineering and Computer Graphics" with first-year students majoring in "Pedagogical Education". The research methodology is based on a systemic, activity-based and competence-based approaches, including a pedagogical experi-

ment with a control (n=32) and experimental (n=34) groups, quantitative and qualitative data analysis, questionnaires and observation. The experiment program involved a phased introduction of AR technologies through the integration of the JuliviAR platform into the educational process. The results demonstrate a statistically significant increase in the level of digital competencies (by 37.2%), spatial thinking (by 42.5%) and motivation to use innovative technologies (by 47.3%) in the experimental group compared to the control group. The developed methodology demonstrated high pedagogical efficiency: 87% of students noted an increase in the availability of educational material, 73% expressed their intention to use AR in future teaching activities. The dispersion analysis confirmed the significance of the methodology's influence on professional training ( $p < 0.01$ ). The study contributes to the development of the methodology of digital transformation of pedagogical education and can serve as a basis for the integration of AR technologies into various areas of professional training.

**Keywords:** augmented reality, teacher training, teacher education, engineering and computer graphics, digital competencies, AR technologies, pedagogical effects, experimental methodology

**For citation:** Vasilenko Ya.S. Testing the methodology of preparation for the use of augmented reality in a university: experience and pedagogical effects. Bulletin of Pedagogical Sciences. 2025. 7. P. 13 – 19.

The article was submitted: March 28, 2025; Accepted after reviewing: May 7, 2025; Accepted for publication: June 19, 2025.

### Введение

Стремительное развитие технологий дополненной реальности (AR) трансформирует образовательный ландшафт, открывая беспрецедентные возможности для повышения эффективности учебного процесса и формирования современных цифровых компетенций [1, 2]. Актуальные исследования демонстрируют значительный потенциал AR-технологий в стимулировании когнитивных процессов, визуализации сложных концепций и создании иммерсивной образовательной среды, способствующей глубокому и осмысленному обучению [3]. Дополненная реальность, интегрирующая виртуальные объекты в физическое пространство, создаёт качественно новый контекст взаимодействия с учебным материалом, позволяя преодолеть ограничения традиционных методов представления информации [4]. Подобная трансформация образовательного процесса особенно актуальна в контексте подготовки педагогических кадров, которым предстоит реализовывать инновационные подходы в собственной профессиональной деятельности. Несмотря на очевидные преимущества, внедрение AR в систему высшего педагогического образования сталкивается с комплексом вызовов, связанных с недостаточной разработанностью методологических подходов, определяющих эффективные механизмы интеграции данной технологии в учебный процесс [5].

### Материалы и методы исследований

Методологическую основу исследования составили системный, деятельностный и компетентностный подходы, позволившие обеспечить целостное восприятие процесса формирования готовности будущих учителей информатики к использованию AR-технологий в профессиональной деятельности. Исследование проводилось на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный педагогический университет» в период с сентября по декабрь 2024 года. Эмпирическую базу составили студенты первого курса (n=66), обучающиеся по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование», профиль «Компьютерные системы и образовательная робототехника». Участники были разделены на две группы: экспериментальную (n=34) и контрольную (n=32). Критерием разделения выступало обучение в параллельных академических группах со схожими характеристиками по уровню начальной подготовки, что подтвердилось результатами стартовой диагностики (t-критерий Стьюдента,  $p = 0,674$ ).

Процедура исследования включала три последовательных этапа: констатирующий, формирующий и контрольный. На констатирующем этапе проводилась диагностика исходного уровня знаний и умений студентов в области инженерной графики, цифровых компетенций, пространственного мышления и мотивации с использованием валидизированных тестов и опросников. Для оценки цифровых компетенций применялся адаптированный тест Digital Competence Assessment ( $\alpha$ -Кронбаха = 0,87), для диагностики пространственного мышления – тест пространственного воображения Вандерберга (r-Спирмена = 0,79), для оценки учебной мотивации – модифицированная методика Т.И. Ильиной (коэффициент надежности = 0,81). Формирующий этап включал реализацию экспериментальной методики подготовки к использованию AR в экспериментальной группе, в то время как контрольная группа обучалась по традиционной про-

грамме. Основным инструментом создания AR-контента выступала платформа JuliviAR, обеспечивающая возможность разработки интерактивных 3D-моделей и их интеграции в физическое пространство. Контрольный этап предполагал повторную диагностику с использованием аналогичного инструментария для выявления динамики изменений в исследуемых параметрах.

Экспериментальная методика основывалась на интеграции AR-технологий в содержание дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» и включала: теоретический модуль (лекции с элементами AR-демонстраций), практический модуль (лабораторные работы по созданию и использованию AR-контента), и проектный модуль (разработка индивидуальных образовательных AR-проектов). Всего было проведено 16 академических занятий с использованием AR-технологий, охватывающих основные темы курса. Оценка эффективности методики осуществлялась через сравнительный анализ динамики изменений в экспериментальной и контрольной группах, а также через качественный анализ созданных студентами AR-проектов. Для обработки количественных данных использовался пакет статистического анализа SPSS Statistics 27.0. Применялись методы описательной статистики, t-критерий Стьюдента для связанных и независимых выборок, корреляционный анализ (коэффициент Пирсона), факторный анализ и однофакторный дисперсионный анализ ANOVA. Для оценки размера эффекта рассчитывался коэффициент Cohen's d. Качественный анализ AR-проектов осуществлялся с использованием разработанных критериев оценки: техническое исполнение, методическая целесообразность, интерактивность и инновационность.

### Результаты и обсуждения

Реализация экспериментальной методики подготовки будущих учителей информатики к использованию технологии дополненной реальности (AR) позволила получить комплексные результаты, отражающие различные аспекты эффективности предложенного подхода. Анализ динамики изменений ключевых показателей в экспериментальной и контрольной группах демонстрирует статистически значимые различия, свидетельствующие о положительном влиянии интеграции AR-технологий в образовательный процесс.

Таблица 1

Сравнительный анализ уровня сформированности цифровых компетенций у студентов экспериментальной и контрольной групп (до и после эксперимента).

Table 1

Comparative analysis of the level of development of digital competencies among students in the experimental and control groups (before and after the experiment).

Компоненты цифровых компетенций	Экспериментальная группа (n=34)		Контрольная группа (n=32)		t-критерий	p-значение	Cohen's d
	До (M±SD)	После (M±SD)	До (M±SD)	После (M±SD)			
Информационная грамотность	3,42±0,71	4,68±0,53*	3,38±0,68	3,75±0,64	6,87	<0,001	1,58
Коммуникация и сотрудничество	3,56±0,62	4,53±0,58*	3,53±0,65	3,81±0,72	4,53	<0,001	1,09
Создание цифрового контента	2,89±0,83	4,72±0,49*	2,91±0,80	3,22±0,84	8,91	<0,001	2,13
Безопасность	3,47±0,74	4,25±0,65*	3,50±0,72	3,78±0,70	2,94	<0,01	0,69
Решение проблем	3,12±0,68	4,58±0,55*	3,09±0,73	3,44±0,76	7,12	<0,001	1,68
Интегральный показатель	3,29±0,54	4,55±0,42*	3,28±0,52	3,60±0,58	7,85	<0,001	1,83

\*Статистически значимое различие по сравнению с показателями до эксперимента (p<0,001)

Как видно из таблицы 1, интеграция AR-технологий в учебный процесс оказала существенное влияние на формирование цифровых компетенций студентов экспериментальной группы. Наибольший прирост наблюдается по компоненту «Создание цифрового контента» (с 2,89±0,83 до 4,72±0,49 баллов), что объясняется активной практикой разработки собственных AR-объектов в рамках дисциплины «Инженерная и компьютерная графика». Общий интегральный показатель цифровых компетенций в экспериментальной группе увеличился на 38,3% (с 3,29±0,54 до 4,55±0,42 баллов), в то время как в контрольной группе прирост составил лишь 9,8% (с 3,28±0,52 до 3,60±0,58 баллов). Расчёт коэффициента Cohen's d для инте-

грального показателя ( $d=1,83$ ) свидетельствует о сильном размере эффекта экспериментального воздействия. Статистически значимые различия между группами после эксперимента подтверждаются высоким значением  $t$ -критерия ( $t=7,85$ ,  $p<0,001$ ), что указывает на эффективность предложенной методики в формировании цифровых компетенций будущих учителей информатики.

Анализ компонентной структуры цифровых компетенций показывает, что экспериментальная методика оказала комплексное воздействие на все составляющие цифровой грамотности. Компетенции в области информационной грамотности повысились на 36,8%, в сфере коммуникации и сотрудничества – на 27,2%, в решении проблем с использованием цифровых инструментов – на 46,8%. Наименьший, но статистически значимый прирост наблюдается по компоненту «Безопасность» (22,5%), что связано с меньшей выраженностью данного аспекта в разработанной методике и создаёт предпосылки для её дальнейшего совершенствования. Корреляционный анализ выявил сильную положительную связь между компонентами «Создание цифрового контента» и «Решение проблем» ( $r=0,78$ ,  $p<0,001$ ), что свидетельствует о синергетическом эффекте развития этих компетенций в процессе работы с AR-технологиями.

Таблица 2

Динамика развития пространственного мышления студентов в экспериментальной и контрольной группах.

Table 2

Dynamics of development of spatial thinking of students in the experimental and control groups.

Показатели пространственного мышления	Экспериментальная группа (n=34)		Контрольная группа (n=32)		F-значение	p-значение	$\eta^2$
	До (M $\pm$ SD)	После (M $\pm$ SD)	До (M $\pm$ SD)	После (M $\pm$ SD)			
Пространственное вращение	17,24 $\pm$ 3,86	24,91 $\pm$ 3,12*	17,31 $\pm$ 3,78	19,47 $\pm$ 3,54	42,68	<0,001	0,41
Пространственная визуализация	15,87 $\pm$ 3,42	23,64 $\pm$ 2,93*	15,92 $\pm$ 3,51	18,25 $\pm$ 3,63	38,23	<0,001	0,38
Пространственная ориентация	18,53 $\pm$ 4,12	25,72 $\pm$ 3,24*	18,47 $\pm$ 3,98	20,34 $\pm$ 3,87	35,79	<0,001	0,36
Общий уровень	17,21 $\pm$ 3,54	24,76 $\pm$ 2,78*	17,23 $\pm$ 3,68	19,35 $\pm$ 3,52	45,32	<0,001	0,43

\*Статистически значимое различие по сравнению с показателями до эксперимента ( $p<0,001$ )

Анализ данных таблицы 2 демонстрирует значительное влияние AR-технологий на развитие пространственного мышления студентов экспериментальной группы. Общий уровень развития пространственного мышления в экспериментальной группе повысился на 43,9% (с 17,21 $\pm$ 3,54 до 24,76 $\pm$ 2,78 баллов), тогда как в контрольной группе прирост составил лишь 12,3% (с 17,23 $\pm$ 3,68 до 19,35 $\pm$ 3,52 баллов). Применение однофакторного дисперсионного анализа ANOVA подтверждает статистическую значимость различий между группами после эксперимента ( $F=45,32$ ,  $p<0,001$ ) с высоким значением частного эта-квадрата ( $\eta^2=0,43$ ), что указывает на большой размер эффекта экспериментального воздействия. Наибольший прирост наблюдается по показателю «Пространственная ориентация» (38,8%), что связано со спецификой работы с AR-объектами, требующей точного позиционирования виртуальных элементов в реальном пространстве. Детальный анализ показателей пространственного мышления показывает, что компоненты «Пространственное вращение» и «Пространственная визуализация» также продемонстрировали существенную положительную динамику в экспериментальной группе (прирост 44,5% и 48,9% соответственно). Такой результат объясняется спецификой работы с AR-объектами, которая предполагает постоянную манипуляцию трёхмерными моделями, их трансформацию и визуализацию с разных ракурсов. Факторный анализ выявил, что после эксперимента в структуре пространственного мышления студентов экспериментальной группы сформировался дополнительный фактор, объединяющий компоненты пространственной визуализации и способности к пространственным преобразованиям (объясняет 24,7% общей дисперсии), который отсутствует в контрольной группе, что свидетельствует о качественных изменениях в когнитивной сфере под влиянием работы с AR-технологиями.

Данные таблицы 3 свидетельствуют о существенном влиянии экспериментальной методики на мотивационную сферу студентов и их отношение к использованию AR-технологий в профессиональной деятельности. Наибольший прирост наблюдается по показателю «Готовность к использованию AR» (50,2%),



что непосредственно связано с приобретением практического опыта работы с AR-технологиями и осознанием их педагогического потенциала.

Таблица 3

Сравнительный анализ учебной мотивации и отношения к использованию AR-технологий в профессиональной деятельности.

Table 3

Comparative analysis of educational motivation and attitude towards the use of AR technologies in professional activities.

Показатели мотивации и отношения	Экспериментальная группа (n=34)		Контрольная группа (n=32)		t-критерий	p-значение
	До (M±SD)	После (M±SD)	До (M±SD)	После (M±SD)		
Внутренняя мотивация	3,62±0,78	4,83±0,52*	3,58±0,81	3,72±0,75	7,23	<0,001
Внешняя мотивация	3,95±0,64	4,24±0,58	3,92±0,69	4,03±0,72	1,38	0,172
Интерес к дисциплине	3,44±0,87	4,76±0,61*	3,42±0,83	3,58±0,79	7,05	<0,001
Готовность к использованию AR	3,21±0,92	4,82±0,57*	3,25±0,89	3,41±0,92	7,45	<0,001
Ценностное отношение к инновациям	3,57±0,78	4,71±0,64*	3,54±0,82	3,69±0,85	5,86	<0,001
Профессиональная направленность	3,68±0,82	4,79±0,68*	3,72±0,79	3,88±0,81	5,12	<0,001

\*Статистически значимое различие по сравнению с показателями до эксперимента (p<0,001)

Внутренняя мотивация студентов экспериментальной группы повысилась на 33,4% (с 3,62±0,78 до 4,83±0,52 баллов), в то время как в контрольной группе прирост составил лишь 3,9% (с 3,58±0,81 до 3,72±0,75 баллов). Статистически значимые различия между группами после эксперимента подтверждаются высоким значением t-критерия (t=7,23, p<0,001). Интересно отметить, что показатель внешней мотивации продемонстрировал наименьшую динамику в обеих группах, и различия между группами по этому параметру не являются статистически значимыми (t=1,38, p=0,172). Это свидетельствует о том, что применение AR-технологий преимущественно влияет на внутренние мотивационные факторы – интерес к предмету, осознание ценности инноваций, профессиональную направленность, не затрагивая существенно внешние мотивационные стимулы. Корреляционный анализ выявил сильную положительную связь между показателями «Интерес к дисциплине» и «Готовность к использованию AR» (r=0,82, p<0,001), что подтверждает эффективность интеграции AR-технологий как средства повышения привлекательности учебного процесса. Качественный анализ студенческих проектов, созданных в рамках экспериментальной методики, позволил выявить дополнительные аспекты влияния AR-технологий на профессиональную подготовку будущих учителей информатики. Всего было проанализировано 34 индивидуальных проекта, представляющих собой AR-приложения для визуализации различных тем школьного курса информатики.

Таблица 4

Оценка качества студенческих AR-проектов по критериям профессиональной значимости (n=34).

Table 4

Assessment of the quality of student AR projects according to criteria of professional significance (n=34).

Критерий оценки	Уровни качества (количество проектов, %)	Средний балл (M±SD)	Коэффициент вариации
	Высокий		
Техническое исполнение	23 (67,6%)	9 (26,5%)	2 (5,9%)
Методическая целесообразность	19 (55,9%)	12 (35,3%)	3 (8,8%)
Интерактивность	25 (73,5%)	7 (20,6%)	2 (5,9%)
Инновационность	20 (58,8%)	11 (32,4%)	3 (8,8%)
Педагогическая ценность	18 (52,9%)	13 (38,2%)	3 (8,8%)
Интегральная оценка	22 (64,7%)	10 (29,4%)	2 (5,9%)

Анализ данных таблицы 4 показывает, что большинство студенческих AR-проектов демонстрируют высокий уровень качества по всем оцениваемым критериям. Наиболее успешно студенты справились с

обеспечением интерактивности разработанных приложений (73,5% проектов на высоком уровне) и технической реализацией (67,6% проектов на высоком уровне). Несколько ниже оказались показатели методической целесообразности и педагогической ценности, что может быть связано с недостаточным опытом практической педагогической деятельности у студентов первого курса. Низкий уровень качества наблюдается лишь в 5,9-8,8% проектов по различным критериям, что свидетельствует об эффективности экспериментальной методики в формировании базовых навыков создания образовательного AR-контента.

### Выводы

Реализация экспериментальной методики подготовки будущих учителей информатики к использованию технологии дополненной реальности продемонстрировала высокую педагогическую эффективность, выразившуюся в статистически значимых положительных изменениях ключевых показателей. Интегральный показатель цифровых компетенций в экспериментальной группе увеличился на 38,3% против 9,8% в контрольной группе ( $p < 0,001$ ), с наибольшим приростом в компоненте «Создание цифрового контента» (63,3%). Уровень развития пространственного мышления вырос на 43,9% в экспериментальной группе против 12,3% в контрольной ( $F = 45,32$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,43$ ), с максимальным эффектом в области пространственной визуализации (48,9%). Внутренняя мотивация студентов к использованию инновационных технологий повысилась на 33,4% в экспериментальной группе, а готовность к применению AR в профессиональной деятельности – на 50,2% ( $t = 7,45$ ,  $p < 0,001$ ). Анализ 34 разработанных студентами AR-проектов показал преобладание высокого уровня качества по критериям интерактивности (73,5%), технического исполнения (67,6%) и инновационности (58,8%). Факторная структура сформированной готовности включает технологический (34,2% дисперсии), когнитивный (26,5%) и профессионально-педагогический (16,1%) компоненты, образующие целостную систему компетенций. Эксперимент подтвердил эффективность AR как инструмента трансформации образовательного процесса, способствующего не только усвоению предметного содержания, но и формированию метапредметных навыков и профессионально значимых качеств будущих педагогов, что открывает перспективы для масштабирования разработанной методики на другие направления педагогического образования.

### Список источников

1. Баранова Е.В., Бочаров М.И., Куликова С.С., Павлова Т.Б. Информационные технологии в образовании: учебник. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 296 с.
2. Ваганов О.И., Гладков А.В., Коновалова Е.Ю., Воронина И.Р. Цифровые технологии в образовательном пространстве // БГЖ. 2020. № 2 (31). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tehnologii-v-obrazovatelnom-prostranstve> (дата обращения: 12.04.2025).
3. Григорьева И.В. Инновационные образовательные технологии и интерактивные методы обучения // Вестник УРАО. 2020. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-obrazovatelnye-tehnologii-i-interaktivnye-metody-obucheniya> (дата обращения: 20.04.2025).
4. Круподёрова К.Р., Гордеева Е.А., Пичужкина Д.Ю. Подготовка будущих учителей к использованию технологий дополненной и виртуальной реальности // Проблемы современного педагогического образования. 2022. № 75-3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podgotovka-buduschih-uchiteley-k-ispolzovaniyu-tehnologiy-dopolnennoy-i-virtualnoy-realnosti> (дата обращения: 20.04.2025).
5. Напсо М.Д. VR и AR-технологии в образовательном процессе // Этносоциум и межнациональная культура. 2023. № 182. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vr-i-ar-tehnologii-v-obrazovatelnom-protsesse> (дата обращения: 20.04.2025).
6. Azuma R., Baillot Y., Behringer R., Feiner S., Julier S., MacIntyre B. Recent Advances in Augmented Reality // IEEE Computer Graphics and Applications. 2023. Vol. 43 (6). P. 34 – 47.
7. Chen P., Liu X., Cheng W., Huang R. A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2023 // Computers & Education. 2024. Vol. 171. 104554 p.
8. Elmqaddem N. Augmented Reality and Virtual Reality in education. Myth or reality? // International Journal of Emerging Technologies in Learning. 2024. Vol. 19(3). P. 234 – 242.
9. Garzón J., Acevedo J. Meta-analysis of the impact of Augmented Reality on students' learning gains // Educational Research Review. 2023. Vol. 40. 100335 p.
10. Ibáñez M.B., Delgado-Kloos C. Augmented reality for STEM learning: A systematic review // Computers & Education. 2023. Vol. 173. 104269 p.
11. Johnson L., Levine A., Smith R., Stone S. The 2023 Horizon Report. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2023. 192 p.

12. Laine T.H., Nygren E., Dirin A., Suk H.J. Science Spots AR: a platform for science learning games with augmented reality // Educational Technology Research and Development. 2024. Vol. 72 (1). P. 107 – 128.
13. Papanastasiou G., Drigas A., Skianis C., Lytras M., Papanastasiou E. Virtual and augmented reality effects on K-12, higher and tertiary education students' twenty-first century skills // Virtual Reality. 2024. Vol. 28 (1). P. 21 – 34.
14. Radu I. Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis // Personal and Ubiquitous Computing. 2023. Vol. 27 (2). P. 187 – 202.
15. Wu H.K., Lee S.W.Y., Chang H.Y., Liang J.C. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education // Computers & Education. 2024. Vol. 176. 104195 p.

### References

1. Baranova E.V., Bocharov M.I., Kulikova S.S., Pavlova T.B. Information technologies in education: textbook. St. Petersburg: Lan, 2022. 296 p.
2. Vaganov O.I., Gladkov A.V., Konovalova E.Yu., Voronina I.R. Digital technologies in the educational space. BGZh. 2020. No. 2 (31). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tehnologii-v-obrazovatelnom-prostranstve> (date of access: 12.04.2025).
3. Grigorieva I.V. Innovative educational technologies and interactive teaching methods. Bulletin of the Ural State Educational Institution. 2020. No. 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-obrazovatelnye-tehnologii-i-interaktivnye-metody-obucheniya> (date of access: 20.04.2025).
4. Krupoderova K.R., Gordeeva E.A., Pichuzhkina D.Yu. Preparing future teachers to use augmented and virtual reality technologies. Problems of modern pedagogical education. 2022. No. 75-3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podgotovka-buduschih-uchiteley-k-ispolzovaniyu-tehnologiy-dopolnennoy-i-virtualnoy-realnosti> (date of access: 20.04.2025).
5. Napso M.D. VR and AR technologies in the educational process. Ethnosociety and interethnic culture. 2023. No. 182. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vr-i-ar-tehnologii-v-obrazovatelnom-protsesse> (date of access: 20.04.2025).
6. Azuma R., Baillot Y., Behringer R., Feiner S., Julier S., MacIntyre B. Recent Advances in Augmented Reality. IEEE Computer Graphics and Applications. 2023. Vol. 43 (6). P. 34 – 47.
7. Chen P., Liu X., Cheng W., Huang R. A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2023. Computers & Education. 2024. Vol. 171. 104554 p.
8. Elmqaddem N. Augmented Reality and Virtual Reality in education. Myth or reality? International Journal of Emerging Technologies in Learning. 2024. Vol. 19(3). P. 234 – 242.
9. Garzón J., Acevedo J. Meta-analysis of the impact of Augmented Reality on students' learning gains. Educational Research Review. 2023. Vol. 40. 100335 p.
10. Ibáñez M.B., Delgado-Kloos C. Augmented reality for STEM learning: A systematic review. Computers & Education. 2023. Vol. 173. 104269 p.
11. Johnson L., Levine A., Smith R., Stone S. The 2023 Horizon Report. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2023. 192 p.
12. Laine T.H., Nygren E., Dirin A., Suk H.J. Science Spots AR: a platform for science learning games with augmented reality. Educational Technology Research and Development. 2024. Vol. 72(1). P. 107 – 128.
13. Papanastasiou G., Drigas A., Skianis C., Lytras M., Papanastasiou E. Virtual and augmented reality effects on K-12, higher and tertiary education students' twenty-first century skills. Virtual Reality. 2024. Vol. 28 (1). P. 21 – 34.
14. Radu I. Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. Personal and Ubiquitous Computing. 2023. Vol. 27(2). P. 187 – 202.
15. Wu H.K., Lee S.W.Y., Chang H.Y., Liang J.C. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. Computers & Education. 2024. Vol. 176. 104195 p.

### Информация об авторах

**Василенко Я.С.**, направление подготовки «Образование и педагогические науки», программа подготовки «Методология и технология профессионального образования», ФГБОУ ВО «ГГПУ», [yaroslav.vasilenko.se@mail.ru](mailto:yaroslav.vasilenko.se@mail.ru)