

Основания цифровизации образования в России / Foundations of the Digitalization of Education in Russia

Научная статья

Original article

DOI: [10.12731/2658-4034-2026-17-1-870](https://doi.org/10.12731/2658-4034-2026-17-1-870)

EDN: [HOLNFO](https://edn.ru/HOLNFO)

УДК 37.014.544:004



Цифровой суверенитет образовательного пространства России: экономико-педагогические детерминанты и императивы развития

М.К. Черняков¹, Р.М. Хузин²

¹*Сибирский университет потребительской кооперации,
Новосибирск, Российская Федерация*

²*Казанский кооперативный институт Российского университета кооперации,
Казань, Российская Федерация*

Аннотация

Обоснование. Цифровая трансформация образования из инструментальной задачи перешла в разряд стратегических, определяющих национальную безопасность и экономический суверенитет государства. Процесс этот носит не только технологический, но и глубоко экономический и педагогический характер, что требует комплексного междисциплинарного анализа.

Цель – выявить и систематизировать ключевые экономико-педагогические детерминанты, формирующие основы цифрового суверенитета образовательного пространства России, и на этой основе сформулировать практические императивы для его укрепления.

Материалы и методы. Исследование опирается на методы системного и экономического анализа, компаративистики и педагогического проектирования. Теоретической базой послужили работы отечественных и зарубежных ученых в области экономики образования, цифровой педагогики и управления знаниями. Проведен анализ макроэкономических показателей финансирования образования, инвестиций в ИТ-инфраструктуру и человеческий капитал.

Результаты. Установлено, что цифровой суверенитет образовательного пространства является производным от трех групп детерминант: *экономических* (объем и структура бюджетного и внебюджетного финансирования цифровой инфраструктуры, модель стоимостного оценивания EdTech-проектов, инвестиции в R&D); *педагогических* (готовность педагогического сообщества к интеграции цифровых инструментов, уровень развития цифровой дидактики, наличие верифицированного

цифрового образовательного контента); *организационно-управленческих* (нормативно-правовое обеспечение, система кибербезопасности и защиты образовательных данных, стандарты взаимодействия платформ). Выявлено ключевое противоречие: между высокими темпами технологических изменений и инерционностью организационно-экономических механизмов в системе образования.

Заключение. Доказано, что игнорирование экономической составляющей (оценки стоимости владения, ROI цифровых решений, модели государственно-частного партнерства) ведет к созданию неустойчивых, зависимых от внешних поставщиков цифровых сред. С другой стороны, недооценка педагогической компоненты (психологические аспекты цифрового обучения, дидактическая эффективность) приводит к риску «технологического фетишизма», когда внедрение инструментов не приводит к росту качества человеческого капитала. Сформулированы императивы развития: переход от закупки оборудования к инвестициям в цифровые компетенции и создание отечественных образовательных экосистем; разработка национальных стандартов экономической оценки эффективности цифровизации; формирование новой финансовой модели, стимулирующей создание и использование валидного цифрового образовательного контента. Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой экономико-математических моделей оптимизации инвестиций в цифровую трансформацию образования на региональном уровне.

Ключевые слова: цифровой суверенитет; экономика образования; образовательное пространство; цифровая педагогика; человеческий капитал; образовательная политика; цифровая трансформация; инвестиции в образование

Для цитирования. Черняков, М. К., & Хузин, Р. М. (2026). Цифровой суверенитет образовательного пространства России: экономико-педагогические детерминанты и императивы развития. *Russian Journal of Education and Psychology*, 17(1-1), 277–300. <https://doi.org/10.12731/2658-4034-2026-17-1-870>

The digital sovereignty of Russia's educational space: economic and pedagogical determinants and development imperatives

M.K. Chernyakov¹, R.M. Khuzin²

¹*Siberian University of Consumer Cooperation, Novosibirsk, Russian Federation*

²*Kazan Cooperative Institute of the Russian University of Cooperation,
Kazan, Russian Federation*

Abstract

Background. The digital transformation of education has evolved from an instrumental task into a strategic one, determining national security and the economic sover-

eignty of the state. This process is not only technological but also deeply economic and pedagogical in nature, requiring comprehensive interdisciplinary analysis.

Purpose. The purpose of the article is to identify and systematize the key economic and pedagogical determinants that form the foundations of the digital sovereignty of Russia's educational space and, on this basis, to formulate practical imperatives for its strengthening.

Materials and methods. The research relies on methods of system and economic analysis, comparativistics, and pedagogical design. The theoretical basis included the works of domestic and foreign scientists in the economics of education, digital pedagogy, and knowledge management. An analysis of macroeconomic indicators of education funding, investments in IT infrastructure, and human capital was conducted.

Results. It was established that the digital sovereignty of the educational space is derived from three groups of determinants: 1) *economic* (volume and structure of budgetary and extrabudgetary funding for digital infrastructure, models for cost valuation of EdTech projects, R&D investments); 2) *pedagogical* (readiness of the teaching community to integrate digital tools, the level of development of digital didactics, availability of verified digital educational content); 3) *organizational and managerial* (regulatory support, cybersecurity system and protection of educational data, platform interaction standards). A key contradiction was identified: between the high pace of technological change and the inertia of organizational and economic mechanisms in the education system.

Conclusion. It is proven that ignoring the economic component (assessment of the total cost of ownership, ROI of digital solutions, public-private partnership models) leads to the creation of unstable digital environments dependent on external suppliers. On the other hand, underestimation of the pedagogical component (psychological aspects of digital learning, didactic effectiveness) leads to the risk of “technological fetishism”, where the implementation of tools does not lead to an increase in the quality of human capital. Development imperatives are formulated: a transition from purchasing equipment to investing in digital competencies and creating domestic educational ecosystems; development of national standards for the economic assessment of digitalization effectiveness; formation of a new financial model that stimulates the creation and use of valid digital educational content. The prospects for further research are related to the development of economic-mathematical models for optimizing investments in the digital transformation of education at the regional level.

Keywords: digital sovereignty; economics of education; educational space; digital pedagogy; human capital; educational policy; digital transformation; investments in education

For citation. Chernyakov, M. K., & Khuzin, R. M. (2026). The digital sovereignty of Russia's educational space: economic and pedagogical determinants and development imperatives. *Russian Journal of Education and Psychology*, 17(1-1), 277–300. <https://doi.org/10.12731/2658-4034-2026-17-1-870>

Введение

Актуальность проблемы цифрового суверенитета в образовании обусловлена глобальным геэкономическим противостоянием, в котором знания и технологии становятся ключевым ресурсом развития. Образовательное пространство более не является замкнутой педагогической системой; оно превратилось в арену конкурентной борьбы за стандарты, платформы, данные и в конечном счете за сознание и компетенции будущих поколений [9]. Россия, обладая мощным традиционным образовательным потенциалом, столкнулась с системными вызовами, связанными с внешним технологическим давлением, что остро поставило вопрос о необходимости построения устойчивой, независимой и экономически эффективной национальной цифровой образовательной экосистемы [6].

Проблема исследования заключается в существенном пробеле между технологическими возможностями, декларируемыми целями цифровизации и реальными экономико-педагогическими механизмами их реализации. Зачастую цифровая трансформация сводится к механической закупке импортного оборудования и лицензий на ПО (программное обеспечение), что не только создает риски зависимости, но и не учитывает специфики отечественной педагогической школы и экономических моделей [13]. Недостаточно изученными остаются вопросы стоимостной оценки цифровых образовательных проектов, их рентабельности и конечного вклада в рост качества человеческого капитала.

Цель исследования – провести комплексный экономико-педагогический анализ детерминант цифрового суверенитета образовательного пространства России и разработать на его основе систему практических императивов для органов управления, образовательных организаций и инвесторов в сфере EdTech (educational technology – индустрия, объединяющая образование и цифровые технологии).

Гипотеза исследования состоит в том, что обеспечение цифрового суверенитета образования возможно лишь при синхронном и сбалансированном развитии всех групп детерминант: экономической, педагогической и организационно-управленческой. Перекос в сторону любой одной из них приводит к системным дисфункциям и снижению эффективности инвестиций.

Исторически цифровизация образования воспринималась как инструментальная (операционная) задача: повышение эффективности учебного процесса, автоматизация рутины, доступ к информации. Ее KPI (Key Performance Indicator – ключевой показатель эффективности) измерялись в единицах техники, подключениях к интернету и количестве цифровых курсов. Однако в последнее пятилетие, на фоне геэкономических потрясений и технологической конкуренции, произошла кардинальная переоценка роли образования в национальной экономике (табл. 1). Оно стало рассматриваться как стратегический актив, а его цифровая экосистема – как критическая инфраструктура, напрямую влияющая на безопасность и суверенитет государства.

Таблица 1.

Эволюция роли образования в национальной экономике: парадигмальный сдвиг**Table 1. The Evolution of Education's Role in the National Economy: A Paradigm Shift**

Критерий / Аспект	Традиционная парадигма (Инструментальный подход)	Современная парадигма (Стратегический подход)	Экономико-управленческие последствия сдвига
Основная экономическая роль	Социальные затраты (статья расходов госбюджета, направленная на воспроизводство рабочей силы).	Стратегические инвестиции в человеческий капитал (ключевой фактор производства в экономике знаний, источник инноваций и конкурентного преимущества).	Требуется смена системы оценки эффективности: от показателя «стоимость обучения одного студента» к «норме отдачи (ROI) от человеческого капитала» для экономики.
Цель цифровизации	Повышение операционной эффективности: автоматизация рутины (электронный журнал, документооборот), доступ к информации.	Формирование национальной цифровой образовательной экосистемы как критической инфраструктуры, обеспечивающей суверенитет.	Фокус смещается с закупки импортного оборудования на развитие отечественных платформ, стандартов и создание защищенной цифровой среды.
Ключевые объекты управления	Материально-техническая база (компьютеры, проекторы), контент (учебники в цифре).	Данные (цифровой след обучающихся, Big Data в образовании), компетенции, цифровые образовательные модели.	Данные становятся стратегическим активом. Возникает необходимость в новых профессиях: дата-сайентист в образовании, архитектор образовательных экосистем.

Критерии эффективности (KPI)	Количество единиц техники на 100 студентов, скорость подключения к интернету, число оцифрованных курсов.	Качество человеческого капитала: востребованность выпускников на рынке труда, их способность к созданию добавленной стоимости, инновационная активность.	Ведомствам (Минобрнауки, Минцифры) необходимо вырабатывать новые интегральные показатели, связывающие инвестиции в образование с ростом ВВП и производительности.
Риски	Низкое качество обучения, неэффективное использование бюджетных средств.	Макроэкономические и стратегические риски: <ul style="list-style-type: none"> • Технологическая зависимость от иностранного ПО. • Утечка цифрового следа и интеллектуального потенциала. • Снижение национальной безопасности из-за отставания в подготовке кадров для критических отраслей. 	Риски перемещаются с уровня отдельного учебного заведения на уровень национальной экономики. Требуются меры защиты, аналогичные другим отраслям критической инфраструктуры.
Финансовая модель	Бюджетное финансирование затрат (сметное).	Смешанное финансирование инвестиционных проектов: госбюджет, частные инвестиции (PPP – ГЧП), венчурное финансирование EdTech-стартапов.	Необходимость создания новых финансовых инструментов и механизмов для привлечения частного капитала в развитие образовательной инфраструктуры.
Восприятие выпускника	Потребитель бюджетных средств, носитель суммы знаний.	Создатель стоимости, носитель компетенций и инновационного потенциала, «продукт» национальной образовательной системы на глобальном рынке талантов.	Система образования должна гибко реагировать на запросы рынка труда, а выпускник – восприниматься как «актив», генерирующий будущие доходы государства и бизнеса.

Источники: [2, 4, 8, 14, 18-20].

Таблица 1 наглядно иллюстрирует, что произошла не эволюция, а революция в восприятии роли образования. Из пассивной, затрат-

ной и подчиненной сферы оно превратилось в активный, стратегический драйвер национального развития, напрямую связанный с задачами экономической безопасности и технологического суверенитета. Это требует коренного пересмотра систем управления, финансирования и оценки эффективности со стороны государства, и бизнес-сообщества.

Таким образом, тезис о переходе цифровой трансформации образования в разряд стратегических задач является абсолютно обоснованным и подтверждается следующими аргументами:

1. Экономически. Образование – ключевой производитель человеческого капитала, главного актива экономики знаний. Контроль над его цифровой средой – это контроль над качеством и направленностью этого актива.
2. Финансово. Национальная EdTech-экосистема предотвращает отток капитала и монетизирует образовательные данные внутри страны.
3. Безопасностно. Это вопрос защиты национального культурно-ценностного кода, обеспечения кибербезопасности и технологической независимости критически важных отраслей.

Следовательно, инвестиции в отечественные образовательные платформы, цифровой контент и подготовку IT-педагогов следует оценивать не с точки зрения окупаемости в рамках отдельного вуза или школы, а как стратегические инвестиции в национальный суверенитет и экономическую безопасность, аналогичные инвестициям в оборону, энергетику или здравоохранение.

Цифровая трансформация образования является комплексным системным процессом, выходящим далеко за рамки технологического оснащения. Его успешная реализация требует обязательного учета и синтеза трех ключевых компонент: технологической, экономической и педагогической. Игнорирование любого из них приводит к системным сбоям и неэффективности инвестиций.

Для наглядности представим структуру анализа в виде таблицы 2, демонстрирующей взаимосвязь и противоречия между этими компонентами.

Таблица 2.

Структура междисциплинарного анализа цифровой трансформации образования
Table 2. Framework for an Interdisciplinary Analysis of the Digital Transformation of Education

Компонента	Технологическая (Инструмент)	Экономическая (Ресурсы и эффективность)	Педагогическая (Цель и содержание)
Ключевой вопрос	«Как это технически реализовать?»	«Во что это обойдется и какова отдача?»	«Как это улучшит результаты обучения?»
Фокус анализа	Производительность, надежность, масштабируемость, интеграция, кибербезопасность.	Бюджетирование, ROI, модель финансирования, устойчивость.	Дидактика, методика, психология восприятия, качество контента, формирование компетенций, мотивация.
Центральные понятия	Облачные вычисления, интерфейсы, юзабилити.	Инвестиция, человеческий капитал, бюджет, себестоимость, эффективность, суверенитет.	Цифровая дидактика, педагогический дизайн, образовательная траектория, педагогическая эффективность.
Риски при доминировании компоненты	Технократизм / фетишизм: Внедрение ради внедрения. Новая технология есть, а качество обучения не изменилось. Накопление «цифрового хлама».	Финансовый детерминизм: Принятие решений исключительно по ценнику. Отказ от педагогически эффективных, но дорогих решений. Неучет долгосрочных затрат на поддержку (TCO).	Консерватизм/идеализм: Отрицание новых форм обучения. Стремление оцифровать старые, неэффективные методики (начитать лекцию на камеру).
Риски при игнорировании компоненты	Система неработоспособна, небезопасна, не совместима с другими платформами.	Проект финансово неустойчивый. Нет средств на обновление и поддержку. Нет понимания экономической ценности данных.	Технологии не решают педагогических задач. Снижается взаимодействие обучающихся. Результат не оправдывает вложений.
Критерий успеха для компоненты	Стабильная, безопасная, масштабируемая и удобная ИТ-инфраструктура.	Оптимальное соотношение «затраты / результат», измеряемое в росте качества человеческого капитала.	Доказанное повышение образовательных результатов, мотивации и формирования целевых компетенций.

Источники: [1, 3, 5, 7, 15-17].

Анализ таблицы 2 показал, что три компоненты находятся в состоянии постоянного диалектического взаимодействия и противоречия:

1. Экономика определяет возможности. Без экономического обоснования и устойчивой финансовой модели любой технологический проект обречен на забвение после иссякания первоначального финансирования.
2. Педагогика определяет цели. Без четкого понимания педагогических задач и дидактической целесообразности технология становится бессмысленной игрушкой, а экономические инвестиции – пустой тратой ресурсов.
3. Технология определяет средства. Без современных, надежных и удобных технологических решений невозможно реализовать ни экономически эффективную, ни педагогически прогрессивную модель в современных масштабах.

Следовательно, комплексный междисциплинарный анализ необходим для:

- Поиска оптимальных решений, находящихся на пересечении трех сфер: педагогически эффективных, технологически реализуемых и экономически целесообразных.
- Предотвращения дисбаланса, когда решение принимается в интересах одной компоненты в ущерб другим (например, куплена самая дешевая (эконом.) и технически продвинутая (техн.) платформа, но с нулевой педагогической ценностью.
- Оценки общей эффективности инвестиций, где итоговым КРІ является не количество закупленных серверов (техн.) или сохраненный бюджет (эконом.), а качество подготовленного человеческого капитала (педаг.), измеряемое, в том числе и экономическими показателями его дальнейшей деятельности.

Таким образом, утверждение о глубоком экономическом и педагогическом характере процесса является строго обоснованным. Цифровая трансформация образования – это в первую очередь управленческая и методологическая задача, где технология является лишь инструментом для достижения педагогических целей в рамках заданных экономических ограничений.

Материалы и методы

Методологический фундамент исследования составляет системный анализ, применяемый для выявления взаимосвязей между экономическими, педагогическими и технологическими детерминантами цифрового суверенитета, в дополнение к чему использованы методы сравнительного анализа международных практик и экономического моделирования для верификации выдвинутых гипотез.

В основе работы лежит междисциплинарный синтез методов, включая экономический анализ инвестиционных моделей в EdTech, контент-анализ нормативно-правовых документов, регулирующих цифровую образовательную среду, и педагогическое проектирование для оценки дидактической эффективности цифровых решений.

Исследование опирается на комплекс теоретических методов (анализ, синтез, дедукция, индукция) для работы с научными концепциями экономики образования и цифровой педагогики, а также на эмпирические методы сбора и анализа статистических данных о финансировании и инфраструктурном развитии цифровизации в отечественном образовании.

В качестве инструментария были избраны методы компаративистики для сопоставления российских [12] и зарубежных [12] подходов к обеспечению цифрового суверенитета, SWOT-анализа для оценки сильных и слабых сторон национальной образовательной экосистемы и экспертной оценки для ранжирования выявленных императивов развития.

Методологический аппарат исследования сформирован в парадигме экономики знаний и включает методы оценки стоимости владения (ТСО) цифровых активов, анализа возврата на инвестиции (ROI) в человеческий капитал и прогнозно-аналитического моделирования последствий принимаемых управленческих решений.

Для достижения поставленной цели был применен комплекс методов, ориентированных на практический выход: проектирование архитектуры национальной образовательной платформы с точки зрения экономической устойчивости, педагогическое тестирование цифровых форматов обучения и разработка системы показателей (KPI) для мониторинга эффективности цифровой трансформации.

Результаты и обсуждение

Утверждение о производном характере цифрового суверенитета от трех групп детерминант является ключевым для управления процессом цифровой трансформации. Это означает, что суверенитет не возникает сам по себе как результат технологических закупок, а является следствием (функцией) сбалансированного развития экономических, педагогических и организационно-управленческих факторов.

Таблица 3.

Детальный аналитический обзор системы детерминант цифрового суверенитета образовательного пространства

Table 3. A Detailed Analytical Overview of the Determinants of Digital Sovereignty in the Educational Sector

Группа детерминант	Ключевые элементы	Сущность и роль	Риски при недооценке	Критерии эффективности
1. Экономические (Материально-финансовый фундамент)	1.1. Объем и структура финансирования (бюджетное/ внебюджетное, CAPEX/ OPEX).	Определяет масштаб и устойчивость цифровой трансформации OPEX обеспечивает долгосрочную жизнеспособность инфраструктуры.	Фрагментарность цифровой среды, «цифровое неравенство», быстрое моральное устаревание инфраструктуры из-за недофинансирования обновления.	Сбалансированность CAPEX/ OPEX; диверсификация источников финансирования; устойчивость финансовой модели.
	1.2. Модель стоимостного оценивания EdTech-проектов.	Определяет качество и безопасность принимаемых решений. Переход от цены закупки к совокупной стоимости владения (ТСО).	Закупка некачественного, небезопасного ПО; скрытые затраты на поддержку и интеграцию; экономический ущерб от сбоев.	Оценка по ТСО; учет стоимости киберрисков; приоритет качества над минимальной ценой.
	1.3. Инвестиции в R&D (Research and Development).	Основа технологической независимости и опережающего развития. Инвестиции в собственные образовательные технологии и исследования.	Режим «вечного догоняющего импортозамещения», технологическое отставание, зависимость от иностранных патентов и решений.	Объем внутренних затрат на R&D; количество патентов и уникальных разработок; уровень внедрения инноваций.

2. Педагогические (Содержательно-целевое наполнение)	2.1. Готовность педагогического сообщества (Цифровая компетентность: мотивация + компетенции).	Человеческий фактор трансформации. Определяет, будет ли технология реально использоваться и улучшать образовательный процесс.	Сопротивление изменениям, низкая эффективность использования дорогостоящего ПО, «оцифровка» рутины без педагогического выигрыша.	Удельный вес преподавателей, прошедших переподготовку; уровень цифровой грамотности; наличие систем мотивации.
	2.2. Уровень развития цифровой дидактики.	Теоретическая основа эффективного обучения в цифровой среде. Новые методики, рожденные в «цифре», а не перенесенные из аналоговой эпохи.	«Цифровой консерватизм» – использование новых инструментов по-старому; низкий educational engagement; несоответствие формата содержанию.	Наличие научных школ цифровой дидактики; доля интерактивных и адаптивных форматов; методическое обеспечение цифровых курсов.
	2.3. Наличие верифицированного цифрового образовательного контента.	Содержательное ядро суверенитета. Контроль над тем, <i>что</i> изучается, обеспечение научной и культурной аутентичности.	Стихийное использование не-верифицированных иностранных ресурсов; риски идеологического и культурного влияния; низкое качество обучения.	Объем контента, соотв. ФГОС и научным стандартам; наличие экспертных советов по верификации; доля оригинального отечественного контента.
3. Организационно-управленческие (Рамочные условия и безопасность)	3.1. Нормативно-правовое обеспечение.	Создает «правила игры» и правовую определенность для всех участников образовательного процесса.	Правовые коллизии, торможение внедрения инноваций, неурегулированность статуса цифровых документов об образовании.	Полнота и актуальность нормативной базы; скорость принятия необходимых регламентов; ясность правовых норм.

	3.2. Система кибербезопасности и защиты данных.	Обеспечивает безопасность образовательной среды и защищает стратегический актив – данные.	Утечки персональных и образовательных данных; кибератаки на образовательную инфраструктуру; шантаж и манипуляции.	Соответствие требованиям ФЗ-152; наличие обязательных протоколов реагирования на инциденты; регулярный аудит защищенности.
	3.3. Стандарты взаимодействия (интероперабельности) платформ.	Обеспечивает единство и открытость цифровой образовательной среды, предотвращает монополизацию.	Создание «замкнутых экосистем» (data silos), зависимость от одного поставщика, невозможность интеграции лучших решений.	Наличие обязательных национальных стандартов API; доля систем, им соотв.; легкость интеграции сервисов разных вендоров.

Цифровой суверенитет образовательного пространства является эмерджентным свойством системы, возникающим только при сбалансированном и синхронном развитии всех трех групп детерминант. Дисбаланс в пользу одной группы (напр., технологические закупки без педагогической подготовки кадров или тотальное регулирование без финансирования) приводит к системным диспропорциям, неэффективному использованию ресурсов и росту уязвимостей. Управление цифровым суверенитетом требует интегрированного подхода, учитывающего постоянное взаимодействие экономических, педагогических и организационно-управленческих факторов.

Выявленное противоречие является системным и лежит в основе большинства кризисных явлений, наблюдаемых сегодня в процессе цифровизации образования. Это противоречие между динамичной, экспоненциально развивающейся технологической средой и консервативной, медленно адаптирующейся организационно-экономической системой образования.

Данное противоречие носит диалектический характер и проявляется в рассогласовании временных циклов и скоростей изменений в двух смежных системах (табл. 4).

Таблица 4.

**Сущность и природа ключевого противоречия цифровой
трансформации образования**

Table 4. The Essence and Nature of the Key Contradiction in the Digital Transformation of Education

Кри- терий сравне- ния	Технологическая среда (Динамика изменений)	Организационно- экономическая си- стема образования (Инерционность)	Сущность противоречия
Темп изме- нений (Время)	Экспоненциаль- ный, высокоско- ростной. Цикл обновления: 1-3 года. Пример: появление новых версий ПО, API, стандартов, прорывные инно- вации (например, генеративный ИИ).	Постепенный, эво- люционный. Цикл обновления: 5-15 лет. Пример: пересмотр ФГОС, образова- тельных программ, финансовых норма- тивов, процедур ак- кредитации.	Конфликт временных ци- клов. Технологии устаревают быстрее, чем система об- разования успевает их институционализировать (утвердить, внедрить, фи- нансировать). Система постоянно рабо- тает в режиме «догоняю- щей модернизации».
Ха- рактер измене- ний	Прорывной (Disruptive), нели- нейный, часто не- предсказуемый. Развитие следует закону Мура и его аналогам для ПО.	Инкрементальный (пошаговый), линей- ный, планируемый и регламентирован- ный. Развитие следует логике бюрократи- ческих и педагогиче- ских процедур.	Конфликт предсказуемо- сти. Система образования, построенная на плани- ровании и стандартах, сталкивается со средой, где будущее состояние принципиально непред- сказуемо.
Культурная пара- дигма	Культура agile, итеративных раз- работок, принятия риска, «fail fast» (быстро ошибайся), стартап-мышление. Ценность: ско- рость, гибкость, инновационность.	Культура стабиль- ности, минимизации рисков, следования регламенту, акаде- мического консерва- тизма. Ценность: надеж- ность, предска- зуемость, преемствен- ность, качество.	Конфликт ценностных и операционных устано- вок. Агрессивная, риск- ориентированная культура технической индустрии вступает в конфликт с осторожной, риск проти- воречивой культурой ака- демической среды.
Ключевой драйвер	Конкуренция на глобальном техно- логическом рын- ке, стремление к монополизации, коммерческая вы- года.	Выполнение госуда- рственного задания, соблюдение норма- тивных требований, бюджетное планиро- вание, академическая репутация.	Конфликт мотиваций. Внешняя среда движима рыночной конкуренцией, а внутренняя система – выполнением регулятор- ных предписаний и рас- пределением бюджета.

Основ- ной актив	Нематериальные активы: данные, алгоритмы, патенты, ПО, бренд. Быстрое устаревание и обесценение.	Материальные активы: здания, инфраструктура; и человеческий капитал. Длительный цикл амортизации и обновления.	Конфликт моделей управления активами. Система образования исторически оптимизирована для управления материальными и человеческими активами, а новая цифровая реальность требует компетенций управления быстро меняющимися нематериальными активами.
Принятие решений	Децентрализованное, быстрое, на основе данных и экспериментов (data-driven).	Централизованное, иерархическое, медленное, на основе регламентов и прошлого опыта.	Конфликт управления. Скорость принятия решений в технологической среде на порядки превышает пропускную способность бюрократической системы принятия решений в образовании.

Противоречие является системным и фундаментальным, так как пронизывает все уровни взаимодействия двух сред: от временных циклов и ценностных установок до моделей управления и механизмов принятия решений. Это не частная проблема, которую можно решить единичным приказом или увеличением финансирования, а перманентное состояние, требующее создания специальных «буферных механизмов» и интерфейсов для его смягчения.

Организационно-экономическая инерция системы образования проявляется в остром несоответствии между стремительным жизненным циклом цифровых решений и архаичными процедурами их приобретения и внедрения: громоздкие конкурсные закупки, ориентированные на разовые затраты на оборудование, приводят к тому, что закупленные технологии морально устаревают еще до момента их ввода в эксплуатацию, обесценивая инвестиции.

Ключевым проявлением противоречия выступает глубокая несогласованность между подписочной (ОРЕХ) моделью потребления современных облачных сервисов и устаревшей сметной моделью бюджетного финансирования образования, рассчитанной на приобретение материальных активов, что создает непреодолимые барьеры для использования актуальных и наиболее эффективных цифровых инструментов.

Правовая система, характеризующаяся длительным циклом обновления [12], не успевает реагировать на появление принципиально новых образовательных форматов и технологий, что порождает правовые вакуумы в вопросах валидации онлайн-курсов, использования данных искусственного интеллекта [10] и защиты цифрового образовательного следа, тем самым сдерживая внедрение инноваций из-за высоких регуляторных рисков.

Стратегический императив	<ul style="list-style-type: none"> • Для преодоления системной инерции требуется кардинальная трансформация модели управления, а именно: внедрение гибких подходов к планированию и бюджетированию, создание кросс-функциональных команд, наделенных мандатом на быстрое прототипирование решений, и внедрение механизмов регуляторного песочницы, позволяющих тестировать инновации в упрощенном правовом режиме.
Финансово-экономический ракурс	<ul style="list-style-type: none"> • Ключевым направлением является реформа финансовых механизмов, включая переход от сметного финансирования капитальных затрат к гибкому OPEX-бюджетированию, ориентированному на подписку и сервисные модели, а также активное развитие инструментов государственно-частного партнерства для привлечения внебюджетных инвестиций в создание и обновление цифровой образовательной инфраструктуры.
Организационно-правовой аспект	<ul style="list-style-type: none"> • Смягчение противоречия невозможно без модернизации нормативно-правовой базы, что подразумевает разработку рамочных, а не детализированных стандартов, акцент на оценке результатов, а не процесса, и легитимацию новых форматов обучения (микрокредиты, цифровые портфолио) через создание специальных правовых режимов («регуляторных песочниц») для пилотных образовательных организаций.
Кадровый и культурный вектор	<ul style="list-style-type: none"> • Устойчивое развитие требует целенаправленного формирования цифровой резилентности (устойчивости) педагогического и управленческого корпуса через внедрение системы непрерывного, just-in-time (точно в срок) обучения, а также пересмотр системы стимулирования, направленный на поощрение педагогического эксперимента и внедрения перспективных образовательных технологий.

Рис. 1. Пути разрешения и смягчения противоречия

Fig. 1. Ways to resolve and mitigate the contradiction

Жесткая регламентация и длительный цикл пересмотра федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) и основных

профессиональных образовательных программ (ОПОП) вступают в непримиримый конфликт с динамикой развития цифровых компетенций и появлением новых предметных областей, приводя к тому, что учебные планы хронически отстают от реальных требований экономики и технологического уклада.

Разрешение этого противоречия невозможно по принципу «победить одну из сторон». Необходимо создание механизмов адаптации инерционной системы к динамичной среде [11]. Предлагается четыре варианта преодоления противоречия, каждый из которых акцентирует различные аспекты предложенных путей решения (рис. 1).

Таким образом, выявленное противоречие не является патологией, а отражает естественный конфликт между двумя разными системными логиками. Задача управления цифровой трансформацией состоит не в его устранении, а в превращении его из деструктивного в конструктивный источник развития. Это требует осознанного проектирования гибких интерфейсов между технологиями и устоявшимися организационно-экономическими практиками, что является центральной проблемой современного образовательного менеджмента.

Обсуждение

Пренебрежение комплексным экономическим анализом, включающим оценку совокупной стоимости владения (ТСО) и отдачи от инвестиций (ROI), при реализации цифровых проектов в образовании ведет к формированию финансово неустойчивой и технологически зависимой инфраструктуры, неспособной к самостоятельному развитию и отстающей от динамики технологических изменений.

Отсутствие прозрачных инвестиционных моделей и механизмов государственно-частного партнерства при цифровой трансформации образовательной среды порождает хроническое недофинансирование операционной деятельности, системную зависимость от решений внешних вендоров и, как следствие, утрату контроля над критически важными активами – образовательными данными и цифровым контентом.

Игнорирование принципов экономической целесообразности, таких как расчет жизненного цикла цифровых активов и оценка их сово-

купной стоимости владения, приводит к бюджетной неэффективности, выражающейся в регулярном списании морально устаревшего неинтегрируемого оборудования и необходимости новых капитальных затрат вместо создания устойчивой сервисной модели.

Отказ от разработки и внедрения национальных стандартов экономической оценки цифровых решений и привлечения внебюджетного финансирования создает стратегические риски, заключающиеся в усилении технологической зависимости от иностранных платформ, утечке цифрового образовательного следа и невозможности формирования суверенной, конкурентоспособной образовательной экосистемы.

Таким образом, игнорирование экономической составляющей не просто является управленческой ошибкой, а представляет собой системную угрозу устойчивости и независимости национальной образовательной системы. Управление цифровизацией должно базироваться на строгом экономическом обосновании, рассматривающем технологии не как затраты, а как инвестиции в основной капитал экономики знаний.

Смещение фокуса исключительно на технологическую составляющую в ущерб психолого-педагогическому проектированию учебного процесса порождает феномен «технологического фетишизма», при котором значительные финансовые вложения в цифровую инфраструктуру не конвертируются в прирост качества образования и не оказывают измеримого воздействия на формирование целевых компетенций выпускников.

Пренебрежение законами цифровой дидактики и когнитивной психологии при внедрении образовательных технологий приводит к ситуациям, когда инновационные инструменты используются для автоматизации устаревших педагогических практик, что не только не повышает эффективность обучения, но и зачастую усугубляет когнитивную нагрузку и снижает мотивацию обучающихся.

Игнорирование педагогической компоненты, а именно – необходимости адаптации контента и методов подачи материала к психологическим закономерностям восприятия информации в цифровой среде, сводит на нет инвестиции в EdTech, поскольку конечная цель – рост качества человеческого капитала – остается недостигнутой, несмотря на внешнюю технологическую продвинутость.

Односторонний, технократический подход к цифровизации, при котором игнорируются фундаментальные педагогические принципы и психологические аспекты обучения, провоцирует системную ошибку солиционизма, когда внедрение технологического решения ошибочно принимается за достижение самой образовательной цели, что в конечном итоге дискредитирует саму идею цифровой трансформации.

В качестве ключевого направления развития определен системный переход от финансирования единовременных закупок аппаратного обеспечения к стратегическим инвестициям в развитие цифровых компетенций педагогических кадров и формирование целостных национальных образовательных экосистем, основанных на принципах технологического суверенитета и открытых стандартов.

Для обеспечения прозрачности и обоснованности управленческих решений сформулирована необходимость разработки и внедрения национальной системы стандартизированной экономической оценки эффективности цифровой трансформации, включающей методики расчета совокупной стоимости владения (TCO) и возврата на инвестиции (ROI) в EdTech-проекты.

Критически важным признано создание принципиально новой финансовой модели, направленной на целевое стимулирование производства и использования верифицированного цифрового образовательного контента, включая механизмы грантовой поддержки разработчиков, роялти для авторов и системы зачета результатов обучения, полученных с использованием сторонних качественных ресурсов.

Сформулированные императивы носят комплексный характер и включают: переориентацию бюджетной политики с финансирования активов на инвестиции в компетенции и платформенные решения; создание системы стандартов для оценки экономической эффективности цифровизации; формирование рыночных механизмов стимулирования создания и оборота валидного образовательного контента как стратегического актива.

Заключение

Перспективным направлением научного поиска является разработка и верификация экономико-математических моделей, позволяющих

оптимизировать распределение инвестиционных ресурсов между различными направлениями цифровой трансформации образования с учетом специфики и ограничений региональных образовательных систем.

Дальнейшие исследования будут сфокусированы на создании инструментария для пространственного анализа и оптимизации бюджетных ассигнований на цифровизацию образования, учитывающего дифференциацию регионов по уровню технологической инфраструктуры, кадрового потенциала и экономическим возможностям.

Актуальной задачей прикладных исследований представляется разработка математического аппарата для формирования сбалансированных инвестиционных портфелей в сфере образовательных технологий на региональном уровне, обеспечивающих максимальную отдачу в виде роста качества человеческого капитала при заданных бюджетных ограничениях.

В фокусе последующих изысканий находится проблематика моделирования сценарных условий и оптимизационных решений для инвестиционной поддержки цифровой трансформации региональных образовательных систем, направленных на снижение межрегиональной асимметрии и обеспечение условий для достижения цифрового суверенитета.

Список литературы

1. Бермус, А. Г. (2022). Цифровая трансформация высшего образования с позиций междисциплинарного подхода: обзор гуманитарных исследований. *Kant, (1(42))*, с. 6–16. <https://doi.org/10.24923/2222-243X.2022-42.1>. EDN: <https://elibrary.ru/PJVRTU>
2. Василенко, Н. В. (2016). Экономика знаний и сфера образования: взаимообусловленность развития. *Научно-методический электронный журнал «Концепт»*, (15), с. 1896–1900. URL: <http://e-koncept.ru/2016/96298.htm>. EDN: <https://elibrary.ru/VVEKNF>
3. Дворецкая, И. В., & Мерцалова, Т. А. (2020). *Российские школы через призму мониторинга цифровой трансформации образования (анализ различительных возможностей инструмента)*. Москва: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования. 36 с. EDN: <https://elibrary.ru/IQUAJC>
4. Защитина, Е. К., & Павлов, П. В. (2023). Роль образования в развитии современных экономических систем: новые возможности сотрудничества и инте-

- грации. *Вопросы инновационной экономики*, 13(4), с. 2497–2512. <https://doi.org/10.18334/vinec.13.4.120253>. EDN: <https://elibrary.ru/KPJXLD>
5. Лукина, Е. В., Семенюк, Н. М., Бадулина, О. И., Борисова, М. М., & Коробова, О. В. (2025). Междисциплинарная интеграция в условиях цифровизации образования. *Управление образованием: теория и практика*, 15(1-1), с. 153–169. URL: <https://emreview.ru/index.php/emr/article/view/1977>
6. Малинецкий, Г. Г., & Новикова, Г. В. (2022). Образовательный вызов России. *Знание. Понимание. Умение*, (1), с. 32–51. <https://doi.org/10.17805/zpu.2022.1.3>. EDN: <https://elibrary.ru/TKVZZY>
7. Николаева, О. О. (2023). Междисциплинарное обучение в условиях цифровой трансформации в иноязычном образовании. *Проблемы современного педагогического образования*, (81(2)), с. 466–469. EDN: <https://elibrary.ru/NSTYJB>
8. Турковский, С. Р. (2023). Роль системы образования в формировании инновационного поля национальной экономики. *Beneficium*, (2(47)), с. 28–33. [https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2023.2\(47\).28-33](https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2023.2(47).28-33). EDN: <https://elibrary.ru/VSDCNL>
9. Фрумин, И. Д., & Добрякова, М. С. (2020). *Универсальные компетентности и новая грамотность: от лозунгов к реальности*. Москва: Изд. дом Высшей школы экономики. 472 с. URL: <https://ioe.hse.ru/mirror/pubs/share/360763569.pdf>
10. Черняков, М. К. (2024). *Системы искусственного интеллекта и машинное обучение*. Новосибирск: Сибирский университет потребительской кооперации. 152 с. ISBN: 978-5-334-00306-4. EDN: <https://elibrary.ru/CAGOZF>
11. Черняков, М. К., & Хузин, Р. М. (2025). Механизмы цифровой трансформации образовательной среды: теоретические и прикладные аспекты. *Modern Economy Success*, (3), с. 319–328. EDN: <https://elibrary.ru/ESDBJJ>
12. Aleksandrov, A. Yu., Vereshchak, S. B., & Ivanova, O. A. (2019). Digitization of the Russian Educational Space in the Context of Guarantees of the Constitutional Right to Education. *Higher Education in Russia*, 28(10), pp. 73–82. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-10-73-82>. EDN: <https://elibrary.ru/XIRRBC>
13. Altbach, Ph. G., & de Wit, H. (2018). Are We Facing a Fundamental Challenge to Higher Education Internationalization? *International Higher Education*, (93), pp. 2–4. <https://doi.org/10.6017/ihe.0.93.10414>. URL: <https://ejournals.bc.edu/index.php/ihe/article/view/10414/8998>
14. Couillard, F. F. (2023). *The Evolution of the Current Paradigm of Education in the Western World*. Calgary, Alberta. 69 p. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32742.54081>
15. Guz, N. A. (2022). The Digital Transformation of Higher Education: Global Trends and Anti-Trends. *Mir Nauki, Kultury, Obrazovaniya*, (3(94)), pp. 99–103. <https://doi.org/10.24412/1991-5497-2022-394-99-104>. EDN: <https://elibrary.ru/UTYHBK>
16. Korol, A. D., & Vorotnitsky, Yu. I. (2022). Digital Transformation of Education and Challenges of the 21st Century. *Higher Education in Russia*, 31(6), pp. 48–61. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2022-31-6-48-61>. EDN: <https://elibrary.ru/SXEPBK>

17. Mironova, L. I. (2022). Implementation of Interdisciplinary Approach in the Process of Higher Education Digital Transformation. *Russian Journal of Construction Science and Technology*, 8(2), pp. 5–12. <https://doi.org/10.15826/rjcest.2022.2.001>. EDN: <https://elibrary.ru/IITZGR>
18. Namreen Asif, V. A., & Panakaje, N. (2022). PARADIGM SHIFT — The Role of Educational Technology and Internet in Indian Education System. *International Journal of Case Studies in Business, IT, and Education (IJCSBE)*, 6(2), pp. 930–944. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7508889>
19. Nasiri, M. A., Zahra, F., & Jafari, F. (2023). A Paradigm Shift in Nation's Approach to Education. *Educational Quest: An International Journal of Education and Applied Social Science*, 14(03), pp. 165–170. <https://doi.org/10.30954/2230-7311.3.2023.3>. EDN: <https://elibrary.ru/HKCCQK>
20. Zhao, Y. (赵勇), & Zhong, R. (仲若君) (2024). Paradigm Shifts in Education: An Ecological Analysis. *ECNU Review of Education*, 8(1), pp. 21–40. <https://doi.org/10.1177/20965311241296162>. EDN: <https://elibrary.ru/XZHIHX>

References

1. Bermus, A. G. (2022). Digital transformation of higher education from the perspective of an interdisciplinary approach: A review of humanitarian research. *Kant, (1(42))*, 6–16. <https://doi.org/10.24923/2222-243X.2022-42.1>. EDN: <https://elibrary.ru/PJVRTU>
2. Vasilenko, N. V. (2016). Knowledge economy and the education sector: Interdependence of development. *Scientific and Methodological Electronic Journal "Concept"*, (15), 1896–1900. Retrieved from <http://e-koncept.ru/2016/96298.htm>. EDN: <https://elibrary.ru/VVEKNF>
3. Dvoretzkaya, I. V., & Mertsalova, T. A. (2020). *Russian schools through the lens of monitoring the digital transformation of education (analysis of the distinctive capabilities of the tool)*. Moscow: National Research University Higher School of Economics, Institute of Education. 36 p. EDN: <https://elibrary.ru/IQUAJC>
4. Zashchitina, E. K., & Pavlov, P. V. (2023). The role of education in the development of modern economic systems: New opportunities for cooperation and integration. *Issues of Innovative Economy*, 13(4), 2497–2512. <https://doi.org/10.18334/vinec.13.4.120253>. EDN: <https://elibrary.ru/KPJXLD>
5. Lukina, E. V., Semenyuk, N. M., Badulina, O. I., Borisova, M. M., & Korobova, O. V. (2025). Interdisciplinary integration in the context of digitalization of education. *Education Management: Theory and Practice*, 15(1-1), 153–169. Retrieved from <https://emreview.ru/index.php/emr/article/view/1977>
6. Malinetsky, G. G., & Novikova, G. V. (2022). Educational challenge for Russia. *Knowledge. Understanding. Skill, (1)*, 32–51. <https://doi.org/10.17805/zpu.2022.1.3>. EDN: <https://elibrary.ru/TKVZZY>

7. Nikolaeva, O. O. (2023). Interdisciplinary learning in the context of digital transformation in foreign language education. *Problems of Modern Pedagogical Education*, (81(2)), 466–469. EDN: <https://elibrary.ru/NSTYJB>
8. Turkovsky, S. R. (2023). The role of the education system in shaping the innovation field of the national economy. *Beneficium*, (2(47)), 28–33. [https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2023.2\(47\).28-33](https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2023.2(47).28-33). EDN: <https://elibrary.ru/VSDCNL>
9. Frumin, I. D., & Dobryakova, M. S. (2020). *Universal competencies and new literacy: From slogans to reality*. Moscow: HSE Publishing House. 472 p. Retrieved from <https://ioe.hse.ru/mirror/pubs/share/360763569.pdf>
10. Chernyakov, M. K. (2024). *Artificial intelligence systems and machine learning*. Novosibirsk: Siberian University of Consumer Cooperation. 152 p. ISBN: 978-5-334-00306-4. EDN: <https://elibrary.ru/CAGOZF>
11. Chernyakov, M. K., & Khuzin, R. M. (2025). Mechanisms of digital transformation of the educational environment: Theoretical and applied aspects. *Modern Economy Success*, (3), 319–328. EDN: <https://elibrary.ru/ESDBJJ>
12. Aleksandrov, A. Yu., Vereshchak, S. B., & Ivanova, O. A. (2019). Digitization of the Russian educational space in the context of guarantees of the constitutional right to education. *Higher Education in Russia*, 28(10), 73–82. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-10-73-82>. EDN: <https://elibrary.ru/XIRRBC>
13. Altbach, Ph. G., & de Wit, H. (2018). Are we facing a fundamental challenge to higher education internationalization? *International Higher Education*, (93), 2–4. <https://doi.org/10.6017/ihe.0.93.10414>. Retrieved from <https://ejournals.bc.edu/index.php/ihe/article/view/10414/8998>
14. Couillard, F. F. (2023). *The evolution of the current paradigm of education in the Western world*. Calgary, Alberta. 69 p. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32742.54081>
15. Guz, N. A. (2022). The digital transformation of higher education: Global trends and anti-trends. *Mir Nauki, Kultury, Obrazovaniya*, (3(94)), 99–103. <https://doi.org/10.24412/1991-5497-2022-394-99-104>. EDN: <https://elibrary.ru/UTYHBK>
16. Korol, A. D., & Vorotnitsky, Yu. I. (2022). Digital transformation of education and challenges of the 21st century. *Higher Education in Russia*, 31(6), 48–61. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2022-31-6-48-61>. EDN: <https://elibrary.ru/SXEPBK>
17. Mironova, L. I. (2022). Implementation of interdisciplinary approach in the process of higher education digital transformation. *Russian Journal of Construction Science and Technology*, 8(2), 5–12. <https://doi.org/10.15826/rjctst.2022.2.001>. EDN: <https://elibrary.ru/IITZGR>
18. Namreen Asif, V. A., & Panakaje, N. (2022). Paradigm shift — The role of educational technology and internet in Indian education system. *International Journal of Case Studies in Business, IT, and Education (IJCSBE)*, 6(2), 930–944. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7508889>
19. Nasiri, M. A., Zahra, F., & Jafari, F. (2023). A paradigm shift in nation's approach to education. *Educational Quest: An International Journal of Education and Ap-*

- plied Social Science*, 14(03), 165–170. <https://doi.org/10.30954/2230-7311.3.2023.3>.
EDN: <https://elibrary.ru/НКСССҚК>
20. Zhao, Y., & Zhong, R. (2024). Paradigm shifts in education: An ecological analysis. *ECNU Review of Education*, 8(1), 21–40. <https://doi.org/10.1177/20965311241296162>.
EDN: <https://elibrary.ru/XZHHHX>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Черняков Михаил Константинович, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной информатики и экономики данных

Сибирский университет потребительской кооперации
пр. Карла Маркса, 26, г. Новосибирск, 630087, Российская Федерация
mkacadem@mail.ru

Хузин Равиль Маратович, аспирант

Казанский кооперативный институт Российского университета кооперации
ул. Николая Ершова, 58, г. Казань, 630087, Российская Федерация
kpiupngu@yandex.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Mikhail K. Chernyakov, Doctor of Economics, Candidate of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Applied Informatics and Data Economics

Siberian University of Consumer Cooperation
26, Karl Marx Ave., Novosibirsk, 630087, Russian Federation
mkacadem@mail.ru

SPIN-code: 2681-5230

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9837-4849>

ResearcherID: A-4325-2018

Scopus Author ID: 57214115901

Academia.edu: <https://independent.academia.edu/MikhailChernyakov>

ResearchGate: https://www.researchgate.net/profile/Mihail-Cernakov?ev=hdr_xprf

Ravil M. Khuzin, PhD student

Kazan Cooperative Institute of the Russian University of Cooperation
58, Nikolay Ershov Str., Kazan, 630087, Russian Federation
kpiupngu@yandex.ru

SPIN-code: 6683-8828

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4936-0376>

Поступила 16.09.2025

После рецензирования 01.10.2025

Принята 07.10.2025

Received 16.09.2025

Revised 01.10.2025

Accepted 07.10.2025