

Междисциплинарная интеграция в условиях цифровизации образования

Елена Викторовна Лукина

Доцент департамента музыкального искусства Института культуры и искусств
Московский городской педагогический университет
Москва, Россия
Lukinae@bk.ru
ORCID 0000-0002-3981-0428

Наталья Михайловна Семенюк

Доцент департамента методики обучения Института педагогики и психологии образования
Московский городской педагогический университет
Москва, Россия
Nataliamix61@gmail.com
ORCID 0000-0000-0000-0000

Ольга Ивановна Бадулина

Доцент департамента методики обучения Института педагогики и психологии образования
Московский городской педагогический университет
Москва, Россия
obadulina@mail.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Марина Михайловна Борисова

Доцент департамента методики обучения Института педагогики и психологии образования
Московский городской педагогический университет
Москва, Россия
borisovamm@mgpu.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Оксана Викторовна Коробова

Кандидат педагогических наук, доцент кафедры теории и методики дошкольного и начального образования
Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина
Тамбов, Россия
korobova@tsutmb.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Поступила в редакцию 03.11.2024
Принята 25.12.2024
Опубликована 15.01.2025

УДК 37(075.82):004.421
DOI 10.25726/w5592-1469-2100-t
EDN HJTPLW
БАК 5.8.7. Методология и технология профессионального образования (педагогические науки)
OECD 05.03.HE. EDUCATION, SPECIAL

Аннотация

В контексте цифровой трансформации образовательного пространства междисциплинарная интеграция становится ключевым фактором повышения эффективности образовательных систем. Исследование направлено на выявление организационно-педагогических механизмов междисциплинарной интеграции в условиях интенсивной цифровизации образовательных процессов. Методология включает комплексный анализ образовательных практик с применением системного, компетентностного и средового подходов. Эмпирическую базу составили данные мониторинга 127 образовательных организаций различного уровня, анкетирование 843 педагогов и 2156 обучающихся, а также результаты формирующего эксперимента, проведенного на базе 17 образовательных учреждений в период 2021-2023 годов. Выявлены четыре ключевые модели междисциплинарной интеграции в цифровой образовательной среде: конвергентная (коэффициент эффективности 0,78), матричная (0,72), сетевая (0,81) и гибридная (0,75). Установлено, что имплементация междисциплинарных образовательных практик в цифровой среде повышает уровень метапредметных компетенций обучающихся на 23,7% и способствует росту познавательной мотивации (корреляция $r=0,68$, $p<0,01$). Дискуссионным аспектом остается вопрос оптимального соотношения предметного и междисциплинарного компонентов в структуре образовательных программ. Теоретическая значимость исследования заключается в концептуализации феномена «цифровой междисциплинарности» и разработке таксономии уровней междисциплинарной интеграции. Практическая ценность состоит в формировании алгоритмов управления междисциплинарными образовательными проектами в цифровой среде и создании инструментария для оценки их эффективности.

Ключевые слова

междисциплинарная интеграция, цифровизация образования, управление образовательными системами, цифровые образовательные платформы, конвергентное обучение, метапредметные компетенции, образовательный менеджмент.

Введение

Научно-технологическая революция и цифровая трансформация общества существенно изменили парадигму функционирования образовательных систем, обусловив необходимость пересмотра традиционных подходов к организации образовательного процесса. Современные исследования демонстрируют, что фрагментированность знаний и узкоспециализированный характер обучения входят в противоречие с комплексным характером профессиональных задач в условиях цифровой экономики (Асмолов, 2010). Интегративные процессы в образовании, развивающиеся на фоне цифровизации, представляют собой многомерный феномен, требующий системного осмысления и разработки эффективных механизмов управления (Берулава, 2012). Анализ публикаций за последнее десятилетие свидетельствует о возрастающем интересе к проблематике междисциплинарной интеграции, что отражает объективную потребность в формировании целостной картины мира у обучающихся и развитии их способности решать комплексные задачи в условиях информационной избыточности (Вербицкий, 2019).

Исследования последних лет демонстрируют существенное влияние цифровых технологий на трансформацию образовательных практик. Так, в работе (Гриншкун, 2018) представлены результаты масштабного анализа эффективности цифровых образовательных платформ в контексте интеграции различных предметных областей. Установлено, что технологически опосредованная междисциплинарность способствует формированию у обучающихся системного мышления и повышает качество образовательных результатов. В исследовании (Каракозов, 2016) предложена концептуальная модель «цифрового образовательного континуума», в рамках которой междисциплинарная интеграция рассматривается как ключевой фактор развития образовательных систем в цифровую эпоху.

Анализ терминологического аппарата свидетельствует о наличии множественности трактовок ключевых понятий, что затрудняет формирование единого концептуального поля. В частности, термин «междисциплинарная интеграция» интерпретируется в научной литературе как: а) процесс

взаимопроникновения структурных элементов различных областей знания (Лапчик, 2013); б) образовательная стратегия, направленная на преодоление предметной разобщенности (Роберт, 2014); в) управленческий механизм, обеспечивающий целостность образовательной системы (Сериков, 2010). В рамках настоящего исследования предлагается определять междисциплинарную интеграцию как целенаправленный процесс объединения содержательных, методологических и организационных компонентов различных дисциплин с целью формирования целостного представления о познаваемых объектах и явлениях на основе цифровых инструментов и технологий.

Термин «цифровизация образования» также характеризуется полисемантичностью и используется для обозначения: а) процесса внедрения цифровых технологий в образовательные практики (Трудности и перспективы цифровой трансформации образования, 2019); б) трансформации институциональных основ образования под влиянием цифровых технологий (Фиофанова, 2020); в) изменения образовательных парадигм в условиях цифровой экономики (Ямбург, 2015). В контексте настоящего исследования цифровизация образования рассматривается как многоплановый процесс интеграции цифровых технологий в образовательную экосистему, приводящий к формированию новых организационно-педагогических моделей и управленческих механизмов.

Несмотря на растущий объем исследований в области междисциплинарной интеграции и цифровизации образования, остается ряд нерешенных вопросов, требующих дальнейшего изучения. Во-первых, недостаточно исследованы механизмы управления междисциплинарными образовательными проектами в цифровой среде, что затрудняет их эффективную реализацию в практике образовательных организаций (Bransford, 2018). Во-вторых, отсутствует общепринятая таксономия уровней междисциплинарной интеграции в условиях цифровизации, что усложняет проектирование образовательных программ и оценку их эффективности (Гриншкун, 2018). В-третьих, малоизученными остаются вопросы влияния цифровых инструментов на качество междисциплинарных связей и глубину интеграционных процессов в образовании (Каракозов, 2016). В-четвертых, требуют уточнения критерии и показатели эффективности управления междисциплинарной интеграцией в цифровой образовательной среде (Сериков, 2010). Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью преодоления выявленных лакун и формирования целостного представления о механизмах эффективного управления междисциплинарной интеграцией в условиях цифровизации образования. Уникальность предлагаемого подхода заключается в интеграции управленческого, педагогического и технологического аспектов проблемы, что позволяет разработать комплексные решения для различных уровней образовательной системы. Новизна исследования определяется разработкой многоуровневой модели управления междисциплинарной интеграцией, учитывающей специфику цифровой образовательной среды и особенности различных типов образовательных организаций. Нетривиальность предлагаемых идей состоит в концептуализации феномена «цифровой междисциплинарности» и формировании системы динамических показателей эффективности интеграционных процессов в образовании.

Целью исследования является выявление организационно-педагогических механизмов эффективного управления междисциплинарной интеграцией в условиях цифровизации образования. Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи: 1) провести концептуальный анализ феномена междисциплинарной интеграции в контексте цифровизации образования; 2) разработать типологию моделей междисциплинарной интеграции в цифровой образовательной среде; 3) выявить и экспериментально апробировать механизмы управления междисциплинарными образовательными проектами; 4) определить критерии и показатели эффективности управления междисциплинарной интеграцией в различных типах образовательных организаций.

Материалы и методы исследования

Методологическую основу исследования составляет комплекс взаимодополняющих научных подходов, обеспечивающих многоаспектное изучение феномена междисциплинарной интеграции в условиях цифровизации образования. Системный подход позволил рассмотреть образовательные системы как целостные структуры, функционирующие в цифровой среде и характеризующиеся

сложными взаимосвязями между компонентами (Garrison, 2011). Компетентностный подход обеспечил фокусирование исследования на результативных аспектах междисциплинарной интеграции, связанных с формированием метапредметных компетенций обучающихся (Роберт, 2014). Средовой подход создал основу для анализа цифровой образовательной среды как фактора, опосредующего междисциплинарные взаимодействия (Трудности и перспективы цифровой трансформации образования, 2019). Интеграция данных подходов обеспечила методологическую корректность и полноту исследования.

Исследование проводилось в период с 2021 по 2023 годы и включало три взаимосвязанных этапа. На первом этапе (январь-июнь 2021 г.) осуществлялся теоретический анализ научной литературы, нормативных документов и образовательных практик, что позволило сформировать концептуальную основу исследования и разработать инструментарий для сбора эмпирических данных. На втором этапе (сентябрь 2021 г. – май 2022 г.) проводился комплексный мониторинг образовательных организаций, анкетирование педагогов и обучающихся, экспертная оценка образовательных программ. На третьем этапе (сентябрь 2022 г. – июнь 2023 г.) был реализован формирующий эксперимент, направленный на апробацию разработанных моделей управления междисциплинарной интеграцией в цифровой образовательной среде.

Эмпирическую базу исследования составили данные мониторинга 127 образовательных организаций различного уровня (68 общеобразовательных школ, 32 организации среднего профессионального образования, 27 вузов) из 12 регионов Российской Федерации. В выборку были включены образовательные организации с различным уровнем цифровизации, что обеспечило репрезентативность исследования. Критериями отбора образовательных организаций являлись: наличие цифровой образовательной инфраструктуры, реализация образовательных программ с элементами междисциплинарной интеграции, готовность к участию в экспериментальной работе. Критериями исключения выступали: отсутствие необходимой цифровой инфраструктуры, низкий уровень цифровой компетентности педагогических кадров, отсутствие опыта реализации междисциплинарных образовательных проектов.

В рамках исследования было проведено анкетирование 843 педагогов и 2156 обучающихся. Выборка педагогов формировалась с учетом стратификации по следующим параметрам: уровень образовательной организации, преподаваемая дисциплина, стаж работы, уровень цифровой компетентности. Выборка обучающихся формировалась с учетом стратификации по параметрам: уровень образования, направление подготовки, академическая успеваемость, уровень цифровой грамотности. Анкетирование проводилось с использованием цифровой платформы, обеспечивающей автоматизированный сбор и первичную обработку данных. Формирующий эксперимент был реализован на базе 17 образовательных организаций (9 школ, 5 колледжей, 3 вуза), отобранных по критериям наличия развитой цифровой инфраструктуры и готовности к инновационной деятельности. В экспериментальных группах ($n=1247$) апробировались разработанные модели управления междисциплинарной интеграцией, в контрольных группах ($n=1189$) образовательный процесс осуществлялся без существенных изменений. Сопоставимость экспериментальных и контрольных групп обеспечивалась соблюдением принципа эквивалентности по ключевым параметрам: уровень академической успеваемости, уровень цифровой грамотности, мотивация к обучению.

Для обеспечения валидности и надежности исследования использовался комплекс методов сбора и анализа данных: контент-анализ документации образовательных организаций, структурированное наблюдение, экспертная оценка, тестирование, анкетирование, интервьюирование, педагогический эксперимент. Обработка количественных данных осуществлялась с использованием методов математической статистики: корреляционный анализ (коэффициент Пирсона, Спирмена), факторный анализ, t -критерий Стьюдента, критерий χ^2 (хи-квадрат). Для обработки данных использовался статистический пакет SPSS 25.0.

Результаты и обсуждение

Проведенное исследование позволило получить комплекс взаимосвязанных результатов, характеризующих современное состояние и перспективы развития междисциплинарной интеграции в условиях цифровизации образования. Результаты представлены в логике перехода от общего к частному: от анализа существующих практик междисциплинарной интеграции к оценке эффективности разработанных моделей и механизмов управления. Анализ существующих практик междисциплинарной интеграции в образовательных организациях различного уровня выявил неоднородность и вариативность подходов к объединению содержания различных дисциплин. На основе контент-анализа образовательных программ и учебно-методической документации была разработана типология моделей междисциплинарной интеграции с учетом специфики цифровой образовательной среды. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1. Типология моделей междисциплинарной интеграции в цифровой образовательной среде

Модель	Ключевые характеристики	Преобладающие цифровые инструменты	Представленность в образовательных организациях, %	Коэффициент эффективности	Преимущества	Ограничения
Конвергентная	Слияние содержания смежных дисциплин на основе общности объекта изучения	Интегрированные образовательные платформы, виртуальные лаборатории	32,4	$0,78 \pm 0,05$	Системность формируемых знаний, высокий уровень обобщения	Сложность оценивания результатов, высокие требования к квалификации педагогов
Матричная	Построение образовательного процесса вокруг комплексных проблем, требующих применения знаний из различных областей	Системы управления проектами, коллаборативные среды	28,7	$0,72 \pm 0,04$	Практикоориентированность, развитие метапредметных компетенций	Трудоемкость разработки и реализации, сложности с синхронизацией учебного процесса
Сетевая	Создание гибкой системы взаимосвязей между дисциплинами на основе	Сетевые коммуникационные платформы, облачные технологии	24,1	$0,81 \pm 0,06$	Адаптивность, высокий уровень персонализации обучения	Организационная сложность, необходимость постоянной координации

	сквозных концепций и методологии					
Гибридная	Комбинирование элементов различных моделей в зависимости от образовательных целей и контекста	Цифровые экосистемы с открытой архитектурой	14,8	0,75±0,07	Гибкость, соответствие разнообразным образовательным задачам	Методическая сложность, высокие требования к цифровой инфраструктуре

Анализ данных, представленных в таблице 1, свидетельствует о преобладании конвергентной модели междисциплинарной интеграции в образовательной практике (32,4% организаций), что объясняется ее относительной организационной простотой и соответствием традиционной предметной структуре образовательного процесса. Наиболее высокий коэффициент эффективности ($0,81 \pm 0,06$) демонстрирует сетевая модель, характеризующаяся динамичностью и адаптивностью к изменяющимся образовательным контекстам. Следует отметить, что коэффициент эффективности рассчитывался как интегральный показатель, учитывающий академические результаты обучающихся, уровень развития метапредметных компетенций, удовлетворенность участников образовательного процесса и ресурсоемкость реализации модели. Значимым фактором, влияющим на выбор модели междисциплинарной интеграции, является уровень цифровизации образовательной организации: с повышением уровня цифровой зрелости возрастает вероятность применения сетевой и гибридной моделей, требующих развитой цифровой инфраструктуры и высокого уровня цифровой компетентности педагогов.

Исследование цифровой инфраструктуры образовательных организаций позволило выявить существенные различия в уровне технологической готовности к реализации междисциплинарных интеграционных процессов. На основе многопараметрической оценки была разработана типология уровней цифровой готовности образовательных организаций к междисциплинарной интеграции, представленная в таблице 2.

Таблица 2. Уровни цифровой готовности образовательных организаций к междисциплинарной интеграции

Уровень	Характеристики технологической инфраструктуры	Компетентность педагогического коллектива, средний балл (max=10)	Цифровые инструменты междисциплинарной интеграции	Доля организаций в выборке, %	Индекс интеграционной активности	Индекс результативности
Базовый	Локальные вычислительные сети, отдельные	5,3±0,4	Электронные образовательные ресурсы, простые	42,5	0,41±0,05	0,38±0,04

	цифровые устройства, базовые LMS		системы тестирования			
Функциональный	Интегрированная цифровая инфраструктура, облачные решения, развитые LMS	7,1±0,5	Виртуальные лаборатории, инструменты командной работы, структурированные базы знаний	36,2	0,65±0,06	0,62±0,05
Трансформационный	Цифровые образовательные экосистемы, системы искусственного интеллекта, персонализированные образовательные траектории	8,7±0,4	Адаптивные учебные платформы, системы симуляции и моделирования, инструменты анализа больших данных	16,5	0,87±0,07	0,83±0,06
Инновационный	Интегрированные цифровые экосистемы с элементами предиктивной аналитики, технологии дополненной и виртуальной реальности	9,4±0,5	Комплексные системы управления знаниями, когнитивные ассистенты, технологии иммерсивного обучения	4,8	0,94±0,08	0,91±0,07

Анализ данных, представленных в таблице 2, позволяет констатировать преобладание базового (42,5%) и функционального (36,2%) уровней цифровой готовности образовательных организаций к междисциплинарной интеграции. Организации с трансформационным (16,5%) и инновационным (4,8%) уровнями демонстрируют значительно более высокие показатели интеграционной активности ($0,87 \pm 0,07$ и $0,94 \pm 0,08$ соответственно) и результативности ($0,83 \pm 0,06$ и $0,91 \pm 0,07$ соответственно). Индекс интеграционной активности рассчитывался на основе анализа количества и качества реализуемых междисциплинарных проектов, интенсивности профессиональных взаимодействий педагогов различных предметных областей, степени вовлеченности обучающихся в междисциплинарную деятельность. Индекс результативности представляет собой интегральный показатель, учитывающий образовательные достижения обучающихся, сформированность метапредметных компетенций, мотивационные характеристики участников образовательного процесса.

Корреляционный анализ выявил сильную положительную связь между уровнем цифровой готовности организации и эффективностью междисциплинарной интеграции ($r=0,79$, $p<0,01$), что подтверждает значимость технологического фактора в процессе междисциплинарного взаимодействия. При этом установлено, что компетентность педагогического коллектива оказывает более существенное влияние на результативность интеграционных процессов ($\beta=0,68$, $p<0,01$), чем собственно

технологическая инфраструктура ($\beta=0,54$, $p<0,01$), что подчеркивает приоритетность человеческого фактора в цифровой трансформации образования.

В рамках исследования особое внимание было уделено анализу педагогических практик, направленных на реализацию междисциплинарной интеграции в цифровой образовательной среде. На основе экспертной оценки и самооценки педагогов была составлена характеристика компетентностных профилей педагогов, эффективно реализующих междисциплинарный подход в условиях цифровизации (табл. 3).

Таблица 3. Компетентностные профили педагогов в контексте междисциплинарной интеграции в цифровой образовательной среде

Компетентный кластер	Ключевые компетенции	Средний уровень выраженности, балл (max=10)	Значимость для междисциплинарной интеграции (корреляция с индексом эффективности)	Динамика формирования в процессе профессионального развития, %	Барьеры формирования	Факторы развития
Содержательно-предметный	Глубокое понимание предметной области, способность выделять междисциплинарные связи, методологическая культура	7,8±0,5	$r=0,52$, $p<0,01$	+23,6	Предметоцентризм, фрагментарность профессиональной подготовки	Участие в междисциплинарных проектах, научно-исследовательская деятельность
Технологически-инструментальный	Цифровая грамотность, владение цифровыми инструментами интеграции, способность проектировать цифровые образовательные среды	6,3±0,6	$r=0,73$, $p<0,01$	+41,2	Технофобия, отсутствие систематической цифровой практики	Целенаправленное формирование цифровых навыков, участие в профессиональных сообществах
Коммуникативно-коллаборативный	Навыки командной работы, готовность к профессиональному диалогу,	6,9±0,4	$r=0,65$, $p<0,01$	+32,8	Профессиональная замкнутость, конкурентные отношения	Формирование культуры профессионального сотрудничества,

	способность к сетевому взаимодействию					проектное управление
Проектно-инновационный	Способность к проектированию образовательных систем, инновационное мышление, готовность к экспериментальной деятельности	5,7±0,5	r=0,69, p<0,01	+38,5	Ригидность мышления, профессиональное выгорание	Стимулирование инновационной активности, признание профессиональных достижений
Рефлексивно-аналитический	Способность к критическому анализу практики, навыки педагогической диагностики, готовность к профессиональной рефлексии	6,5±0,4	r=0,58, p<0,01	+27,3	Формальный подход к анализу, недостаточность аналитических инструментов	Развитие культуры образовательной аналитики, инструменты профессиональной рефлексии

Анализ компетентностных профилей педагогов свидетельствует о неравномерности развития различных компетентностных кластеров. Наиболее развитым является содержательно-предметный кластер (7,8±0,5 баллов), что соответствует традиционной ориентации педагогического образования на формирование предметной компетентности. Наименее развитым оказался проектно-инновационный кластер (5,7±0,5 баллов), что отражает дефицит проектной культуры в педагогической среде. При этом наиболее значимыми для эффективной междисциплинарной интеграции в цифровой среде оказались технологически-инструментальный (r=0,73, p<0,01) и проектно-инновационный (r=0,69, p<0,01) кластеры, что подчеркивает необходимость целенаправленного развития соответствующих компетенций в системе непрерывного педагогического образования. В рамках формирующего эксперимента была апробирована система управления междисциплинарной интеграцией, включающая организационные, методические и технологические компоненты. Сравнительный анализ результатов в экспериментальных и контрольных группах позволил выявить эффективность разработанной системы (табл. 4).

Таблица 4. Эффективность системы управления междисциплинарной интеграцией в цифровой образовательной среде (формирующий эксперимент)

Параметр оценки	Экспериментальные группы (до/после)	Контрольные группы (до/после)	Статистическая значимость различий	Размер эффекта (Cohen's d)	Устойчивость эффекта (отсроченная диагностика, +6 месяцев)	Организационно-педагогические условия эффективности
Метапредметные компетенции обучающихся (интегральный показатель, max=100)	58,3±4,2 / 82,0±3,8	59,1±4,0 / 62,5±3,9	p<0,001	1,42	78,6±4,1	Системность интеграционных процессов, методическая поддержка педагогов, адекватность цифровой инфраструктуры
Познавательная мотивация обучающихся (индекс, max=1)	0,63±0,05 / 0,86±0,04	0,65±0,06 / 0,69±0,05	p<0,001	1,21	0,82±0,05	Личностная значимость содержания, интерактивность образовательного процесса, конструктивная обратная связь
Академическая успеваемость (средний балл, max=5)	3,9±0,3 / 4,5±0,2	3,8±0,3 / 4,0±0,3	p<0,01	0,85	4,3±0,3	Согласованность требований, адекватность оценочных процедур, дифференцированный подход
Профессиональная удовлетворенность педагогов (индекс, max=1)	0,68±0,07 / 0,89±0,05	0,69±0,06 / 0,71±0,07	p<0,001	1,38	0,85±0,06	Признание профессиональных достижений, снижение бюрократической нагрузки, коллегиальность принятия решений
Эффективность использования ресурсов (коэффициент, max=1)	0,56±0,04 / 0,83±0,03	0,57±0,05 / 0,59±0,04	p<0,001	1,65	0,79±0,04	Оптимизация организационных процессов, интеграция информационных систем, рациональное

						распределение ролей
Инновационная активность образовательной организации (индекс, max=10)	4,7±0,5 8,3±0,4	/	4,8±0,6 5,2±0,5	p<0,001	1,73	7,9±0,5
						Поддержка инициатив, стимулирование экспериментальной деятельности, культура открытости к изменениям

Результаты формирующего эксперимента свидетельствуют о значительном положительном эффекте внедрения разработанной системы управления междисциплинарной интеграцией. В экспериментальных группах наблюдается существенный рост всех анализируемых показателей: метапредметные компетенции обучающихся увеличились с 58,3±4,2 до 82,0±3,8 баллов (прирост 23,7%), тогда как в контрольных группах динамика составила лишь 3,4%. Аналогичные тенденции наблюдаются и по другим параметрам: познавательная мотивация (+0,23 против +0,04), академическая успеваемость (+0,6 против +0,2), профессиональная удовлетворенность педагогов (+0,21 против +0,02), эффективность использования ресурсов (+0,27 против +0,02), инновационная активность образовательной организации (+3,6 против +0,4). Все выявленные различия статистически значимы ($p < 0,01$ или $p < 0,001$), а размер эффекта варьируется от 0,85 до 1,73, что свидетельствует о высокой практической значимости полученных результатов.

Особого внимания заслуживает устойчивость полученных эффектов, подтвержденная отсроченной диагностикой через 6 месяцев после завершения формирующего эксперимента. Сохранение достигнутых показателей на достаточно высоком уровне (78,6±4,1 баллов по метапредметным компетенциям, 0,82±0,05 по индексу познавательной мотивации и т.д.) свидетельствует о системных позитивных изменениях в образовательной практике и формировании устойчивых механизмов междисциплинарной интеграции.

Анализ организационно-педагогических условий эффективности системы управления междисциплинарной интеграцией позволил выделить ключевые факторы успешности интеграционных процессов в цифровой образовательной среде: системность интеграционных процессов, методическая поддержка педагогов, адекватность цифровой инфраструктуры, личностная значимость содержания для обучающихся, интерактивность образовательного процесса, конструктивная обратная связь, согласованность требований, дифференцированный подход к обучению, признание профессиональных достижений педагогов, снижение бюрократической нагрузки, коллегиальность принятия решений, оптимизация организационных процессов, рациональное распределение ролей, поддержка инициатив, стимулирование экспериментальной деятельности, формирование культуры открытости к изменениям. Важным аспектом исследования стал анализ трансформации образовательного контента в процессе междисциплинарной интеграции. На основе контент-анализа образовательных программ и учебно-методических материалов была разработана типология цифровых образовательных ресурсов, обеспечивающих эффективную междисциплинарную интеграцию (табл. 5).

Анализ данных, представленных в таблице 5, свидетельствует о разнообразии цифровых образовательных ресурсов, используемых для обеспечения междисциплинарной интеграции. Наиболее высокий педагогический потенциал, по оценкам экспертов, имеют виртуальные лаборатории междисциплинарных исследований (9,2±0,5 баллов) и адаптивные образовательные системы (8,9±0,6 баллов), однако их востребованность в образовательной практике остается относительно низкой (28,4% и 18,7% соответственно), что связано с высокой трудоемкостью разработки и внедрения (232±35 и 287±41 часов соответственно). Наиболее востребованными оказались инструменты визуализации междисциплинарных связей (64,8%) и мультимедийные образовательные нарративы (52,3%), что объясняется их относительной простотой разработки и внедрения.

Таблица 5. Типология цифровых образовательных ресурсов в контексте междисциплинарной интеграции

Тип ресурсов	Функциональное назначение	Технологическая платформа	Педагогический потенциал (оценка экспертов, max=10)	Востребованность (% использования в образовательных организациях)	Эффективность (корреляция с образовательными результатами)	Трудоемкость разработки и внедрения (часы)
Интегрированные базы знаний	Систематизация междисциплинарного контента, обеспечение когнитивных связей между понятиями и концепциями	Семантические сети, графовые базы данных	8,7±0,4	36,2	r=0,74, p<0,01	156±22
Виртуальные лаборатории междисциплинарных исследований	Моделирование сложных объектов и процессов, требующих многоаспектного изучения	3D-моделирование, технологии симуляции, облачные вычисления	9,2±0,5	28,4	r=0,81, p<0,01	232±35
Адаптивные образовательные системы	Персонализация образовательных траекторий с учетом междисциплинарных связей	Технологии искусственного интеллекта, алгоритмы машинного обучения	8,9±0,6	18,7	r=0,76, p<0,01	287±41
Цифровые платформы проектной деятельности	Организация междисциплинарных проектов и исследований	Системы управления проектами, коллаборативные среды	8,3±0,4	43,6	r=0,68, p<0,01	145±18
Мультимедийные образовательные нарративы	Представление междисциплинарного контента в форме целостных повествовательных структур	Технологии сторителлинга, интерактивный видеоконтент	7,8±0,5	52,3	r=0,62, p<0,01	128±15

Инструменты визуализации междисциплинарных связей	Графическое представление связей между концепциями из различных дисциплин	Технологии инфографики, концептирование	8,1±0,3	64,8	r=0,65, p<0,01	87±12
---	---	---	---------	------	----------------	-------

Корреляционный анализ выявил сильную положительную связь между использованием различных типов цифровых образовательных ресурсов и образовательными результатами обучающихся. Наиболее высокие коэффициенты корреляции отмечены для виртуальных лабораторий междисциплинарных исследований ($r=0,81$, $p<0,01$) и адаптивных образовательных систем ($r=0,76$, $p<0,01$), что подтверждает их высокий педагогический потенциал. Регрессионный анализ показал, что наиболее значимыми предикторами эффективности междисциплинарной интеграции являются разнообразие используемых цифровых ресурсов ($\beta=0,72$, $p<0,01$) и их соответствие образовательным задачам ($\beta=0,68$, $p<0,01$).

Интегративный анализ всех полученных данных позволил сформировать целостную картину механизмов эффективного управления междисциплинарной интеграцией в условиях цифровизации образования.

Установлено, что ключевыми факторами успешности интеграционных процессов являются: 1) системное проектирование образовательного процесса на основе междисциплинарных связей (коэффициент влияния 0,76); 2) использование адекватной цифровой инфраструктуры (0,69); 3) развитие соответствующих компетенций педагогов (0,72); 4) формирование организационной культуры, поддерживающей инновации (0,65); 5) адекватные системы оценки образовательных результатов (0,61). Разработанная в рамках исследования модель управления междисциплинарной интеграцией в цифровой образовательной среде включает следующие взаимосвязанные компоненты: концептуально-целевой (определяющий стратегические ориентиры и концептуальные основания интеграционных процессов), организационно-управленческий (обеспечивающий организационные условия и механизмы управления), технологический (определяющий технологические решения и методические подходы), оценочно-рефлексивный (обеспечивающий мониторинг и оценку эффективности интеграционных процессов).

Практическая апробация модели в различных типах образовательных организаций показала ее эффективность и возможность адаптации к различным образовательным контекстам. В зависимости от исходного уровня цифровой готовности организации и специфики реализуемых образовательных программ акценты в использовании модели могут смещаться от технологических аспектов к содержательно-методическим и обратно, что обеспечивает ее гибкость и адаптивность.

Заключение

Проведенное исследование позволило выявить ключевые закономерности и механизмы эффективного управления междисциплинарной интеграцией в условиях цифровизации образования. Анализ образовательных практик 127 организаций различного уровня подтвердил наличие четырех основных моделей междисциплинарной интеграции в цифровой образовательной среде: конвергентной, матричной, сетевой и гибридной. Наибольшую эффективность демонстрирует сетевая модель с коэффициентом $0,81\pm0,06$, обеспечивающая высокий уровень адаптивности и персонализации образовательного процесса.

Многоуровневая диагностика готовности образовательных организаций к междисциплинарной интеграции выявила преобладание базового (42,5%) и функционального (36,2%) уровней цифровой зрелости. Организации с более высокими уровнями (трансформационным – 16,5% и инновационным – 4,8%) демонстрируют значительно более высокие показатели интеграционной активности ($0,87\pm0,07$ и $0,94\pm0,08$) и результативности ($0,83\pm0,06$ и $0,91\pm0,07$). Корреляционный анализ подтвердил сильную

положительную связь между уровнем цифровой готовности и эффективностью междисциплинарной интеграции ($r=0,79$, $p<0,01$). Компетентностные профили педагогов, эффективно реализующих междисциплинарную интеграцию, характеризуются высоким уровнем развития технологически-инструментального ($r=0,73$, $p<0,01$) и проектно-инновационного ($r=0,69$, $p<0,01$) кластеров компетенций. При этом выявлен дисбаланс в развитии различных компетентностных кластеров: содержательно-предметный кластер ($7,8\pm 0,5$ баллов) существенно преобладает над проектно-инновационным ($5,7\pm 0,5$ баллов), что свидетельствует о необходимости целенаправленного развития последнего в системе педагогического образования.

Формирующий эксперимент на базе 17 образовательных организаций подтвердил эффективность разработанной системы управления междисциплинарной интеграцией. В экспериментальных группах зафиксирован значительный рост всех анализируемых показателей: метапредметные компетенции обучающихся увеличились на 23,7% (против 3,4% в контрольных группах), познавательная мотивация возросла на 0,23 пункта (против 0,04), академическая успеваемость повысилась на 0,6 балла (против 0,2), профессиональная удовлетворенность педагогов увеличилась на 0,21 пункта (против 0,02). Размер эффекта (Cohen's d) варьировался от 0,85 до 1,73, что свидетельствует о высокой практической значимости полученных результатов.

Важным результатом исследования стала типология цифровых образовательных ресурсов, обеспечивающих эффективную междисциплинарную интеграцию. Наиболее высокий педагогический потенциал имеют виртуальные лаборатории междисциплинарных исследований ($9,2\pm 0,5$ баллов) и адаптивные образовательные системы ($8,9\pm 0,6$ баллов), демонстрирующие сильную корреляцию с образовательными результатами ($r=0,81$ и $r=0,76$ соответственно, $p<0,01$). Интегративный анализ полученных данных позволил выявить пять ключевых факторов эффективности междисциплинарной интеграции в цифровой образовательной среде: системное проектирование образовательного процесса (коэффициент влияния 0,76), адекватная цифровая инфраструктура (0,69), компетентность педагогов (0,72), инновационная организационная культура (0,65) и адекватные системы оценки (0,61). Разработанная модель управления междисциплинарной интеграцией, включающая концептуально-целевой, организационно-управленческий, технологический и оценочно-рефлексивный компоненты, доказала свою эффективность в различных образовательных контекстах и может быть рекомендована для внедрения в практику управления образовательными организациями различного уровня.

Полученные результаты свидетельствуют о трансформации парадигмы организации образовательного процесса в условиях цифровизации, проявляющейся в смещении акцентов от предметоцентризма к проблемно-ориентированному междисциплинарному подходу, от фрагментированных знаний к системному мировоззрению, от стандартизированных образовательных траекторий к персонализированным маршрутам развития.

Список литературы

1. Асмолов А.Г., Семенов А.Л., Уваров А.Ю. Российская школа и новые информационные технологии: взгляд в следующее десятилетие // Вопросы образования. 2010. № 3. С. 5-59.
2. Борулава Г.А., Борулава М.Н. Новая методология развития личности в информационном образовательном пространстве // Педагогика. 2012. № 4. С. 11-20.
3. Вербицкий А.А. Цифровое обучение: проблемы, риски и перспективы // Homo cyberus. 2019. № 1(6). С. 24-39.
4. Гриншкун В.В. Проблемы и пути эффективного использования технологий информатизации в образовании // Информатизация образования. 2018. № 3. С. 3-16.
5. Каракозов С.Д., Уваров А.Ю. Успешная информатизация – трансформация учебного процесса в цифровой образовательной среде // Проблемы современного образования. 2016. № 2. С. 7-19.
6. Лапчик М.П. О педагогике в условиях электронного обучения // Наука о человеке: гуманитарные исследования. 2013. № 2(12). С. 77-85.

7. Роберт И.В. Теория и методика информатизации образования: психолого-педагогический и технологический аспекты. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. 398 с.
8. Сериков В.В. Личностно-развивающая модель образования: основания и пути реализации // Известия ВГПУ. 2010. № 2. С. 4-10.
9. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования. Под ред. А.Ю. Уварова, И.Д. Фрумина. М.: ИД Высшей школы экономики, 2019. 343 с.
10. Фиофанова О.А. Цифровая трансформация среднего профессионального образования: перспективы и угрозы // Профессиональное образование в современном мире. 2020. Т. 10. № 1. С. 3558-3571.
11. Ямбург Е.А. Контуры культурно-исторической педагогики // Педагогика. 2015. № 3. С. 3-12.
12. Bransford J., Brown A., Cocking R. How people learn: brain, mind, experience, and school. Washington: National Academy Press, 2018. 384 p.
13. Garrison D.R., Vaughan N.D. Blended learning in higher education: framework, principles, and guidelines. San Francisco: Jossey-Bass, 2011. 272 p.
14. Selwyn N. Education and technology: key issues and debates. L.: Bloomsbury Academic, 2016. 216 p.
15. Zhao Y., Lei J., Yan B., Lai C., Tan H.S. What makes the difference? A practical analysis of research on the effectiveness of distance education // Teachers college record. 2015. Vol. 107, № 8. pp. 1836-1884.

Interdisciplinary integration in the context of digitalization of education

Elena V. Lukina

Associate Professor of the Department of Musical Art at the Institute of Culture and Arts
Moscow City Pedagogical University
Moscow, Russia
Lukinae@bk.ru
ORCID 0000-0002-3981-0428

Natalia M. Semenyuk

Associate Professor of the Department of Teaching Methodology at the Institute of Pedagogy and Psychology of Education
Moscow City Pedagogical University
Moscow, Russia
Nataliamix61@gmail.com
ORCID 0000-0000-0000-0000

Olga I. Badulina

Associate Professor of the Department of Teaching Methodology at the Institute of Pedagogy and Psychology of Education
Moscow City Pedagogical University
Moscow, Russia
obadulina@mail.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Marina M. Borisova

Associate Professor of the Department of Teaching Methodology at the Institute of Pedagogy and Psychology of Education
Moscow City Pedagogical University
Moscow, Russia
borisovamm@mgpu.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Oksana V. Korobova

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Theory and Methodology of Preschool and Primary Education
Tambov State University named after G.R. Derzhavin
Tambov, Russia
korobova@tsutmb.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Received 03.11.2024

Accepted 25.12.2024

Published 15.01.2025

UDC 37(075.82):004.421

DOI 10.25726/w5592-1469-2100-t

EDN HJTPLW

VAK 5.8.7. Methodology and technology of vocational education (pedagogical sciences)

OECD 05.03.HE. EDUCATION, SPECIAL

Abstract

In the context of the digital transformation of the educational space, interdisciplinary integration is becoming a key factor in improving the effectiveness of educational systems. The research is aimed at identifying organizational and pedagogical mechanisms of interdisciplinary integration in the context of intensive digitalization of educational processes. The methodology includes a comprehensive analysis of educational practices using systemic, competence-based and environmental approaches. The empirical base consisted of monitoring data from 127 educational organizations at various levels, a survey of 843 teachers and 2,156 students, as well as the results of a formative experiment conducted on the basis of 17 educational institutions in the period 2021-2023. Four key models of interdisciplinary integration in the digital educational environment have been identified: convergent (efficiency coefficient 0.78), matrix (0.72), network (0.81) and hybrid (0.75). It was found that the implementation of interdisciplinary educational practices in the digital environment increases the level of meta-subject competencies of students by 23.7% and promotes the growth of cognitive motivation (correlation $r=0.68$, $p<0.01$). The issue of the optimal ratio of the subject and interdisciplinary components in the structure of educational programs remains a debatable aspect. The theoretical significance of the research lies in the conceptualization of the phenomenon of «digital interdisciplinarity» and the development of a taxonomy of levels of interdisciplinary integration. The practical value lies in the formation of algorithms for managing interdisciplinary educational projects in a digital environment and the creation of tools for evaluating their effectiveness.

Keywords

interdisciplinary integration, digitalization of education, management of educational systems, digital educational platforms, convergent learning, meta-subject competencies, educational management.

References

1. Asmolov A.G., Semenov A.L., Uvarov A.Yu. The Russian school and new information technologies: a look into the next decade // Questions of education. 2010. № 3. pp. 5-59.
2. Berulava G.A., Berulava M.N. A new methodology of personality development in the information educational space // Pedagogy. 2012. № 4. pp. 11-20.
3. Verbitsky A.A. Digital learning: problems, risks and prospects // Homo cyberus. 2019. № 1(6). pp. 24-39.
4. Grinshkun V.V. Problems and ways of effective use of informatization technologies in education // Informatization of education. 2018. № 3. pp. 3-16.
5. Karakozov S.D., Uvarov A.Yu. Successful informatization – transformation of the educational process in the digital educational environment // Problems of modern education. 2016. № 2. pp. 7-19.
6. Lapchik M.P. On pedagogy in the context of e-learning // Science of man: humanitarian research. 2013. № 2(12). pp. 77-85.
7. Robert I.V. Theory and methodology of informatization of education: psychological, pedagogical and technological aspects. M.: BINOM. Laboratory of knowledge, 2014. 398 p.
8. Serikov V.V. Personality-developing model of education: foundations and ways of implementation // VGPU bulletin. 2010. No. 2. pp. 4-10.
9. Difficulties and prospects of digital transformation of education. Eds. by A.Yu. Uvarova, I.D. Frumin. M.: Higher School of Economics Publishing House, 2019. 343 p.
10. Fiofanova O.A. Digital transformation of secondary vocational education: prospects and threats // Vocational education in the modern world. 2020. Vol. 10. № 1. pp. 3558-3571.
11. Yamburg E.A. Contours of cultural and historical pedagogy // Pedagogy. 2015. № 3. pp. 3-12.
12. Bransford J., Brown A., Cocking R. How people learn: brain, mind, experience, and school. Washington: National Academy Press, 2018. 384 p.
13. Garrison D.R., Vaughan N.D. Blended learning in higher education: framework, principles, and guidelines. San Francisco: Jossey-Bass, 2011. 272 p.
14. Selwyn N. Education and technology: key issues and debates. L.: Bloomsbury Academic, 2016. 216 p.
15. Zhao Y., Lei J., Yan B., Lai C., Tan H.S. What makes the difference? A practical analysis of research on the effectiveness of distance education // Teachers college record. 2015. Vol. 107, № 8. pp. 1836-1884.