ТРУДНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

Институт образования

РОССИЙСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: ДОСТИЖЕНИЯ, ВЫЗОВЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

СЕРИЯ КОЛЛЕКТИВНЫХ МОНОГРАФИЙ

Основана в 2018 г.

Научные редакторы серии

Я.И. Кузьминов, И.Д. Фрумин

Издательский дом Высшей школы экономики
Москва, 2019

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

Институт образования

ТРУДНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

Под редакцией А.Ю. Уварова, И.Д. Фрумина

Издательский дом Высшей школы экономики
Москва, 2019

УДК 37:004
ББК 74.04
Т78

Научные редакторы серии

Кузьминов Ярослав Иванович, ректор Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»;
Фрумин Исак Давидович, научный руководитель Института образования Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

Авторский коллектив

Уваров А.Ю. (рук. авт. кол.; гл. 1, 2, 3, 4); *Гейбл Э.* (приложение); *Дворецкая И.В.* (разд. 4.4); *Заславский И.М.* (разд. 2.2.3); *Карлов И.А.* (разд. 2.1); *Мерцалова Т.А.* (разд. 1.3, 1.4.1, 1.4.2 и 1.4.3); *Сергоманов П.А.* (заключение, приложение); *Фрумин И.Д.* (гл. 4)

Под редакцией *Уварова А.Ю.* и *Фрумина И.Д.*

Рецензенты

Каракозов С.Д., проректор МПГУ, доктор педагогических наук, профессор;

Крупа Т.В., президент ООО «ГлобалЛаб», кандидат психологических наук;

Носков М.В., профессор кафедры прикладной математики и компьютерной безопасности СФУ, доктор физико-математических наук;

Ноткин Б.А., заслуженный учитель РФ, кандидат педагогических наук, директор средней общеобразовательной школы № 550 г. Санкт-Петербурга;

Платонова С.А., учитель физики, руководитель методического объединения средней общеобразовательной школы № 627 г. Москвы

Опубликовано Издательским домом Высшей школы экономики
<http://id.hse.ru>

doi:10.17323/978-5-7598-1990-5

ISBN 978-5-7598-1990-5 (в обл.)
ISBN 978-5-7598-2012-3 (e-book)

© Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие редакторов серии 9

Предисловие редакторов 13

Введение 21

Четвертая индустриальная революция, цифровая трансформация и образование 22

Цифровые технологии в образовании: ожидания и реальность 27

Назревшие перемены 30

Персонализированное обучение 32

Преодоление цифрового неравенства 35

Из вчера в завтра 40

Глава 1. Цифровые технологии в российском образовании: шаги развития 43

1.1. Цифровые технологии и новые культурные информационные инструменты 45

1.2. Внешние и внутренние факторы информатизации образования 50

1.2.1. Внешние факторы 54

1.2.2. Внутренние факторы 57

1.3. Изменение представлений о месте цифровых технологий в образовании 60

1.4. Внедрение цифровых технологий в образовательный процесс — современное состояние 65

1.4.1. Оснащение образовательных организаций средствами цифровых технологий 65

1.4.2. Подключение образовательных организаций к высокоскоростному Интернету 71

1.4.3. Обеспечение образовательного процесса цифровыми инструментами и материалами 82
1.4.4. Образовательные онлайн-сервисы 92
1.4.5. Несбывшиеся ожидания от онлайн-курсов 103
1.4.6. Цифровые технологии и изменение способов учебной работы 108

1.5. Цифровые компетенции учащихся 110

1.6. На пороге перемен 120

Глава 2. Перспективные цифровые технологии 122

2.1. Технологии искусственного интеллекта в образовании 123
2.1.1. Обучающие машины — программированное обучение 126
2.1.2. Интеллектуальные обучающие системы 129
2.1.3. Примеры использования методов искусственного интеллекта в обучении 133
2.1.4. Цифровая трансформация образования и искусственный интеллект 149

2.2. Технологии виртуальной реальности в образовании 155
2.2.1. Виртуальная, дополненная и смешанная реальности 156
2.2.2. Использование технологий виртуальной реальности 158
2.2.3. Видеоигры и симуляторы в образовании 164
2.2.4. Следующие шаги внедрения технологий виртуальной реальности в образование 168

2.3. Технология блокчейн в образовании 172
2.3.1. Технология блокчейн 172
2.3.2. Сценарии использования технологии блокчейн в образовании 179

Глава 3. Цифровая трансформация учения и обучения 181

3.1. Цифровая трансформация образования как системный процесс 183

3.2. Четыре уровня изменений педагогической практики с использованием ЦТ 185

3.3. Обновление ожидаемых образовательных результатов в условиях цифровой трансформации 192

3.4. Содержание образования: учебный материал и структура программ 195

3.5. Организация учебной работы 203

3.5.1. Персонализированная, ориентированная на результат организация обучения 205

3.5.2. Изменения при переходе к ПРО 214

3.6. Оценивание образовательных результатов 231

3.7. Исследования для поддержки цифровой трансформации образования 235

Глава 4. Об основных направлениях работ по цифровой трансформации образования 239

4.1. Два направления работ по цифровой трансформации образования 242

4.2. Работы по преодолению технологического цифрового разрыва 248

4.2.1. Развитие цифровой инфраструктуры образовательных организаций 249

4.2.2. Развитие цифровых учебно-методических материалов и цифрового оценивания 254

4.2.3. Общедоступные цифровые коллекции учебно-методических материалов, инструментов и сервисов 270

4.2.4. Цифровые контрольно-измерительные материалы, инструменты и сервисы 271

4.3. Работы по преодолению нового цифрового разрыва 273

4.3.1. Развертывание национальной сети ИПЦО 274

4.3.2. Разработка и доводка в полевых условиях обновленной нормативной базы работы образовательных организаций 277

4.3.3. Развертывание системы мониторинга и поддержки распространения процессов цифровой трансформации образовательных организаций 278

4.4. Цифровые инструменты, помогающие планировать развитие образовательной организации 279

Заключение 283

Литература 289

Приложение. Международный опыт цифровой трансформации образовательных систем: Финляндия, Корея, Сингапур 311

Обоснование выбора стран и проектов 312

Образовательные системы, изменения и уровень сложности 312

Финляндия 313

Республика Корея 320

Республика Сингапур 328

Источники 339

Об авторах 342

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРОВ СЕРИИ

Мы рады представить читателям необычную серию книг, в которую вошли и аналитические материалы по всем уровням образования, и размышления о возможных стратегиях развития образования. Над материалами для этих книг в течение почти двух лет работали специалисты Института образования Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (ВШЭ) и эксперты Центра стратегических разработок (ЦСР).

Когда в 2016 г. по поручению Президента России ЦСР начал разработку предложений по ускорению роста благосостояния граждан России, стало понятно, что ключевой ставкой в возможной стратегии ускорения экономики может быть только человеческий капитал. Отсюда определилась важнейшая роль сферы, в которой этот капитал формируется, — сферы образования. Здесь возник и главный вопрос, который стал серьезным интеллектуальным вызовом для исследователей образования: «Как менять образование, чтобы оно становилось не просто одной из областей социальных обязательств государства, а двигателем социального и экономического развития страны?» Для России с ее одной из лучших в мире образовательных систем этот вопрос является особенно актуальным.

Такой запрос к образованию требует не только теоретической рамки, но и внимательного изучения самой сферы образования, ее достижений и проблем. Ни одна стратегия не может строиться без видения будущего, без видения места образования в целостности общественного развития. Но она не может строиться и без данных, без доказательного взгляда на образование. Поэтому рабочая группа ЦСР и НИУ ВШЭ не только обсуждала

принципиальные подходы и мировой опыт, но и организовала ряд эмпирических исследований системы образования, провела сотни обсуждений и интервью с практиками и экспертами. В результате в предлагаемой серии одна книга посвящена новому взгляду на человеческий капитал и новой роли образования — там же обсуждаются и принципиальные механизмы развития образования. Семь других книг носят характер аналитических докладов и подробно представляют разные уровни или сегменты сферы образования — дошкольное, школьное, среднее профессиональное, высшее, а также дополнительное образование детей и непрерывное образование. Специальный аналитический доклад посвящен процессу цифрового обновления образования, поскольку он, по нашему мнению, играет ключевую роль в предстоящей цивилизационной трансформации.

Каждая из книг серии имеет, на наш взгляд, самостоятельную ценность, будет интересна и полезна не только специалистам сферы образования, но и всем тем, кто к ней неравнодушен — тем, кто не довольствуется личным опытом, связанным с образованием, а хотел бы глубже изучить вопрос, познакомиться с эмпирическими данными и теоретическими аргументами. Эти данные и аргументы являются как результатом работы исследователей с открытыми источниками, так и результатом собственных эмпирических исследований, таких как «Мониторинг экономики образования», «Лонгитюдное исследование образовательных и трудовых траекторий» и ряд других социологических, экономических, педагогических и психологических исследований.

При этом приходится признать, что данные, представленные и проанализированные в книгах этой серии, обладают рядом недочетов, которые, конечно, надо устранить в будущей работе. Во-первых, по большинству показателей мы используем средние данные и нормативные характеристики по стране, хотя региональное разнообразие требует тщательной типоло-

гии регионов (и более мелких территорий) и анализа данных и организационно-экономических механизмов и особенностей в разрезе этой типологии. В ряде случаев это удалось сделать, но далеко не везде. Причина простая — отсутствие нужных данных в региональном разрезе в открытом доступе. Второй недочет — недостаточность данных о качестве образования. Ситуация здесь еще более острая: на всех уровнях, кроме школьного, этих данных просто нет — отсутствуют объективные механизмы оценки качества. Данные же объективной оценки школьного образования закрыты для анализа нужной глубины.

Важная особенность этих книг — их погруженность в глобальный контекст. Это связано с задачей обеспечения глобальной конкурентоспособности российского образования. Читатель сможет найти в них не только сравнительную статистику, но и анализ мировой практики развития образования на соответствующем уровне.

Все это делает представляемую серию книг уникальной по использованным данным и масштабу анализа. Надеемся, она станет важным шагом в построении доказательной образовательной политики в России.

Мы искренне благодарны руководителю разработки предложений по Стратегии развития Российской Федерации до 2024 года А.Л. Кудрину, помощнику Президента Российской Федерации А.А. Фурсенко, нашим партнерам в федеральных и региональных органах исполнительной власти, многочисленным экспертам за поддержку этой работы, дискуссии и комментарии.

Цифровая экономика предполагает, что данные в цифровой форме являются ключевым фактором производства во всех сферах социально-экономической деятельности, в которой цифровые технологии обеспечивают эффективное взаимодействие бизнеса, государства и граждан. Одно из центральных мест в становлении цифровой экономики занимает трансформация образования.

Настоящая книга суммирует данные об использовании цифровых технологий в образовании, о трудностях и перспективах его цифровой трансформации, которая отвечает вызовам становящейся цифровой экономики. Обсуждаются изменения в области цифровых технологий и образовательного процесса, которые станут доминантами развития образования в ближайшем десятилетии. **Несмотря на то что значительная часть материала книги адекватна для всех уровней образования, основной фокус книги — школьное образование.** Рассмотрены конкретные меры, позволяющие в развивающейся цифровой образовательной среде перейти от традиционной (классно-урочной) к персонализированной и ориентированной на результат (персонализировано-результативной) организации образовательного процесса или системе обучения, которая помогает лучше решать задачи повышения качества образования, стимулируя социальное и экономическое развитие нашей страны.

В приложении к этой книге приведен обзор международного опыта цифровой трансформации образовательных систем и организаций общего, дополнительного неформального и неформального образования, который содержит описание соответствующих государственных программ и проектов.

Я. Кузьминов,
И. Фрумин

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРОВ

Представленный в этой книге материал готовился по заказу Центра стратегических разработок в ходе выработки и обсуждения Стратегии социально-экономического развития России до 2024 года и с перспективой до 2035 года. В этот период руководство нашей страны определило курс на построение цифровой экономики, где важную роль играет цифровая трансформация образования.

Распространение цифровых технологий (ЦТ) ведет к качественным изменениям в сфере производства и на глобальных рынках. Эти перемены захватывают и сферу образования. Природные ресурсы и дешевый труд, которые по-прежнему важны, становятся второстепенными факторами социально-экономического развития в условиях перехода от массового производства стандартизированной продукции к производству общедоступной индивидуализированной продукции. Его основа — автоматизация и роботизация (интеллектуализация) всех видов производственных процессов. Этот переход получил название новой индустриальной, или технологической (цифровой), революции [Новая технологическая революция..., 2017]. Она невозможна без перехода от массового образования для всех к качественному образованию и всестороннему развитию личности каждого.

Технологическая революция не только ставит перед образованием новые задачи, но и предоставляет ЦТ, помогающие их решению. Однако внимание к их использованию в образовании меняется в нашей стране волнообразно.

Первая волна возникла в середине 80-х годов прошлого века под лозунгом «обеспечения компьютерной грамотности населения». В 1991 г. более четверти образовательных органи-

заций были оснащены кабинетами вычислительной техники, обучение компьютерной грамотности стало частью образовательных программ во всех учебных заведениях страны. Вторая волна началась в середине 2000-х годов под лозунгом «внедрения ИКТ в учебный процесс». Прирост оснащенности цифровыми устройствами образовательных организаций в России в период 2003–2012 гг. оказался одним из самых высоких в мире. Закладывалась база для широкого использования ЦТ в образовательном процессе. Новые приоритеты государства [Путин, 2018] в области инновационного развития на базе использования ЦТ дают начало третьей волне. Цифровую трансформацию предприятий производственной сферы, которую инициирует Национальная программа «Цифровая экономика» [Паспорт…, 2019], должны поддержать соответствующие изменения в сфере образования. Наряду с этим цифровая трансформация образования должна преодолеть неудовлетворенность общества результатами работы образовательной системы, привести эти результаты и саму образовательную систему в соответствие с требованиями набирающей темп новой технологической (цифровой) революции.

Цифровые технологии быстро распространяются и обновляются, открывают неограниченные возможности для доступа к цифровым инструментам, материалам и сервисам. Обучаемые и педагоги получают беспрецедентный ранее контроль над своим информационным пространством и его совместным использованием. Расширились их возможности для само- и взаимоконтроля, для формирования интереса к учению, для осмысленной (принимаемой учащимся) учебной работы. Технологии виртуальной реальности (VR) быстро сливаются с технологиями искусственного интеллекта (ИИ), однако методические разработки для их использования в образовании прогрессируют медленно. Предстоит выработать новый класс методических решений, которые будут использовать новые педагогические воз-

можности. Эти решения будут опираться на самостоятельную работу обучаемых и их совместную работу в малых группах. И то и другое требует и изменения роли учителя, и формирования у обучаемых соответствующих способностей, и обновленной дисциплины учебной работы, и выделения пространства для такой работы в структуре образовательного процесса. Традиционная рамка классно-урочной организации образовательного процесса с ее усредняемыми требованиями становится узкой. Переход к ориентированной на результат персонализированной организации образовательного процесса — одно из условий успешного использования педагогического потенциала ЦТ и основанных на их использовании методических решений.

Трансформационные процессы в образовании начались по всему миру. Они нужны и в отечественном образовании. Цифровая экономика требует, чтобы *каждый* обучаемый (а не только лучшие) овладел компетенциями XXI в. (критическим мышлением, способностью к самообучению, умением полноценно использовать цифровые инструменты, источники и сервисы в своей повседневной работе) и мог творчески (не по шаблону) применять имеющиеся знания в быстроразвивающейся цифровой среде. Новый Федеральный государственный образовательный стандарт уже поставил задачу формирования у каждого обучающегося способности управлять собственным учением. Цифровая трансформация образования должна решить эту задачу.

Цифровая трансформация на предприятии — это использование цифровых технологий для *кардинального повышения производительности труда*. Цифровая трансформация образования — это обновление планируемых образовательных результатов, содержания образования, методов и организационных форм учебной работы, а также оценивания достигнутых результатов в быстроразвивающейся цифровой среде *для кардинального улучшения образовательных результатов каждого обучаю-*

щегося. Задача состоит в том, чтобы гармонизировать в едином образовательном процессе:

- овладение обучающимися заранее отобранным содержанием (оно социально задано);
- достижение обучающимися внешне формируемых и самостоятельно отобранных целей;
- поддержку и развитие способности обучаемых к учению, формирование их учебной самостоятельности, порождение и развитие их личностной идентичности в процессе овладения как социально заданным, так и самостоятельно отобранным содержанием.

Цифровые технологии создают условия для решения этой задачи за счет совершенствования средств планирования и организации образовательного процесса, широкого использования активных методов обучения и перехода к персонализированной, результативной организации образовательного процесса (сокращенно — ПРО).

Цифровая трансформация образования — это работа на многие годы. Она затрагивает все уровни образования и невозможна без деятельного участия учащихся, педагогов, работников управления, всех стейкхолдеров (заинтересованных сторон), включая родителей и работодателей, политиков и представителей общественности. Эту работу можно разделить на три большие связанные между собой группы.

- Развитие цифровой инфраструктуры образования.
- Развитие цифровых учебно-методических материалов, инструментов и сервисов, включая цифровое оценивание.
- Разработка и распространение новых моделей организации учебной работы.

Все это требует качественного обновления существующей практики педагогических исследований, превращения их в инструмент научно-методического обеспечения и поддержки процессов цифровой трансформации образования.

В этой книге сделана попытка представить материал, лежащий в основе построения стратегии развития образования в условиях перехода нашего общества к цифровой экономике.

В первой главе «Цифровые технологии в российском образовании: шаги развития» описано, как менялись представления о месте и роли ЦТ в образовании. Обсуждаются внешние и внутренние факторы, определяющие динамику процессов цифровой трансформации, дана общая картина текущего состояния работ в этой области. Рассмотрено развитие цифровой образовательной среды образовательных организаций, оснащение их средствами цифровых технологий, обеспечение цифровыми учебными материалами и образовательными онлайн-сервисами. Обсуждается феномен массовых открытых онлайн-курсов и перспективы их использования.

Во второй главе «Перспективные цифровые технологии» обсуждаются ЦТ, которые привлекают внимание педагогов и обещают заметно повлиять на работу учебных заведений и развитие системы образования в целом (в том числе блокчейн, искусственный интеллект и виртуальная реальность). Сегодня их внедрение в широкую педагогическую практику еще только начинается. Прогресс в области машинного обучения и широкое распространение высокопроизводительных вычислений привели к появлению интеллектуальных обучающих систем, которые сегодня помогают обучаемым осваивать математику и письменную речь, взаимодействовать в сетевых сообществах. Появились разработки для автоматизации подготовки учебных материалов и автоматизации профессионального консультирования учащихся. Технология виртуальной реальности уже давно стала привычной в некоторых областях профессионального обучения (например, при подготовке пилотов). Прогресс в области микропроцессорной техники делает их сегодня общедоступными. Их объединение с технологиями искусственного интеллекта обещает преобразовать традиционные учебно-методические материалы, которые станут

наглядными и «осязаемыми», позволит в полной мере осуществлять все шаги поэтапного формирования знаний и компетентностей в ходе прямого диалога с обучаемыми.

Однако прогресс в этой области невозможен без опережающих исследований и методических разработок.

В третьей главе «Цифровая трансформация учения и обучения» обсуждаются различные аспекты системного обновления образовательного процесса, которые возможны в насыщенной цифровой среде. Особое внимание уделяется изменениям организации образовательной работы, которые связаны с полноценным использованием инновационных методических решений, поддержанных средствами ЦТ. Традиционная классно-урочная система строилась на основе использования традиционных (бумажных) информационных технологий со всеми неизбежными при этом техническими и финансовыми ограничениями. Применение цифровых технологий позволяет перейти от классно-урочного образовательного процесса к персонализированной, ориентированной на результат системе учебной работы, широкое использование которой без ЦТ осуществить достаточно трудно. ПРО расширяет возможности классно-урочной системы. Ее внедрение уже началось и является одним из основных направлений педагогических инноваций, позволяет эффективно включать в учебный процесс все новые технологические и педагогические разработки, повышающие его результативность.

Цифровая трансформация неразрывно связана с:

- уточнением целей обучения и образовательных результатов (чему учить);
- разработкой новых педагогических инструментов (педагогический дизайн, методы и техники педагогической поддержки и воспитательной работы, совершенствования управления работой образовательных организаций и др.) и обновлением педагогических практик с использованием цифровых технологий (как учить).

Четвертая глава «Об основных направлениях работ по цифровой трансформации образования» адресована прежде всего тем, кто непосредственно вовлечен в проектирование инфраструктурных и организационных изменений и занимается разработкой программ и проектов преобразования системы образования на федеральном и региональном уровнях. В ней обсуждаются практические действия по стимулированию процессов цифровой трансформации образования для преодоления вызовов цифровой экономики. Описанные направления работ позволяют в полной мере использовать новые возможности, возникающие в условиях взрывного развития цифровых технологий в области виртуальной реальности, искусственного интеллекта и высокопроизводительных вычислений. Здесь обсуждаются меры, которые должны повысить результативность образовательной системы и обеспечить ее цифровую трансформацию.

Изложенные в книге материалы по мере их подготовки были представлены на международных конференциях [Каракозов и др., 2017; Уваров, 2018e; Уваров, 2018f; Уваров, 2018g], на экспертной группе в ЮНЕСКО [Uvarov, 2019], публиковались в профессиональных изданиях [Каракозов и др., 2018; Каракозов, Семенов и др., 2017; Уваров, 218a; Уваров, 2018b; Уваров, 2018c; Уваров, 2018d], обсуждались на семинарах и рабочих совещаниях в Институте образования НИУ ВШЭ.

Авторы признательны ректору НИУ ВШЭ Я.И. Кузьминову, который энергично и обоснованно показал, что цифровая трансформация является не только необходимой, но и единственно возможной стратегией достижения нового качества российского школьного (прежде всего) образования в условиях бюджетных ограничений. Авторы также благодарят академика РАН и РАО А.Л. Семенова, академиков РАО А.Г. Асмолова и Б.М. Бим-Бада, чьи идеи и советы были использованы при подготовке данной книги. Авторы глубоко признательны докторам педагогических наук Е.И. Булин-Соколовой, В.В. Гришкуну,

С.Д. Каракозову, М.М. Мусарскому, Н.И. Рыжовой, доктору физ.-мат. наук М.В. Носкову, профессору А.В. Хорошилову, сотрудникам Института кибернетики и образовательной информатики Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, кафедры информационных технологий в образовании Московского педагогического государственного университета, а также Института образования НИУ ВШЭ, которые взяли на себя труд знакомиться с черновыми материалами книги и участвовать в их обсуждении, замечательным педагогам и методистам — Г.М. Водопьяну, Р.А. Лачашвили, С.А. Ловягину, С.А. Платоновой, Е.Ф. Соколовой, В.Н. Фоминой и многим другим коллегам, которые своей практической работой помогли увидеть педагогический потенциал и реальные перспективы цифровой трансформации образования. Особая благодарность рецензентам, чьи советы оказали неоценимую помощь в ходе подготовки итоговой редакции книги.

А. Уваров,
И. Фрумин

ВВЕДЕНИЕ

Мир переступил порог четвертой индустриальной революции [MacDougal, 2014] (Индустриализация 4.0). В ее основе синтез сложившегося ранее материального производства (новые материалы, автоматизированное проектирование/производство — CAD/CAM) и цифровых (прежде всего, сетевых) технологий, который ведет к массовому распространению Интернета вещей. «Умные изделия» становятся нормой в мире, где интеллектуальные компьютеризированные устройства (роботы), состоящие из них комплексы и сети приобретают способность к самостоятельному взаимодействию при подготовке и развертывании автоматизированных производственных процессов[1].

> *Переход России на инновационный путь развития связан с масштабными инвестициями в человеческий капитал. Это наш абсолютный национальный приоритет.*
>
> *В.В. Путин*

Книга направлена на осмысление процессов трансформации образования, которые связаны с очередной сменой технологического уклада и моделей экономического роста. Мы обсудим преобразования, которые шли под флагом информатизации (а теперь получили название цифровой трансформации образования), их связь с новой волной технологической революции, рассмотрим вызовы, которые встречает сегодня отечественное образование, и наметим пути их преодоления.

---

[1] Первая промышленная революция была связана с механизацией производства, вторая — с использованием электричества и конвейеров, третья — с электроникой и автоматизацией. Четвертая опирается на достижения в области Интернета вещей, средств связи, машинного обучения, промышленных и бытовых роботов, на развитие новых моделей и сценариев взаимодействия, которые поддержаны ЦТ.

Четвертая индустриальная революция, цифровая трансформация и образование

Четвертая индустриальная революция — это не только опережающие научно-технические разработки, но и качественное изменение культуры труда [Osburg, 2016]. От работников всех уровней квалификации требуются:

- высокий уровень математической грамотности;
- основательная естественно-научная и гуманитарная подготовка;
- способности[2], которые часто называют «компетенциями XXI века»;
- прочные знания, умения и способности в области технологий (проектное мышление; цифровая грамотность; алгоритмическое мышление; направленное, или критическое, мышление и др.).

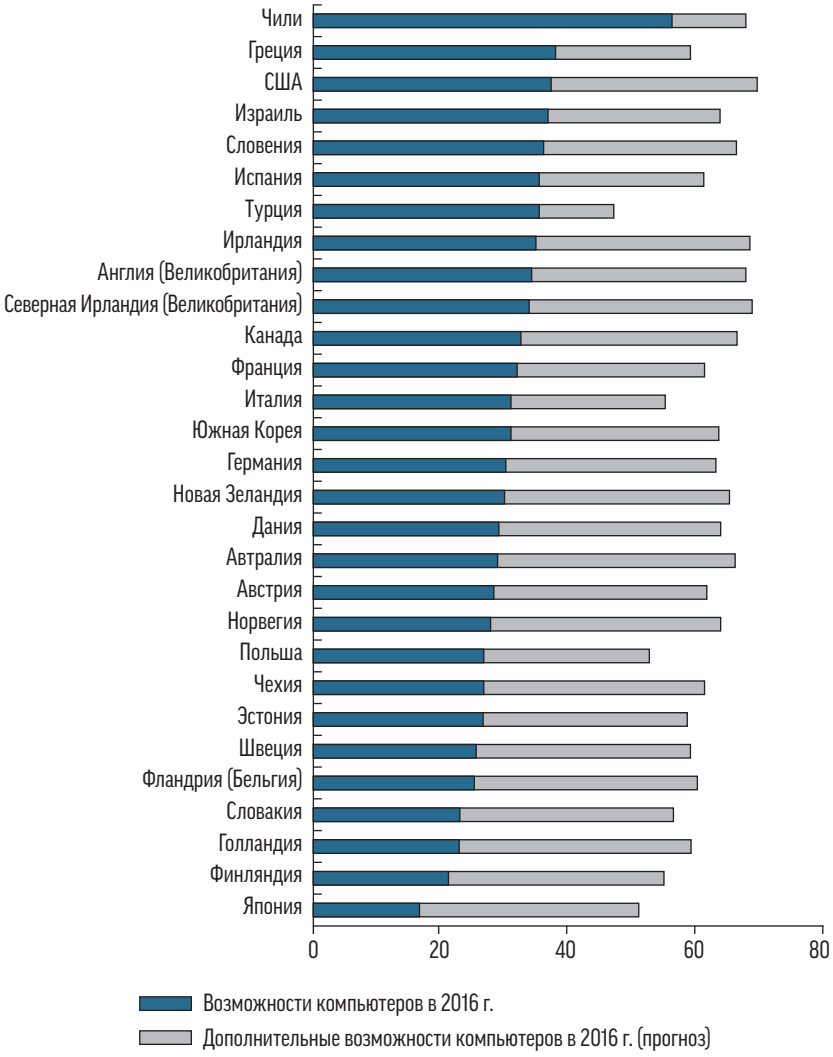
Общество постепенно осознает масштаб возникающих проблем. Последние десятилетия политики и ученые неоднократно обращали внимание на важность улучшения качества образования. Во всех развитых странах мира прошли образовательные реформы, при этом выделялись средства и прикладывались заметные усилия с целью повысить результативность образовательных систем. И все же, судя по результатам исследования, проведенного Центром педагогических исследований и инноваций ОЭСР [Elliott, 2017], системам образования развитых стран не удается справиться с задачей подготовки людей к жизни в условиях цифровой революции.

Сравнение общей грамотности работников и их способности к решению задач, которые они проявляют на своем рабочем месте, с возможностями компьютерных систем (имеющимися сегодня или ожидаемыми в ближайшие десять лет) показывает: компьютеры близки к тому, чтобы заменить работников (рис. В.1).

---

[2] Подробнее см.: [Уваров, 2014].

Рис. В.1. Доля работников, чьи общая грамотность и способность решать задачи на рабочем месте не превышают уровня, который доступен современным компьютерным системам (%)



Источник: [Elliott, 2017].

Только ~13% работников обладают достаточной грамотностью и способны решать задачи на уровне, заведомо превышающем тот, которого достигли компьютерные системы. Общее образование нуждается в качественных переменах, в расширении представления о том, что является повседневным результатом работы образовательных организаций, в повышении общей грамотности большого количества выпускников и их способности решать новые задачи. В противном случае в следующем десятилетии они окажутся невостребованными на рынке квалифицированного труда.

Исследование [Elliott, 2017] также показывает, что реформы образования, проведенные в последние десятилетия, оказались мало результативными. Сегодня количество рабочих мест, где от исполнителей требуется высокий уровень общей грамотности и способности решать задачи с помощью компьютера, заметно возросло по сравнению с серединой 90-х годов прошлого века. В то же время количество работников, способных выполнять подобную работу на высоком уровне, не выросло.

Такие перемены назрели и в России. По мнению ректора НИУ ВШЭ Я.И. Кузьминова, для решения этой проблемы требуется 15–20 лет и серьезная достройка российской системы общего образования [Кузьминов, 2017].

Чтобы решить задачи, которые ставит перед образованием четвертая индустриальная революция, общему образованию (как это уже происходит в экономике и в общественной жизни) предстоит пройти через цифровую трансформацию. Первая индустриальная революция породила массовую школу. Вторая сделала ее общеобразовательной, усовершенствовав классно-урочную систему. Третья дала в руки каждому учебник, привела к всеобщему среднему образованию. Четвертая вводит в жизнь персонализированную, ориентированную на результат модель образования.

Цифровую трансформацию предприятий понимают как глубокое преобразование (1) производственных и организационных операций, (2) процессов, (3) обязанностей работников и (4) моделей их деятельности для кардинального повышения производительности [Westerman et al., 2014]. Цифровая трансформация опирается на быстро развивающиеся ЦТ и их ускоряющее воздействие на жизнь общества. Она учитывает уже произошедшие, происходящие сейчас и ориентируется на будущие технологические изменения [Digital Transformation…].

Процессы цифровой трансформации уже влияют на многие сферы человеческой деятельности. Они ощущаются во всех областях, где осуществляется механизация и автоматизация работы с информацией. В бизнес-сообществе сегодня много говорят о том, как цифровая трансформация влияет на бизнес [Минин, 2018]. Для производственных предприятий, транспорта, сферы услуг она связана с серьезными технологическими, организационными и культурными изменениями. В процессе цифровой трансформации предприятия должны [Westerman et al., 2014]:

- превратить своих клиентов в партнеров;
- раскрыть творческий потенциал персонала;
- преобразовать свои продукты в услуги;
- сделать все бизнес-процессы гибкими, масштабируемыми и естественными;
- пересмотреть или при необходимости выработать новую бизнес-модель.

Далеко не всякую инновацию, связанную с внедрением или модернизацией информационных систем, можно отнести к цифровой трансформации предприятия. Чтобы иметь право так называться, такое внедрение должно [Роджерс, 2017]:

- привести к радикальному (качественному) повышению эффективности по ключевым показателям работы организации (улучшению в разы);

- использовать современные ЦТ (экономичные, масштабируемые и гибкие, приспособленные к быстрым изменениям: вычислительные облака, большие данные, элементы искусственного интеллекта, виртуальную реальность и т.п.);
- иметь сквозной характер: затрагивать несколько областей трансформации (клиенты и продукты, сотрудники и процессы и т.п.);
- превращать предприятие в обучающуюся организацию — знания должны накапливаться, анализироваться и использоваться с применением ЦТ с участием сотрудников и/или внешних экспертов.

До недавних пор внедрение ЦТ в образование слабо связывали с давно назревшей трансформацией образовательного процесса. Цифровые технологии воспринимали лишь как еще один инструмент для традиционных рабочих процессов. По аналогии с другими сферами образовательные организации в процессе цифровой трансформации должны:

- изменить (обновить) свои цели и содержание образовательной работы;
- перейти от обучения и воспитания всех к обучению и воспитанию каждого, изменив организацию и методы образовательной работы;
- пересмотреть и оптимизировать используемые наборы (коллекции) учебно-методических и организационных решений, информационных материалов, инструментов и сервисов;
- пересмотреть традиционные бизнес-процессы, включив в эту работу всех стейкхолдеров (прежде всего, учащихся и педагогов);
- использовать все возможности современных ЦТ для механизации и автоматизации всех видов работы с информацией.

Цифровые технологии в образовании: ожидания и реальность

При обсуждении проблем внедрения информационных технологий в образование (информатизации образования) часто используют термин «информационные технологии» (ИТ). Хотя технология письма или химической фотографии — тоже информационные технологии, последние полвека термин «ИТ» применяется прежде всего по отношению к цифровым технологиям. Начиная с 90-х годов XX в., в литературе широко используется термин «информационные и коммуникационные технологии» (ИКТ; Information and Communication Technology — ICT). Он отражает важность телекоммуникаций и телекоммуникационного бизнеса в экономике и жизни человека. Термин «ИКТ» широко используется в официальной речи. В России он входит в наименование одного из школьных предметов. Одновременно в общественно-политическом контексте наиболее популярным становится термин «цифровые технологии» (ЦТ) [Negroponte, 1995]. В настоящее время он приобрел особое звучание в связи с программами цифровой трансформации экономики и образования. Ему и отдается предпочтение.

Еще полвека назад компьютеры были высоко оценены как инструмент повышения результативности процессов учения и обучения (учебного процесса). Один из пионеров компьютерного обучения писал:

> «Пройдет не так уж много лет, и каждый из миллионов учащихся получит такого же отзывчивого и обладающего такими же энциклопедическими знаниями наставника, как Аристотель, — завидная привилегия, которой некогда обладал Александр, сын Филиппа Македонского» [Suppes, 1966].

Опыты по обучению с помощью вычислительных машин велись и в нашей стране [Применение ЭВМ..., 1969]. Энтузиасты «компьютеризации обучения» были уверены, что зарождающи-

еся цифровые технологии облегчат труд учителей, смогут повысить качество массового образования и сократить необходимые расходы. Известная в 70-х годах прошлого века автоматизированная обучающая система PLATO предлагала школьникам и педагогам удаленный доступ к качественным обучающим программам по математике, физике, химии и другим предметам [Dear, 2017]. Тем не менее, несмотря на многомиллионные вложения, эта разработка, как и другие исследования, не получила распространения и не оказала реального влияния на работу системы образования.

За прошедшие полвека ЦТ качественно преобразились. Сейчас каждому владельцу смартфона доступны вычислительные ресурсы, о которых не могли даже мечтать ученые того времени. ЦТ вышли за пределы лабораторий и превратились в повседневный инструмент, доступный массовой школе, а их потенциал для совершенствования образовательного процесса значительно вырос. Технический прогресс вызвал у энтузиастов компьютерного обучения новые ожидания:

> «…Представьте себе, какого автоматизированного наставника можно создать, используя современные технологии. Во-первых, представьте себе, что такой цифровой наставник может накапливать данные о вас в течение долгого времени. Как хороший учитель, он знает, что вы уже освоили и что вы готовы изучать. Он знает, какие способы объяснения материала подходят вам больше всего. Он знает ваш стиль учения: предпочитаете ли вы иллюстрации или тексты, конкретные примеры или общие описания. Представьте себе, что этот наставник имеет доступ к базе данных, которая содержит все накопленные в мире знания. Эти знания сгруппированы вокруг понятий и способов их освоения. База данных содержит конкретные знания о том, как понятия связаны между собой, кто считает их верными и почему, для чего их можно использовать. Я буду называть эту базу данных в Интернете сетью знаний, чтобы отличать ее от Wide Web, которая представляет собой базу связанных документов» [Hillis, 2004].

Однако новые технические возможности, несмотря на их привлекательность, мало сказываются на образовательных до-

стижениях школьников. Так, по данным международного исследования PISA, уровень оснащенности школ компьютерами слабо связан с результативностью учебной работы [OECD, 2015]. Ограниченное использование компьютеров улучшает образовательные результаты, но попытки усиленно внедрять ЦТ в работу учителя могут привести к снижению уровня знаний учащихся. «Использование ЦТ ведет к повышению успеваемости учащихся лишь в определенных контекстах» [Ibid.]. Данный вывод согласуется с выводами Международного исследования педагогической инноватики (ITL). Оно проводилось в нескольких странах, включая Россию, и показало, что ЦТ являются хорошим инструментом именно для поддержки новых высокоэффективных методов учебной работы [Krutov et al., 2012]. Чтобы формирование компетенций XXI в. у обучаемых оказалось успешным, они должны использовать ЦТ для выполнения своей учебной работы и демонстрации ее результатов — написания эссе, для творческих поделок, подготовки презентаций, разработки веб-сайтов, технологических устройств и проч. То есть педагоги должны использовать ЦТ на верхних уровнях модели SAMR (The Substitution Augmentation Modification Redefinition) [Puentedura, 2006].

На практике высокорезультативные модели учебной работы, в которых широко применяются ЦТ, распространены весьма ограниченно. Их трудно ввести в повседневную работу учебного заведения из-за ригидности действующих норм, которые поддерживают сложившуюся сегодня организацию образовательного процесса. Инновационные модели учебной работы, которые используют цифровые ресурсы, инструменты, сервисы и образовательный потенциал разветвленной системы взаимодействий в системе «учащиеся — информационная образовательная среда — преподаватели», остаются невостребованными. Чтобы исправить положение, требуется расширить действующую модель обучения, что становится возможным с развитием дистан-

ционных образовательных технологий, цифровых инструментов учебной работы и образовательных интернет-сервисов.

> «Пора осознать очевидный факт. Кажущаяся нам естественной, как цвет глаз, классно-урочная система обучения, созданная гением Яна Амоса Коменского и являющаяся непререкаемым символом школы как закрытого социального и профессионального института, должна занять в истории человечества новое достойное место. Это должно произойти подобно тому, как в познании мира классическая физика Ньютона стала лишь частью картины мира после появления релятивистской физики Эйнштейна» [Асмолов и др., 2010].

Назревшие перемены

Главное, что происходит в процессе цифровой трансформации образования, — это не создание компьютерных классов и подключение к Интернету, а формирование и распространение новых моделей работы образовательных организаций. В их основе лежит синтез:

- новых высокорезультативных педагогических практик, которые успешно реализуются в цифровой образовательной среде и опираются на использование ЦТ;
- непрерывного профессионального развития педагогов;
- новых цифровых инструментов, информационных источников и сервисов;
- организационных и инфраструктурных условий для осуществления необходимых изменений (включая поддержку учебного заведения, его руководителей и учредителей со стороны родителей, формирование соответствующего настроя в коллективе, поддержку педагогов при освоении ими новых ролей и методов работы).

Суть цифровой трансформации образования — достижение необходимых образовательных результатов и движение к персонализации образовательного процесса на основе использования ЦТ. Цифровые технологии помогают на деле использовать новые педагогические практики (новые модели

организации и проведения учебной работы), которые ранее не могли занять достойного места в массовом образовании из-за сложности их осуществления средствами традиционных (бумажных) технологий коммуникации и работы с информацией.

Подобная работа уже ведется во многих развитых странах в рамках масштабных государственных программ. Хотя ее не всегда называют цифровой трансформацией образования, она радикальна по существу и связана с изменением организации образовательного процесса [Fundamentalchange..., 2015]. Например, пять лет назад в США в рамках президентской программы Race to the Top полтора десятка школьных округов получили более 350 млн долл. для повышения результативности своей работы на основе освоения персонализированной и ориентированной на результат организации образовательного процесса с использованием потенциала цифровых технологий. Эта работа сопровождалась педагогическими исследованиями, которые помогали оценивать полученные результаты. Проект оказался достаточно успешным [Taking stock..., 2014]. В итоге был накоплен практический опыт цифровой трансформации учебных заведений, выявлены возможные проблемы. Появились демонстрационные площадки, где работники образования могут ознакомиться с ходом такой работы и оценить ее результаты, найти ответы на свои вопросы. Получили развитие и практическую апробацию информационные системы и цифровые платформы, которые поддерживают персонализированную организацию образовательного процесса. Расширился рынок цифровых учебно-методических материалов и инструментов, а их качество и практическая ценность выросли. Были подготовлены методические руководства [Building Technology Infrastructure..., 2017], расширилась сеть центров, готовых оказать организационно-методическую поддержку в планировании и осуществлении такой работы. Все это создало условия для широкого распространения в стране персонализированной организации образовательного процесса.

Организационную поддержку цифровой трансформации образования в США инициировал Alliance for Excellent Education (Альянс за отличное образование) и Департамент образования США при поддержке более 50 других организаций, что сделало персонализацию и цифровую трансформацию одним из основных трендов развития образования в стране [State leadership programmes, 2017][3].

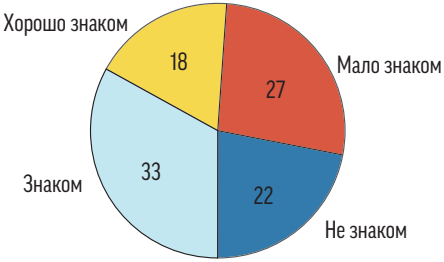
Заметный вклад в цифровую трансформацию образования вносят ведущие высокотехнологичные компании. Последние несколько лет лидеры ЦТ (основатель Microsoft Билл Гейтс, основатель Facebook Марк Цукерберг, генеральный директор Netflix Рид Хастингс) неоднократно призывали к распространению новых подходов к обучению, а руководимые ими фонды выделяли значительные средства на поддержку таких проектов. Примером может служить проект Summit Learning, который был поддержан корпорацией Facebook [The Summit Learning, 2017]. В рамках этого проекта в настоящее время несколько сотен общеобразовательных школ США уже получили возможность освоить опыт перехода к персонализированному обучению, который накоплен в Калифорнии. Специалисты Facebook помогли разработать портал для персонализированного обучения (PLP), который используют эти школы.

Персонализированное обучение

По опросу Extreme Networks [Nilsson, 2016], 22% преподавателей работали в своих школах по модели персонализированного обучения, еще 20% планировали перейти на эту модель в течение ближайших двух лет, а 12% не хотели ее использовать (рис. В.2). Только 2% ожидали, что индивидуальное обучение

[3] Подробней опыт национальных программ цифровой трансформации образования в некоторых странах изложен в приложении.

Рис. В.2. Доля работников образования в США, знакомых с персонализированным обучением (%)



Источник: [Nilsson, 2016].

лишь очередная мода, которая пройдет в ближайшие два года. Таким образом, согласно модели диффузного распространения инновации [Rogers, 2010], персонализированное обучение уже освоено «новаторами» и «ранними последователями», и сегодня ее осваивает «раннее большинство».

В европейских странах персонализированное обучение также хорошо освоено «новаторами» [Eiken, 2011], а ведущие эксперты уверены, что ему принадлежит будущее [Devine, 2014]. Однако его широкое распространение только начинается. Основную роль взяла на себя Европейская комиссия, которая запустила пробную версию нового инструмента для поддержки школ в использовании цифровых технологий [Are schools making..., 2017]. Цифровые технологии обеспечивают массу возможностей для улучшения образования. Но их интеграция в учебный процесс далеко не проста. Само по себе оснащение учебных заведений ЦТ не ведет к значимому повышению образовательных результатов. Новый инструмент SELFIE помогает педагогическому коллективу увидеть, в какой мере изменение организации образовательного процесса, которое поддержано ЦТ, помогает улучшить образовательную работу. Этот инструмент позволяет планировать конкретные шаги по трансформации работы школы,

максимально использовать потенциал ЦТ для совершенствования учебной работы.

В нашей стране практическое изучение возможностей персонализированной, результативной организации образовательного процесса ведется пока лишь отдельными группами энтузиастов. Имеющиеся работы носят единичный характер и опираются на стремление отдельных педагогов повысить результативность учебной работы [Водопьян, Уваров, 2016]. Опыт показывает, что это длительный и трудоемкий процесс, для успеха которого нужна развитая цифровая среда, готовность педагогического коллектива к переменам, включенность учащихся, всесторонняя поддержка родителей и местного сообщества.

Чтобы быть готовым к жизни в цифровой экономике, каждый обучаемый должен не только накапливать знания, развивать способность учиться и овладевать другими компетенциями XXI в., но и получать удовлетворение от этой очень нелегкой работы. И здесь традиционная организация образовательного процесса оказывается недостаточна и должна быть заменена на ПРО. Она создает благоприятные условия для формирования и развития у обучаемых полноценной учебной деятельности, облегчает максимальное использование активных методов обучения и формирование компетенций XXI в., гарантирует достижение каждым заявленных образовательных результатов. Учение легко превращается в осмысленную творческую работу, сливается с формированием любознательности, готовности к переменам, способности понимать и принимать глобальные вызовы.

Развитие ЦТ и цифровых инструментов, использование их для управления образовательным процессом, для доступа к практически неограниченному объему вариативных цифровых учебных и методических материалов, применение адаптивных механизмов и цифровых учебных сред, расширение пространства для творчества — все это делает переход учебных заведений к модели ПРО реальным. При этом доступ к библиотекам гото-

вых цифровых учебных материалов, сфокусированных на решении конкретных образовательных задач, не лишает педагога возможности отбирать нужные материалы, отличать плохие материалы от хороших, вносить в них изменения (дополнения) для повышения их эффективности в конкретных условиях, а также разрабатывать (компилировать) при необходимости собственные цифровые ресурсы.

Цифровая образовательная среда помогает эффективно организовать и контролировать учебную работу каждого обучающегося (в том числе и им самим). Увеличивается круг его возможных действий, одновременно растет его ответственность за результативность. Широкое использование мультимедийных учебных материалов, разработанных с учетом требований педагогического дизайна, в значительной мере снимает с педагогов ответственность за «доставку учебного содержания», позволяя сконцентрироваться на педагогической поддержке обучаемых [Михайлова, Юсфин, 2001], организационно-педагогической и воспитательной работе.

Преодоление цифрового неравенства

Система образования — это информационное производство, которое всегда осуществляется в информационной среде. Последние десятилетия мы наблюдаем переход от «бумажной» к «цифровой» информационной образовательной среде. Этот процесс прошел несколько этапов своего развития. Вслед за компьютеризацией и информатизацией образования пришло время его цифровой трансформации. Цифровая трансформация образования помогает преодолению неравенства, в первую очередь цифрового разрыва.

Как и любые новые технологии, ЦТ стремительно совершенствуются, дешевеют, становятся массовыми, вытесняют предшествующие им «бумажные» информационные технологии. Однако

этот процесс идет неравномерно. Подобно тому, как в прошлом достаточно долго грузовые суда с паровыми двигателями использовались наряду с парусниками, преобразование способов работы с информацией занимает в обществе достаточно долгое время. Образуется разрыв между теми, у кого есть доступ к ЦТ, и теми, у кого его по тем или иным причинам нет. Разрыв, возникающий из-за неравенства в доступе к цифровым технологиям, обычно называют «цифровым разрывом» (digital divide). Цифровой разрыв между различными странами или регионами мира часто называют «глобальным цифровым разрывом». Люди, организации и государства, которые не имеют доступа или имеют ограниченный доступ к ЦТ, лишаются заметных преимуществ по сравнению с теми, у кого такой доступ есть. Следствием цифрового разрыва становится социально-экономическое неравенство [Коротков, 2003].

В образовании цифровым разрывом называют различие, которое возникает между теми участниками образовательного процесса, кто имеет доступ к Интернету и цифровым устройствам, инструментам, источникам и сервисам в школе и дома, и теми, кто такового доступа не имеет. Сегодня этот цифровой разрыв часто называют «технологическим цифровым разрывом». Развитие информационных и коммуникационных технологий ведет к уменьшению технологического цифрового разрыва. Доступность ЦТ стремительно растет, и в ближайшее десятилетие технологический цифровой разрыв превратится из значимого фактора распространения неравенства в ничтожный.

Как показывают исследования [Valadez, Durán, 2007; Warschauer, 2012; Fishman et al., 2016], по мере преодоления технологического цифрового разрыва в образовании начинает увеличиваться разрыв в использовании ЦТ, или «новый цифровой разрыв» (рис. В.3). Новый цифровой разрыв — неравенство между теми, кто использует ЦТ активно, для выполнения продуктивной, творческой работы, и теми, кто использует ЦТ пассивно, для

Рис. В.3. Технологический и новый цифровые разрывы

выполнения традиционных рутинных функций (например, как поставщика аудиовизуальной информации; как коммуникацию, воспроизводящую традиционную телефонию, и проч.). Новый цифровой разрыв наблюдается во всех сферах, где появляются ЦТ, среди представителей всех социальных групп и различных слоев общества, в сообществах с высокой и низкой долей бедного населения. Он имеет место в школах и университетах.

Важно подчеркнуть, что новый цифровой разрыв усугубляет «традиционное» образовательное неравенство, связанное с разными культурными и социальными возможностями детей, принадлежащих к разным социальным группам.

Чтобы его преодолеть в образовании, требуется перейти от использования ЦТ на нижних уровнях модели SAMR (уровни «Замещение» и «Улучшение») к использованию ЦТ на верхних уровнях этой модели (уровни «Изменение» и «Трансформация»)[4]. Для этого нужно существенно расширить спектр и изменить характер взаимодействий, которые доступны участникам образовательного процесса в системе «ученики — информационная среда — преподаватели». Как будет показано во второй главе, это становится реальным для каждого обучаемого лишь при переходе к ПРО.

---

[4] О модели SAMR см. в главе 3.

В некоторых странах технологический цифровой разрыв в образовании уже преодолен. Все участники образовательного процесса имеют мобильные цифровые устройства и постоянный доступ к высокоскоростному Интернету, а в учебных заведениях развернута полноценная цифровая образовательная среда. В России это далеко не так. Поэтому отечественная стратегия цифровой трансформации образования предусматривает достижение двух целей:

- *сокращение неравенства в доступе к ЦТ* путем развития цифровой образовательной среды: подключения учебных заведений к широкополосному Интернету, расширения зон беспроводного доступа, развития сетевых сервисов, широкого использования современных цифровых инструментов всеми участниками образовательного процесса;
- *преодоление неравенства в использовании ЦТ* путем обновления содержания, методов и организационных форм учебной работы, модернизации образовательных программ, разработки и внедрения в практику результативных цифровых учебно-методических материалов и перехода к персонализированной организации образовательного процесса.

На достижение первой цели направлены три группы работ:

- развитие цифровой инфраструктуры образования:
  - подключение образовательных организаций к широкополосному Интернету,
  - формирование и развитие цифровой инфраструктуры образовательных организаций и цифровой экосистемы образования;
- развитие систем оценивания и аттестации:
  - создание и внедрение цифровых контрольно-измерительных материалов и инструментов для всех видов аттестационных процедур, включая государственную итоговую аттестацию (ГИА),

  — создание системы, которая интегрирует сбор, хранение и обмен данными об образовательных достижениях и подтвержденных результатах участников образовательного процесса — педагогов и обучающихся всех возрастов и ступеней обучения (система «Цифровой профиль компетенций»);
- развитие общего доступа к постоянно обновляющимся и расширяющимся цифровым коллекциям учебно-методических материалов, инструментов и сервисов.

Достижению второй цели служат работы, направленные на преодоление нового цифрового разрыва, повышение качества образования, переход учебных заведений к персонализированной организации образовательного процесса:

- развертывание национальной сети инновационных площадок цифрового образования, обеспечивающих освоение ПРО, распространение опыта этой работы и ее поддержки в других учебных заведениях;
- разработка и доводка в полевых условиях нормативной базы цифровой трансформации образования;
- развертывание системы мониторинга и поддержки распространения процессов цифровой трансформации образовательных организаций.

Работы, направленные на преодоление технологического разрыва (первая группа) и преодоление нового цифрового разрыва (вторая группа), связаны между собой. Работы первой группы являются обеспечивающими. Полноценное результативное внедрение получаемых здесь результатов невозможно без изменения действующей нормативной базы, разработка и внедрение которой входят в работы второй группы. В свою очередь, изменение нормативной базы невозможно без изменения работы учебных заведений, которое связано с их переходом к ПРО.

Таким образом, ядром работ по цифровой трансформации образования является переход к ПРО, в рамках которой внедрение и использование ЦТ становится наиболее результативным.

Из вчера в завтра

Использование цифровых технологий уже много лет влияет на развитие системы образования, помогает решать стоящие перед ней задачи (характерный пример — введение ЕГЭ). Есть все основания предполагать, что в ближайшие годы это влияние будет только усиливаться. Можно выделить три группы сценариев, в рамках которых будет проявляться это влияние:

- консервативный сценарий, который характеризуется сохранением существующей усредненной модели обучения, поддерживаемой бюрократизированной системой управления образованием. Здесь ЦТ помогают вводить и соблюдать проводимые сверху решения, усиливать контроль, гарантировать однообразие испытуемых образовательных материалов и методических решений;
- сценарий размывания школы, где недостаточная эффективность традиционных образовательных организаций устраняется за счет использования быстроразвивающихся сетевых образовательных сервисов. Здесь ЦТ позволяют наращивать возможности получения образования за пределами образовательных организаций. В этом сценарии значительно возрастает роль дополнительного образования детей, в котором все больше используются ЦТ;
- сценарий трансформации образовательных организаций, которые превращаются в культурные центры местных (и/или профессиональных) сообществ, местом учебы на протяжении всей жизни. Здесь ЦТ помогают преодо-

левать формализм в обучении, поддерживать персонализированное обучение, постоянную заинтересованность учащихся и педагогов в результативности образовательной работы.

Как видно из материалов, собранных в первой главе, все шаги развития отечественной образовательной системы за последние десятилетия, которые связаны с внедрением и использованием цифровых технологий, относились к сценариям первой группы. В результате за последние десятилетия в образовательных учреждениях была создана технологическая база и кадровый потенциал, которые дают возможность двигаться дальше.

Цифровые и образовательные технологии[5], которые позволяют развиваться событиям по сценариям второй группы (хотя их положено называть дистанционными образовательными технологиями [Приказ Минобрнауки России, 2005], в современной литературе их нередко называют по-разному), особенно быстро развивались последние годы. Как показано во второй главе, продолжающееся распространение высокоскоростного Интернета, появление нового поколения ЦТ (развивающиеся инструменты искусственного интеллекта, виртуальной реальности, блокчейн и др.) дает все основания полагать, что в ближайшее десятилетие сценарии второй группы будут интенсивно реализовываться и смогут оказать заметное влияние на работу образовательной системы в нашей стране.

По мнению авторов, наиболее желательным является реализация сценариев третьей группы. Они могут наиболее естественным образом обеспечить устойчивое развитие системы

---

[5] Дистанционные образовательные технологии (ДОТ) — это образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационных и телекоммуникационных технологий при опосредованном (на расстоянии) или не полностью опосредованном взаимодействии обучающегося и педагогического работника [Приказ Минобрнауки России, 2005].

образования в условиях плохо предсказуемых изменений, которые происходят в обществе и в экономике, позволяют минимизировать социальные риски и наиболее успешно противостоять негативным тенденциям, которые мы наблюдаем в мире. Стержнем этих изменений является существенное расширение границ традиционной классно-урочной системы (организации образовательной работы), переход к ПРО. Этой теме посвящена третья глава книги. Предложения по конкретным шагам, направленным на преодоление цифрового неравенства и запуск процессов цифровой трансформации, обсуждаются в четвертой главе.

Процессы цифровой трансформации будут развертываться на протяжении ближайшего десятилетия, вовлекать миллионы людей и весьма существенные средства. Тем более досадно, что серьезных фундаментальных исследований этого процесса сегодня не проводится. Хотелось бы, чтобы они стали непосредственной составной частью практических работ в области цифровой трансформации образования. Образование — не единственная область науки в нашей стране, где внимание к фундаментальным научным вопросам снижено. Об этом говорят и представители других областей знания, где продолжающаяся цифровая революция вызывает смену научных парадигм.

> «Утрата интереса к фундаментальным научным вопросам, перемещение фокуса всеобщего внимания с главного на второстепенное, с науки на “инновации”, а там и на их “коммерциализацию” являются одними из страшных бед современности, порождающими многие другие беды или, скорее, все их вообще» [Ерёмченко и др., 2018].

Если эта книга поможет привлечь внимание к развертыванию фундаментальных педагогических исследований в области педагогики (как теоретических, так и экспериментальных, проводимых на базе инновационных образовательных организаций), помогающих осмысливать и эффективно решать стоящие перед нами задачи цифровой трансформации образования, авторы будут считать свою главную задачу выполненой.

Глава 1

Цифровые технологии в российском образовании: шаги развития

Сегодня, когда новшества в области ЦТ приходят к нам в основном из-за рубежа, немногие помнят, что во второй половине XX в. в нашей стране создавались оригинальные глобально конкурентоспособные высокопроизводительные ЭВМ, а российская школа была пионером в области обучения школьников программированию.

В 1960 г. учитель московской школы № 444 С.И. Шварцбурд впервые в мире подготовил группу старшеклассников, которые освоили работу программистов и операторов ЭВМ. К середине 60-х годов XX в. факультативные курсы по вычислительной математике и программированию стали обычным явлением в сотнях физико-математических школ на всей территории страны. Начались эксперименты по использованию компьютеров в учебном процессе [Крюков, Уваров, 1970]. Неизбежность применения компьютеров в образовании убедительно подтвердили работы по прогнозированию развития советской школы, выполненные в 70-е годы XX в. [Уваров, 1974]. Однако потребовалось

десять лет, прежде чем политические лидеры осознали масштаб происходящих в мире перемен. В 1985 г. было принято Постановление «О мерах по обеспечению компьютерной грамотности учащихся и широкого внедрения электронно-вычислительной техники в учебный процесс» [Постановление ЦК КПСС..., 2005]. Оно положило начало процессу информатизации отечественной системы образования. Во всех средних общеобразовательных и профессиональных учебных заведениях страны появился новый учебный предмет «Основы информатики и вычислительной техники». Началась подготовка учителей информатики, а курсы по изучению вычислительной техники стали обязательной составной частью всех программ высшего образования.

За прошедшее с тех пор время в массовом сознании несколько раз менялось представление о месте и роли ЦТ в образовании. С развитием технологий менялась и актуальная повестка. В середине 80-х годов педагоги говорили о микропроцессорах, важности компьютерной грамотности и компьютеризации образования. Началось массовое освоение персональных компьютеров. Десятилетие спустя заговорили о важности информационных и коммуникационных технологий, новой информационной культуре и информатизации образования, одновременно шло освоение Интернета. Сегодня говорят об искусственном интеллекте, мобильном обучении и цифровой трансформации образования, о формировании ИКТ-компетентности учащихся и педагогов. В то же время идет внедрение сетевых цифровых инструментов для обработки информации и связи.

В этой главе мы обсуждаем эволюцию представлений цифровой трансформации образования в России, предварительно вводя теоретическое представление об этом процессе как распространении (появлении, внедрении и освоении) новых культурных информационных инструментов под действием внешних и внутренних (в системе образования) стимулов.

1.1. Цифровые технологии и новые культурные информационные инструменты

Чтобы лучше понять связь изменений в технологиях и в образовании, ЦТ нужно рассматривать как множество новых культурных инструментов (прежде всего в сфере работы с информацией). Эти инструменты, с одной стороны, становятся новыми элементами содержания образования (осваиваются в процессе изучения информатики, компьютерных наук и т.п.). С другой стороны, они влияют на содержание других дисциплин и предметных полей (их осваивает не «голый» человек, а человек с новым культурным инструментом). Одновременно с этим они выступают средством (инструментом) для изменения организации и способов учебной работы в целом. Этот процесс происходит на наших глазах, и мы наблюдаем его отдельные фрагменты [Kerr, 2005]. Подобно «старым» (традиционным) информационным инструментам (письменной речи, музыкальной грамоте и др.), новые инструменты возникают не сразу. Требуется время, чтобы они проявились во всей сложности, на базе новых технических средств, которые поддерживали бы их функционирование. Для «старых» культурных информационных инструментов такими средствами были приборы для письма, гравировки и т.п.

Сейчас, когда великое цифровое объединение (представление в едином цифровом виде всех видов текстовой, графической, числовой, аудио- и видеоинформации) еще только завершается, продолжают возникать новые информационные инструменты. Использование текстовых редакторов, электронных таблиц и других широко распространенных офисных приложений уже стало культурной нормой. Стремительно прогрессируют инструменты поиска и хранения информации, коммуникаторы, социальные сети, работу с которыми обещают существенно обогатить методы искусственного интеллекта. Растет перечень и устойчивость информационных инструментов как профессиональных

(редакторы аудио- и видеомонтажа, Mathcad для вычислений, язык R для обработки данных, словари, переводчики, геоинформационные системы и проч.), так и общепользовательских (текстовый процессор, электронные таблицы, средства подготовки презентационной графики, электронная почта, коммуникаторы и проч.). Люди все чаще выступают не только как потребители, но и как производители информации.

Описать полное множество новых культурных информационных инструментов, которые формируются на основе средств ЦТ, нельзя, так как они постоянно появляются, обновляются в ответ на усложнение социальной и производственной среды.

Три десятилетия назад персональные компьютеры с текстовым процессором и электронными таблицами совершили революцию в работе с информацией в офисах по всему миру. С тех пор в нашу жизнь волна за волной входили новые инструменты. В настоящее время это мобильные приложения, которые работают на любых цифровых устройствах, включая смартфоны. Впереди новая волна, которая связана с Интернетом вещей (IoT — Internet of Things). В развитых странах системы образования уже начали готовиться к их приходу. Так, в учебных заведениях Англии быстро распространяется технологическое конструирование с использованием специализированного устройства Micro:Bit[1]. Эти устройства есть сегодня в каждой школе. Все больше людей используют их в работе над проектами в сфере профессионального образования [Walker, 2017].

Отличительные черты зарождающихся в настоящее время новых культурных информационных инструментов:

- гибкость (возможность использовать их в любое время и в любом месте, где они необходимы);
- воспроизводимость (неограниченная возможность копирования и дублирования);

[1] См.: <http://microbit.org/ideas/>.

- изменчивость (возможность быстрого обновления, уточнения);
- избирательность (возможность свободного поиска);
- индивидуализированность (возможность для каждого пользователя работать с информацией индивидуально) [Kerr, 2005].

Набирающий обороты и повсеместно идущий процесс формирования новых культурных информационных инструментов — важный фактор поддержки процессов информатизации образования. Однако распространенная практика организации образовательного процесса в системе общего и профессионального образования этому противится. Обучающийся рассматривается как «человек голый», а не как «человек, оснащенный инструментом».

Развитие культурных цифровых инструментов ставит перед образованием вопрос, какие физические, умственные и психические способности и как надо развивать в ходе организованного обучения, а какие из них и в каком объеме следует компенсировать (или поддерживать в ходе их формирования) новыми цифровыми информационными инструментами.

Выбор того или иного ответа ведет к разным объемам затрат на оборудование образовательных организаций, оснащение их ЦТ, разработку учебно-методических материалов, отработку и распространение новых педагогических практик.

Использование традиционных информационных инструментов считается нормой, применение же новых информационных инструментов, которые основаны на использовании ЦТ, выступает в качестве исключения, а зачастую вообще находится под запретом. Например, на экзамене по физике обычно разрешают пользоваться бумагой и ручкой, могут разрешить воспользоваться справочником, но вряд ли позволят использовать Интернет. Другой пример: учащийся не может освоить подготов-

ку качественного текста, которую заметно облегчает компьютер (например, за счет упрощения редактирования, проверки правописания и т.п.), если все свои работы он должен представлять в рукописном виде. Вспомним, что древнегреческий гимназий сначала был площадкой для физических упражнений. С течением времени функция гимназия менялась, добавились помещения для обучения чтению и письму. В традиционных образовательных организациях бóльшая часть учебного времени выделена для интеллектуального развития, которое проходит в лекционных аудиториях, классах и библиотеке. Цифровая трансформация побуждает очередной раз поставить вопрос о том, что должно происходить в учебных помещениях и как они должны выглядеть.

Конечно, всякий инструмент в той или иной мере — протез, компенсирующий те или иные физические или интеллектуальные дефициты. Использование протезов нередко тормозит развитие соответствующей естественной функции. Например, пользуясь автомобилем, вместо того чтобы ходить пешком, люди вынуждены восполнять недостаток физической нагрузки занятиями в спортзале. Развитие и распространение новых культурных цифровых инструментов поставило перед образованием вопрос, какие физические, умственные и психические способности и как надо развивать в ходе организованного обучения, а какие из них и в каком объеме следует компенсировать (или поддерживать в ходе их формирования) новыми цифровыми информационными инструментами. Этот вопрос сегодня носит самый практический характер. Выбор того или иного ответа ведет к разным объемам затрат на строительство и оборудование образовательных организаций, оснащение их ЦТ, разработку учебно-методических материалов, отработку и распространение новых педагогических практик.

Таким образом, цифровую трансформацию образования можно рассматривать как развитие культуры использования

информации на основе новых цифровых информационных инструментов по нескольким основным линиям:

- в содержании важным элементом становится проникновение новых цифровых инструментов в различные области человеческой деятельности;
- образовательные организации осваивают:
  - новые источники и механизмы обработки данных, которые повышают эффективность организации образовательного процесса и обеспечивающих его процедур;
- обучаемые осваивают:
  - новые культурные общепользовательские цифровые инструменты и специализированные сервисы для повышения эффективности своей учебной работы, развивая в том числе соответствующие способности (например, алгоритмическое мышление), которые необходимы для их использования;
- педагоги осваивают:
  - новые культурные общепользовательские цифровые инструменты для повышения эффективности своей производственной и учебной работы,
  - трансформирующееся (в связи с проникновением новых цифровых инструментов в различные области человеческой деятельности) содержание, методы и формы учебной работы, специализированные цифровые инструменты и сервисы, которые повышают эффективность меняющейся организации образовательного процесса;
- руководители образования осваивают:
  - новые культурные общепользовательские цифровые инструменты, которые повышают эффективность их производственной и учебной работы,
  - новые специализированные цифровые инструменты и сервисы, которые повышают эффективность меняющейся организации образовательного процесса.

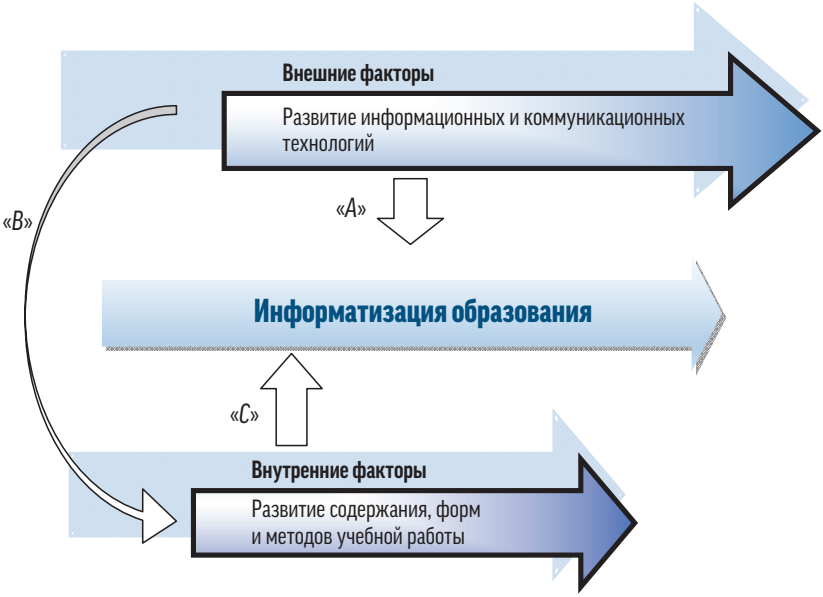
Новые культурные инструменты находятся в стадии становления и развития, которое невозможно без того, чтобы сами эти инструменты осваивались и использовались, в том числе в образовательных организациях. В свою очередь, это означает, что точно определить их состав на перспективу нельзя. У преподавателей и обучаемых должна формироваться способность самостоятельно встречать, оценивать и осваивать новые инструменты по мере их появления. Это становится одной из главных задач современного образования.

Если вспомнить, что у каждого из таких культурных инструментов своя историческая традиция и опыт работы с информацией соответствующего вида, то станет ясно, что действительное (не поверхностное) освоение этих инструментов невозможно без овладения основами профессионализма в соответствующей сфере. Например, видеокамера, которая встроена в каждый мобильный телефон, позволяет снять видеофрагмент. Чтобы полноценно и профессионально использовать ее, требуется владеть основами операторской культуры, научиться видеть сцену, выбирать кадр и проч. Новые цифровые информационные инструменты освобождают от решения многих технических задач и одновременно требуют от каждого пользователя невиданного ранее профессионализма. Набегающие одна за другой волны цифровой трансформации образования можно рассматривать как культурное явление, связанное с приобретением такого профессионализма.

1.2. Внешние и внутренние факторы информатизации образования

На рис. 1.1 приведено макроописание (макромодель) процесса информатизации образования [Уваров, 1989]. Здесь движущие силы распространения ЦТ в образовании делятся на две части: внешняя, связанная с воздействием на образовательную

Рис. 1.1. Движущие силы процесса информатизации образования



систему извне, и внутренняя, связанная с самой образовательной системой. Каждая из них характеризуется своей группой факторов:

- внешними, задающими условия функционирования образовательной системы и требования к ней;
- внутренними, определяющими потребность, готовность и способность образования воспринимать достижения технологического прогресса и использовать их для решения собственных задач.

Внешние факторы (*связь А*) напрямую влияют на процессы информатизации образования и обусловлены процессами, которые разворачиваются за пределами образовательной системы. Педагоги не могут их контролировать. Эти факторы связаны

с достигнутым уровнем развития информационной индустрии, распространением использования ЦТ во всех сферах жизни общества. Они определяют:

- общественные ожидания, претензии к результативности работы системы образования;
- требуемую подготовку и уровень информационной культуры и цифровой грамотности выпускников;
- доступность и качество используемых ЦТ и цифровых образовательных ресурсов;
- возможный на данном этапе уровень решения задач цифровой трансформации образования.

Внешние факторы не только стимулируют нововведения, но и задают ограничения на темпы и характер оснащения образовательного процесса средствами ЦТ, возможность освоения и использования нововведений.

Внешние факторы непосредственно влияют на динамику внутренних факторов (*связь В*), что выражается в появлении новых педагогических решений, которые основаны на использовании ЦТ (например, компьютерные тренажеры, информационные системы управления образовательным процессом, цифровые учебники и т.п.). Внешние факторы влияют на разработку новых образовательных стандартов и содержание учебных предметов. Они стимулируют разработку новых, поддержанных ЦТ, способов организации образовательного процесса, появление новых высокорезультативных методических разработок и педагогических практик. Они также оказывают прямое воздействие на разработчиков учебных материалов, педагогов, исследователей и других категорий работников образования, которые непосредственно вовлечены в работы по развитию содержания, организационных форм и методов обучения. Работники образования получают новые информационные инструменты, находят новые методические решения и способствуют информатизации изнутри образовательной системы.

Внутренние факторы (*связь С*) обусловлены процессами, которые в значительной степени развиваются в рамках системы образования. Они сопряжены с острыми проблемами внутри системы образования, со способностью общеобразовательной системы откликаться на изменяющиеся ожидания и запросы общества, воспринимать и осваивать новые инструменты (средства) работы с информацией для решения новых и старых образовательных задач. Эти факторы характеризуются:

- имеющимся научно-методическим заделом в области разработки и использования всех видов цифровых образовательных ресурсов (информационные источники, инструменты и сервисы), учебных программ и методических материалов;
- достигнутым уровнем профессиональной подготовки работников образования, их педагогической ИКТ-компетентностью, способностью результативно использовать ЦТ в своей профессиональной деятельности;
- гибкостью системы управления, ее готовностью к изменениям, способностью распознавать и осваивать новое, распространять результативные организационные формы и методы учебной работы, развивать цифровое информационное пространство, методы управления образовательной организацией, превращать ее в «обучающуюся организацию».

Роль внутренних факторов при определении политики в области цифровой трансформации образования зачастую недооценивается. Вместе с тем без активного участия педагогов цифровая трансформация образования не состоится.

Внутренние факторы определяют, как будут происходить потенциально возможные изменения, как и какие ЦТ будет готова абсорбировать образовательная система, как будут использоваться ресурсы, которые предоставляются системе образования, насколько эффективными окажутся сделанные капиталовложения.

Рассмотрим внешние и внутренние факторы подробнее.

1.2.1. Внешние факторы

Определяющее воздействие на цифровую трансформацию образования оказывают внешние факторы: политические, экономические, технологические, социально-культурные.

Политические факторы. Решение о компьютеризации образования в 1985 г. было принято политиками на самом высоком уровне. Оно было составной частью программы интенсификации развития страны. Решение о цифровой трансформации образования тоже составная часть политической программы перехода к цифровой экономике, которое нашло отражение в национальных проектах «Образование» и «Цифровая экономика».

Экономические факторы. Быстрое снижение стоимости, повышение простоты использования и надежности ЦТ, которые подталкивали информатизацию образования на начальных этапах, продолжают оказывать влияние и сегодня. В итоге изменилось представление о том, сколько и каких средств вычислительной техники требуется для обеспечения образовательного процесса. Когда-то оснащенность образовательной организации средствами ИКТ оценивалась количеством компьютерных классов и числом учащихся, пользующихся одним компьютером, и предложенная профессором Николасом Негропонте из Media Lab MIT программа «One Laptop per Child» [One Laptop..., 2002] выглядела слишком фантастично. Сегодня же кажется вполне естественным, что каждый обучающийся и каждый педагог должны иметь индивидуальное мобильное цифровое устройство, постоянно подключенное к Интернету, а модель «1 : 1» в образовании — все шире распространяющаяся практика.

Технологические факторы. Развитие технологической базы, которая создает условия для информатизации образования в нашей стране, — и поныне один из доминирующих внешних факторов. Рассказывая об истории информатизации своих образовательных организаций, педагоги, как правило, начина-

ют с описания изменений в доступной им цифровой образовательной среде.

Социально-культурные факторы. Важную роль играют принятые в обществе представления о том, как цифровая трансформация образования

- влияет на экономическое развитие страны, региона или муниципального образования;
- влияет на повседневную жизнь детей;
- способствует решению проблем социального неравенства.

Экономисты и политические лидеры — от руководителей страны до глав муниципальных образований — часто говорят об использовании цифровых технологий в школе как о существенном факторе, определяющем перспективы экономического развития региона[2].

Подобное представление широко распространено не только в нашей стране, но и во многих странах за рубежом. Многие специалисты полагают, что одним из факторов ирландского экономического чуда стала масштабная программа информатизации образования, которая позволила готовить более качественную рабочую силу всех уровней квалификации, необходимую современным предприятиям. Руководители корпораций Intel и Dell оценили ее наличие как важный фактор, который повлиял на их решение о размещении в Ирландии предприятий и исследовательских центров этих компаний. Исследования свидетельствуют, что прирост ВВП вследствие достижения школой цели «Создать лучшую в мире систему общего образования» гарантирует возвращение вложений в образование в течение всего десяти лет [Hanushek, Wößmann, 2007].

---

[2] На открытии конференции федерального проекта «Информатизация системы образования» [Авдеева, Уваров, 2005] губернатор Калужской области подчеркнул, что одним из аргументов для размещения в регионе новых предприятий стало наличие здесь действующей программы информатизации школы.

Информатизация школы рассматривается политиками не только как инструмент улучшения подготовки школьников и средство экономического развития, но и как важный рычаг для решения проблем социального неравенства между жителями различных регионов страны, между детьми из семей с низкими и высокими доходами.

Практика показывает [Molnar, 2014], что информатизация образования способствует уменьшению неравенства в получении качественного образования за счет следующих условий:

- предоставления обучаемым равного доступа к высококачественным открытым цифровым образовательным ресурсам и учебно-методическим материалам, а также к экспертам;
- улучшения материалов и организации заочного обучения с использованием дистанционных образовательных технологий;
- консультаций и помощи при выборе места продолжения образования с помощью Интернета;
- распространения модели персонализированной организации образовательного процесса.

В течение прошедших десятилетий интенсивность влияния внешних и внутренних факторов на изменения в образовании менялась. Этому, в частности, способствовало усиление влияния развивающихся ЦТ (*связь В* на рис. 1.1) на изменение внутренних факторов:

- обновление целей, содержания, форм и методов учебной работы;
- использование ЦТ для «упаковки» традиционного содержания в учебные проекты;
- появление ориентированной на результат персонализированной модели (системы) организации учебной работы.

Все это стало возможным прежде всего благодаря существенному повышению характеристик и общедоступности ЦТ.

Таким образом, несмотря на растущее влияние внутренних факторов, роль внешних факторов в целом осталась определяющей. Они все сильнее воздействуют на трансформацию современного образования по всему миру. Министры образования ведущих стран мира на Международной конференции–2015, посвященной ИКТ в образовании, выразили уверенность, что к 2030 г. все учащиеся, независимо от их социального статуса и места проживания, будут пользоваться цифровыми устройствами с доступом к Интернету и гибкой цифровой образовательной средой [Qingdao Declaration..., 2015].

Десятилетие назад ограниченный доступ к ЦТ работников образования вызывал скептицизм по поводу использования компьютеров и сдерживал процессы информатизации школы. Сегодня ситуация качественно иная. Школа без компьютеров уже выглядит так же странно, как школа без водопровода или электричества. Технические возможности оборудования (сети, серверы и их программное обеспечение; безопасность информации; индивидуальный учет пользователей; надежность работы; компьютерная связь, в том числе беспроводная; мобильные устройства; ассортимент цифровых образовательных ресурсов) приблизились к реальным потребностям образовательных организаций. Внешние факторы (в том числе действия политических лидеров) стимулируют педагогов интенсивнее обсуждать внутренние факторы процесса цифровой трансформации в своих образовательных организациях. Если раньше они не видели нужды в ЦТ, то теперь все чаще начинают искать (изобретать) пути их результативного использования в образовании.

1.2.2. Внутренние факторы

В середине 60-х годов прошлого века в нашей стране возникло движение сторонников «программированного обучения и контроля» [Кибернетика..., 1970], которое нашло заметный отклик в высшей школе. И хотя его потенциал постепенно исчерпался,

идеи и разработки, появившиеся в те годы, и сейчас используются для решения образовательных задач. Среди них стандартизированный контроль, на котором основаны методы единого государственного экзамена (ЕГЭ) и средства автоматизации учебного процесса в системах дистанционного обучения [Основы открытого образования, 2002]. Продолжающаяся многие десятилетия активность носителей идей автоматизации учебной работы — пример внутреннего фактора информатизации образовании.

Другим внутренним фактором стало развитие деятельностного подхода в обучении и распространение идей педагогического конструктивизма. Заметный импульс педагогическому освоению ЦТ придали исследования одного из разработчиков этого подхода Сеймура Пейперта [Papert, 1980], который по-новому поставил вопросы изменения содержания образования, методов и форм проведения учебной работы. Его исследования легли в основу первых цифровых учебных сред (Лого) и ряда последующих разработок («Живая геометрия» и т.п.).

Еще одним фактором, который дал импульс педагогическому освоению ЦТ, стало распространение цифровых измерительных инструментов и компьютерных лабораторий. Цифровые датчики для измерения параметров окружающей среды (температура, давление, расстояние, скорость движения и др.), мгновенная обработка автоматически собираемых данных качественно меняют объем и уровень проводимых учащимися наблюдений. Вместе с другими средствами автоматизации научных исследований, которые пришли в образование из научных лабораторий, эти инструменты сделались обязательным элементом оснащения учебных лабораторий, а их использование — внутренним стимулом внедрения ЦТ. Продолжением этой тенденции стало обновление содержания курса технологии, который все шире включает в себя обсуждение и разработку (программируемых)

устройств (различные автоматы, роботизированные устройства и роботы).

Среди прочих внутренних факторов — замена традиционных технических средств обучения на цифровые. Электронный проектор и интерактивная доска стали обычным средством оснащения учебных аудиторий. Освоив средства презентационной графики, потоковое видео, Интернет и цифровые образовательные ресурсы, педагоги охотно используют ЦТ для повышения наглядности обучения. Чтобы отвечать новым стандартам подачи информации, современный преподаватель должен быть технически оснащен не хуже, чем ведущий телевизионной программы новостей, как это сделано в проекте «Московская электронная школа».

Распространение различных форм интернет-общения, а также разработка специализированных интернет-сервисов стимулируют переход на новые формы коммуникаций педагога и учащихся, педагога и родителей. Это еще один фактор, способствующий проникновению ЦТ в образование.

И все же импульсы, стимулирующие процесс цифровой трансформации школы изнутри системы образования, в настоящее время достаточно слабы, а их влияние на ее развитие незначительно. Разработка вопросов изменения целей и содержания образования, методов и форм учебной работы, которые требуют использования ЦТ в учебном процессе, в нашей стране, в отличие от других развитых стран, практически не ведется. Исключение — пробуждающийся интерес к дистанционным образовательным технологиям. Одновременно начинает распространяться широкополосный Интернет, и появляются массовые учебные онлайн-курсы, или МУКи [Уваров, 2015]. Сегодня всем желающим доступны сотни онлайн-курсов по самым разным темам. Но влияние этих разработок на повседневную работу высшей школы пока незначительно [Рощина и др., 2018].

По мере расширения доступа к ЦТ педагоги стали чаще использовать их для решения рутинных задач. Стремление педагогов уменьшить усилия для решения подобных задач (типа ведения документации) также становится стимулом использования цифровых технологий.

Некоторое влияние на использование ЦТ оказало введение ЕГЭ и других видов государственной итоговой аттестации. Можно ожидать, что намечающееся распространение инструментов компьютерного тестирования заметно активизирует использование ЦТ в учебном процессе.

За рубежом в последние годы ЦТ все более востребованы благодаря интересу учебных заведений к освоению модели ПРО. Этот интерес стимулируют в том числе органы управления образованием, демонстрирующие готовность к изменениям, способность распознавать новое, поддерживать и распространять результативные организационные формы и методы учебной работы. Есть основания полагать, что и в нашей стране поставленная сегодня задача ускорения перехода к цифровой экономике приведет к аналогичному результату.

1.3. Изменение представлений о месте цифровых технологий в образовании

Первая в нашей стране Государственная программа внедрения компьютеров в образование была принята в середине 80-х годов прошлого века [Постановление ЦК КПСС..., 2005]. Ее первоочередными задачами были обеспечение всех образовательных организаций компьютерами и введение обязательных программ обучения информатике учащихся на всех уровнях образования.

В течение следующих пяти лет отечественная промышленность начала насыщать компьютерами кабинеты вычислительной техники, которые создавались во всех образовательных организациях страны, и к 1991 г. ими были оснащены более

27% этих организаций. Создание компьютерных классов стало первым шагом формирования цифровой информационной среды. Иметь кабинет вычислительной техники считалось престижным, их оснащение шло достаточно динамично. За этим 1-м этапом закрепилось название «компьютеризация». Новый учебный предмет «Основы информатики и вычислительной техники» был введен до того, как в образовательные организации стали поступать компьютеры. Поэтому первый общеобразовательный учебник информатики, который использовал технику «программирование на клеточной бумаге», стали называть «безмашинным».

Поставка вычислительной техники сопровождалась массовым обучением работников образования на курсах компьютерной грамотности. Их программа включала знакомство с составными частями и основными командами операционной системы компьютеров, с элементами программирования на языке Бейсик и несколькими общепользовательскими программами.

Компьютерный класс находился под присмотром учителя, который отвечал за его работоспособность. В основном это были учителя физики и математики. Компьютеры использовались, как правило, для изучения информатики и других предметов по выбору учителей. Здесь методические инновации впервые соприкоснулись с цифровыми технологиями. Неслучайно при обучении информатике впервые стали широко использоваться работа в малых группах, компьютерные тренажеры, автоматизированное оценивание, учебные проекты и другие новые формы и методы учебной работы.

Постепенное насыщение образовательных организаций компьютерами и подключение их к Интернету вели к смене ориентиров. Вслед за компьютерной грамотностью на первый план выходила задача повышения эффективности учебной работы. Ожидалось, что в учебном процессе ее решению поможет использование ИКТ. Опыт образовательных реформ второй

половины прошлого века показал, что экстенсивное развитие образовательной системы (увеличение продолжительности обучения, введение новых учебных предметов, снижение наполняемости классов и т.п.) себя исчерпало. Результативность системы образования уже невозможно было повышать за счет увеличения сроков обучения. Нужны были новые решения, которые позволили бы интенсифицировать образовательный процесс и повысить его результативность, сокращая расходы и не увеличивая сроков обучения. Одновременно усиливался общественный заказ на устранение цифрового неравенства и формирование цифровой компетентности учащихся образовательных организаций.

Успешный опыт применения ЦТ в экономике и повседневной жизни (внешние факторы) позволял считать, что они могут повышать эффективность учебной работы подобно тому, как использование средств механизации и автоматизации повысило производительность труда и качество выполнения работ на производстве, транспорте, в сфере обслуживания, научных исследованиях, культуре. Распространилось представление о том, что «техническое перевооружение» поможет решить проблемы образования. «Внедрение ИКТ в образовательный процесс» стало 2-м этапом информатизации образования. Появились новые средства обучения на базе ЦТ (цифровые естественно-научные лаборатории, удобные мультимедийные проекторы и т.п.). Развивались компьютерные сети, которые облегчили хранение и использование цифровых образовательных ресурсов. Повышалась пропускная способность каналов связи.

После 1991 г. работа по информатизации образования на государственном уровне на последующие десять лет была приостановлена, а затем началась фактически заново с оснащения образовательных организаций современными компьютерами, подключения их к высокоскоростному Интернету, компьютер-

ного всеобуча педагогов и восстановления обязательного изучения информатики.

Изменения характеристик компьютерной техники и программного обеспечения (ПО) образовательных организаций, а также требований к данным характеристикам прослеживается в составе показателей, оценивающих информационно-техническое и материально-техническое обеспечение этих организаций на протяжении последних 10–15 лет. Особенно показательно прослеживается на примере эволюции форм федерального статистического наблюдения (ФСН) для общеобразовательных школ.

В начале 2000-х годов предметом оценки было количество компьютеров в школах.

К 2005 г. добавились наличие кабинетов информатики и вычислительной техники, тип подключения к Интернету и его скорость.

После модернизации системы ФСН в 2009–2010 гг. перечень показателей заметно расширился: в него вошли рабочие места с ЭВМ в кабинетах информатики, а также наличие локально-вычислительных сетей в школах.

С 2009 по 2016 г. число показателей информационно-методического обеспечения в формах ФСН увеличилось с 12 до 104. В основном это обусловливается изменением предмета учета: если первоначально оценивалось наличие той или иной техники или ПО, то далее ключевым вопросом стало грамотное ее использование (и ее использование вообще). Например, в форме ФСН № ОО-2, утвержденной в 2016 г., практически все показатели информационно-методического и материально-технического обеспечения (для компьютерной техники) оцениваются не только по наличию, но и по доступности их для учащихся и возможности выхода в Интернет.

Одна из сложностей статистического учета ЦТ в образовательных организациях — высокая скорость технологического прогресса. Показатели, принятые 3–5 лет назад, очень быстро

теряют актуальность. Типичный пример — скорость подключения образовательных организаций к Интернету. В 2009 г. учитывались подключения на скорости 128 кбит/с и выше, в 2016 г. — ниже 256 кбит/с; 256–511 кбит/с; … 100,0 Мбит/с; выше 100 Мбит/с.

Изменения коснулись и оценки представленности образовательных организаций в сети Интернет: если в 2010 г. велся учет наличия сайтов (у каждой третьей школы, например, сайт отсутствовал), то в 2016 г. оценивалось наличие определенной информации на этих сайтах (показатель «Наличие на веб-сайте информации по нормативно закрепленному перечню сведений о деятельности организации»). Более того, если изначально данный перечень включал характеристики структуры сайта и список необходимых документов и информационных блоков, то в 2014 г. был принят документ, в котором список требований пополнился качественными характеристиками оформления сайтов, обновления информации и используемых форматов публикуемых документов.

Итак, сегодня представления о требуемом качестве обеспечения образовательных организаций средствами ЦТ изменились. Говоря о ЦТ в школах или вузах, все реже ограничиваются данными об их насыщении цифровым оборудованием, программным обеспечением и доступности Интернета. В экспертном сообществе цифровую трансформацию все чаще связывают с изменениями в базовых рабочих процессах в учебных заведениях.

Появляются новые педагогические профессии (дизайнеры и ассистенты онлайн-курсов, информационные консультанты, тьюторы), нацеленные на разработку и поддержку новых организационных форм и методов учебной работы (индивидуализация, групповые проекты учащихся и т.п.). Развитие и распространение цифровых технологий позволяет перенести внимание с доступности цифровых устройств и инструментов на их использование в образовательном процессе.

1.4. Внедрение цифровых технологий в образовательный процесс – современное состояние

Внедрение ЦТ в образование включает оснащение образовательных организаций средствами цифровых технологий; подключение их к высокоскоростному Интернету; обеспечение образовательного процесса цифровыми инструментами и материалами (цифровыми источниками, инструментами и онлайн-сервисами), использование этих цифровых инструментов и материалов в учебном процессе.

1.4.1. Оснащение образовательных организаций средствами цифровых технологий

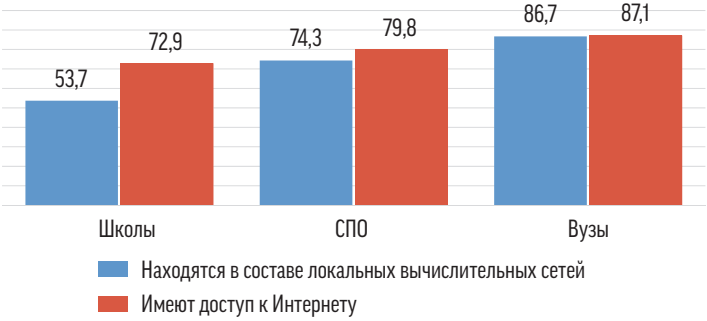
Благодаря государственной поддержке образовательные организации страны в 2000-е годы в ходе выполнения приоритетного Национального проекта «Образование» были оснащены компьютерами. В 2003–2012 гг. Россия оказалась среди лидеров по темпам оснащения сферы образования цифровыми устройствами.

Сейчас во всех образовательных организациях страны есть персональные компьютеры. Среди них все больше мобильных устройств (ноутбуков и планшетов), которые в большинстве случаев входят в локальные вычислительные сети и имеют доступ к Интернету (рис. 1.2), распространены мультимедийные проекторы, интерактивные доски и другое периферийное оборудование (принтеры, сканеры, многофункциональные устройства).

Мультимедийные проекторы, принтеры, интерактивные доски, многофункциональные устройства стали привычным оборудованием российских школ (рис. 1.3).

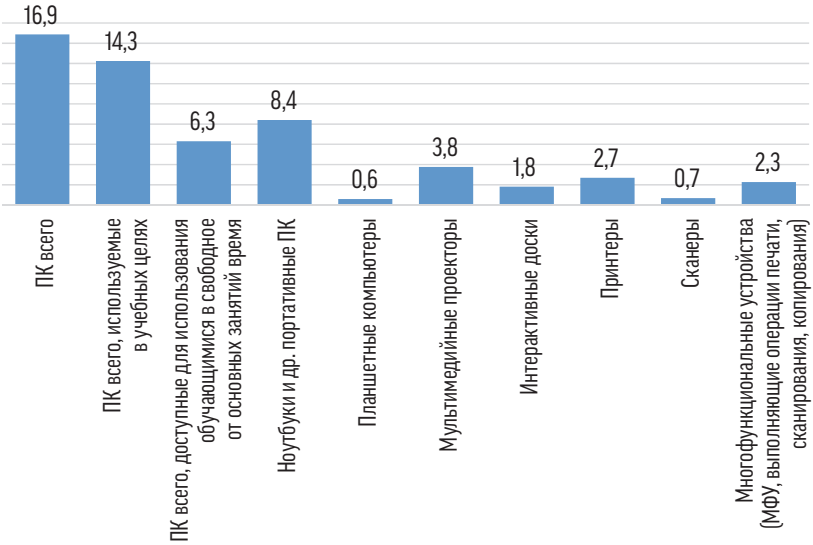
Меняется структура компьютерного оборудования, используемого в образовательных организациях, растет доля перенос-

Рис. 1.2. Доля компьютеров, подключенных к локальным вычислительным сетям и имеющих доступ к Интернету, от общего числа компьютеров образовательных организаций (%), 2017



Источник: Минобрнауки России.

Рис. 1.3. Количество компьютерного и информационного оборудования в школах России в расчете на 100 обучающихся (ед.), 2017



Источник: Минобрнауки России.

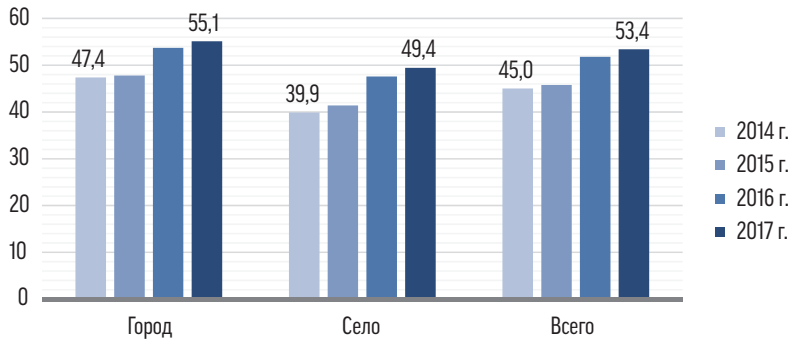
ных компьютеров, которые можно перемещать между учебными кабинетами (рис. 1.4).

Эта тенденция менее заметна в организациях среднего и высшего профессионального образования (рис. 1.5), что можно объяснить активным использованием студентами собственных мобильных цифровых устройств.

Мобильные технологии все шире распространяются в молодежной среде. Как показывают результаты Национального исследования качества образования (рис. 1.6), даже среди обучающихся 8–9-х классов ими пользуются более 95% школьников. Более трети учащихся регулярно используют настольный компьютер, ноутбук или планшет, но самым популярным техническим устройством для доступа в Интернет (около 70%) стал смартфон.

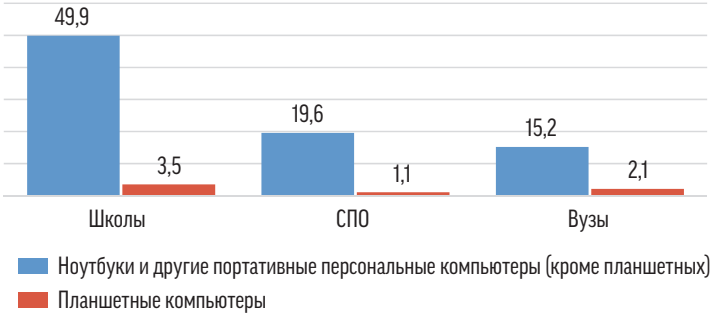
Складывается новая коммуникативно-информационная культура, которая ориентирована на мобильные и «мелкоформатные» (с небольшим экраном и облегченными версиями сайтов) ресурсы. Однако образовательные организации не учиты-

Рис. 1.4. Доля переносных компьютеров в общей численности компьютеров общеобразовательных школ (%), 2017



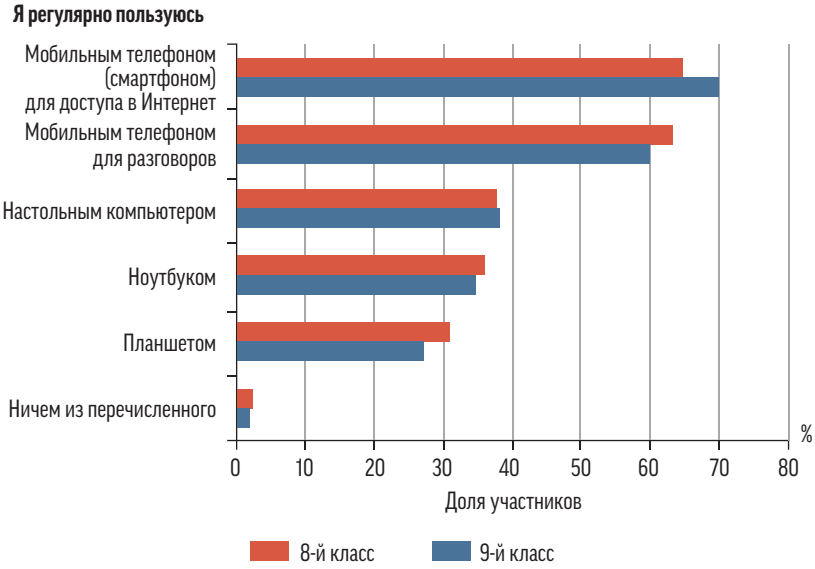
Источник: Минобрнауки России.

Рис. 1.5. Доля ноутбуков и планшетных компьютеров в общей численности ПК образовательных организаций (%), 2017



Источник: Минобрнауки России.

Рис. 1.6. Использование мобильных технологий учащимися 8–9-х классов



Источник: [Аналитические материалы..., 2015].

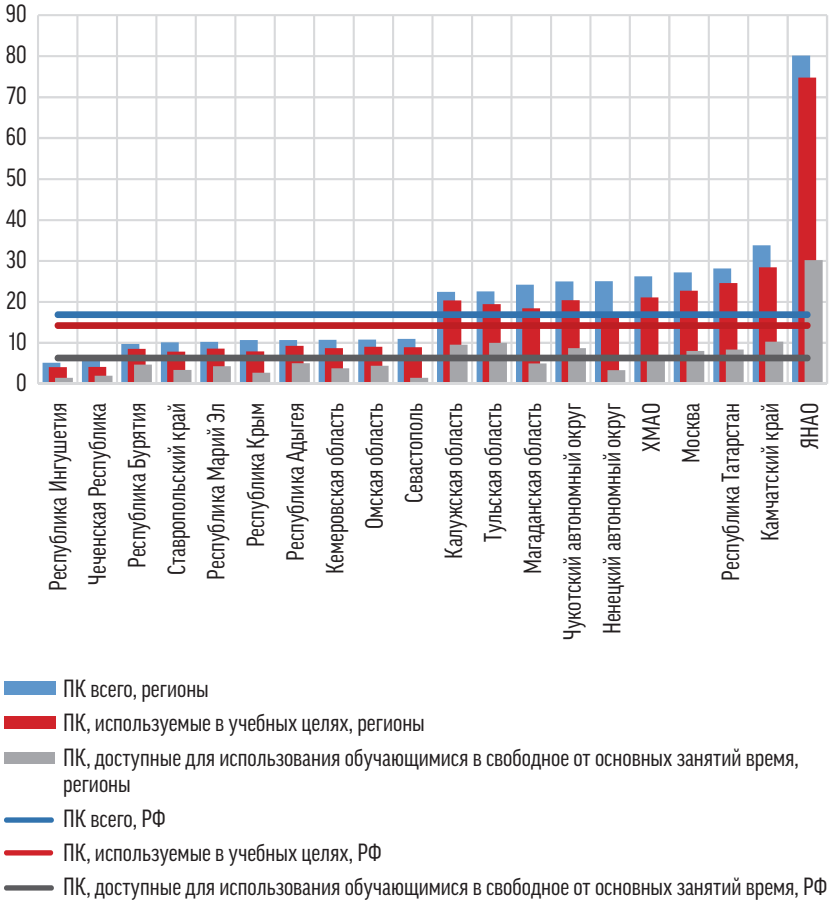
вают эти изменения и редко используют мобильные технологии в учебном процессе. Вместе с тем в «продвинутых» регионах (Москва, Якутия и др.) мобильные сервисы и технологии уже активно используются (навигаторы по программам дополнительного образования детей, оперативная связь с родителями и обучающимися и т.п.).

Отметим, что цифровое оборудование в образовательных организациях не всегда достаточно полно используется в учебных целях. Так, во внеурочное время школьникам доступна примерно треть имеющегося парка персональных компьютеров (ПК), половина планшетов и только четверть ноутбуков. Возможно, это допустимо в крупных городах, где практически в каждой семье есть один или несколько персональных компьютеров, ноутбуков или планшетов. Однако в сельских регионах, где такие условия есть далеко не во всех семьях, ограничение доступа учащихся к цифровым устройствам не оправдано (рис. 1.7).

Таким образом, образовательные организации страны в той или иной степени оснащены цифровым оборудованием. Однако неравенство в доступе к ним по-прежнему остается, а само наличие оборудования не всегда означает, что оно активно и эффективно используется в образовательном процессе.

Иная картина в зарубежных странах. Например, по данным недавнего опроса в США [Vega et al., 2019], более 95% учителей регулярно применяют ЦТ в своей работе. При этом около 60% демонстрируют в классе видеоматериалы из различных источников (прежде всего, YouTube). Около 54% используют общепринятые цифровые инструменты, такие как Microsoft Office и Google G Suite for Education, около 13% — веб-сайты и приложения, которые позволяют создавать и обмениваться контентом или пользоваться социальными сетями. Это связано в том числе с тем, что практически все школы имеют высокоскоростной (не менее 100 Мбит/с) доступ к Интернету.

Рис. 1.7. Количество компьютерного и информационного оборудования в школах в расчете на 100 обучающихся в 10 регионах с самыми высокими показателями и в 10 регионах с самыми низкими показателям (ед.), 2017



Источник: Минобрнауки России.

1.4.2. Подключение образовательных организаций к высокоскоростному Интернету

За последние десять лет доступ учащихся к сети Интернет кардинально изменился. По данным исследования PISA, в 2006 г. он был доступен около трети школьников, сейчас — более чем 97% учащихся (рис. 1.8). По этому показателю Россия выходит на уровень других развитых стран.

Учащиеся интенсивно пользуются Интернетом и за пределами школы. Между 2012 и 2015 гг. время, которое они ежедневно проводили в сети, возросло в среднем со 130 до 161 мин. в день (рис. 1.9). По этому показателю российские учащиеся оказались в одной группе с учащимися из Венгрии, Нидерландов и Новой Зеландии. Более 42% учащихся в выходные дни проводят в Интернете до 6 ч.

Эти данные соответствуют общей динамике распространения Интернета в Россию, где, согласно исследованию Фонда «Общественное мнение» (ФОМ), количество интернет-пользователей к весне 2015 г. вышло на уровень насыщения (рис. 1.10). Пассивное большинство и значительная часть отстающих по кривой Роджерса[3] уже пользуются этой технологической инновацией, поэтому можно считать, что распространение Интернета завершилось.

Вместе с тем доступ к Интернету различается в зависимости от региона (рис. 1.11). Например, доля интернет-аудитории (люди, которые выходят в Интернет хотя бы раз в месяц) от численности всех россиян в Поволжском федеральном округе на 5% ниже, чем в среднем по стране.

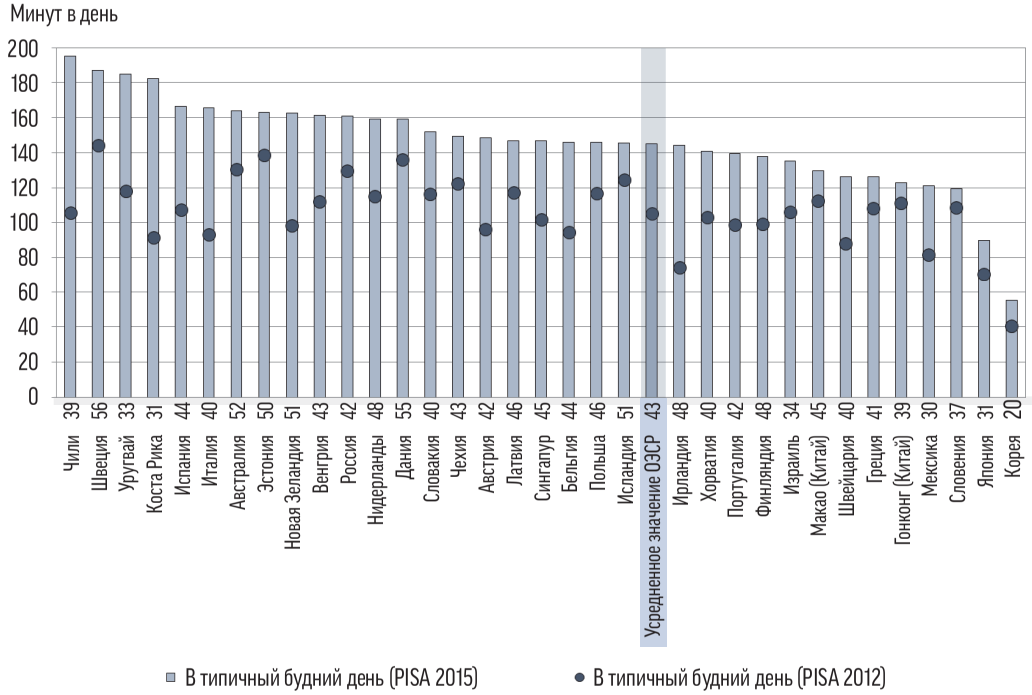
---

[3] Роджерс в работе «Диффузия инноваций» исследовал уровни принятия различных инноваций. Он обнаружил, что бóльшая часть графиков принятия инноваций членами общества напоминает стандартную кривую нормального распределения, разделенную на пять частей: «новаторы» (2,5%), «ранние последователи» (13,5%), «раннее большинство» (34%), «позднее большинство» (34%) и «отстающие» (16%).

Рис. 1.8. Изменение доступа учащихся к Интернету в 2006–2015 гг. (по данным исследования PISA)

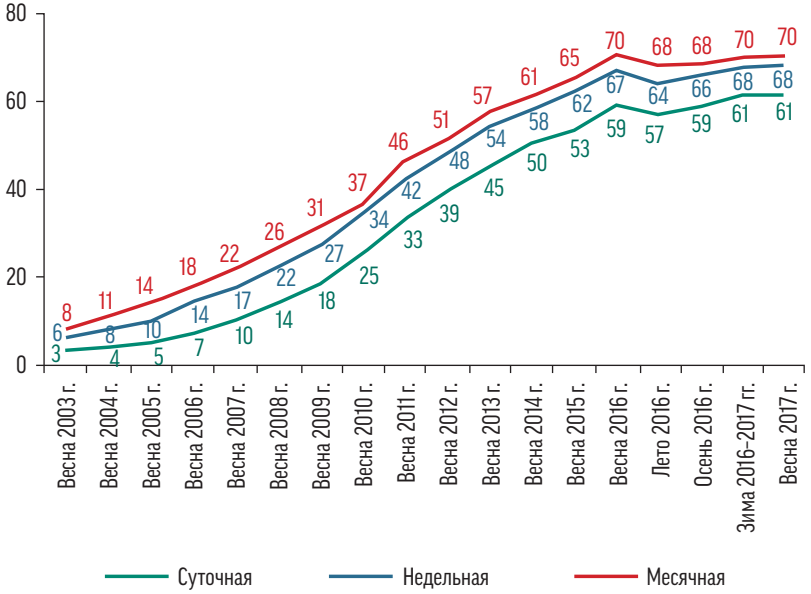
Источник: [OECD, 2017a].

Рис. 1.9. Время, которое учащиеся проводят в Интернете за пределами школы, на горизонтальной шкале указан % учащихся, которые проводят в Интернете от 2 до 6 ч в субботу и воскресенье (по данным исследования PISA)



Источник: [OECD, 2017a].

Рис. 1.10. Доля российской интернет-аудитории от общей численности россиян (%)

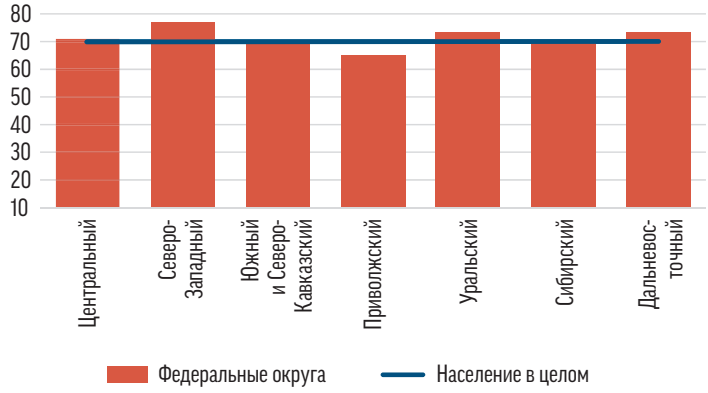


Источник: ФОМ: <https://fom.ru/>.

Этот показатель также заметно варьируется по типам населенных пунктов (рис. 1.12). В городах с населением от 100 тыс. жителей сегодня он лишь на 5% уступает Москве и Санкт-Петербургу. В городах с населением до 100 тыс. жителей показатель доступности Интернета составляет 70%, что соответствует среднему значению по стране. Однако в сельской местности он на 10% ниже среднего по стране и на 20% ниже по сравнению со столичными городами.

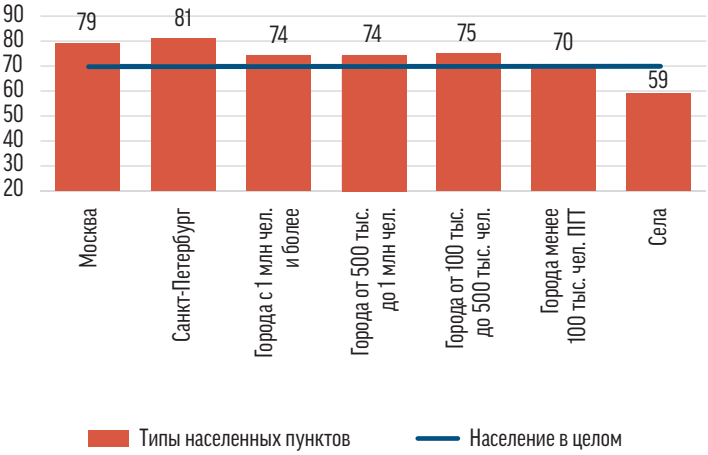
Сегодня доступ к Интернету для образовательных организаций стал столь же обязателен, как и наличие телефонной связи. И хотя в работе по подключению школ к Интернету наблюдается заметная позитивная динамика (рис. 1.13), неравенство

Рис. 1.11. Доля интернет-аудитории федеральных округов от общей численности россиян (%), весна 2017



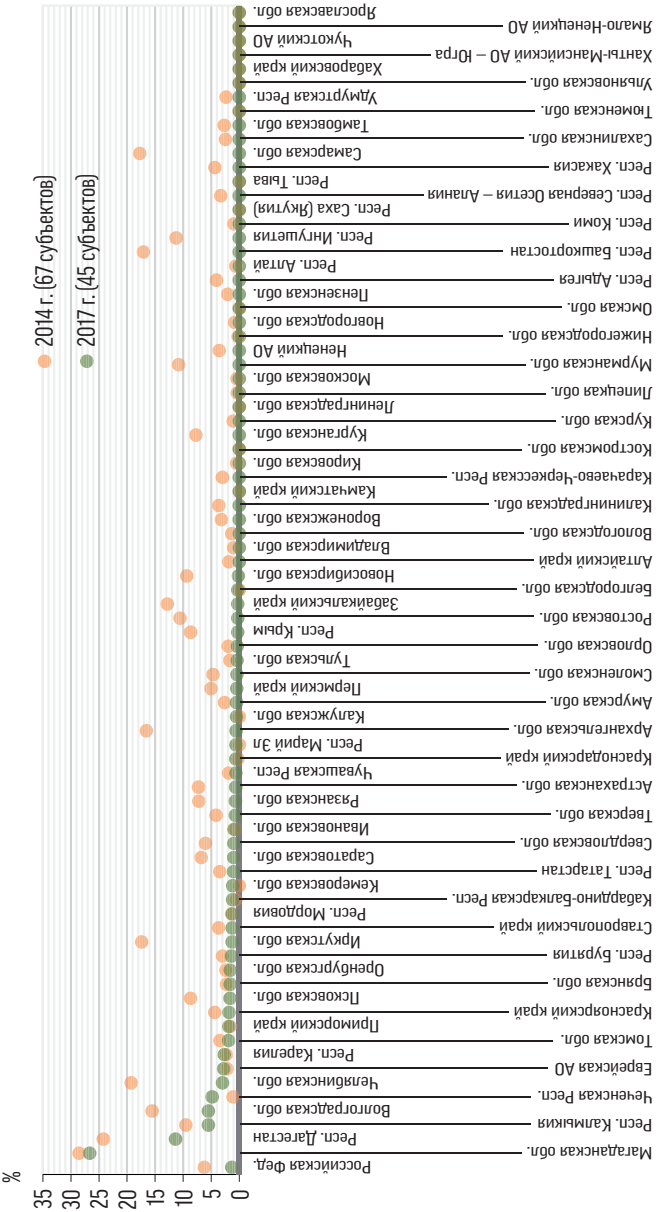
Источник: ФОМ: <https://fom.ru/>.

Рис. 1.12. Доля интернет-аудитории населенных пунктов разного типа от общей численности россиян (%), весна 2017



Источник: ФОМ: <https://fom.ru/>.

Рис. 1.13. Доля сельских школ, у которых отсутствует Интернет (в скобках в легенде – число регионов, у которых есть школы, не подключенные к сети Интернет) (%), 2017



Источник: Росстат.

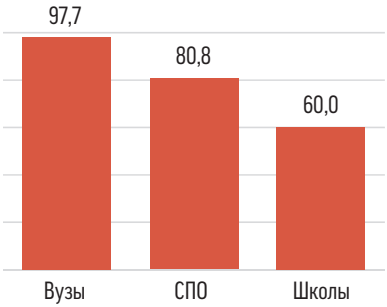
по-прежнему сохраняется. В регионах России осталось немало учебных заведений, не имеющих доступа к сети Интернет. Например, по данным ФСН, в 2017 г. в 34 субъектах Российской Федерации имелись городские школы, а в 45 регионах сельские школы, которые не подключены к Интернету. Работы по созданию материальных условий для цифровой трансформации образования должны продолжаться.

Сегодня практически все образовательные организации имеют официальный адрес электронной почты и веб-сайт в Интернете. В Федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации» нормативно закреплен перечень сведений о деятельности образовательной организации, которые должны быть представлены на ее официальном сайте. Многие учебные заведения параллельно создают собственные сайты, в большей степени ориентированные на их практическое использование. Данные об образовательных организациях, как правило, представлены на официальных сайтах государственных и муниципальных организаций (<http://bus.gov.ru/pub/home>), где можно найти информацию об их деятельности.

Нормативное закрепление подобных требований и контроль за их выполнением со стороны Рособрнадзора приводят к постепенному выравниванию возможностей для выхода образовательных организаций в Интернет, обеспечивают создание ими официальных информационных ресурсов.

Увеличение количества образовательных организаций, подключенных к Интернету, не решает проблем качества такого доступа. Сегодня считается, что минимально приемлемая скорость доступа, необходимая для использования электронных учебников, цифровых учебных пособий и сервисов, должна быть не менее 2 Мбит/с (за рубежом в качестве минимальной принята скорость 100 Мбит/с). Однако высокоскоростной Интернет (рис. 1.14) доступен далеко не всем образовательным организациям, особенно на уровне общеобразовательных школ.

Рис. 1.14. Доля образовательных организаций, имеющих доступ к сети Интернет со скоростью 2 Мбит/с и выше (%), 2017



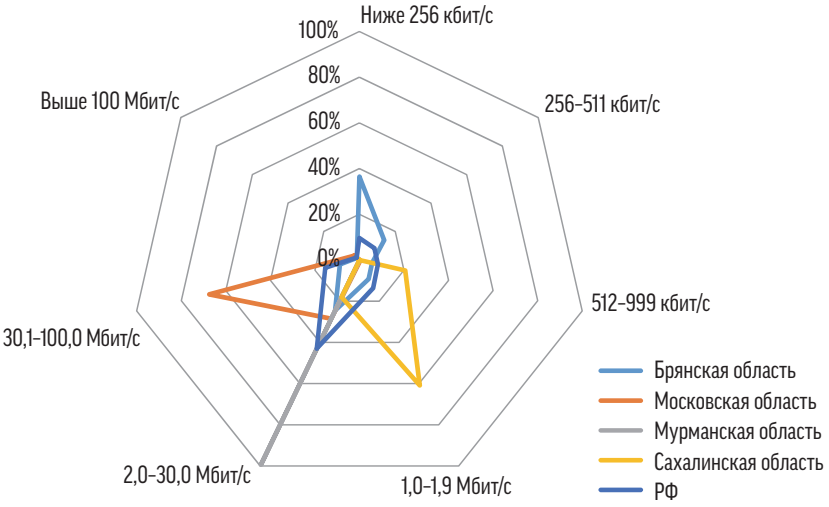
Источники: Мониторинг системы образования; Минобрнауки России.

На диаграмме (рис. 1.15) представлены профили четырех российских регионов, лидирующих по доле школ с тем или иным уровнем скорости подключения.

Практически все школы Мурманской области имеют доступ к Интернету со скоростью от 2 до 30 Мбит/с. В то же время у бóльшей части школ Брянской области скорость подключения ниже 256 кбит/с.

В Московской области в 67% школ Интернет работает на скорости выше 30 Мбит/с. Это позволяет пользоваться современными (включая видео-360) цифровыми образовательными ресурсами и инструментами с помощью глобальной сети. Однако для внедрения перспективных технологий, использующих виртуальную и дополнительную реальность, необходима скорость выше 100 Мбит/с. По данным ФСН, в 2017 г. самая большая доля таких школ была в Архангельской области — более 7%. Учащиеся и педагоги этих школ могут без труда пользоваться облачными сервисами, внедрять смешанное обучение, опробовать современные модели организации образовательного процесса (например, перевернутый урок).

Рис. 1.15. Доля школ с указанной максимальной скоростью подключения к сети Интернет в некоторых регионах Российской Федерации (%), 2017

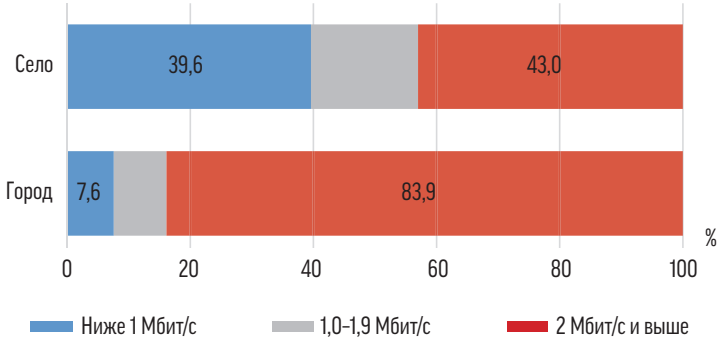


Источники: Мониторинг системы образования; Минобрнауки России.

Доступ в Интернет на скорости от одного до нескольких десятков Мбит/с недостаточен для устойчивой работы современной образовательной организации. Это, в частности, подтверждают жалобы педагогов на медленную обработку запросов при обращении к сервисам единой информационной системы «Московская электронная школа» (МЭШ), которая введена в действие в 2017/2018 учебном году в школах Москвы. В ближайшие годы распределение школ по скорости доступа к Интернету будет сдвигаться вправо, и в недалеком будущем все они получат доступ в Интернет на скорости от 100 Мбит/с (что уже стало обязательным требованием в школах США).

Низкая скорость подключения к Интернету наблюдается в сельских регионах (рис. 1.16). У 40% сельских школ скорость до-

Рис. 1.16. Доля школ с высокой и низкой скоростями подключения к Интернету в городе и на селе (%), 2017



Источник: Минобрнауки России.

ступа к Интернету менее 1 Мбит/с. В сельской местности большинство школ, как и десять лет назад, подключаются к Интернету с недопустимо низкой скоростью — менее 256 кбит/с. Этого достаточно лишь для обмена электронной почтой, получения приказов и отправки статистической отчетности.

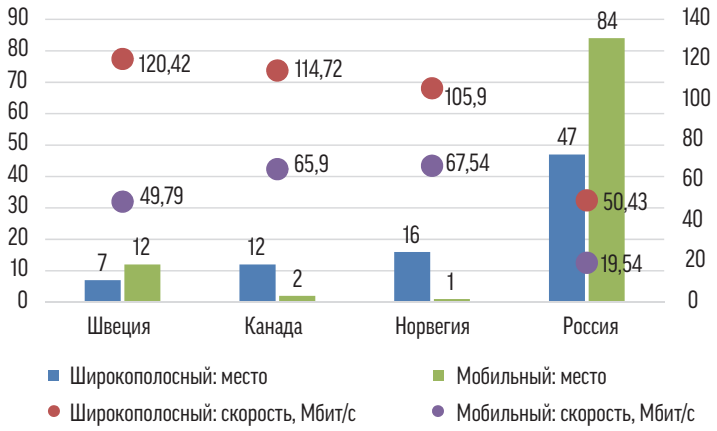
На некоторых территориях (например, в Республике Саха (Якутия)) высокая доля образовательных организаций с низкой скоростью подключения к сети Интернет обусловлена географическими и природно-климатическими условиями. На таких территориях трудно ожидать коренных изменений ситуации с подключением к Интернету в ближайшие годы.

Доступные данные международной статистики не содержат сведений о скорости подключения к Интернету образовательных организаций. Однако масштаб проблемы приполярных и полярных российских территорий можно увидеть на сопоставлении данных о скорости Интернета в странах мира, расположенных в этих же климатических поясах: Норвегия, Швеция, Канада.

По данным Speedtest Intelligence, указанные страны находятся в топ-20 стран по скорости широкополосного (из 178 стран) и мобильного (из 139 стран) Интернета. Россия находится в этих рейтингах гораздо ниже, демонстрируя скорости в 2–3 раза более низкие (рис. 1.17).

Высокая скорость доступа к Интернету — необходимое условие не только для того, чтобы иметь возможность получать дополнительные образовательные ресурсы из сети Интернет, но и для того, чтобы предоставлять образовательные услуги, отвечающие запросам современного информационного общества. Школа должна стать полноценным участником единого информационного пространства. Не имея возможности предоставлять услуги дистанционного и электронного обучения, она автоматически лишается возможности персонализировать образование, предоставлять качественные образовательные услуги детям

Рис. 1.17. Скорость мобильного и широкополосного Интернета в странах с северными территориями и их место в рейтинге Global Speeds, 2019



Источник: Speedtest Intelligence.

с ограниченными возможностями, которые не могут посещать школу. Необходимого внимания лишаются одаренные дети из сельской глубинки, где недостает кадровых ресурсов для поддержки и развития их таланта.

Чтобы обеспечить высокоскоростное подключение к Интернету удаленных школ в США, потребовались специальная президентская программа и почти десять лет усилий. Тем не менее это не значит, что школы в удаленных и труднодоступных регионах России, как и сельские школы в других ее регионах, где качество подключения к Интернету недостаточно высокое, отрезаны от возможности использовать ЦТ для совершенствования учебного процесса. Как показывает международный опыт [Aptus..., 2013; MOE..., 2015], существуют дешевые и надежные технологические решения, которые позволяют эффективно использовать сетевые технологии в школе и при низкоскоростном подключении к Интернету или даже при его отсутствии. Такие технологические решения могут обеспечить получение качественного образования учащимся тех школ, в которых скорость доступа к Интернету невелика.

1.4.3. Обеспечение образовательного процесса цифровыми инструментами и материалами

Для эффективного использования цифровых технологий при решении учебных и организационных задач образовательные организации получают разнообразные программные средства. Среди них обучающие компьютерные программы по отдельным предметам или темам, инструменты компьютерного тестирования, цифровые справочники, энциклопедии и словари, учебные пособия и учебники. Имеются электронные библиотеки, электронные журналы и дневники. Работники управления часто используют электронные справочно-правовые системы и специализированные программные средства для решения организационных, управленческих и экономических задач, а также для

организации электронного документооборота. Законодательное закрепление использования средств контент-фильтрации материалов из Интернета привело к повышению доли школ, использующих это программное обеспечение (рис. 1.18).

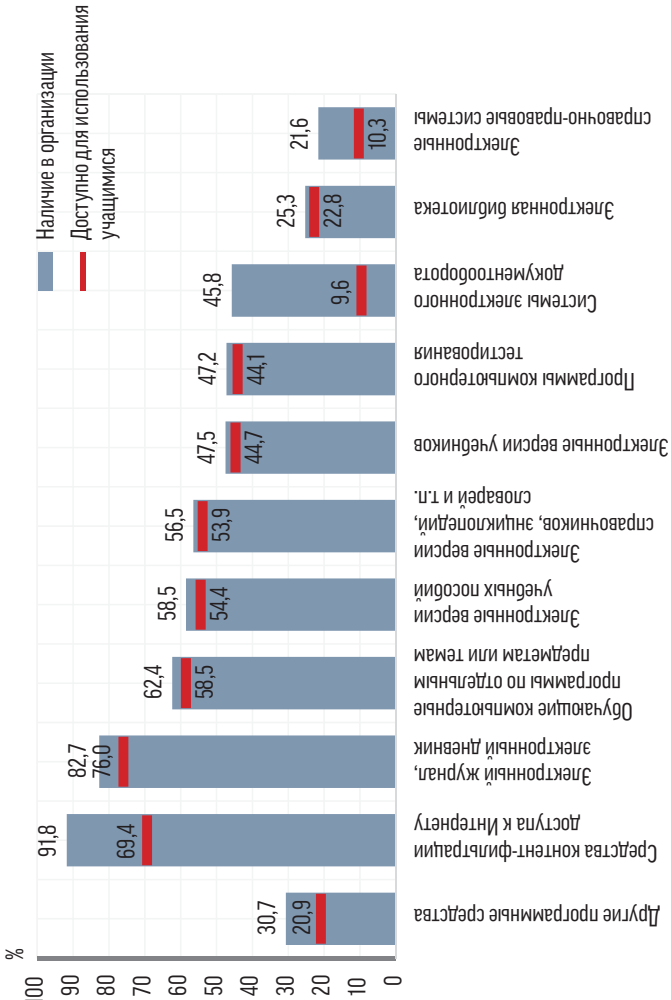
Вместе с тем сохраняются существенные различия между регионами по наличию в школах программных средств (рис. 1.19). По ряду показателей (наличие в школах электронных учебников и их доступность для обучающихся, использование электронных дневников/журналов, доступность для обучающихся средств контент-фильтрации доступа к Интернету) разброс региональных значений превышает 90 процентных пунктов. В некоторых субъектах Российской Федерации менее 10% школ обеспечены этими программными средствами, в то время как на других территориях они есть практически во всех школах.

Как и в ситуации с наличием компьютерного оборудования, в ряде школ сохраняется проблема с доступом обучаемых к имеющимся программным средствам. У обучаемых часто нет доступа к имеющимся справочно-правовым системам. Есть немало школ, где ученикам недоступны электронные библиотеки.

В организациях высшего образования ситуация с доступом студентов к наиболее распространенным программным средствам гораздо лучше, чем в школах (рис. 1.20). Организации среднего профессионального образования (СПО) по этим показателям заметно отстают от вузов. Недостаточен для реализации амбициозных проектов по развитию среднего профессионального образования и уровень наличия в организациях СПО программ компьютерного тестирования и виртуальных тренажеров, которые необходимы для освоения специальных навыков.

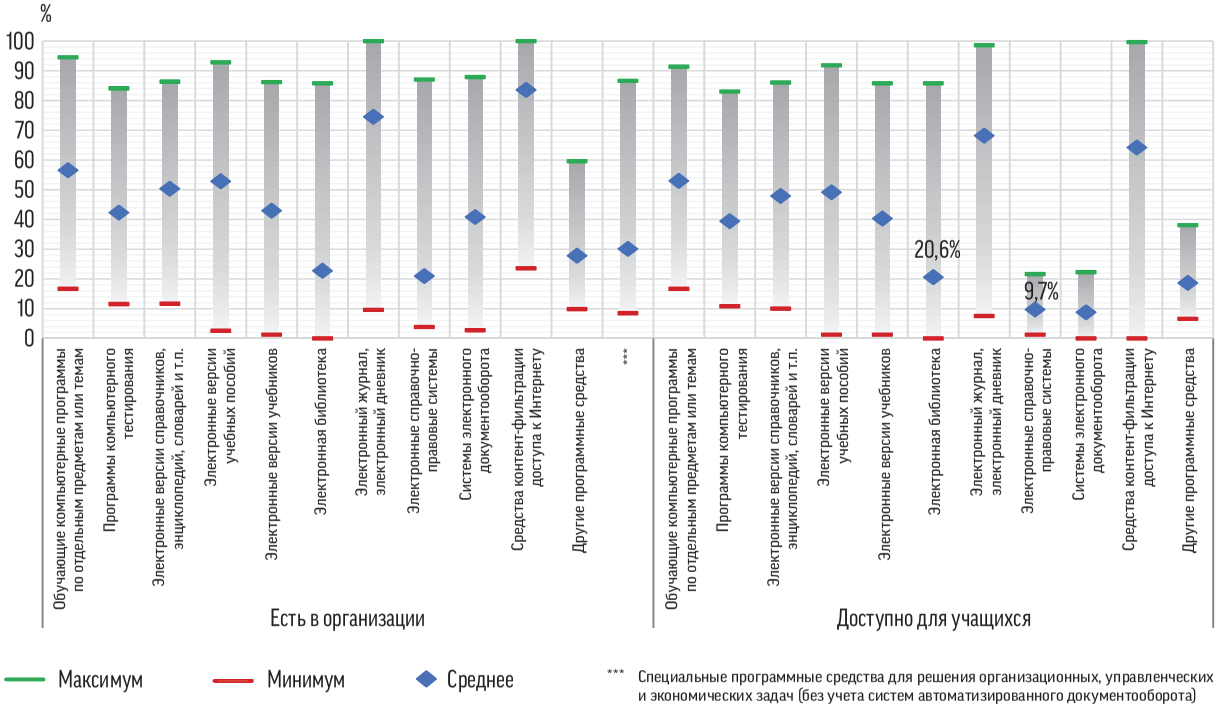
Большим шагом вперед в обеспечении российской системы образования цифровыми учебными материалами стало создание Единой коллекции цифровых образовательных ресурсов (ЦОР) (<http://school-collection.edu.ru/>). Ее появление стало од-

Рис. 1.18. Доля школ, у которых есть соответствующее программное обеспечение (%), 2017



Источник: Минобрнауки России.

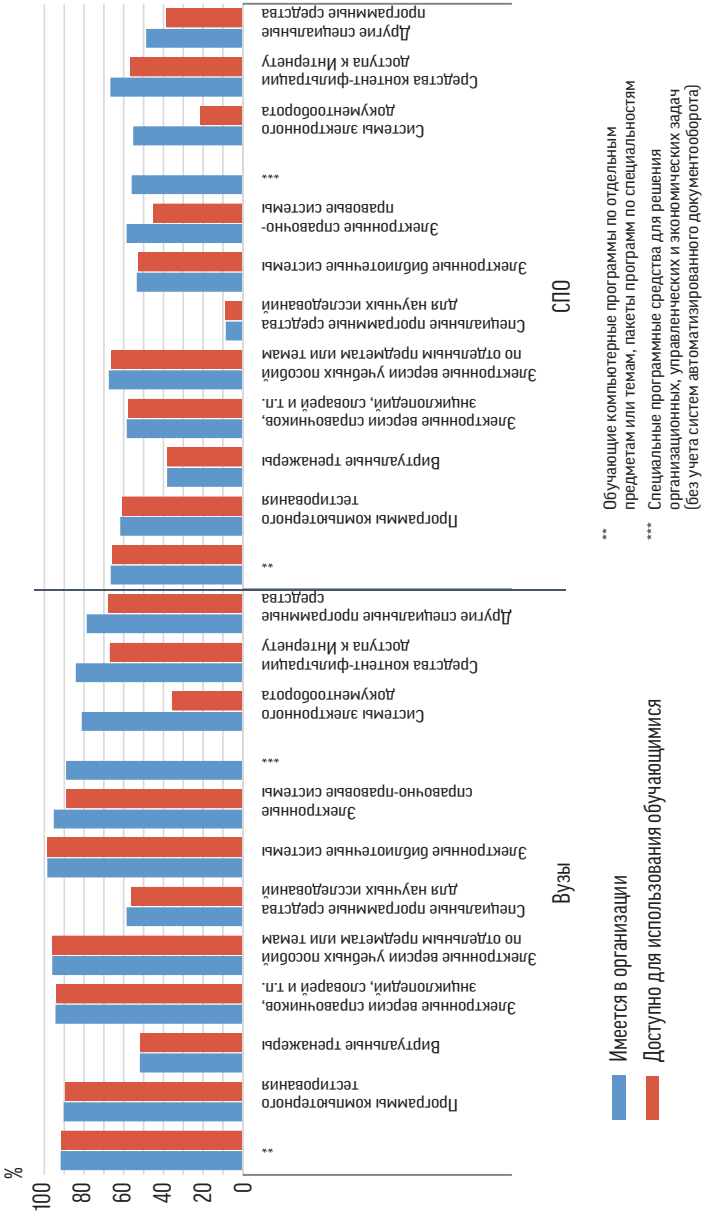
Рис. 1.19. Разброс региональных показателей доли школ, имеющих указанные программные средства и обеспечивающих к ним доступ обучаемых (%), 2017



*** Специальные программные средства для решения организационных, управленческих и экономических задач (без учета систем автоматизированного документооборота)

Источник: Минобрнауки России.

Рис. 1.20. Доля организаций высшего и среднего профессионального образования, у которых есть соответствующее программное обеспечение (%), 2017



** Обучающие компьютерные программы по отдельным предметам или темам, пакеты программ по специальностям

*** Специальные программные средства для решения организационных, управленческих и экономических задач (без учета систем автоматизированного документооборота)

Источники: Мониторинг системы образования; Минобрнауки России.

ним из важных результатов федерального проекта «Информатизация системы образования», который проводился при поддержке Всемирного банка [Авдеева, Уваров, 2005]. В настоящее время в ней собрано более 100 тыс. цифровых образовательных ресурсов практически по всем предметам базисного учебного плана. Преподаватели всех ступеней общего образования пользуются собранными учебными материалами, электронными изданиями, цифровыми коллекциями и энциклопедиями. Еженедельно в каталог этой коллекции заходят более 60 тыс. посетителей. Среди более чем 80 официальных поставщиков цифровых образовательных ресурсов университеты, музеи, научные организации, организации культуры, издательства, представители реального сектора экономики.

Проект Федерального центра информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) (<http://fcior.edu.ru/>), который стал продолжением работ по сбору коллекции ЦОР, объединяет более 12 тыс. электронных учебных модулей, созданных для общего образования, и более 5000 модулей, ориентированных на профессиональное образование. Разработано единое окно доступа к информационным ресурсам (<http://window.edu.ru/>), которое предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования. Оно объединило доступ к цифровым ресурсам, которые расположены на федеральных и региональных образовательных порталах.

После принятия решения об обязательной подготовке, наряду с бумажными, электронных учебников в разработку цифровых образовательных материалов и ресурсов включились и все издатели учебной литературы. Был выполнен проект «Российская электронная школа»[4], суть которого состояла в производ-

[4] См.: <https://resh.edu.ru/>.

стве видеоуроков. И хотя появление сетевых PDF-версий учебников и цифровых видеоматериалов не оказывает существенного влияния на их педагогические возможности, это дает основания ожидать, что рынок цифровых образовательных ресурсов будет и дальше динамично развиваться.

Отдельные регионы реализуют собственные проекты по развитию электронных средств обучения и организации образовательного процесса. Например, развернутая в 2016 г. единая информационная система «Московская электронная школа»[5] обеспечила все школы Москвы едиными электронными журналами и дневниками, системами электронного документооборота и электронно-справочными системами (рис. 1.21). По данным ФСН, в 2017 г. более 80% школ столицы использовали электронное обучение при реализации программ начального общего, основного общего и среднего общего образования.

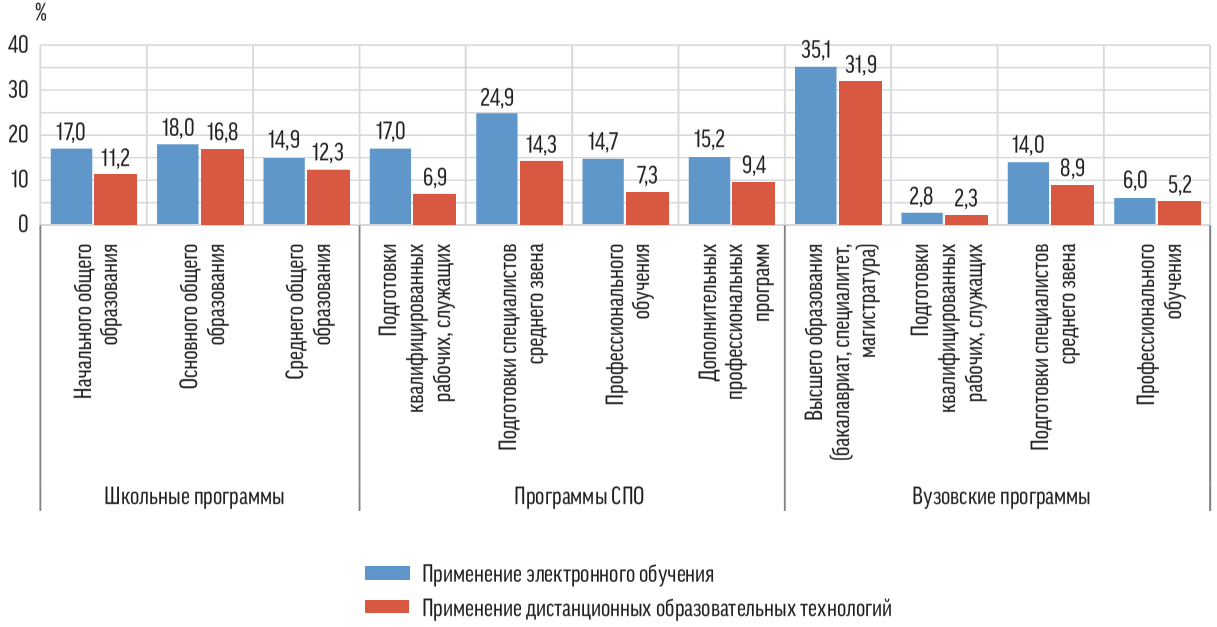
Наиболее активно электронное обучение и цифровые технологии используют вузы при реализации образовательных программ высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура). Но и здесь это происходит лишь в каждом третьем вузе. Разница предпочтений в использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий организациями высшего образования показана на рис. 1.22.

В организациях СПО указанные формы и технологии используются чаще при подготовке специалистов среднего звена (ССЗ). По данным Мониторинга системы образования, в 2017 г. доля студентов, осваивающих программы ССЗ с использованием дистанционных технологий, была почти втрое выше доли студентов, обучающихся по программам подготовки квалифицированных рабочих и служащих (КРС). По использованию электронного обучения перевес студентов программ ССЗ составляет около 35%.

---

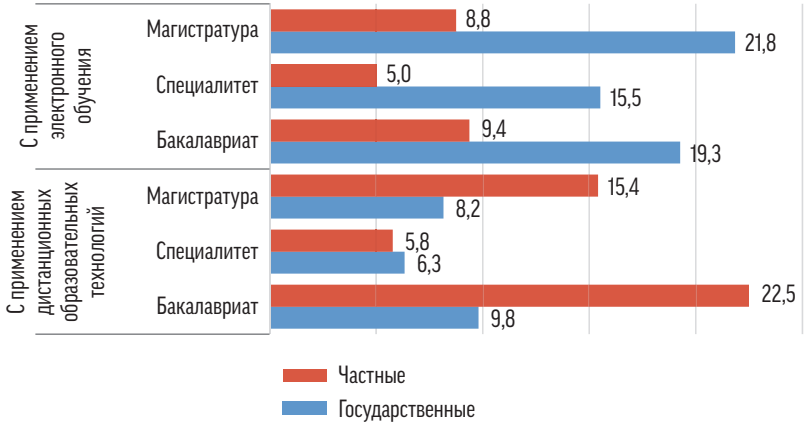
[5] См.: <https://mes.mos.ru/>; <https://www.mos.ru/city/projects/mesh/>.

Рис. 1.21. Доля образовательных организаций, использующих электронное обучение и дистанционные образовательные технологии при реализации образовательных программ (%), 2017



Источники: Мониторинг системы образования; Минобрнауки России.

Рис. 1.22. Доля студентов государственных и частных вузов, обучающихся с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (%), 2017



Источник: Мониторинг системы образования.

Среди цифровых технологий, обеспечивающих организационно-управленческую деятельность, активно используются средства электронного документооборота, бухгалтерского учета, учета кадров и других видов ресурсов, планирования потребностей организации, анализа финансового состояния организации.

Отдельным направлением развития ЦТ в образовании можно считать цифровизацию процедур оценки качества образования (ОКО).

Наглядным примером использования ЦТ в системе ОКО стал Единый государственный экзамен (ЕГЭ). Для его информационного сопровождения на всех этапах (от подготовки до подведения итогов) создан портал <http://ege.edu.ru/>. При проведении ЕГЭ все письменные ответы каждого выпускника школы сканируются, а их цифровой образ по защищенным каналам

с помощью компьютеров передается в Федеральный центр тестирования.

Постепенно ЦТ начинают внедрять и при проведении итоговой аттестации выпускников 9-х классов — основного государственного экзамена (ОГЭ), для оценки всероссийских проверочных работ (ВПР) и проведения национальных исследований качества образования (НИКО). Открытость информации о деятельности образовательных организаций и систем сегодня обеспечивается преимущественно за счет ЦТ. При сохранении высокого спроса со стороны родителей на непосредственное общение с работниками школы (с администрацией и педагогами) все чаще для оперативной связи используются мобильные мессенджеры (WhatsApp, Viber, Skype и Телеграмм).

В настоящее время цифровые технологии постепенно охватывают все больше сфер образовательной работы, ее организационного и управленческого обеспечения. Но это лишь начало пути. Внедрение ЦТ сталкивается с большими трудностями, в том числе связанными с неравенством условий, а также с неравенством обеспечения и использования ЦТ в образовательных организациях (компьютерное оборудование, программные средства, доступ в Интернет).

Несмотря на то что объем доступных отечественным педагогам цифровых учебных материалов, инструментов и сервисов постепенно растет, он по-прежнему в разы ниже того, что доступно англоязычным педагогам. Отечественные материалы также существенно отстают и по своему качеству: разработчики практически не предлагают достаточно современных адаптивных (умных) образовательных ресурсов, в которых используются современные ЦТ (методы искусственного интеллекта, виртуальной реальности, компьютерные игры и т.п.)[6]. Мероприятия

[6] Подробнее об этом см. в главе 2.

национальной программы «Кадры для цифровой экономики» (разработка цифровых учебно-методических материалов, компьютерных симуляторов, игр и т.п.) должны помочь сократить это отставание.

1.4.4. Образовательные онлайн-сервисы

Растет количество и расширяются масштабы образовательных онлайн-сервисов. Так, популярная онлайн-платформа Учи.ру предоставляет образовательные услуги обучаемым из всех регионов России. Обучаемым предлагаются интерактивные задания, которые соответствуют школьной программе. Обучающая программа реагирует на действия ученика: в случае правильного решения его хвалят и предлагают новое задание, в случае ошибки он получает уточняющие вопросы, которые помогают прийти к верному решению. Все задания моделируют реальные жизненные ситуации, которые знакомы учащимся.

Как рассказывает генеральный директор Учи.ру Иван Коломоец, сейчас на платформе Учи.ру предлагаются курсы по математике для учеников 1–9-х классов, а также курсы по русскому языку, английскому языку и окружающему миру для начальной школы. На портале зарегистрировано более 1,5 млн детей, около 100 тыс. учителей, 20 тыс. школ и 800 тыс. родителей. Учащиеся Кемеровской и Тюменской областей, которые занимались на платформе Учи.ру, улучшили свои образовательные результаты на 30%.

Учи.ру — типичный пример коммерческого решения в сфере общего образования. К аналогичным образовательным инициативам относятся:

- Мобильная электронная школа (<https://mob-edu.ru/>), которая также предлагает образовательные сервисы для учащихся, школ и педагогов.
- Открытая школа (<http://openschool.ru/ru/home>) предлагает обучающие и проверочные материалы, которые

соответствуют образовательным программам по химии, физике, математике, истории, литературе и другим школьным предметам.

- Фоксфорд (<https://foxford.ru/>) — российская онлайн-школа, которая предлагает онлайн-курсы и репетиторов для учащихся 3–11-х классов, подготовку к ЕГЭ, другим формам ГИА и олимпиадам. Для учащихся 5–11-х классов действует Домашняя школа и экстернат Фоксфорда, которые включают онлайн-занятия по индивидуальной программе и персонального куратора. Учащиеся могут прикрепиться к одной из московских школ-партнеров, чтобы пройти итоговую аттестацию. Они могут освоить базовую школьную программу, получить углубленные знания и подготовиться к олимпиадам. Фоксфорд предлагает персональное сопровождение вашего ребенка 24 ч в сутки и 7 дней в неделю при занятиях в экстернате и Домашней школе. По данным разработчиков, Домашнюю школу уже посетили около 1 млн учеников.
- Заочная физико-математическая школа МФТИ (<http://www.school.mipt.ru/>) предлагает свои ресурсы учащимся старшей ступени школы, которые хотят продолжать образование в естественно-научной области.

Среди набирающих популярность образовательных онлайн-проектов:

- Образовательная платформа LECTA (<https://lecta.ru/>), которая с 2016 г. предоставляет на своей платформе платный доступ к любым электронным учебникам. По словам президента корпорации «Российский учебник», за первый год работы ею воспользовались 9,5% российских педагогов, а количество выданных учебников достигло 180 тыс.
- НАВИГАТУМ (<https://www.navigatum.ru/>) предоставляет профориентационные видеофильмы и мультфильмы о профессиях и труде для занятий со школьниками

и взрослыми, современные инструменты для работы профориентологов, психологов и педагогов. Здесь есть комиксы о профессиях для школьников, брошюры с профессиограммами, печатные материалы для безработных граждан по самозанятости и социальной адаптации, художественные плакаты о рабочих профессиях, рассказы и раскраски о мире профессий для дошкольников и другая профориентационная продукция для учащихся школ и учебных заведений СПО, студентов и взрослых.

- 01Математика онлайн (<https://www.01math.com/>) — онлайн-учебник по математике для школьников, которые хотят лучше знать математику, глубже понять учебный материал и повысить свою успеваемость.
- Инфоурок (<https://infourok.ru/>) создан для учителей и предоставляет сотни курсов для повышения квалификации и профессиональной подготовки, а также курсы по иностранным языкам, популярным программным средствам и др. Проводятся олимпиады и конкурсы по предметам школьной программы и не только.
- INTALENT (<http://intalent.pro/>) — интернет-ресурс, помогающий самостоятельно разработать траекторию профессионального развития, оказывающий методическую поддержку родителям старшеклассников и людям, которые занимаются профориентационной работой.
- Экзамен-Медиа (<http://examen-media.ru/>) предлагает интерактивные учебные пособия по предметным дисциплинам и образовательным направлениям дошкольного, начального общего, основного общего и среднего общего образования.

Особое место среди образовательных онлайн-проектов занимает проект «Глобальная школьная лаборатория» (ГлобалЛаб) (<http://www.globallab.ru>). ГлобалЛаб — это полноценная технологическая и методическая платформа, которая основана на

использовании Интернета для проведения учащимися практических исследований в области естественных наук [Беренфельд и др., 2014]. Здесь школьники и педагоги из разных стран со всего земного шара объединяют свои усилия для проведения согласованных совместных наблюдений за окружающей средой, совместного изучения глобальных процессов и явлений (геофизических, географических, астрономических, антропологических, культурных и проч.). Они не только собирают данные и обмениваются ими, подобно настоящим ученым, но также самостоятельно выявляют закономерности, описывают их, делятся своими открытиями. Глобальная школьная лаборатория позволяет обучаемым стать активными участниками настоящей исследовательской работы, повышает их мотивацию к учению, знакомит с методами научных исследований. Знакомясь с результатами своих партнеров в школах из разных регионов России и других стран мира, участники ГлобалЛаб ощущают себя частью международного сообщества исследователей.

В последние годы внимание общественности было привлечено к общедоступным открытым онлайн-курсам Massive Open Online Courses (MOOCs), или МУКам[7].

Массовые открытые онлайн-курсы, или МУКи, имеют четыре особенности, которые должны отличать их от традиционных дистанционных учебных курсов.

1. Количество записывающихся на курс слушателей не ограничено, курс является общедоступным (Massive). Аудиторию таких курсов обычно составляют несколько сотен человек, но есть курсы, набирающие свыше 100 тыс. слушателей.
2. Материалы курса могут использоваться всеми желающими. Строго говоря, открытый (Open) курс должен

[7] МУК (массовый учебный курс) — воспроизведение на кириллице звучания англоязычной аббревиатуры.

допускать повторное использование его материалов, давать возможность редактирования, разрешать объединение с другими курсами, переделку и свободное распространение своих материалов. Владельцы платформ, на которых размещают МУКи, этого не позволяют. Здесь слово «открытый» означает, что на курс может бесплатно записаться любой пользователь Интернета, независимо от возраста, дохода, вероисповедания, знания языка и уровня образовательной подготовки.

3. Курс использует дистанционные образовательные технологии[8], и для его изучения учащимся/преподавателям нужен доступ в Интернет (online). Курс может использовать (вместе или порознь) и другие возможные формы очной и заочной учебной работы, однако на практике их набор ограничен доступными интернет-сервисами.

Изучение курса является отдельным законченным учебным мероприятием (Course). Он включает явное описание ожидаемых образовательных результатов, материалы и инструменты для учебной работы, инструменты и процедуры итогового оценивания слушателей, а также их сертификацию (обычно за отдельную плату).

Имеется несколько разновидностей МУКов, основные из них — xMOOCs и cMOOCs (табл. 1.4). Разработчики МУКов придерживались знаниевой парадигмы организации учебного процесса (изложение преподавателем нового материала, его закрепление, контрольные вопросы и т.п.). Они полагаются прежде всего на потенциал сетевого взаимодействия слушателей, на их взаимную поддержку, пытаются в полной мере использовать

---

[8] «Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые, в основном, с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников» [Федеральный закон, 2013].

Таблица 1.1. Две основные разновидности МУКов

Название	Описание
xМУКи (xMOOCs) воспроизводят работу учащихся в аудитории. На эту категорию курсов ориентированы как основные зарубежные платформы онлайн-обучения (*edX, Coursera, Udacity*), так и все отечественные платформы	Повсеместно рекламируемые, традиционно устроенные онлайн-курсы представлены на известных платформах (EdX, Coursera и др.). Особенности xМУКов: • широкое использование видеолекций; • автоматизированное оценивание (тесты); • взаимное оценивание работ слушателями (иногда); • крайне незначительное взаимодействие авторов курса со слушателями (или его отсутствие); • доступ к инструментам для анализа логов (learning analytics); • знаки отличия и/или сертификаты, которыми награждаются успешно окончившие курс. Отличительная особенность дизайна этих курсов — попытка донести до слушателей высококачественное содержание, опираясь на линейную (Б. Скиннер) модель программирования обучения
cМУКи (cMOOCs — connectivist's Massive Open Online Courses)	Предполагают высокую автономность слушателей, которые активно участвуют в определении содержания учебной работы. cМУКи изучают в течение фиксированных периодов времени. Они активно используют сетевое взаимодействие учащихся в ходе учебной работы. Поэтому учебная работа при изучении таких курсов больше похожа на работу в сетевом профессиональном сообществе, чем на изучение традиционных (формальных) курсов. Отличительные особенности: • широкое разнообразие используемых инструментов и ресурсов, опора на социальные сети; • интенсивное взаимодействие с другими участниками курса с помощью социальных сетей, дискуссионных форумов и других видов связи; • открытость доступа, содержания, учебных мероприятий и общения между всеми участниками; • отсутствие формального оценивания

феномен взаимного обучения, опираясь на общение слушателей в сети [Morrison, 2013].

Работа с МУКами требует, чтобы у слушателей курса была сформирована способность к самостоятельной учебной работе.

Среди образовательных онлайн-площадок, которые предлагают МУКи в России, выделяется образовательная платформа «Открытое образование» (<http://openedu.ru>). На ней собраны массовые онлайн-курсы ведущих российских вузов. Цель ее создателей — предоставить всем желающим возможность бесплатно записаться на онлайн-курсы, подготовленные в ведущих университетах России, а также зачесть результаты этого обучения в своем университете. Будучи инициативным проектом десяти ведущих российских университетов, платформа «Открытое образование» предлагает своим подписчикам более 250 учебных курсов по разным темам.

На отечественном рынке учебных онлайн-курсов много лет присутствует Универсариум (<https://universarium.org/project>) — сетевая площадка, предоставляющая бесплатную предпрофильную подготовку и целевое профильное обучение конечным потребителям образовательных услуг с использованием МУКов. К 2019 г. на этой площадке зарегистрировано более 1,5 млн слушателей, которым доступны 175 курсов по 19 предметным областям, включая робототехнику, нанотехнологии, антикризисное управление и др.

Более четырехсот курсов размещено на сайте компании Stepik (<http://stepik.org/>). Она предоставляет пользователям образовательную платформу и конструктор онлайн-курсов, сотрудничает с авторами МООС, участвуют в проведении олимпиад и программ переподготовки персонала. Первые учебные материалы были размещены на ее платформе в 2013 г. Сегодня на ней есть курсы по программированию, информатике, математике, статистике и анализу данных, биологии и биоинформатике. Stepik разрабатывает алгоритмы адаптивного обучения.

Недавно начала действовать платформа дополнительного профессионального онлайн-образования OpenProfession (<https://openprofession.ru>), которая предоставляет доступ к МУКам, разработанным в ведущих вузах России и компаниях-лидерах современной индустрии. Проект, по замыслу авторов, должен облегчить получение качественного образования гражданам разного возраста и социального положения, благодаря применяемым современным информационным технологиям и интеграции всех онлайн-платформ. Обучаемым предлагается смотреть видеолекции, участвовать в вебинарах, получать персональные онлайн-консультации менторов, сдавать по итогам обучения экзамены с использованием технологий подтверждения личности и сразу получать дипломы и сертификаты с записью в блокчейн.

Пытаясь осмыслить цифровые нововведения в сфере образования, полезно поискать их аналоги в прошлом. Прямым аналогом МУКа выступает бумажный учебник, самоучитель или книга на тему «Починить телевизор очень просто». МУК типа xMOOC похож на открытые лекции, которые полвека назад транслировало учебное телевидение. Некоторые сравнивают появление открытых онлайн-курсов с переходом от переписывания книг в средневековых монастырях к их массовому тиражированию на печатном станке [Морозов, 2015]. Главные отличия МУКов от самоучителей и бесплатно распространяемой литературы в прошлом связаны с тем, что они размещены в Интернете и поэтому действительно общедоступны. Кроме этого, они широко используют мультимедийные материалы (видео, анимацию, звук, онлайн-тренажеры, симуляторы и т.п.), что выгодно отличает их от бумажных изданий прошлого.

Распространенные МУКи обычно включают в себя видеозаписи лекций. Поэтому МУК можно сравнить и с учебным фильмом, а позднее — с видеофильмом. Здесь есть и уверенный голос диктора, и музыкальное сопровождение, и хорошо про-

думанный видеоряд. Видеомагнитофон позволял в любой момент останавливать просмотр, неоднократно воспроизводить отдельные фрагменты и т.п. То же самое можно сделать и при изучении МУКа. Интернет-опрос слушателей одного из курсов на платформе EdX показал [Francis, 2015], что возможность нажать клавишу «пауза» и просмотреть видеофрагмент несколько раз воспринимается ими как одно из основных преимуществ онлайн-курса перед традиционной лекцией.

Министры образования на Международной конференции по ИКТ в образовании (2015 г.), декларировали:

> «Мы признаем преимущества, которые учащиеся, образовательные организации, системы образования и общество в целом могут получить от распространения хорошо подготовленных интернет-курсов. Онлайн-обучение (в том числе проводимое в форме МУКа) может открыть новые возможности для послевузовского образования и для непрерывного образования каждого на протяжении всей его жизни. Мы рекомендуем правительствам и другим заинтересованным сторонам учитывать и использовать инновационные возможности, которые несет с собой интернет-обучение» [Qingdao declaration..., 2015].

Разработка МУКов, как и разработка традиционных учебников, — трудоемкий и длительный процесс, который требует привлечения специалистов высшей квалификации. Очень часто МУКи готовят на основе имеющихся учебников. Как и традиционные учебники, МУКи бывают более или менее качественными.

Рассмотрим подробнее основные причины, которые активизируют внимание к онлайн-курсам, — выделение средств на подготовку учебных материалов в сетевом формате.

Снижение стоимости образования

Рост числа людей, стремящихся получить профессиональное образование, и ограниченность ресурсов на их подготовку стимулируют поиск возможностей снижения стоимости обучения.

Как готовить бакалавров и магистров «числом поболее, ценою подешевле»? Многие рассматривают МУК в качестве инструмента повышения доступности (удешевления) профессионального образования в развивающихся странах.

Примером может служить академия ALISON (Advance Learning Interactive Systems Online), которая действует в Ирландии (<https://alison.com/>). Академия дает своим слушателям возможность получить базовое образование и профессиональные навыки. Акцент делается на подготовке и сертификации специалистов по тем профессиям, которые востребованы сегодня на рынке.

ALISON — самый крупный поставщик МУКов за пределами США. Большинство слушателей академии (а это свыше 3 млн человек) живут в развивающихся странах и поступают на эти курсы в надежде по их окончании найти квалифицированную работу. Установив тесные связи с издательствами, рекрутинговыми агентствами и бизнесом, ALISON оперативно разрабатывает (опираясь в том числе на открытые образовательные ресурсы и МУКи) программы подготовки специалистов и необходимые аттестационные процедуры. Выдаваемые академией сертификаты признаются бизнес-сообществом и помогают окончившим академию найти хорошо оплачиваемую работу.

Ректор НИУ ВШЭ Я.И. Кузьминов также рассматривает МУКи как способ сократить издержки на вынужденное воспроизводство курсов, по которым у университета нет сильных преподавателей, где университет не способен внести что-то новое [Кузьминов, 2015]. На его взгляд, возможность обмениваться признаваемыми учебными курсами между университетами — один из главных стимулов для создания российской национальной платформы открытого образования. Эта возможность уже реализована во многих странах. Первой страной, где сертификат за прохождение МУКа в соответствии с требованиями закона обязаны засчитывать во всех университетах, стала Малайзия.

Повышение качества учебных материалов

Принципиально открытый характер, возможность широкой общественной оценки результативности делают МУКи средством формирования стандартов качества разработки учебных материалов. Материалы традиционных учебных курсов (как и закрытых онлайн-курсов, которые предлагают своим слушателям онлайн-университеты) недоступны публике. Соответственно, она не может их оценить. Материалы МУКов и результаты их освоения, напротив, для такой оценки открыты. Образовательное сообщество достаточно быстро получает информацию о качестве данных курсов, об их предпочтительности для той или иной аудитории слушателей. Это вынуждает преподавателей, которые разрабатывают и утверждают учебные курсы, равняться на лучшие образцы, а слабые курсы (как и слабые учебники) остаются невостребованными.

Велик потенциал МУКов и в качестве инструмента профессионального развития преподавателей вузов. Так, в 2014/2015 учебном году в НИУ ВШЭ провели онлайн-курс «Институциональная экономика». Этот курс, разработанный авторами широко известного учебника, привлек внимание многих преподавателей данной дисциплины по всей стране. По завершении курса они отмечали, что:

- курс помог им лучше понять и методику преподавания институциональной экономики, и узкие места при изложении материала;
- изучение МУК — очень удачная форма повышения квалификации преподавателей непосредственно на своем рабочем месте;
- разработка и проведение МУКов силами специалистов ведущих кафедр может стать эффективной формой профессионального развития преподавателей высшей школы;
- методическим объединениям целесообразно использовать эту форму работы и поддерживать тех, кто готов ее вести.

Повышение престижа университета и его популярности среди абитуриентов

Некоторые университеты пытаются использовать МУКи как инструмент повышения своей привлекательности для потенциальных абитуриентов. Например, Университет штата Аризона вместе с EdX объявили о создании нового сервиса (Global Freshman Academy) для будущих студентов, которые могут изучить отдельные курсы и получить зачетные кредиты еще до поступления в университет. В настоящее время многие университеты стремятся увеличить набор, поэтому следует ожидать заметного расширения подобной практики.

Университет как «центр знаний и учености» раньше славился своей библиотекой и монографиями профессоров. Сегодня университет все больше славится своими открытыми образовательными ресурсами, а также МУКами, к которым он предоставляет свободный доступ всем желающим, по мнению ректора Сайгонского университета, профессора Чонга (Hee Kiat Chong)[9].

1.4.5. Несбывшиеся ожидания от онлайн-курсов

С появлением МУК онлайн-курсы, которые до этого рассматривались как инструмент заочного образования, стали обсуждать как новое педагогическое средство, которое может кардинально изменить традиционный процесс. Изменение ожиданий от МУКов с момента их появления до превращения в массовую практику в США (рис. 1.20) хорошо иллюстрирует цикл продвижения новых технологий (Gartner Hype Cycle — цикл «облапошивания потребителей» Гартнера).

---

[9] Выступление на Международном форуме ЮНЕСКО (Global High Level Policy Forum “Online, Open and Flexible Higher Education for the Future We Want”. Paris, June 9–11, 2015).

Рис. 1.20. Изменение места МУКов на цикле продвижения новых технологий

Источник: [Hicken, 2017].

На кривой продвижения выделены пять областей:

- возникновение инновации (демонстрация нововведения, выпуск первых версий продукта, появление множества публикаций — бурный рост ожиданий);
- пик завышенных ожиданий, энтузиазм и высокие оценки экспертов при отсутствии экономически значимых результатов; реальные дивиденды получают лишь организаторы конференций и издатели журналов);
- яма разочарований (завышенные ожидания не оправдываются, мода на инновацию проходит, интерес к ней пропадает у всех, кроме ограниченного числа неизменных сторонников);
- кривая роста понимания (накопление опыта, последовательная работа увеличивающегося числа сторонников приводит к пониманию действительного потенциала инновации, ее слабых и сильных сторон; появление коммерческих версий и решений «под ключ» упрощает ее освоение и распространение; инновация демонстрирует

свои реальные достоинства, а ожидания от ее распространения становятся реалистичными);

- плато продуктивности (продемонстрированы и освоены реальные достоинства инновации; ее инструменты и методика использования стали надежны и устойчивы; появляются ее новые версии, а риски внедрения снижаются; все больше организаций готовы ее использовать) — начинается, когда не менее 20% целевой аудитории уже используют инновацию или приступили к ее освоению.

В момент появления МУКов многим казалось, что они существенно повлияют на рынок высшего образования. В 2013 г. интерес к ним достиг пика [Parry, 2012], а затем начал падать. Это было вызвано критикой педагогического потенциала большинства появляющихся МУКов [Bates, 2012], а также отсутствием ясной финансовой модели их устойчивого функционирования. Представлялось сомнительным, что университеты, которые сделали материалы курсов общедоступными, будут готовы и впредь финансировать их проведение, выделять средства на разработку новых и обновление имеющихся курсов. Потенциал МУКов как устойчивой возможности открытого учения и обучения оставался непонятным. К 2014 г. разочарование в потенциале МУКов усилилось. МУКи были названы мало перспективной инновацией — «устареют раньше, чем достигнут плато продуктивности» [Gartner's Hype Cycle..., 2013].

Сегодня видно, что это не совсем так [Hicken, 2017]. Действительно, ожидания от распространения МУКов уже не столь радужны, и никто уже не предполагает, что они изменят модель работы высшей школы. Стало ясно, что лежащая в основе хМУКов знаниевая модель обучения не позволяет формировать у обучаемых компетенции XXI в., а именно это — одна из основных задач современного образования. Но бизнес-модели работы платформ, которые предлагают МУКи, меняются. Раз-

работчики начали предлагать короткие завершенные учебные курсы, которые длятся менее года, основаны на использовании предлагаемых онлайн-цифровых учебных материалов, позволяют получить цифровой сертификат, и не обязательно связаны с каким-либо престижным учебным заведением. От обучаемых может потребоваться небольшая оплата за их изучение. Такие миникурсы (nanodegree) дают возможность, например, освоить программные средства и приемы работы, которые востребованы на рынке труда. Аналогичные тенденции наблюдаются и на отечественных учебных онлайн-платформах. Примером здесь может служить Универсариум.

Таким образом, предлагающие МУКи платформы онлайн-обучения оказываются между традиционными издательствами, которые выпускают учебную литературу, и университетами, которые перевели студентов заочной формы обучения на онлайн-курсы.

Университеты тоже меняются; возникают новые формы организации учебной работы, которые не только используют Интернет и нацелены на глубокое освоение современных профессий. Примером может служить недавно появившийся онлайн-университет Geek University (<https://geekbrains.ru/>), который основала компания Mail.ru, используя подходы ведущих учебных центров США. Его главная особенность в том, что всем, кто его успешно окончил, университет гарантирует трудоустройство.

В какой мере МУКи смогут кооперироваться или конкурировать с такими университетами, покажет будущее.

Изучение МУКов в российском образовании [Рощина и др., 2018] показывает, что масштабы их использования в высшей школе достаточно скромны. МУКи остаются уделом новаторов. Интерес к ним в сильной степени зависит от категории вуза: хорошо успевающие студенты ведущих вузов используют МУКи значительно чаще, а студенты слабых вузов — реже. Интерес

к МУКам у студентов с высокой успеваемостью и преподавателей, которые ведут научные исследования и/или получили дополнительную подготовку (например, в летних школах), заметно выше.

Есть основания полагать, что успешность учебной работы с МУКами хорошо коррелирует с успешностью работы с учебной литературой. В обоих случаях она выше у людей со сформированной учебной деятельностью, умеющих самостоятельно учиться. Исследования [Рощина и др., 2018] показывают, что преподаватели и студенты российских вузов часто поддерживают идею замены традиционного изучения общих дисциплин на МУКи и не одобряют эту форму учебной работы при изучении специальных (профессиональных) дисциплин.

Появление МУКов — очередной этап цифровой трансформации образования, который вновь привлекает внимание к развитию дистанционных образовательных технологий. Последние появились четверть века назад. В 90-е годы это привело к массовому созданию веб-страниц и порталов, которые использовались для поддержки учебного процесса и трансформировали практику заочного обучения. В середине первого десятилетия нашего века в нашей стране стали создавать открытые (в том числе общедоступные через Интернет) цифровые образовательные ресурсы. Сейчас появились МУКи, они предвестники ожидающих нас изменений. И хотя сами МУКи не стали «подрывной инновацией», растущий интерес к ним в педагогическом сообществе свидетельствует о том, что оно готово к кардинальным переменам и ждет их. Это особенно важно в нашей стране, где доверие общества к дистанционному образованию очень сильно подорвали «торговцы дипломами». Внимание к МУКам возвращает доверие к интернет-курсам как к одному из общепринятых средств построения результативного образовательного процесса.

1.4.6. Цифровые технологии и изменение способов учебной работы

Надежды на то, что дистанционные образовательные технологии качественно изменят традиционные школы и университеты, не оправдались. Вместе с тем ЦТ, в том числе общедоступные сетевые учебные материалы, меняют учебную работу. Намечаются изменения в учебной работе, которые поддерживают распространение Интернета и мультимедийных цифровых форматов, онлайн-тренажеров, симуляторов, цифровых лабораторий. Отметим наиболее значительные.

Изменение доступа к информации

Библиотека в учебном заведении и учебник перестали быть главным источником знаний. Поисковые машины, Википедия, библиотеки цифровых учебных материалов, специализированные среды и инструменты, коллекции рефератов, порталы профессиональных сообществ, цифровые книги, многочисленные сетевые издания и т.п. предоставляют учащимся и преподавателям быстрый и постоянный доступ к интересующим их материалам. На первый план выходят не объем и содержание доступной информации, а педагоги, которые обучают/помогают находить нужную информацию и работать с ней.

Сетевые сообщества учащихся

Традиционная педагогика рассматривала учащихся как отдельных индивидов, которые собираются вместе лишь на занятиях или на досуге. Сегодня студенты и школьники нередко обсуждают интересующие их вопросы в сетевых сообществах — локальных (своего курса, школы, университета или города) и глобальных. Здесь они получают советы, обмениваются идеями, обсуждают полученные задания, совместные проекты и проч. Их учебная среда качественно обогащается.

Мобильное общение с преподавателем

Школьники, студенты и преподаватели получают сегодня возможность сетевого общения в любое время из любого места. Системы управления учебным процессом, мессенджеры и электронная почта становятся привычными инструментами учебной работы. Передовые вузы и школы внедряют корпоративные универсальные коммуникационные системы, чтобы упростить и улучшить взаимодействие участников образовательного процесса.

Индивидуализация учебной работы

Цифровая среда образовательной организации и используемые в ней автоматизированные обучающие системы (АОС) управления учебным процессом облегчают учебную работу не только со всеми учащимися в совокупности, но и с каждым в отдельности. Объединение педагогического потенциала цифровых образовательных ресурсов для самообучения, сетевых сообществ студентов и возможностей гибкого общения с преподавателями через Интернет помогает индивидуализировать учебный процесс. Информационные системы для управления учебным процессом позволяют увидеть, кто из учащихся и когда нуждается во внимании и поддержке. Это помогает совершенствовать учебную работу, внося в нее организационные изменения, повышающие гибкость учебного плана, упрощающие зачетные процедуры и бригадную работу преподавателей.

Онлайн-обучение возникло в 70-х годах прошлого века в проекте PLATO. Появление Интернета привело к возникновению электронной почты, а затем к созданию веб-страниц и порталов, которые использовались для трансформации в практику заочного обучения. В середине первого десятилетия нашего века в нашей стране стали создавать открытые (в том числе общедоступные через Интернет) цифровые образовательные ресурсы. Затем появились МУКи, которые сегодня можно рассматривать как очередной шаг развития цифровых педагогических технологий.

Гарвардский университет, который первым открыл для всеобщего использования свои цифровые образовательные ресурсы, является лидером в области МУК и чья свободно распространяемая МУК-платформа edX служит стандартом де-факто, выступил [Lue, 2019] с новой инициативой — сделать МУКи действительно открытыми, распаковав и проиндексировав все входящие в их состав материалы. Эта работа начнется с курсов, расположенных на платформе edX Гарвардского университета и МИТ, а фрагменты распакованных курсов будут общедоступны в специализированной интеллектуальной базе учебных материалов. Это позволит преподавателям использовать ее для подготовки своих материалов так же, как сегодня они используют традиционный учебник или задачник. Фактически речь идет о появлении новой ветви открытых образовательных ресурсов — материалов МУК. Предполагается, что через несколько лет на edX появится сервис, который позволит преподавателям искать нужные им фрагменты онлайн-курсов, редактировать их и компоновать свои учебные модули, которые отвечают требованиям конкретных обучаемых и условий учебной работы. В будущем эту работу могут существенно облегчить специализированные инструменты, которые используют методы искусственного интеллекта.

Новая гарвардская инициатива открыта для сотрудничества со всеми разработчиками онлайн-курсов. Есть основания предполагать, что появление зарождающегося на наших глазах нового педагогического сервиса заложит основы для очередного прорыва в области подготовки и вторичного использования цифровых образовательных ресурсов и онлайн-обучения.

1.5. Цифровые компетенции учащихся

Одна из составляющих цифровой трансформации образования — трансформация его содержания. Новым элементом такого содержания стала цифровая грамотность. Представление о циф-

ровой грамотности ввел в 1981 г. академик А.П. Ершов в своем выступлении на 3-й Всемирной конференции по применению компьютеров в обучении [Ершов, 1981]. Рассматривая грамотность как историческую категорию, имеющую свое предначало, возникновение и развитие, он метафорически назвал программирование «второй грамотностью». А.П. Ершов учитывал, что в основе традиционной грамотности и программирования лежат технические изобретения — печатный станок и компьютер соответственно.

Коль скоро распространение книгопечатания привело к всеобщей грамотности, то распространение компьютеров приведет к всеобщему умению программировать. При этом

> «грамотность и программирование не только соединяются мостиками аналогий, но и дополняют друг друга, формируя новое представление о гармонии человеческого ума... вторая грамотность — это не только умение писать команды для машин, но и воспитание человека решительного и предусмотрительного вместе» [Ершов, 1981].

Сегодня вместо освоения программирования обычно говорят об освоении алгоритмического, процедурного или компьютерного мышления.

Как и прежде, формирование цифровой грамотности находится среди основных приоритетов образования, однако представление о ее содержании уточнилось. Одна из широко распространенных современных трактовок цифровой грамотности, с точки зрения обучаемого, объединяет восемь аспектов (рис. 1.24) [Belshaw, 2011].

Культурный аспект

Жизнь в условиях развитой цифровой культуры означает, что я могу легко перемещаться между различными цифровыми системами и средами, работать и учиться в разных контекстах. Так, мне известна разница между использованием Facebook в личных целях (для расширения моих социальных связей) и в учеб-

Рис. 1.24. Восемь аспектов цифровой грамотности учащихся

ной работе (при изучении курса). Я знаю об этикете (нормах и правилах). Мне известно, как его соблюдать в разных ситуациях, и как соблюдение или несоблюдение этикета может повлиять на мою учебную работу.

Когнитивный аспект

Я стараюсь овладеть способами работы с информацией, практическими инструментами и технологиями — в том числе специализированными, которые относятся к отдельным предметным областям, а также общепользовательскими, которыми должен владеть каждый грамотный человек. Это важно для моего развития и становления как полноценной личности. Я буду расширять свою цифровую грамотность, работая в разных операционных системах, с различными программами, программными

платформами и устройствами. Буду искать возможности для изучения и освоения новых цифровых инструментов и технических средств.

Конструктивный аспект

Я должен стараться понять, как использовать имеющиеся цифровые инструменты и источники, чтобы создавать с их помощью что-то новое, что-то полезное и нужное. Эта работа поможет мне в учебе. Мне также нужно узнать, как патентовать (лицензировать) разработки, чтобы результатами моего творчества смогли легально воспользоваться и другие.

Коммуникативный аспект

Я должен понимать назначение компьютерных сетей и коммуникаций, уяснить для себя их роль в развитии собственной цифровой грамотности. Я должен понимать, как осуществляется связь между различными цифровыми устройствами (включая мобильные и стационарные вычислительные устройства, а также их периферийное оборудование). Кроме того, я должен знать и понимать специфические правила, протоколы и этикет, принятые в социальных сетях и цифровых сообществах.

Аспект: уверенность при использовании ЦТ

Уверенный пользователь цифровых технологий способен к самоанализу, понимает различие между аналоговым и цифровым миром. Я должен уметь:

- анализировать и трезво оценивать собственную цифровую компетентность;
- полноценно использовать и постоянно поддерживать свою цифровую среду;
- активно участвовать (создавать, поддерживать работу) в профессиональных группах, которые помогают мне развиваться, осваивать и использовать новые цифровые инструменты и оборудование.

Творческий аспект

Я должен уметь пользоваться ЦТ для создания новых цифровых информационных ресурсов/продуктов, которые представляют ценность для меня и окружающих. Я осознаю неизбежность возникновения трудностей и ошибок при работе с цифровыми технологиями и готов рисковать на пути к новому. Я буду не просто осваивать отдельные приемы использования программных и аппаратных средств, а постараюсь понять принципы, процессы, процедуры и системы, на основе которых они построены.

Критический аспект

При использовании ЦТ я должен в полной мере понимать и учитывать ограничения, которые лежат в основе их работы. Например, я должен понимать принципиальную ограниченность возможностей программируемых устройств, принимать во внимание аудиторию, к которой обращаюсь, учитывать, что ее члены будут по-разному интерпретировать мои цифровые послания. В ходе работы я должен помнить об информационной безопасности, следить за тем, как я выгляжу в цифровой среде, умело организовывать и контролировать свои цифровые материалы.

Социальный аспект

Я должен овладеть ЦТ, чтобы в полной мере участвовать в общественной жизни. Я должен понимать, как моя цифровая среда может помочь мне устанавливать и развивать связи с местными, региональными, национальными и международными сообществами. Я буду использовать возможности ЦТ для полноценного участия в общественной жизни.

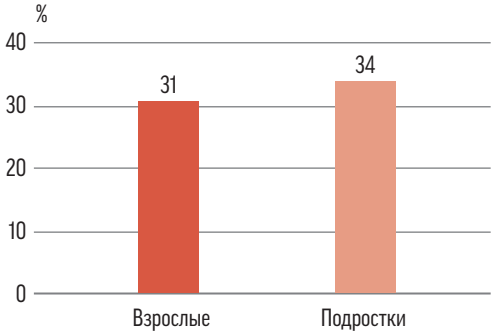
Сегодня цифровая грамотность стала обязательной составляющей компетенций XXI в., которыми должны овладеть все обучаемые. С этой целью в нашей стране был введен специальный учебный предмет «Информатика». Понятно, что способно-

сти, из которых складывается цифровая грамотность учащихся, нельзя сформировать в рамках одного небольшого предмета. Как и традиционная грамотность, цифровая грамотность вырабатывается в ходе изучения всех учебных предметов, где используются ЦТ.

Изучение информатики и ЦТ являются обязательной составляющей учебных программ во всех образовательных организациях уже более 30 лет. Однако всероссийское исследование, проведенное Фондом развития Интернета [Солдатова и др., 2013] на выборке подростков в возрасте 12–17 лет и взрослых — их родителей, пользующихся Интернетом (рис. 1.25), выявило неудовлетворительный уровень цифровой компетентности респондентов.

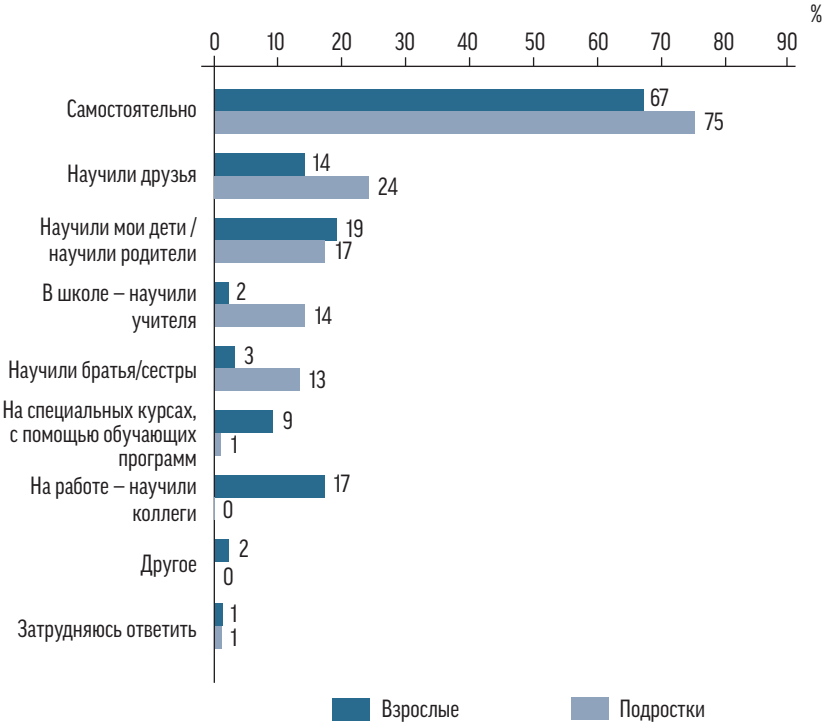
Национальное исследование качества образования [Аналитические материалы..., 2015] показало, что результаты подготовки учащихся в области информационных технологий сильно зависят от уровня доступности Интернета (рис. 1.26). Самый низкий балл продемонстрировали участники из регионов с низким уровнем доступности.

Рис. 1.25. Цифровая компетентность респондентов от максимально возможного уровня (%)



Источник: [Солдатова и др., 2013].

Рис. 1.26. Источники формирования цифровой компетентности подростков и взрослых – их родителей



Источник: [Солдатова и др., 2013].

По данным всероссийского исследования «Цифровая компетентность подростков и их родителей», лишь 11% родителей и 15% школьников ответили, что научились пользоваться Интернетом в школе или на специальных курсах. При этом две трети родителей и более трех четвертей подростков указали, что научились всему самостоятельно (рис. 1.26).

Помощь школьных учителей в освоении цифровой компетентности подростки оценивают невысоко. Лишь 39% школь-

ников полностью или частично удовлетворены знаниями об использовании Интернета, которые они получили в школе. Только каждый десятый подросток получил в школе информацию о безопасном использовании Интернета. В то же время 44% подростков считают, что школа не дает никаких полезных знаний в этой области или вообще неспособна их дать. Каждый десятый подросток считает, что знает об Интернете больше учителей.

В исследовании С.М. Авдеевой выделено пять уровней ИКТ-компетентности учащихся [Авдеева, 2012]. С помощью специально разработанного инструмента обнаружилось, что использование компьютера дома прямо влияет на уровень ИКТ-компетентности. Учащиеся, которые пользуются компьютером ежедневно, находятся на самом высоком — пятом — уровне, а те, кто реже одного раза в неделю, не поднимаются выше третьего уровня.

Выяснилось, что компьютер чаще всего использовался для общения (форумы, чаты, электронная почта, обмен фотографиями) и для развлечений (просмотр фильмов, прослушивание музыки), несколько реже — для работы в графических и текстовых редакторах, для выполнения домашних заданий и компьютерных игр. Еще реже — для работы со специализированными программными приложениями, обработки данных, создания веб-сайтов, а также для получения знаний (дистанционное обучение, выполнение учебных проектов и т.п.) [Авдеева, 2012].

Исследование также показало, что связи между частотой использования компьютеров в школе и ИКТ-компетентностью учащихся не наблюдается. По мнению авторов исследования, это объясняется тем, что в школе ЦТ используются чаще всего, чтобы повысить интерес учащихся к изучаемому предмету. Для этого, как правило, педагоги изменяют форму подачи материала (например, повышая наглядность с помощью презентаций), а не вводят активные формы учебной работы, которые поддержаны ЦТ.

Сложившаяся в России культура самостоятельного освоения работы в Интернете — серьезный барьер для развития цифровой компетентности.

> «Уже третье поколение пользователей овладевает цифровыми компетенциями наедине с собой, не имея возможности регулярно и систематически обсуждать эту тему, сравнивать свои цифровые знания и умения с уровнем сверстников, родителей и экспертов. Знания об интернете получаются “на ощупь”, вне диалога и рефлексии. Все это приводит к формированию сугубо потребительского отношения к интернету, к завышенной оценке собственной цифровой компетентности, снижает мотивацию к ее развитию» [Солдатова и др., 2013].

Важное место в овладении цифровыми технологиями в общеобразовательной школе может принадлежать курсу «Информатика». Среди его основных задач — помочь учащимся овладеть основами информатики и сформировать у них алгоритмическое мышление. Основной областью приложений алгоритмического мышления является программирование. В последние годы в развитых странах резко повысилось внимание к обучению программированию школьников. Умение программировать — важная составляющая большинства аспектов цифровой грамотности. Обучение программированию школьников стало обязательной частью учебных программ в Англии [Computing Programmes of Study..., 2013], широко распространяется в США [Wills, 2016]. Во всем мире известна инициатива «Час кода» (<https://code.org/>). Программу «Час кода» уже освоили десятки миллионов школьников и взрослых в 189 странах мира (<https://hourofcode.com/>).

О масштабах интереса и глубине знаний в области программирования учащихся в России говорят результаты ЕГЭ по информатике. Этот экзамен ежегодно выбирают около 7% выпускников школы.

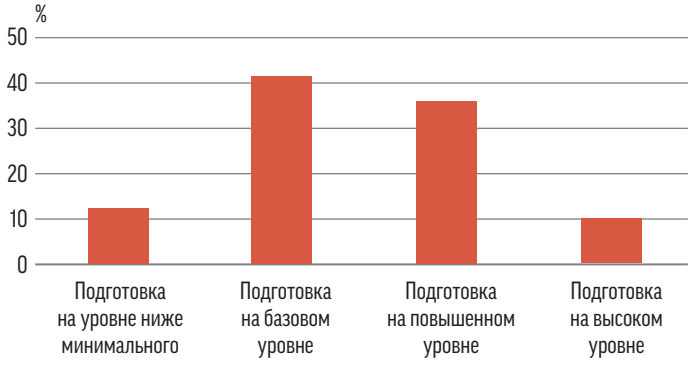
Результаты исследования хорошо согласуются с выводами, сделанными в ходе анализа итоговой аттестации учащихся по информатике. Как показывают результаты ЕГЭ по информати-

ке в 2016 г., доля выпускников, которые сами выбрали данный экзамен, но так и не набрали минимального количества баллов (рис. 1.27) составляет более 10,0%. Самую малочисленную группу (менее 10% участников) составляют те, кто освоил проверяемое содержание и основные группы умений.

Эксперты Федерального института педагогических измерений [Лещинер, Ройтберг, 2016] констатируют, что основная масса выпускников средней школы не в состоянии написать компьютерную программу в соответствии с алгоритмом, записанным на естественном языке. Наблюдается перекос в сторону механистичного решения известных моделей заданий в ущерб освоению фундаментального содержания. Анализ результатов экзаменационных работ свидетельствует о том, что выпускники школы в ходе подготовки ориентируются на отработку навыков решения конкретных типовых заданий, представленных в демоверсии КИМ ЕГЭ, а не на глубокое усвоение изучаемого материала.

Таким образом, исследования Фонда развития Интернета и Фонда «Общественное мнение», а также Национальное иссле-

Рис. 1.27. Распределение выпускников, сдававших ЕГЭ по информатике в 2016 г., по уровню их подготовки



дование качества образования и приведенный выше анализ результатов ЕГЭ по информатике свидетельствуют об одном и том же: качество работы по формированию цифровой грамотности учащихся в системе образования сегодня неудовлетворительно.

1.6. На пороге перемен

Прогнозы экспертов, которые были сделаны в конце прошлого десятилетия [Асмолов и др., 2010], оказались верны. Волна качественных изменений в образовании растет во всем мире, но она медленно приходит в российскую систему образования.

Анализ показывает, что цифровую трансформацию образования в нашей стране подталкивают преимущественно внешние факторы. Это в первую очередь срочная необходимость, как теперь говорят, цифровизации экономики. Быстро растут требования к цифровым навыкам и универсальным компетентностям современных работников.

Сегодня главная проблема — отсутствие ясного динамично развивающегося понимания (видения) путей обновления системы образования. ЦТ в образовании — ядро, вокруг которого могут и должны собираться педагогические инновации, происходить качественное улучшение результативности образовательного процесса. В развитых странах цифровые технологии становятся катализатором педагогических изменений, расширения границ классно-урочной системы, перехода к персонализации образования.

В нашей стране до последнего времени использование ЦТ часто рассматривалось (и продолжает рассматриваться) в отрыве от трансформации целей, организационных форм и методов учебной работы. «Новое вино вливают в старые мехи», забывая, что автоматизация неэффективных процессов лишь умножает их неэффективность. В итоге многомиллионные вложения в ЦТ не способствуют повышению качества образования. В передо-

вых странах эта ситуация сейчас начала меняться. Наступила пора системных трансформаций.

Сегодня, как никогда прежде, важно, чтобы пути и формы внедрения ЦТ в образование обсуждались и проводились в жизнь на основе понимания возможного места этих технологий в образовательном процессе и ожидаемой результативности (если она есть) их использования. Надо рассматривать задачи изменения методов, организационных форм и оценивания учебной работы вместе с задачами развития ИКТ-насыщенной образовательной среды. Решение этих задач представляет собой единый инновационный процесс трансформации образования. Надо в первую очередь рассматривать вопросы повышения результативности образовательной практики и на этой основе решать вопросы создания соответствующей цифровой информационной инфраструктуры.

Глава 2

Перспективные цифровые технологии

Цифровая трансформация образования опирается, прежде всего, на перспективные цифровые технологии, которые создают новые возможности для решения образовательных задач. В научной литературе уже сложился консенсус относительно использования в практике таких технологий, как облачные технологии, технологии больших данных, сетевые технологии. Они прежде всего трансформируют образование через неограниченный доступ к ресурсам в любом месте и в любое время, через возможность совместной работы и интенсивной коммуникации в глобальном пространстве. Ассистивные технологии активно развиваются, меняя подходы к обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья. Но это — самостоятельная большая тема, которая не входит в рамки нашей монографии.

Поэтому далее мы обсуждаем развивающиеся технологии, где педагоги должны стать не только пользователями, но и разработчиками образовательных приложений. К ним можно отнести технологии искусственного интеллекта, виртуальной реальности и распределенного реестра (включая блокчейн).

2.1. Технологии искусственного интеллекта в образовании

Современное представление об искусственном интеллекте (ИИ) сформировалось при попытке доказать, что машина (например, компьютер) может думать. Более полувека назад Алан Тьюринг предложил следующий эмпирический тест [Turing, 1950]: испытуемый общается один на один с собеседником (например, по телефону или через свой компьютер), испытуемый не знает, кто его собеседник — человек или компьютер; в ходе диалога по ответам собеседника испытуемый должен определить, с кем он разговаривает; задача собеседника — убедить испытуемого, что он общается с человеком. Так возникло классическое определение искусственного интеллекта: интеллектом (искусственным) обладает всякое устройство, которое выполняет функции, доступные (ранее) только человеку.

Термин «искусственный интеллект» ввел в обращение математик Джон Маккарти [Moor, 2006; Kline, 2011] на конференции в Дартмутском колледже (США), которую он организовал для обсуждения перспективных исследований [McCarthy et al., 1955]. Участники этой конференции сформировали базовую концепцию (видение) новой научной области, которая получила название «искусственный интеллект». Эта концепция продолжает направлять многочисленные исследования и разработки на пересечении математики, информатики, техники и многих прикладных дисциплин.

Традиционно к искусственному интеллекту относят все разработки в области автоматизации решения интеллектуальных задач. В последнее время наши знания о том, какие функции доступны машине, а какие — только человеку, постоянно меняются. Каждый может в этом убедиться сам, выполнив простой тест (см. сайт: <https://rb.ru/story/ai-not-ai/>) [Беркана, 2017]. Классическое определение искусственного интеллекта стано-

вится все более расплывчатым. Однако иное определение ИИ вряд ли появится. Специалисты трактуют искусственный интеллект, как область информатики, которая объединяет и фундаментальные исследования, и перспективные разработки, и прикладные проекты, а также многочисленные технические решения и приложения.

Методы ИИ продолжают развиваться при решении самых разных групп задач: игры (шахматы, покер, Го и др.), взаимодействие с компьютером на естественном языке, распознавание зрительных образов и рукописного текста, построение экспертных систем, систем для автоматического управления автомобилем, машинного перевода, конструирование интеллектуальных роботов и т.п.

Можно сказать, что искусственным интеллектом обладает любое техническое устройство, которое:

- разработано для взаимодействия с окружающим миром (например, с помощью визуального восприятия или распознавания речи);
- демонстрирует интеллектуальное поведение, обычно присущее человеку (например, оценку доступной информации и принятие решений для достижения своей цели) [Russell et al., 2005].

Несколько десятилетий исследования ИИ носили преимущественно академический характер. Середину 2000-х годов называют «новой нейросетевой революцией». Она связана с разработкой практически полезных алгоритмов обучения многослойных формальных нейронных сетей (далее — нейронные сети), которую выполнила группа Джеффри Хинтона в Университете Торонто [Hinton et al., 2006]. Вместе с резким повышением производительности вычислительных систем это привело к прорыву в распознавании образов и понимании речи. Созданы аппаратные ускорители для алгоритмов ИИ. Сегодня новые

приложения в области искусственного интеллекта появляются непрерывно.

К зримым примерам прогресса работ в области ИИ можно отнести:

- победу суперкомпьютера Deep Blue над чемпионом мира в шахматном турнире в 1997 г. [Компьютер победил…, 2012];
- демонстрацию диалоговой системы IBM Watson в 2011 г., которая понимает вопросы, сформулированные на естественном языке, и дает на них ответы, используя свою базу знаний. Сегодня на базе этой системы созданы приложения для различных областей, включая образование [IBM Watson, 2018];
- демонстрацию (2018 г.) системы Debater, которая может участвовать в дискуссиях с людьми, спорить, возражать и приводить аргументы в поддержку своей позиции [IBM…, 2018].

Облачные вычисления, мобильный Интернет и высокая скорость доступа к глобальной сети сделали системы с использованием ИИ доступными массовым пользователям. Мы постоянно обращаемся к ним, формируя поисковые запросы, выполняя машинный перевод, пользуясь чат-ботами. К известным зарубежным «интеллектуальным помощникам» Siri (Apple), Google Assistant, Alexa (Amazon) и Cortana (Microsoft) недавно присоединилась и российская «Алиса», разработанная компанией Яндекс [Матюхин, 2017].

Современные приложения ИИ, используемые в образовании и других областях, относятся к «системам с узкой ИИ». Термин «узкий» относится к приложениям ИИ, которые используются для выполнения одной конкретной функции (например, чат-бот, отвечающий на вопросы клиента). Узкий ИИ применяется и в виртуальных помощниках Siri, Alexa, IBM Watson и др. По-

следний считается самым продвинутым из узких приложений ИИ [Lohr, 2016].

Технологии, лежащие в основе ИИ, еще только вышли на рынок. Но они начинают играть все более заметную роль в развивающемся сегодня процессе цифровой трансформации образования. И далеко не всегда это происходит в стенах образовательных организаций.

Сегодня каждый пятый американец пользуется «умными спикерами» с интеллектуальными системами типа Alexa. В ближайшую пару лет они будут практически в каждом доме [Hey, Alexa..., 2018]. Американские дети давно привыкли говорить: «Alexa, расскажи мне сказку», «Siri, сколько будет 32 разделить на 3?», «Google, почему идет снег?» У наших детей есть отечественная «Алиса», которая тоже может читать любимые сказки из Интернета, объясняет, почему идет снег, и подсказать решение арифметической задачи.

Есть все основания полагать, что подобные нововведения помогут трансформировать существующую сегодня модель образования, где педагог — единственный и главный источник истинного знания. В этих условиях особенно странно выглядят попытки ввести единые линейки учебников, снизить требования к изучению математики и естественно-научных дисциплин.

2.1.1. Обучающие машины – программированное обучение

Интеллектуальные обучающие системы, использующие алгоритмы искусственного интеллекта, во многом опираются на идеи из области программированного обучения. В середине прошлого века Б. Скиннер предложил индивидуализировать работу обучаемых с помощью механического устройства, заменив изложение учебного материала преподавателем на работу обучающей программы. Программа Скиннера представляла собой последовательность порций учебного материала, которая раз-

делялась вопросами на усвоение этого материала. Если обучаемый, изучив очередную порцию материала, правильно отвечал на вопросы, он мог перейти к следующей порции. В противном случае ему предлагалось повторить предыдущую порцию (рис. 2.1). Такую обучающую программу стали называть «линейной». Похожим образом излагается учебный материал в большинстве массовых учебных онлайн-курсов (MOOCs, или МУКи).

Полвека назад педагоги критиковали этот подход за то, что линейная последовательность изучаемого материала одинакова для всех и не учитывает индивидуальных особенностей учащихся [Ричмонд, 1968]. Предложенная Скиннером модель была расширена так, чтобы обучающая программа использовала ответ обучаемого на контрольный вопрос для принятия более сложного решения: не только перейти к следующей порции учебного материала или вернуться к предыдущей, но и предложить дополнительный, иначе изложенный материал, который позволил бы учащемуся лучше понять изучаемый вопрос (рис. 2.2). Такую обучающую программу стали называть «разветвленной». Программированное обучение легло в основу пионерских работ по созданию систем компьютерного обучения [Suppes, 1966].

Разработка последовательности изложения, порций учебного материала и контрольных вопросов — достаточно кропотливая и сложная работа. Она становится практически необозримой при разработке разветвленных учебных программ с большим количеством ветвлений, которые могли бы учитывать особенности различных учащихся. Возникла задача механизировать или даже автоматизировать данный процесс.

Теоретически компьютер может не только «переворачивать страницы» линейной обучающей программы, но и строить учебные блоки, подбирать контрольные вопросы и организовывать необходимые ветвления с учетом индивидуальных особенностей учащихся, т.е. выстраивать диалог с обучаемыми, подобно учителю. Компьютерные программы, которые берут на себя

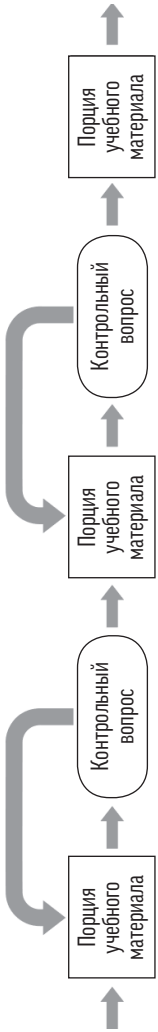


Рис. 2.1. Структура линейной обучающей программы

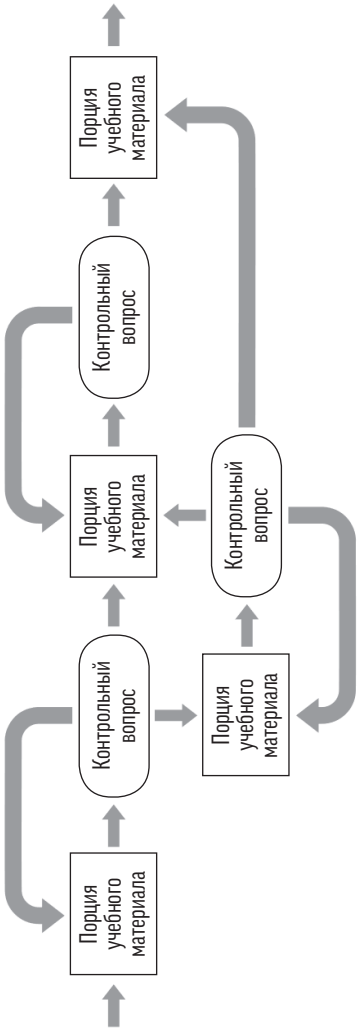


Рис. 2.2. Структура разветвленной обучающей программы

эту работу, назвали «интеллектуальными, или адаптивными». Разница между ними и традиционным программированным обучением такая же, как между педагогом, который рекомендует учащимся единственный учебник, и педагогом, который предлагает им вариативные учебные материалы, отвечающие нуждам каждого отдельного ученика. Разработка интеллектуальных обучающих систем — одно из направлений работ в области искусственного интеллекта. Попытки построения «умных» обучающих программ продолжаются уже не одно десятилетие. Сформировалось сообщество специалистов в области теории учения и автоматизации учебного процесса, которые пытаются не только автоматизировать учебный процесс, но и лучше его понять [Self, 1999].

2.1.2. Интеллектуальные обучающие системы

Интерес к интеллектуальным обучающим системам (Intelligent Tutoring Systems — ITS) возник в 70-х годах прошлого века. В вузах нашей страны создавались автоматизированные обучающие системы (АОС). За рубежом в эти разработки вкладывались миллионы долларов [Dear, 2017]. Цель исследований и разработок в области ITS состояла в том, чтобы смоделировать учебный процесс, взаимодействие ученика с преподавателем (репетитором) [Nkambou et al., 2010; Seidel, Ok-Choon, 1994]. ITS подбирает каждому ученику материал с учетом информации о его фактических знаниях в изучаемой области и контролирует процесс его освоения. Несмотря на отдельные успехи, практичность АОС оказалась под сомнением, и в течение многих лет они оставались на обочине разработок в области дистанционного обучения.

Прорыв в области ITS наметился во второй половине 2000-х, когда разработчики Knewton и Dreambox, используя методы искусственного интеллекта, показали, что с их помощью можно существенно повысить эффективность систем дистанционного обучения. В настоящее время практически все платформы

для адаптивного онлайн-обучения (например, ALEKS, MATHia, Dreambox Learning, STMath, Achieve3000) используют идеи и решения, которые были выработаны при разработке ITS.

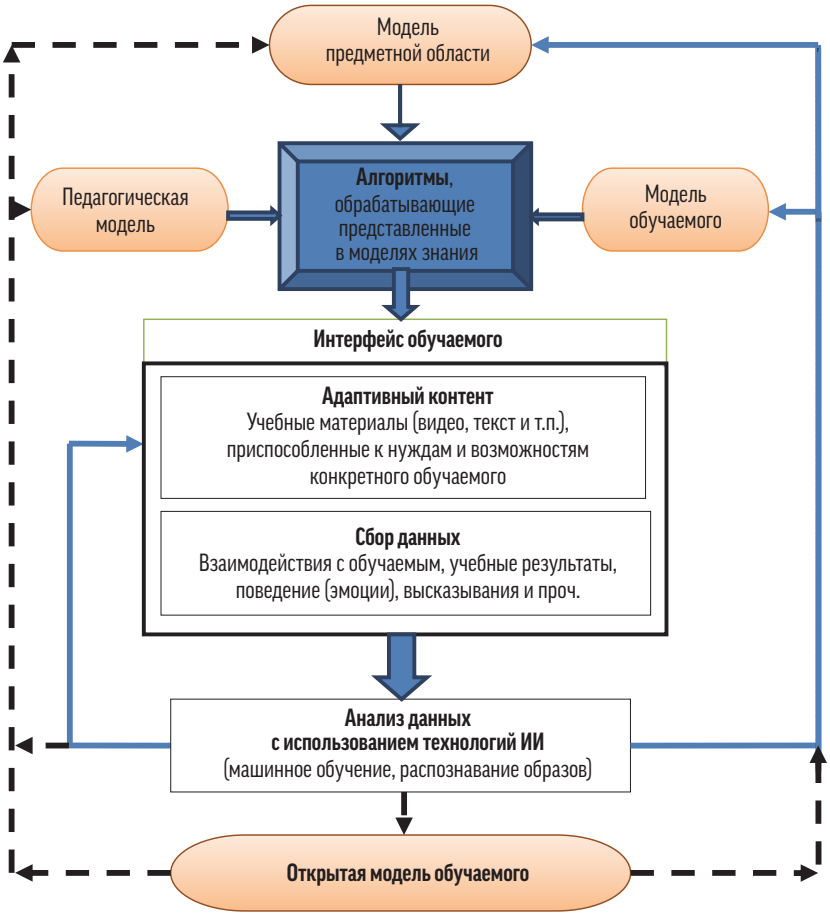
Типичная архитектура ITS (рис. 2.3) включает интерфейс обучаемого для взаимодействия с обучающей системой и три взаимодействующие модели: модель предметной области, модель обучаемого и педагогическую модель (или модель обучающего).

Модель предметной области включает все изучаемые элементы содержания (понятия, умения, навыки) в соответствующей предметной области (например, алгебра) и их взаимосвязи, а также процедуры решения задач, которые будут предлагаться обучаемым для демонстрации результатов обучения. Сегодня перечень предметных областей достаточно ограничен. В него входят лишь области, где учащиеся могут продемонстрировать результаты обучения с помощью решения таких задач, где требуется выучить и применить набор действий, заранее определенный экспертами. Среди этих областей чтение и математика в начальной и основной школе, статистика, физика и информатика в старшей школе и т.п. [Ma et al., 2014].

Модель обучаемого в ITS использует ответы учащихся, решения предлагаемых им задач и статистические модели их способности к познанию для оценки и мониторинга текущего состояния обученности в данной области. Данные о работе обучаемого, как правило, собирают на уровне отдельных понятий и их составляющих, а также микроумений, формируемых на отдельных шагах учебного процесса. Модель обучаемого также может собирать данные о выполнении учащимся предлагаемых ему заданий (количество выполненных заданий, время их выполнения, количество ошибок и т.п.) [VanLehn, 2006].

Педагогическая модель принимает данные из модели предметной области и модели обучаемого и определяет порядок/способ взаимодействия с обучаемым, который оптимизирует результаты его учебной работы. Принимаемое решение осно-

Рис. 2.3. Принципиальная схема обучающей системы с использованием ИИ



Источник: [Luckin et al., 2016].

вывается на том, какие знания обучаемый освоил, какую обратную связь он получал в ходе своей работы. Уровень, специфика и время обратной связи выбираются педагогической моделью исходя из используемых разработчиком методов ИИ (алгоритмов

принятия решения) и зависят от системы. Некоторые системы сразу сообщают обучаемым об ошибочных действиях/ответах на каждом шаге учебной работы. Другие — лишь после выполнения всех шагов задания. Некоторые системы выделяют специфические ошибки, позволяют обучаемым учиться на ошибках, предоставляют подсказки после неправильных ответов автоматически, иные — лишь по просьбе обучаемого [VanLehn, 2006]. Система обычно предоставляет обучаемым дополнительные материалы, предлагает решить новые задачи, выполнить корректирующее задание, вернуться к изучению излагаемого материала и т.п. Когда элемент содержания освоен, педагогическая модель позволяет обучаемому перейти к следующему элементу знаний или продолжить учебную работу на более высоком уровне сложности. В какой мере используются эти и другие методические приемы, зависит от конкретной системы.

Таким образом, ITS (приложение, или компьютерная программа), используя данные (знания) каждой из моделей, формирует/выбирает очередное сообщение (порцию учебного материала, вопрос, задание и др.), которое направляется обучаемому с учетом его индивидуальных особенностей. Обучаемый, получив очередную порцию (в виде аудио- или видеосообщения, текста, анимации и проч.), начинает над ней работать. Обучающая система анализирует его действия (ответы на вопросы, скорость реакции и т.д.) и готовит следующую порцию материала (выбрать вопрос, оказать помощь, перейти к следующей порции и проч.) для продолжения обучения. Более глубокий анализ процесса учебной работы проводится для корректировки модели обучаемого и уточнения объема освоенных им знаний, умений и навыков на данный момент (с помощью алгоритмов распознавания образов и/или машинного обучения). В итоге обучаемый получает генерируемые системой сообщения, которые учитывают как его индивидуальные особенности, так и текущее состояние его учебной работы.

Многие интеллектуальные (адаптивные) обучающие системы включают открытую модель обучаемого (Open Learner Model). Эта модель предполагает сбор сведений о достижениях учащегося, его эмоциональном состоянии, о сложившихся у него предубеждениях (в том числе ложных образах). Такая модель позволяет не только адаптироваться к учащемуся, но и помогает ему увидеть себя со стороны, проанализировать свою учебу, выявить затруднения и наметить пути их преодоления [Bull, Kay, 2007]. Обычно открытая модель содержит множество фактических данных, которые могут использоваться для динамического (в ходе работы) совершенствования педагогической модели и/или модели предметной области. Собираемая информация помогает педагогам в большей мере персонализировать учебную работу учащегося, точнее оценивать ее результаты с учетом особенностей осваиваемого содержания, лучше понимать процессы учения и обучения.

Исследования показывают [Ma et al., 2014], что использование ITS повышает результативность обучения математике по сравнению с традиционными занятиями в классе. Не удивительно, что сегодня интеллектуальным обучающим и экспертным системам пророчат самое светлое будущее в сфере образования [Rizzotto, 2017; Faggella, 2017]. Однако и они сами, и поддерживающие их технологические решения все еще являются предметом исследований и разработок [AI in Education..., 2018].

2.1.3. Примеры использования методов искусственного интеллекта в обучении

Хотя педагогические разработки с использованием ИИ появились сравнительно недавно, уже выделилось несколько направлений их применения. Перечислим некоторые из них.

- Интеллектуальные обучающие системы и чат-боты, уже применяемые в ряде школ и университетов: ИИ помогает персонализировать учебную работу, обеспечить обучае-

мым быструю обратную связь непосредственно в ходе их учебной работы.

- Автоматическое оценивание: ИИ задействуют для разработки и проведения аутентичного оценивания. Использование методов распознавания образов и общение на естественном языке позволяет автоматизировать оценивание таких образовательных результатов, которые обычно требуют экспертной оценки (например, эссе).
- Настраиваемые учебные материалы: ИИ помогает обучаемым формировать свои собственные лекционные материалы, разбивать учебники на удобные фрагменты информации и генерировать краткое изложение содержания книг и другой учебной литературы.
- Образовательная аналитика: некоторые университеты уже используют методы ИИ для работы с большими данными и подготовки образовательной аналитики, чтобы лучше понимать и прогнозировать ход и результаты образовательный работы, повышать ее результативность.
- Консультационные системы: методы ИИ применяют при построении информационно-консультационных систем, которые помогают эффективно использовать возможности цифровой образовательной среды. По мере своего развития они смогут захватывать более широкие области консультационной работы.
- Геймификация и виртуальная реальность: геймификация, виртуальная реальность вместе с инструментами ИИ уже широко используются для игр и других развлечений[1]. Дальнейшее развитие этих технологий обещает существенно повысить наглядность учебной работы и широко задействовать виртуальные эксперименты.

---

[1] Подробнее см. следующий раздел «Технологии виртуальной реальности в образовании».

В настоящее время есть уже немало разработок, которые демонстрируют успешное применение ИИ в учебном процессе. Приведем ряд примеров.

Thinkster Math[2]

Коммерческий сервис для обучения математике, который объединяет интеллектуальные программные модули и учителей, работающих онлайн (персональных тьюторов). Интеллектуальные программные модули позволяют объективировать ход рассуждений каждого учащегося в процессе решения арифметических задач. Когда учащийся объясняет, как получил свой ответ, компьютерная программа анализирует его работу, выявляет ошибки и их возможные причины. При необходимости Thinkster Math выдает рекомендации и демонстрирует учащимся видеоролики, которые помогают справиться с затруднениями. Персональные тьюторы ежедневно следят за ходом учебной работы учащихся, направляют ее и выявляют возникающие затруднения. Родители также могут следить за ходом учебной работы своих детей, знакомясь с автоматически генерируемыми сводками о выполняемых заданиях.

Thinkster Math использует разветвленную систему поощрений, включая награды за успешное выполнение заданий, математические игры, подарки, соревнования, доску победителей и проч. В основе Thinkster Math лежит признанная сегодня одной из лучших в мире сингапурская программа по обучению математике. Эта программа была адаптирована к национальным стандартам нескольких стран (США, Англии, Австралии, Индии, ЮАР и Канады) и предлагается в этих странах. Как подчеркивают авторы разработки, использование Thinkster Math позволяет не только осваивать арифметику, но и формировать у детей полноценное критическое мышление.

---

[2] См.: <http://get.hellothinkster.com/>.

Active Math[3]

Система была разработана в конце прошлого века Университетом Саар в Германии совместно с Немецким центром исследований в области искусственного интеллекта. Active Math — это сетевая учебная среда, которая динамически генерирует интерактивные учебные материалы по математике, адаптированные к целям, предпочтениям, возможностям и знаниям обучаемого. Учебные материалы подбираются для каждого обучаемого индивидуально из базы знаний на основе имеющихся в системе педагогических правил. Обучаемый получает доступ к курсу через стандартный веб-браузер.

В ходе учебной работы обучаемый в интерактивном режиме решает задачи, обращаясь к пакетам математических программ (компьютерная алгебра, планировщик доказательств). Система адаптируется к студентам, диагностирует их ошибки, помогает выявлять и исправлять некорректные (ложные) математические представления.

Aleks[4]

Интеллектуальная обучающая система, разработанная издательством McGraw Hill Education, предназначена для изучения математики и естественных наук в школах, колледжах и университетах. Система построена на единой междисциплинарной онтологической карте, которая представляет собой направленный граф. Каждый узел карты обозначает некоторый набор тем, соответствующий одному из текущих состояний освоения материала обучаемым. Начальные узлы карты содержат одну тему, в конечных могут быть десятки тем. Количество тем растет по

---

[3] См.: <https://www.researchgate.net/publication/2396225_ActiveMath__Learning_Environment_System_Description>.

[4] См.: <https://aleks.com>.

мере движения обучаемого по карте. Переход из одного узла в другой связан с успешным освоением обучаемым очередной темы. Цель обучения задается в виде конечного (или промежуточного) узла, который содержит набор тем, освоение которых предусмотрено образовательной программой.

Обучение начинается с оценивания. По его результатам строится профиль обучаемого и выбирается узел онтологической карты, который наиболее точно описывает текущее состояние его знаний. По мере продвижения по материалу профиль постоянно обновляется. Адаптивная система управления учебной работой позволяет отказаться от заданных шаблонов и выстраивает индивидуальную последовательность представления (траекторию) подачи учебного материала, основываясь на данных о фактических знаниях учащегося и его индивидуальных особенностях, накапливаемых в ходе обучения. Система оценивает, к освоению каких тем учащийся готов лучше всего и формирует соответствующие рекомендации педагогу или самому учащемуся (в случае самообучения). Имеется широкий набор инструментов мониторинга и управления учебным процессом для обучаемых, преподавателей и родителей. Последние могут выступать и как пассивные наблюдатели, и как активные участники учебного процесса.

Система Aleks взаимодействует с пользователями на английском и испанском языках, а сам сервис распространяется в школах и университетах США и Канады. Ее продвигают также в Индии, Австралии, странах Латинской Америки и Юго-Восточной Азии. Издательство McGraw Hill Education предлагает подписчикам услуги по подготовке и консультационной поддержке педагогов. Подписчики могут выбрать наиболее подходящие им сценарии использования системы в образовательном процессе: самообучение (например, в ходе выполнения домашнего задания); домашнее образование под руководством педагога или

родителей; аудиторные занятия, для которых платформа формирует индивидуальные листы заданий и автоматизирует их проверку.

Независимые оценки эффективности использования системы для обучения математике школьников (выпускной экзамен штата Флорида) и студентов (курс математики в Университете штата Кент) показали, что количество успешно сдавших экзамен среди тех, кто использовал систему Aleks, по сравнению с теми, кто ею не пользовался, заметно растет. Для школьников этот прирост составил 23%, а для студентов — 30%.

Brainly[5]

Сайт в социальной сети, где учащиеся могут задавать вопросы, которые возникают у них при решении учебных задач и выполнении домашних заданий по различным предметам, и получать ответы от своих товарищей. Девиз формирования сообщества учащихся, решающих свои учебные задачи: «Никто не может знать всего, но каждый знает что-то».

Особенность Brainly в том, что для фильтрации спама здесь используются алгоритмы машинного обучения. Таким образом, пользователи получают проверенные ответы. Кроме того, сайт помогает учащимся найти правильные ответы самостоятельно. Активно работающие учащиеся могут комментировать предлагаемые ответы и добиваться получения статуса модератора учебного сообщества в рамках Brainly. Групповая динамика внутри сообщества похожа на групповую динамику в обычном классе. Как и в классе, в сообществе постепенно становятся заметны эксперты по различным школьным предметам, складываются группы по интересам.

---

[5] См.: <https://brainly.com/>.

Индивидуализированные учебные материалы от Content Technologies, Inc. (CTI)[6]

CTI разработала коммерческий инструмент для интеллектуальной семантической обработки учебных материалов.

Специалисты CTI с помощью этого инструмента автоматически формируют из различных источников пакет учебных материалов (учебник), который в полной мере отвечает требованиям конкретной учебной программы, подготовленной преподавателем с учетом особенностей своих учащихся и учебного заведения.

С помощью приложения Cram101 (<https://www.youtube.com/watch?v=scnzVrZNxzo>) каждый желающий может сам преобразовать традиционные учебники и учебные пособия в краткие и емкие учебные материалы. Такие материалы содержат учебную информацию и контрольные вопросы для проверки ее усвоения.

Cognitive Tutor

Это комплекс учебных программ от Carnegie Learning Inc., ориентированных на использование смешанного обучения. Он сочетает традиционные учебные материалы и программное обеспечение MATHia[7]. Учебные материалы адаптируются к интересам обучаемых, а все предлагаемые задачи практико-ориентированы. Сочетание традиционных учебных материалов с интеллектуальной обучающей системой позволяет широко использовать формирующее оценивание и релевантную проблемно-ориентированную учебную работу. Это способствует развитию математического мышления в личностно-ориентированной образовательной среде. Cognitive Tutor — пример интеграции цифровых технологий, качественных учебных мате-

---

[6] См.: <http://contenttechnologiesinc.com/>.
[7] См. ниже.

риалов и когнитивных наук. ИИ используется для непрерывного контроля знаний учащихся и навигации по индивидуализированным учебным материалам.

Mika[8]

Автоматизированная система для обучения математике студентов университетов, разработанная Carnegie Learning's Corporation. В отличие от большинства традиционных обучающих программ по математике для вузов, Mika использует инструменты ИИ. Она выдает студентам учебный материал, проверочные и контрольные работы, немедленно реагирует на затруднения обучаемых. При построении учебной траектории программа учитывает не только знания студента, но и его способность рассуждать, умение пользоваться конкретными приемами при решении отдельных видов задач.

MATHia[9]

Популярный продукт Carnegie Learning's Corporation построен на той же программной платформе, что и Mika, но предназначен для обучения математике учащихся 6–12-х классов общеобразовательных школ США. Инструменты ИИ применяются здесь для анализа ответов учащихся и разъяснения им возникших ошибок и их причин. Как и в системе Mika, здесь задействована модель смешанного обучения: наряду с компьютерной программой, работу учащихся поддерживает персональный наставник (тьютор). Это один из наиболее изученных педагогами продуктов. Он появился в конце 90-х годов прошлого века. В нем, в одном из первых, используются несколько моделей организации учебной работы: смешанное обучение, традиционное обучение, ра-

---

[8] См.: <https://www.carnegielearning.com/products/software-platform/mika-learning-software/>.

[9] См.: <https://www.carnegielearning.com/ products/software-platform/mathia-learningsoftware/>.

бота в малых группах и индивидуальная учебная работа. Это позволяет преподавателю персонализировать учебную работу, уделить внимание каждому из отстающих пока остальные работают с обучающей системой.

Write To Learn[10]

Система предназначена для повышения грамотности учащихся основной и старшей школ. Она предлагает обучаемым задания на внимательное чтение текстов, дает им возможность письменно изложить содержание прочитанного и оценить, насколько хорошо они его поняли. В систему входят два блока: Summary Street и Intelligent Essay Assessor.

Блок Summary Street — автоматизированный интеллектуальный веб-инструмент, который оценивает и комментирует содержание подготовленного учащимися текста и способ его изложения. Кроме того, он дает советы, как улучшить текст в ходе последовательных изменений. Задача данного блока — добиться, чтобы учащиеся могли изложить своими словами содержание прочитанного текста. Конечно, этот инструмент делает далеко не всё, что может сделать опытный учитель. Однако работа с ним побуждает учащихся читать специально подобранные тексты и детально описывать, что они поняли.

Summary Street содержит интерфейсы обучаемого и преподавателя, а также программу для анализа знаний (Knowledge Analysis Technologies), которая автоматически выделяет смысл текста и анализирует его в целом, не обращая внимания на отдельные слова. Обучаемые с помощью веб-браузера входят в систему, выбирают текст для чтения, а затем пишут его изложение. Они сразу получают оценку своего текста и рекомендации по его совершенствованию.

---

[10] См.: <https://www.writetolearn.net/>.

Исходную библиотеку текстов составляют материалы, предусмотренные учебной программой для 4–12-х классов школ США. Учитель может дополнять библиотеку. При этом уровень сложности введенного им текста определяется автоматически, но учитель имеет возможность его изменить. Он в реальном времени получает информацию о ходе и результатах работы обучаемых, что позволяет ему при необходимости вмешаться в учебную работу и помочь учащимся.

Блок Intelligent Essay Assessor (IEA) — автоматизированный интеллектуальный веб-инструмент, который оценивает подготовленные учащимися эссе. Учащийся вводит свой текст в поле экрана и сразу получает оценку его качества по шести параметрам, принятым в учебных заведениях США. При необходимости данный инструмент может дать оценку и других свойств письменного текста. Для этого сам инструмент должен быть дополнительно обучен и откалиброван. Для обучения и калибровки ему требуется не менее 300 репрезентативных эссе, которые были оценены, как минимум, двумя независимыми экспертами.

ASSISTments[11]

Общедоступная интегрированная обучающая веб-система была разработана Вустерским политехническим институтом (Worcester Polytechnic Institute — WPI) в рамках Национального проекта «No Child Left Behind». Она одновременно консультирует учащихся и оценивает их знания при подготовке к тестированию по математике. Обучаемые получают оценку своей математической подготовки и инструкции по ее совершенствованию. Исследование показало, что использование данных об учебной работе учащихся позволяет прогнозировать результаты их итогового тестирования [Feng et al., 2007].

---

[11] См.: <https://www.assistments.org/>.

Realizeit[12]

Это интеллектуальная обучающая система, которая позволяет преподавателям строить адаптивные учебные курсы. Компания Realizeit была основана в 2007 г. учителями, методистами и разработчиками в области ИИ. Специалисты компании помогают авторам учебных курсов выстраивать с использованием Realizeit индивидуализированную учебную работу студентов с учетом выбранных целей обучения, авторских и свободно распространяемых образовательных материалов. За десять лет существования Realizeit на его основе было разработано более 800 учебных курсов, которые успешно освоили более миллиона студентов.

Четыре из тринадцати американских университетов, удостоившихся в 2018 г. награды Online Learning Consortium за достижения в области использования адаптивных обучающих систем, строили свою работу с использованием интеллектуальной обучающей системы Realizeit [Mortland, 2018].

Wayang Outpost Tutor[13]

Система предназначена для подготовки учащихся средних и старших классов к тестированию по математике (SAT, MCAS и CA-Star). Она использует представленные в анимационном виде интерактивные истории, которые развертываются в тропическом лесу. В ходе работы с обучающей системой учащиеся осваивают различные математические понятия. Wayang Outpost использует интеллектуального помощника, видеоролики, различные подсказки и математические задания. Она поддерживает индивидуальную учебную работу и корректирует ее, учитывая особенности каждого учащегося. Система бесплатна для учащихся и учителей в школе, во внешкольных образовательных учреждениях и для домашней работы.

---

12 См.: <http://realizeitlearning.com/>.
13 См.: [Arroyo et al., 2003].

Andi – Skype interview coach[14]

Компания Botanic Technologies предлагает аватары (текстовые, голосовые и видео), которые выступают в качестве советников медицинского персонала или в качестве личного репетитора. Общение с аватаром происходит через Skype. Аватар (личный репетитор) Andi способен анализировать настроение и эмоциональное состояние интервьюируемого. В ходе видеочата (используется Skype) с помощью веб-камеры система обрабатывает выражение лица, особенности звучания голоса и используемые интервьюируемым обороты речи, и на этой основе предлагает рекомендации по корректировке своих высказываний и поведения. Таким образом обучаемый может готовиться, например, к предстоящему экзамену или интервью.

Squirrel AI[15]

Эта обучающая платформа, которую в 2014 г. начала разрабатывать компания Squirrel AI Learning, принадлежащая Yixue Group в Шанхае, стала очередным прорывом в области интеллектуальных обучающих систем. Вложив в эту разработку десятки миллионов долларов, китайскому педагогическому стартапу удалось за три года выпустить на рынок интеллектуальную обучающую систему, вобравшую в себя все достижения в области искусственного интеллекта и компьютерного обучения.

Китайские разработчики в полной мере использовали опыт создания и продвижения наиболее успешных платформ для адаптивного обучения (ALEKS, Knewton и Realize IT). К разработке Squirrel AI были привлечены известные в мире специалисты в области компьютерного обучения. Среди них Ричард Тонг, работавший техническим директором в Азиатско-Тихоокеанском регионе американской компании Knewton; Вэй Цуй, который

---

14 См.: <https://botanic.io/>.
15 См.: <http://squirrelai.com/>.

был ведущим разработчиком Realize IT, а также Дэн Биндман, который был соучредителем и главным архитектором основных алгоритмов продукта одной из успешных американских систем адаптивного обучения ALEKS. Squirrel AI Learning вместе со Стэнфордским исследовательским институтом (Stanford Research Institute) создала исследовательскую лабораторию искусственного интеллекта, которая занимается разработкой основных алгоритмов для Squirrel AI.

К прорывным решениям Squirrel AI Learning можно отнести детальное выделение отдельных составляющих учебных результатов (целей обучения). Например, для описания одного учебного предмета для основной школы было выделено более 30 тыс. элементов усвоения. Это позволяет системе тонко дифференцировать учебную работу каждого отдельного ученика, повысить ее предсказуемость и результативность. В итоге учащийся за час занятий может изучить большое количество элементов усвоения [Squirrel AI…, 2018]. Разработчики также достаточно тонко разделили приемы учебной работы (способности) обучаемых. Сегодня система ориентируется на более 500 таких приемов, включая обучение по аналогии и теоретическое обобщение [Давыдов, 1972]. Она способствует развитию воображения и творческих способностей учащихся. Система использует допускаемые учащимися ошибки для перестройки исходной карты знаний и, определяя причины ошибок, выстраивает индивидуальную учебную траекторию для их устранения. Одновременно с этим система использует байесовские сети для моделирования учебного процесса.

Используя эти и другие решения, Squirrel AI достаточно точно диагностирует знания каждого учащегося и постоянно подбирает ему новую порцию учебного материала, который в наибольшей степени соответствует его интеллектуальному развитию и способам учебной работы.

Squirrel AI индивидуализирует учебный материал, выбирая его из базы данных, которая содержит около 400 тыс. видеофрагментов и более 10 млн вопросов. Чтобы оптимизировать поиск учебных материалов разработчики используют нечеткие множества и классификационные деревья.

Squirrel AI используется в режиме смешанного обучения. Около 70% времени учащиеся занимаются онлайн с интеллектуальной обучающей системой, остальные 30% учащиеся взаимодействуют с учителями, которые оказывают им организационную и эмоциональную поддержку, а также мониторят ход учебной работы. Занятие проводятся в учебных центрах, которые организуются на базе школ и других образовательных площадок. За год работы появилось более 1500 таких центров в 300 с лишним городах Китая.

По мнению разработчиков [Squirrel AI..., 2018], распространение Squirrel AI Learning реформирует традиционную модель работы школы. Система не только берет на себя существенную часть работы преподавателя, но и обеспечивает интеллектуальное управление учебным процессом. Система собирает все данные о ходе учебной работы каждого обучаемого и делает их доступными для всех стейкхолдеров (учащиеся, их родители, преподаватели, администрация школы и т.п.).

* * *

Перечень примеров использования методов искусственного интеллекта в обучении можно продолжать достаточно долго, и он быстро растет. Существуют интеллектуальные приложения для автоматизации профессионального консультирования учащихся (одно из них — INTALENT (<http://intalent.pro/>) — действует сегодня в России). Можно было бы упомянуть об использовании ИИ для обработки больших данных при решении задач управления образованием и автоматизации оценки работы учащихся.

Перспективным направлением использования ИИ в образовании может стать автоматизация работы с текстовыми материалами в свободной форме [Hu et al., 2017]. Быстро развивается технология чат-ботов. Недалеко то время, когда каждый образовательный ресурс будет обрабатывать сообщения на естественном языке, оценивать эмоциональное состояние и распознавать, что именно нужно пользователю. Но чтобы это произошло, нужны не только технологические, но и методические разработки.

Время распространения и использования методов ИИ уже наступило. Так, сегодня каждый пользователь (в том числе в России) может за 50 долл. приобрести интеллектуального цифрового помощника (Amazon Echo Dot), который создан на основе ИИ-системы Alexa и говорит на правильном английском/немецком языке. В ходе общения с этим помощником можно не только послушать новости, полюбившуюся музыку или получить справочную информацию из Интернета, но и попрактиковаться в разговоре на английском или немецком языке. Каждое устройство семейства Amazon Echo Dot — это интеллектуальный интерфейс для управления всеми цифровыми устройствами в вашем доме, которые могут подключаться к сети (умный дом).

Новую перспективу для образования открывает соединение методов ИИ и Интернета вещей — Internet of Things (IoT). Термин «IoT» сегодня используют для описания множества технологий подключения к цифровой сети физических объектов (смартфона и кухонной плиты, музыкального центра и телевизора, предметов одежды и сервировки обеденного стола и т.п.). В результате любой предмет может стать «умным», передавать и получать через сеть данные от других устройств, накапливать и использовать информацию о том, что происходит в реальном мире. Концепция Интернета вещей основана на том, что все предметы (вещи) оснащены различными датчиками

и «общаются» между собой с помощью беспроводной связи. Это открывает неожиданные возможности для создания «умной» среды обитания человека (умные дома, умные офисы, умные автомобили и др.)[16]. Сегодня рост числа «интеллектуальных» (программируемых) устройств IoT значительно превышает рост числа традиционных оконечных устройств (смартфонов, планшетов, ПК и проч.). Этот сегмент цифровых технологий остается одним из самых быстрорастущих. Проблемы безопасности сетей IoT, управления их созданием и развертыванием, нехватка специалистов и незрелость инфраструктуры сдерживают распространение Интернета вещей. Однако технические трудности постепенно преодолеваются благодаря синергии этой области с облачными вычислениями и машинным обучением. Снижение стоимости и распространение устройств IoT уже очень скоро окажет заметное влияние на систему образования.

Речь идет не только о развитии методов ИИ и машинном обучении, но и о реальном слиянии нашего физического и цифрового окружения. Все наши действия (движения) в физическом мире получат цифровой оттиск, а действия в цифровом мире будут порождать изменения в мире физическом. Таким образом, развитие Интернета вещей ведет к появлению нового вида экосистемы. Хотя первые фрагменты этой экосистемы уже появились в наших домах, работники образования до последнего времени не обращали на нее внимания. В настоящее время ситуация меняется. Руководители, отвечающие за внедрение цифровых технологий, должны задуматься о том, как повлияют эти технологии на цифровую экосистему образовательной организации, и предусмотреть их освоение в перспективных планах развития [Hutchins, 2018].

---

[16] Так, ложка в столовой «докладывает» кухонному автомату, как едок реагирует на то или иное блюдо ☺.

2.1.4. Цифровая трансформация образования и искусственный интеллект

Быстрое распространение методов искусственного интеллекта в ближайшие годы может оказать заметное влияние на изменение содержания образования, что приведет к появлению качественно новых цифровых образовательных материалов и инструментов.

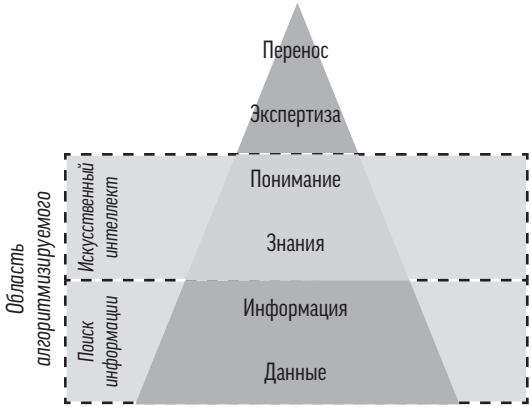
Изменения в содержании образования

Современный человек уже давно является «человеком с инструментами». Компьютер стал массовым и универсальным инструментом для работы с информацией. Современные компьютерные программы позволяют по-новому работать с текстами (поиск, редактирование, компиляция и т.п.), с вычислениями (электронные таблицы, средства для обработки статистической информации и работы с большими данными, автоматические формальные преобразования математических выражений и проч.).

Российская система образования пока мало обращает внимания на эти изменения. Однако работникам управления образованием и методистам придется корректировать свои позиции и учитывать массовое распространение новых цифровых информационных инструментов. Пора пересмотреть традиционные решения, касающиеся проверки достижения образовательных результатов и определения содержания общего образования (в том числе в рамках типовых учебных программ). Одним из очевидных решений станет использование интеллектуального компьютерного оценивания образовательных результатов учащихся, в частности в ходе итогового оценивания (ГИА и ЕГЭ).

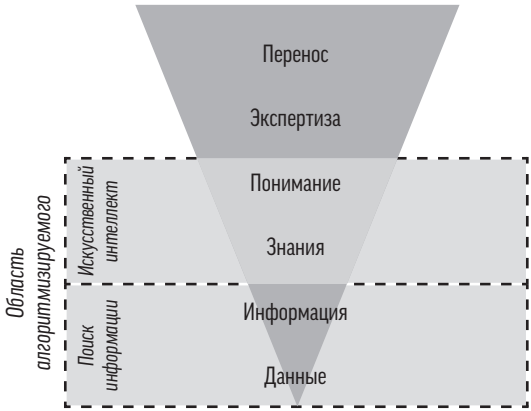
Распространение глобальных информационных систем и методов искусственного интеллекта обещает и более кардинальные изменения (см. рис. 2.4–2.5).

Рис. 2.4. Внимание, традиционно уделяемое отдельным составляющим образования в учебном процессе



Источник: [Bialik, Fadel, 2018].

Рис. 2.5. Изменение внимания к отдельным составляющим образования в учебном процессе



Источник: [Bialik, Fadel, 2018].

Сегодня основное внимание и время учебной работы преподавателя сконцентрировано на предоставлении учащимся данных, ознакомлении их с информацией, передаче знаний и формировании их понимания. Формированию способности к экспертизе и, что особенно важно, способности к переносу освоенных знаний и умений в новые области уделяется гораздо меньше времени и внимания. Формирование способности решать практические задачи и переносить эту способность в новые ситуации для решения новых задач, использовать опыт такого переноса для самостоятельного освоения нового всегда было и остается одним из главных желательных результатов образования. Однако оценивание учебных достижений, касающихся экспертизы и переноса, до сих пор остается за рамками систематически организованного образовательного процесса.

Около полувека назад в педагогической психологии было сформулировано представление о теоретическом обобщении, которое основывалось на формировании у обучаемых способности к переносу и расширению области приложения осваиваемых понятий [Давыдов, 1972]. Практическая реализация методических следствий этой разработки всегда наталкивалась на ограничения, связанные с доступом к необходимой информации и соответствующим знаниям. Современные достижения в области автоматизации поиска информации и искусственного интеллекта обещают изменить ситуацию. Поиск информации в глобальной сети позволяет легко найти требуемые данные, компенсировать отсутствие у обучаемого фактической информации. Интеллектуальные алгоритмы дают возможность быстро восполнить необходимые знания и облегчить понимание. Таким образом, существенно сокращается время, которое обучаемый тратит на знакомство с информацией, и это позволяет уделить больше времени формированию компетентностей решения комплексных задач и выработке способности к переносу.

Смещение внимания в процессе обучения с освоения способностей в области рутинного (алгоритмизируемого) действия (работа с данными, информацией и знаниями) на освоение специфических человеческих способностей (способностей к нерутинному действию, к экспертизе и переносу) дает реальную возможность решить проблему подготовки людей к жизни и работе в условиях новой экономики. Чтобы реализовать такую возможность, требуются не только соответствующие теоретические разработки в области содержания образования [Bialik, Fadel, 2018]. Предстоит сократить количество обязательного для изучения предметного материала и за счет этого значительно углубить освоение фундаментальных конструкций, выделить достаточно времени на формирование способности к нерутинному действию, к переносу, к успешному самостоятельному освоению обучаемыми нужного им материала. Это обязательная составная часть работы по обновлению содержания образования при разработке перспективных цифровых учебно-методических комплексов.

Таким образом, распространение методов искусственного интеллекта становится еще одной причиной для пересмотра акцентов при определении целей и содержания современного образования.

Следующие шаги на пути к умным образовательным материалам и инструментам

Сегодня российские разработчики и педагоги заметно отстают от зарубежных коллег в области разработки и использования технологий искусственного интеллекта в образовании. Требуются специальные усилия по развитию техносферы образования, выполнению научно-методических разработок и переходу к ПРО, чтобы технологии ИИ помогли сделать качественный скачок в развитии образования.

Техносфера образования

С одной стороны, внедрение технологий ИИ невозможно без развития техносферы образования. Для обучения интеллектуальных систем, обработки и анализа больших данных требуются большие вычислительные мощности и широкополосные каналы обмена информацией. Сейчас все задачи, связанные с разработкой, обучением и функционированием интеллектуальных систем, решаются на высокопроизводительных серверах в центрах обработки данных. Это создает серьезные препятствия на пути распространения данных технологий, особенно за пределами крупных агломераций, где есть проблемы с доступностью каналов связи.

С другой стороны, в последние несколько лет наметилась тенденция «персонализации» интеллектуальных функций, связанная с ростом вычислительной способности персональных цифровых устройств (смартфонов, планшетов, умных часов). Ряд функций ИИ становится доступен в автономном режиме (например, распознавание лица при включении устройств Apple), а для остальных функций существенно снижаются требования к производительности каналов связи, поскольку часть предобработки и сжатия информации происходит на устройствах пользователя. В результате доступ к интеллектуальным помощникам, адаптивным системам и прочим инструментам ИИ становится возможен даже в условиях низкой скорости доступа, что существенно расширяет возможности их использования.

Научно-методические разработки

Доступность новых технологий — лишь малая часть проблемы. Их появление определяется внешними факторами информатизации образования и происходит без участия педагогов. Но для появления на основе новых технологий высокорезультативных педагогических решений требуется методический задел. Нужны серьезные методические разработки, которые лягут в основу

педагогической модели, модели предметной области и модели обучаемого. Чтобы использовать машинное обучение и алгоритмы распознавания, необходимо иметь готовые методические решения и дидактические наработки в каждой из предметных областей. Их подготовка (детальное описание методического решения, разработка прототипа интеллектуального инструмента, проверка его на практике, необходимая доводка) — процесс длительный и трудоемкий. Такие разработки должны быть практико-ориентированы, вестись в ходе создания новых высокоэффективных учебных инструментов на основе серьезных лабораторных исследований.

За рубежом эта работа идет весьма интенсивно. Существенный задел создан в Китае (Squirrel AI Learning) и в Европе (проект iTalk2Learn). Уже много лет ITS используются в США. В России наработки в этой области пока довольно скудны. Так, на самом представительном международном форуме по анализу педагогических данных в 2017 г. было представлено лишь одно сообщение российского автора совместно с китайским коллегой [Hu et al., 2017].

Организация образовательного процесса

Традиционная организация образовательного процесса складывалась в условиях использования «бумажных» информационных технологий. Цифровые учебные материалы и инструменты с использованием ИИ в нее встраиваются плохо. Здесь требуется персонализированная организация образовательного процесса. Известно немало попыток ее построения [Педагогический энциклопедический словарь, 2002]. Прежде ее потенциал значительно снижало применение бумажных информационных технологий, но теперь цифровая образовательная среда, цифровые учебные материалы и инструменты, богатый набор цифровых образовательных сервисов делают задачу построения ПРО выполнимой.

Например, модель персонализированной организации образовательного процесса и поддерживающие ее работу цифровые инструменты, созданные в проекте Summit Learning (США), прошли многолетнюю проверку и широко распространяются [Summit Learning, 2017]. В России работы в этом направлении только начинаются [Водопьян, Уваров, 2016]. Появление воспроизводимых отечественных моделей персонализированной организации образовательного процесса, в которые естественно вписываются интеллектуальные обучающие системы, пока еще впереди.

2.2. Технологии виртуальной реальности в образовании

Первые опыты в области построения виртуальной реальности (VR) с использованием цифровых технологий начались в США в Массачусетском технологическом институте более полувека назад. С тех пор принципиальная идея VR практически не изменилась:

- компьютер генерирует образ (трехмерное изображение, звуковой фон и т.п.);
- система отображения передает этот образ на органы чувств оператора VR-системы (пользователя);
- закрепленные на пользователе датчики собирают и передают в компьютер информацию о действиях пользователя (например, о повороте головы или изменении его положения в пространстве);
- компьютер использует получаемую информацию для изменения формируемой им виртуальной реальности и ее генерируемого образа, который поступает (передается) на органы чувств пользователя.

Сегодня VR — быстро развивающаяся компьютерная технология. Прогресс в области микропроцессоров, средств передачи данных, инструментов для человеко-машинного взаимодей-

ствия, а также сбора информации об окружающей среде привел к появлению весьма реалистичных виртуальных миров. Работу пользователя с VR стали называть погружением[17]. Нынешние компьютеры способны формировать для пользователя живую виртуальную (моделируемую вычислительной системой) среду, с которой пользователь взаимодействует с помощью широкого набора специализированных устройств ввода/вывода информации: наушников, микрофона, компьютерных очков, специализированных перчаток и костюмов для передачи тактильного взаимодействия и проч.

Используемое оборудование (гарнитура) для контакта с виртуальной реальностью позволяет пользователю погружаться в искусственный компьютерный мир, перемещаться в нем, видеть его и слышать, взаимодействовать с виртуальными предметами и т.п.

2.2.1. Виртуальная, дополненная и смешанная реальности

В настоящее время существует несколько вариантов систем виртуальной реальности:

- обычная (классическая) виртуальная реальность (Virtual Reality — VR), где пользователь взаимодействует с виртуальным миром, который генерируется компьютером (существует виртуально, в виде компьютерной программы);
- дополненная, или компьютерно-опосредованная, реальность (Amended Reality — AR), где информация, генерируемая компьютером, накладывается поверх изображений реального мира;
- смешанная реальность (Mixed Reality — MR), где виртуальный мир связан с реальным и включает его в себя.

---

[17] Сегодня мир лабиринта отражений [Лукьяненко, 1998], который 20 лет назад был предметом для фантастических романов, становится все более и более реальным.

Технологии виртуальной реальности вышли на рынок совсем недавно и быстро развиваются. Разработки ведут многие компьютерные гиганты, терминология в этой области еще не до конца принята. Чтобы легче понимать, о чем идет речь в тех или иных публикациях и рекламных проспектах, желательно различать три вышеназванные базовые технологии — VR, AR и MR.

Шлемы и гарнитуры VR представляют пользователю мир, который моделирует компьютер. Этот мир, как правило, не связан с тем, который окружает пользователя в ходе его работы с VR-системой. Данная технология широко применяется в компьютерных играх. VR позволяет пользователю целиком погрузиться в создаваемый компьютером мир, и в этом ее главное достоинство. Одновременно это и ее главный недостаток: VR-приложения не связаны с физической реальностью, которая окружает пользователя.

Технология, которая накладывает генерируемую компьютером информацию поверх изображений реального мира сегодня хорошо освоена. Широко известный пример ее использования — игра «Покемоны идут» («Pokemon Go»). Здесь игрок в поисках Покемона ходит, например, по своему городу. Он ориентируется по карте на экране своего смартфона, где указаны координаты Покемона. Когда игрок приходит в точку с заданными координатами, он может «поймать» Покемона, нацелив на него смартфон.

Основана AR на распознавании заранее заданного образа реального мира (например, координаты GPS или иллюстрацию из учебника) и накладывает на этот образ объект виртуального мира (например, изображение, дикторский текст и т.п.). Сегодня AR позволяет легко претворять в жизнь интересные проекты (например, обогащать мультимедийным содержанием на экране смартфона изображения в обычном бумажном учебнике). Одна из перспективных областей применения AR — визуализация больших наборов данных. Вместо того, чтобы искать тре-

буемое через традиционный компьютерный интерфейс, здесь можно взаимодействовать с виртуальными объектами на фоне реального пространства.

Технология смешанной реальности (MR) отличается от VR и AR. Гарнитура MR непрерывно сканирует окружающий пользователя мир, распознает находящиеся в нем объекты и строит трехмерную модель этого мира. Затем информация из виртуального мира накладывается на объекты реального мира. Технология MR совмещает (смешивает) информацию из реального мира с информацией из виртуальной реальности, что открывает перед пользователем множество новых возможностей. Например, эта технология может сделать информацию об окружающем реальном мире на экране пользователя интерактивной, может позволить ему взаимодействовать с реальным миром через виртуальный и т.п. Накладываемая на объекты дополнительная информация может быть виртуальной или реальной (например, визуализация собранных компьютером данных о звуковых колебаниях или электромагнитном излучении вокруг пользователя). Она может накладываться на изображение реального объекта в смешанном виртуально-реальном мире. Таким образом, смешанная реальность привносит компоненты цифрового мира в реальный мир, который окружает. Технология MR сегодня выходит на рынок и обещает стать повседневным инструментом для многих рабочих мест [Bardeen, 2018].

2.2.2. Использование технологий виртуальной реальности

Технологии виртуальной реальности делают обучение более наглядным, более активным, полнее вовлекают учащихся в учебный процесс. Они облегчают и упрощают совместную работу людей, которые находятся на расстоянии. Например, коллеги могут встречаться с помощью средств дополненной реальности, готовить совместные документы, вести проекты и выполнять

многие другие работы практически столь же эффективно, как и при личном контакте в реальном мире. У преподавателей и учащихся появляется возможность использовать виртуальные лаборатории для изучения окружающего мира, формирования умений и отработки навыков, а также для демонстрации их освоения и автоматизированного оценивания.

Все перечисленные технологии невозможны без высокопроизводительных вычислений и появились сравнительно недавно. Среди первых систем VR были тренажеры для подготовки пилотов. В последние годы VR стала широко использоваться в компьютерных играх. Происходящая сегодня смена поколений ЦТ привела к появлению качественно новых разработок в области VR, что обещает сделать эту технологию массовой и пригодной как для увлекательных игр, так и для решения задач в сфере производства и образования.

Например, корпорация Microsoft одной из первых выпустила на рынок гарнитуру и средства разработки для MR-систем.

В конце 2017 г. корпорация объявила о выпуске новой линейки продуктов (Windows Mixed Reality и Holo Lens) для разработки и применения приложений на основе смешанной реальности (MR), которые призваны «открыть новую эру использования ЦТ во всех сферах жизни». Разработка Microsoft позволяет создавать и использовать MR-приложения не только индивидуально, но и в группе, причем взаимодействовать с этими приложениями могут все члены группы. Первый урок, подготовленный на основе этой технологии, был посвящен строению Земли (см.: <https://www.youtube.com/watch?v=Gn0mZc5hegw>).

Технология MR достаточно универсальна и может использоваться для решения самых разных задач.

Организация совместной работы. Шлем виртуальной реальности дает возможность проводить видеоконференции, которые более реалистичны, чем обычные веб-конференции, и больше похожи на телефонный разговор. Технология MR позволяет

участникам ощущать друг друга действительно рядом. Такие «виртуальные встречи» можно широко использовать для виртуальных путешествий, знакомства с другими культурами, изучения иностранного языка и т.п.

Изучение естественно-научных дисциплин. Очки виртуальной реальности позволяют учащимся оказаться в научных лабораториях, наблюдать и проводить реалистичные виртуальные эксперименты, взаимодействовать с макро- и микрообъектами, совершать путешествия в мир математических объектов и проч.

Изучение гуманитарных дисциплин. Обучаемые получают возможность посетить музеи и места исторических событий, общаться с виртуальными моделями исторических личностей, реконструировать события прошлого и т.д.

Отработка навыков. Модели в виртуальной реальности дают обучаемым возможность безопасно и не страшась возможных ошибок формировать такие умения, выработка которых в реальных условиях чревата опасностями или сталкивается с другими ограничениями (доступность оборудования, высокая стоимость выполнения работ, опасность для других людей и проч.). Например, MR-приложения уже используются при обучении в области медицины.

Создатели виртуальной реальности уверены, что в XXI в. их устройства изменят взаимодействие человека с компьютером [Bonasio, 2016]. И эти изменения уже начались. Есть все основания ожидать, что с инструментальными и прикладными разработками в области виртуальной реальности в скором будущем на рынок выйдут многие высокотехнологичные компании. За мировыми новостями в этой быстроразвивающейся области можно следить, например, на сайте Next Reality (<https://mixed.reality.news/>).

Одной из российских компаний, работающих в области виртуальной реальности, является Holo Group (<http://holo.group/

product/>). Ее основатели поставили перед собой цель — сделать свою компанию одним из международных центров компетенций по смешанной реальности. Компания специализируется на разработке продуктов и решений для смешанной реальности с использованием технологий Microsoft. Среди предлагаемых ею продуктов:

- MR Builder, который помогает строительным, архитектурным, проектным компаниям эффектно презентовать и обсуждать 3D-модели объектов (промышленные и гражданские здания, ландшафты, интерьеры и т.д.);
- MR Guide, позволяющий создавать голографические экскурсии в музеях, на выставочных стендах и т.п.;
- Holo Study, образовательное приложение для Microsoft Holo Lens, которое включает MR-уроки, где изучаемые объекты и явления представлены в виде 3D-голограмм в пространстве рядом с учеником.

Один из широко известных примеров использования MR для обучения будущих врачей — совместный проект Университета Кейза и клиники в Кливленде при поддержке Microsoft по созданию анатомического атласа человека.

Другой пример — разработка группы Medivis (<https://www.medivis.co/>), которая создает учебную платформу для визуализации всего человеческого организма в трехмерном пространстве. Все части тела представлены в виде трехмерных объектов в реальном размере. Они детально описаны и расположены по отношению друг к другу, как в живом организме.

Похожий проект ведет группа The Body VR (<http://thebodyvr.com/>), которая предлагает пользователю путешествовать внутри человеческого тела. Например, учащиеся могут путешествовать по кровяным сосудам и понять, как работают клетки крови, разнося кислород по всему телу. Они могут «погрузиться» в одну из миллиардов живых клеток и узнать, как работают органеллы,

борясь со смертельными вирусами. Создаваемая виртуальная реальность — точная и детальная визуализация анатомии человека. Здесь используется высококачественная и реалистичная графика. Это позволяет показать, как болезнь и ее лечение влияют на тело человека. Данная система включает учебные модули, использует различные истории болезни, что помогает студентам лучше понять изучаемый материал.

Сегодня имеется уже довольно много инструментов для разработки материалов по AR-технологии, а сама технология широко применяется. В частности, это одна из тем дипломных работ у студентов Института математики и информатики Московского городского педагогического университета.

Осенью 2017 г. массовое использование этой технологии начала корпорация Google в рамках своего сервиса для общеобразовательных школ. Новый сервис Expeditions.AR использует разработанную Google технологию дополненной реальности (AR), которая позволяет выводить на экран смартфона, работающего в режиме видеокамеры, трехмерные движущиеся модели торнадо, извержения вулкана и др. (<https://edu.google.com/expeditions/ar/#how-it-works>). Учащиеся могут рассматривать эти объекты с разных сторон, приближать и удалять, чтобы лучше понять изучаемое явление.

Еще одна распространенная технология, которую иногда относят к виртуальной реальности, — панорамное видео, или видео-360. Это видео снимают в трехмерном формате. Зритель, который его смотрит (например, через шлем виртуальной реальности или картонные очки виртуальной реальности[18], куда вставлен смартфон), может осмотреться вокруг, самостоятельно выбрать наиболее интересный ракурс и получить удовольствие от наглядного видео в новом формате.

---

[18] См.: <https://play.google.com/store/search?q=cardboard&c=apps>.

Выбор развлекательных видео-360 очень широк. Подготовку учебных фильмов в формате видео-360 недавно начал Московский институт открытого образования.

Технология виртуальных экскурсий становится сегодня все более популярным приложением виртуальной реальности и среди преподавателей, и среди учащихся. Виртуальные экскурсии позволяют каждому своими глазами наблюдать те или иные производственные процессы, посетить Луну или МКС. Теперь каждый может путешествовать по труднодоступным местам нашей планеты, наблюдать различные геологические образования, сравнивать между собой климатические зоны и жизнь людей в разных странах [Odom, 2016]. Учащиеся, задумывающиеся о выборе профессии, могут своими глазами увидеть, как трудятся люди разных специальностей.

Сегодня ведется разработка сервисов для проведения виртуальных видеоконференций. Такие сервисы можно использовать в том числе и для дистанционного обучения. Например, студенты-заочники смогут удаленно посещать занятия своих преподавателей или сдавать экзамены. Даже небольшая университетская аудитория сможет вместить тысячи студентов. Объединение виртуальной реальности и Интернета позволит также приглашать для проведения занятий лучших преподавателей со всего мира.

Важной частью подготовки специалистов является производственная практика. Так, пилоты реактивных лайнеров уже давно в обязательном порядке проходят многочасовую подготовку на авиатренажерах, прежде чем получат разрешение сесть за штурвал самолета. Прогресс в области виртуальной реальности позволяет существенно снизить стоимость разработки, производства и использования профессиональных тренажеров. Недалеко то время, когда тренажеры с виртуальной реальностью станут помогать обучающимся осваивать начальные профессиональные навыки.

2.2.3. Видеоигры и симуляторы в образовании

К технологиям виртуальной реальности все чаще обращаются разработчики компьютерных игр. Первые видеоигры появились еще в 1970-х, а вслед за коллапсом рынка домашних игровых приставок в 80-х многие игровые разработчики переключились на образовательные продукты. Так появились такие классические игры, как «The Seven Cities of Gold» от Electronic Arts (стратегическая игра о завоевании Южной Америки конкистадорами) и британская «Dread Dragon Droom» (набор тестов и загадок на знание истории Великобритании). Появился термин «edutainment», первоначально описывавший именно образовательные игры для домашних компьютеров и игровых приставок.

Сегодня образовательные видеоигры — быстрорастущий рынок со своими сегментами и категориями пользователей. Появление новых игровых платформ, а также прогресс в области средств передачи данных привел к появлению принципиально новых видов образовательных игр для общего и высшего образования, для области профессиональной подготовки, для оценивания знаний, навыков и компетенций учащихся.

Современные образовательные игры позволяют изучать учебный материал самостоятельно, участвовать в групповой учебной работе, осваивать материал под руководством виртуального преподавателя. Видеоигры помогают решить одну из самых сложных задач современной школы — вовлечение учащегося в учебный процесс. Игры делают учебный процесс более прозрачным и понятным для учащегося, обеспечивают ясное целеполагание, позволяют учиться на своих ошибках предлагая неограниченное количество попыток решения учебной задачи.

В области высшего и дополнительного профессионального образования видеоигры и игровые симуляторы, объединенные термином «серьезные игры» (serious games) давно демонстрируют себя как высокоэффективный образовательный инструмент,

позволяющий ускорить освоение учебного материала, снизить расходы на подготовку специалистов и уменьшить опасность травмы в ходе высокорисковых практических занятий. Компания Lincoln Electric разработала симулятор для обучения и повышения квалификации сварщиков. Тренажер VRTEX позволил обучать студентов колледжей всем видам сварки, включая редкие и трудновыполнимые сварочные работы. Обучение сварщиков традиционно связано с риском получения травмы и высокой пожароопасностью. Перенос учебного процесса в виртуальное пространство позволил не только уменьшить риски, но и сократить расходы учебного заведения на сварочные материалы, а также увеличить скорость обучения студентов на 23%.

«Серьезные игры» доказали свою эффективность не только как образовательные инструмент. Разработанный при поддержке Министерства обороны США симулятор солдата-пехотинца America's Army не только позволил повысить качество тактической подготовки бойцов американской армии, но и, выпущенный с минимальными доработками в свободную продажу, стал эффективным пропагандистским инструментом, обеспечивающим ВС США стабильный приток новобранцев [Testa, 2008]. Грамотное применение методов игрового дизайна смогло сделать увлекательной и привлекательной даже военную службу.

Видеоигры успешно используются для симуляции политических, экономических и социальных процессов, позволяя учащемуся попробовать себя в роли главы государства, владельца крупного бизнеса или социального инженера. Подобная ролевая идентификация придает личностную значимость проблемам, которые до этого казались ему далекими и непонятными. Такие игры, как «Democracy» или серия «Europa Universalis» служат яркой демонстрацией как огромного потенциала политэкономических симуляторов, так и неизбежных изъянов бездумного внедрения ЦТ в управление социальными процессами. Игры серии «Democracy» предлагают игроку принять на себя роль вновь

избранного главы одной из европейских стран, наделенного широкими полномочиями в принятии решений о судьбе страны. Игра, однако, не ставит перед игроком цель привести страну к процветанию или захватить соседей. Единственная формальная цель — выиграть следующие выборы. Игрок сам должен выбрать стратегию своего поведения, которая позволит заручиться поддержкой наибольшего количества избирателей. Игровой процесс наглядно демонстрирует сложность политических решений, равно как и отсутствие единственного верного ответа на многие ключевые вопросы жизни государства и общества. Игрок постоянно задается вопросом: на что он готов пойти ради победы на выборах? Какую часть общества поддержать, чьими интересами пожертвовать? Такой подход позволяет учащемуся посмотреть на политический процесс с иной точки зрения, открывает ему новую перспективу. В то же время, как и любой симулятор, «Democracy» обладает своими ограничениями, и многие игроки быстро находят выигрышные стратегии, которые вряд ли могли быть реализованы реальными политиками.

В свою очередь, игры серии «Europa Universalis», глобальной исторической стратегии, предоставляют игроку возможность возглавить любое государство в мире в период с 1444 по 1821 гг. Внушительный масштаб симуляции сам по себе открывает новые образовательные возможности, позволяя изучающим историю, впервые использовать эксперимент в качестве исследовательского инструмента. Что произошло бы, если Новгородская республика осталась бы независимой от Москвы? Смогли бы европейские страны колонизировать Новый Свет, если местные племена были бы объединены в могучую империю? Почему Священная Римская империя не могла доминировать на европейской политической арене? Игроки смогут на собственном опыте убедиться в закономерности или случайности тех или иных исторических процессов. Благодаря увлекательному игровому процессу игра помогает учащемуся познакомиться

с историей сотен государств, узнать особенности множества религиозных течений, подробно узнать географию всех регионов земного шара. Однако, будучи коммерческим продуктом, «Europa Universalis» следует традиционным «игровым» канонам, ставя в качестве основной игровой задачи завоевание территории. В результате идеологической основой игры становится теория геополитической конкуренции, способная сформировать у учащегося крайне превратное представление об отношениях между странами.

На сегодняшний день основные инновационные разработки в области образовательных видеоигр связаны с технологиями виртуальной и дополненной реальности (VR и AR соответственно). Огромный прорыв, совершенный в этой области в последние годы, позволил разработчикам и пользователям получить доступ к относительно недорогим технологическим решениям, создав, таким образом, широкий рынок для разработок VR- и AR-игр.

К технологиям виртуальной реальности все чаще обращаются разработчики учебных компьютерных симуляторов, которые дополняют их методическими решениями из области компьютерных игр. На рынке уже появилось множество профессиональных виртуальных симуляторов с игровыми элементами: от виртуальных медицинских лабораторий Medical Holodeck до симулятора для подготовки пилотов истребителей Pilot Training Next. Корпорации инвестируют в разработку виртуальных обучающих инструментов для своих сотрудников даже в тех областях, где обычно нет высоких рисков или больших расходов на обучение. Так, Сбербанк разрабатывает свой виртуальный симулятор публичных выступлений для борьбы с боязнью аудитории и более комфортной подготовки к конференциям у своих менеджеров [Волков, 2018].

Усиление роли видеоигр и симуляторов в системе массового образования неизбежно. Удешевление инструментов разработ-

ки открывает дорогу на рынок все большему числу участников. Изменения в системах распространения игрового контента, такие как стриминговая платформа Google Stadia и подписочные сервисы (например, EA Access или Apple Arcade), открывают новые возможности для применения игр в образовании. К сожалению, распространение игровых практик в отечественном образовании происходит медленно. В результате российские разработчики компьютерных игр ориентируются на создание коммерческих продуктов для мирового рынка. Немногие студии, работающие над отечественными игровыми образовательными проектами (среди них, например, Clarus Victoria с серией исторических стратегических игр «Egypt»), нуждаются в поддержке для освоения их разработок в образовательных организациях.

2.2.4. Следующие шаги внедрения технологий виртуальной реальности в образование

Перспективы использования технологий виртуальной реальности, или погружения, огромны. Эти технологии уже вышли за стены лабораторий. Их массовое распространение началось. Есть много причин полагать, что они со временем станут широко использоваться во всех сферах человеческой деятельности, потеснят клавиатуру и мышь, превратятся в распространенный способ взаимодействия человека с глобальной вычислительной средой. Сколь оправданы эти прогнозы, мы увидим уже в следующем десятилетии.

AR-технологии стали общедоступны и все шире используются в классах. Наиболее интересными, но и ресурсоемкими являются MR-технологии, которые сегодня находятся в стадии быстрого развития. Они еще достаточно дороги. В шлем виртуальной реальности встроен мощный компьютер с несколькими видеокамерами, датчиками, устройствами связи, воспроизведения изображения и звука. Комплект для виртуальной реально-

сти от Microsoft стоит несколько тысяч долларов. Для работы с интернет-приложениями MR-технологий требуется устойчивый канал широкополосной связи. Естественной коммуникационной средой для этих устройств, возможно, станет Интернет пятого поколения.

Безопасность для здоровья

Насколько безопасны технологии VR для здоровья человека? Долговременные последствия использования этих технических средств пока не ясны. Но уже очевидно, что они вторгаются в работу человеческого организма. И речь идет не только об искривлении позвоночника из-за продолжительного ношения на голове тяжелого устройства, и не только о воздействии на глаза пользователя.

Гарнитуры VR создают виртуальную среду с объектами в натуральную величину и не ограниченную размерами экрана. Эти гарнитуры имитируют одну из функций нервной системы, демонстрируя разные изображение для каждого глаза пользователя. В результате создается иллюзия глубины. Гарнитура VR может использовать один общий дисплей либо два дисплея по одному для каждого глаза. Между экраном и глазом находятся линзы. Они фокусируют и корректируют изображение для каждого глаза, создавая стереоскопический эффект. Гарнитура формирует широкое поле изображения, чтобы создать у пользователя ощущение погружения. Она также отслеживает положение головы и перемещает изображение, когда пользователь наклоняет голову в сторону, вверх или вниз. Таким образом, это достаточно сложное устройство, которое вмешивается в нормальную работу зрительного аппарата. Не удивительно, что производители гарнитур VR, как правило, указывают, что данные устройства не подходят для детей в возрасте до 12 лет. Требуется организовать длительное наблюдение за пользователями устройств, чтобы определить, в какой мере эти устройства

влияют на функцию глаз. Однако некоторые эффекты очевидны [Mukamal, 2017].

Если смотреть на экран VR (как и на любой дисплей) достаточно долго, это вызовет напряжение глаз и усталость. Глядя на экран, человек моргает реже, передняя поверхность глаза сохнет, и начинает ощущаться усталость. В шлеме виртуальной реальности это особенно заметно.

Погружение в виртуальную реальность, где изображение движется, формирует у пользователей ощущения, схожие с теми, что они получает в ходе реального перемещения. Например, имитация катания на карусели или на качающемся на волнах судне вызовет у пользователей, подверженных морской болезни, ее приступ. Это может ограничить их возможности работать с виртуальной реальностью. Ограничения возникнут и у пользователей с нарушениями зрения. Такие люди могут испытывать при погружении головную боль, усталость глаз и другие нежелательные ощущения.

Медицинские исследования, проведенные за последние четверть века, показали [Freeman et al., 2017], что погружение человека в специально разработанную VR может заметно влиять на его психическое здоровье. Оно может помочь при лечении депрессии, при устранении алкогольной зависимости, лечении анорексии и других психических нарушений. VR позволяет врачам проводить глубокое тестирование и может стать одним из главных инструментов работы психотерапевта. Однако все эти исследования пока достаточно фрагментарны, а предлагаемые методики требуют для их проведения квалифицированного психотерапевта. Систематическое изучение влияния погружений в VR на здоровье человека в целом и на его психическое здоровье в частности еще впереди. Необходимы специальные исследования, которые помогут выработать методические рекомендации и регламенты безопасного для здоровья использования VR в образовании.

Новые методические разработки

Большинство современных компьютерных обучающих программ, тренажеров, инструментов для оценки результатов учебной работы используются и разрабатываются в рамках методических решений, которые сложились более полувека назад, когда возможности цифровых технологий были весьма ограничены.

Использование систем виртуальной реальности, прежде всего MR, эффективно, если такие ограничения снимаются. Фактическое погружение в создаваемую компьютером среду позволяет разработчикам образовательных приложений добиваться полной наглядности, воздействовать практически на все органы чувств обучаемого. До недавнего времени педагоги и психологи не имели в своем распоряжении таких инструментов, и методический задел для их использования сегодня фактически отсутствует. Одновременно с созданием новых средств обучения разработчикам предстоит ответить на множество новых, не возникавших ранее вопросов:

- Как формировать те или иные базовые понятия с использованием возможностей VR?
- Как наиболее результативно проводить тренировку комплексных способностей, интериоризацию умственных действий?
- Как при этом учитывать индивидуальные особенности обучаемых?

Чтобы ответить на эти и другие подобные вопросы, нужны целенаправленные дидактические исследования и методические разработки. Фактически речь идет о выработке нового класса методических решений, которые используют педагогические возможности, открывающиеся в связи с появлением новых технологических средств. Они, скорее всего, должны опираться на широкое использование самостоятельной индивидуальной работы учащихся и их совместной работы в малых группах. И то и другое требует формирования соответствующих способностей

и дисциплины учебной работы, а также выделения возможностей для такой работы в структуре образовательного процесса.

Сегодня VR используется главным образом в компьютерных играх. Нет сомнений, что в ближайшие десятилетия эта технология может заметно повлиять на нашу жизнь. Хорошие виртуальные игры, конечно, захватывают пользователя. Но можно ожидать, что виртуальные занятия, связанные с формированием естественно-научной картины мира, навыков общения на иностранных языках, выработкой исторического мышления, глубоким пониманием литературных текстов и достижением других традиционных и новых целей общего образования, будут также увлекательны и результативны.

2.3. Технология блокчейн в образовании

Составной частью образовательного процесса являются итоговое и промежуточное оценивания — экзамены, квалификационные работы и другие учебные мероприятия, в ходе которых обучаемые демонстрируют свои учебные достижения (знания, умения, навыки, квалификации). Здесь нужен надежный и безопасный способ фиксации, хранения и использования полученных результатов. Учебные заведения и аттестационные центры, проводящие такие мероприятия, используют специальные процедуры и имеют работников, которые оформляют экзаменационные документы и выдают бумажные сертификаты. В цифровой образовательной среде можно отказаться от бумажных документов и воспользоваться технологией блокчейн [Watters, 2016].

2.3.1. Технология блокчейн

Блокчейн (blockchain) — это цифровой реестр, распределенный цифровой «гроссбух». Он представляет собой один из видов децентрализованной сетевой технологии хранения данных, которая основана на записи синхронизированных цифровых

транзакций в узлах компьютерной сети, разбросанных по всему миру. Блокчейн позволяет любому количеству участников создавать безопасную сеть, в которой программы и информацию практически невозможно подделать или уничтожить.

Блокчейн можно характеризовать как распределенную базу данных, обеспечивающую неизменяемую, общедоступную (при необходимости) запись цифровых транзакций. Каждый блок объединяет серию транзакций; каждая из транзакций зафиксирована по времени поступления. Все блоки включены в реестр (гроссбух), или блокчейн. Каждый блок заверен электронной подписью. Каждый блок ссылается на предыдущий блок в цепочке, и эта цепочка может быть прослежена вплоть до самого первого блока. Таким образом, блокчейн — это цепочка неизменяемых (нередактируемых) зарегистрированных записей обо всех выполненных транзакциях.

Блокчейн — технология хранения данных, которая основана на создании распределенного реестра, была предложена для работы с цифровой валютой биткоин. Данная технология гарантирует безопасный и недорогой способ хранения записей в цифровом формате, а также контроля за их изменениями. Чтобы добавить новый элемент, нужно обладать соответствующими правами или выполнить некоторый набор действий. Сам блокчейн — это цепочка блоков данных (тексты, изображения, видео, программные приложения), которые связаны друг с другом и хранятся в виде идентичных копий на множестве различных компьютеров.

К главным достоинствам технологии блокчейн [Grech, Camilleri, 2017] относят ее способность формировать у пользователей:

- уверенность в себе (они имеют возможность публично заявить о себе и в то же время контролировать и управлять доступом к накапливаемой информации и персональным данным);

- доверие к ней (технология дает уверенность пользователям в выполняемых ими операциях и их результатах, включая платежи и выдачу сертификатов);
- ощущение прозрачности ее работы (пользователь, осуществляющий транзакцию, уверен, что все адресаты получат к ней доступ);
- ощущение стабильности (все записи хранятся неограниченно долго, и изменить их невозможно);
- чувство самостоятельности (для управления транзакциями или ведения записей не нужен центральный контролирующий орган).

Технология блокчейн была разработана специально для открытой передачи прав и активов. Здесь пользователи могут непосредственно взаимодействовать без какого-либо посредничества третьей стороны.

Блокчейн может с успехом применяться в сфере образования для формирования цифрового портфолио хранения аттестатов и дипломов, экзаменационных и творческих работ, результатов экзаменов и образовательных достижений (тексты выполненных контрольных работ, видеозаписи с выступлениями экзаменуемых и проч.) в виде уникальных цифровых записей в распределенной базе данных. Блокчейн позволяет демонстрировать хранящиеся здесь результаты и творческие работы всем, кому это необходимо, защищать авторство, подавать заявки на изобретения и получать признание.

Ценность этой технологии для образования состоит в том, что она гарантирует надежность и безопасность, а сами записи могут содержать разные типы данных. Например, с помощью блокчейн можно хранить информацию об экзаменах, выданных дипломах и сертификатах вместе с информацией о том, кто и когда их проводил или выдавал. Таким образом, бумажный документ теряет свою уникальность — здесь все желающие могут незамедлительно, не обращаясь к архивам выдавшей его организации, убедиться в его подлинности и получить его заверенную копию.

Некоторые образовательные программы и организации уже начали использовать вместо бумажных удостоверений об успешном окончании учебы цифровые удостоверения (бейджи). Цифровые удостоверения можно включить в блокчейн, что повысит их доступность и защиту от подделок. Блокчейн можно использовать и в качестве портфеля личных достижений. Каждый может добавить к своей записи выполненную им работу, литературное произведение, научную статью, описание изобретения.

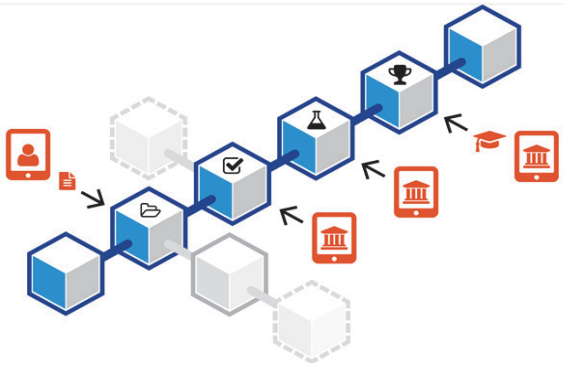
Еще одна широко обсуждаемая возможность, которая особенно важна для университетов, где ведется научная работа, — разрешить системе обмен репутационными транзакциями работников, которые подобны денежным транзакциям. Например, для создания «репутационной валюты» каждая организация или отдельные лица могут сначала получить безвозмездный кредит и внести его в собственный репутационный фонд. Размер этого фонда будет зависеть от их репутационного статуса: места в рейтингах, получения престижных премий (скажем, Нобелевской премии или премии Филдса) и проч. Они могут распоряжаться своим репутационным фондом, делясь частью своей репутации с коллегами, учениками и другими людьми или другими организациями, чью профессиональную и/или человеческую репутацию они хотят улучшить. Организации и отдельные лица могут увеличить размер своего репутационного фонда за счет репутационных взносов организаций или коллег, которые признали их заслуги, за счет взносов за победы на открытых конкурсах, за успешное завершение работ по грантам и т.п.

Такие записи может прочесть каждый, а значит, каждый может видеть, каким образом человек (или организация) приобрели свою репутацию. Правила назначения и определения размеров репутационных взносов (создания репутационной валюты) могут согласовываться всеми членами сообщества и утверждаться на основе консенсуса.

Предлагаемая различными авторами идея приобретения и раздачи репутационной валюты сегодня вполне реализуема. Аналогичные механизмы успешно используются такими успешными компаниями, как Airbnb или Uber. Все необходимые технологии уже опробованы за последние десятилетия теми, кто занимается интернет-обучением, ранжированием педагогов и учащихся, отслеживанием научного вклада и т.п. Использование технологии блокчейн позволяет сделать эту работу более открытой и обозримой и тем самым расширить ее масштабы.

Внедрение данной технологии в образование уже началось. Так, корпорация Sony недавно разработала систему, которая применяет технологию блокчейн для решения задач в образовании [Sony..., 2017]. Эта система обеспечивает взаимное использование сведений об образовательных достижениях и записей о результатах деятельности участников сети открытым и безопасным способом. Она интегрирует управление данными об образовательных достижениях и их цифровые копии для группы учебных заведений. Система авторизует доступ к информации

Рис. 2.6. Сборка данных в блокчейн и предоставление к ним доступа



Источник: [Sharples et al., 2016].

и надежно защищает ее от несанкционированного доступа. Разработанная Sony система построена на базе IBM Blockchain, а доступ к ней осуществляется через IBM Cloud. Она идентифицирует пользователей, проверяет их права на доступ к данным, предоставляет образовательным организациям программный интерфейс для обработки этих прав.

Сегодня многие образовательные организации используют информационно-управляющие системы (IMS) для учета обучаемых, посещаемости занятий, планирования занятий и работы преподавателей. Одновременно они используют системы управления обучением (LMS), где находятся учебные материалы и задания, а также собираются данные о ходе и результатах учебной работы. Разработанная Sony система дает возможность интегрировать данные из уже действующих систем и других источников. Она позволяет получать сведения об учебных достижениях (оценки, результаты экзаменов и т.п.) обучаемых, делать достоверные цифровые копии для представления информации другим авторизованным пользователям. Кроме того, она дает возможность использовать методы работы с большими данными и искусственного интеллекта для обработки накапливаемой информации с целью совершенствования образовательного процесса и управления учебным заведением.

Цель этой системы — «создать новую инфраструктуру, предоставляя образовательные услуги для глобального использования, выходящие за рамки существующих приложений и сервисов, чтобы позволить всем и каждому легко получить доступ к образованию» [Sony..., 2017].

По мере появления новых разработок технология блокчейн будет приобретать все большее значение для цифровой трансформации образования, объединяя работу различных образовательных организаций, создавая хорошую основу для развития образования. В настоящее время не до конца ясны все возможные способы использования технологии блокчейн для решения

задач образования. Однако уже сейчас можно назвать некоторые из них [Grech, Camilleri, 2017], а именно:

- отказ от «бумажных» сертификатов и переход к цифровым системам их выдачи; любые сертификаты, выданные образовательными организациями (присвоение квалификации, учет достижений и проч.), получат надежную защиту от подделок. Могут появиться системы, позволяющие автоматизировать выдачу наград и поощрений, формирование уровня признания и его передачу, хранение и проверку полной записи формальных и неформальных достижений пользователей на протяжении всей жизни;
- возможность автоматически выдавать и достоверно проверять сертификаты без подтверждения от выдавшей их организации. Такая возможность может быть использована во многих сценариях цифровой трансформации образования (например, для управления интеллектуальной собственностью, отслеживания публикаций и ссылок, автоматического отслеживания применения открытых образовательных ресурсов);
- появление систем управления данными, где в контроль за ними включаются сами пользователи. Это может значительно снизить как затраты образовательных организаций на администрирование данных, так и их ответственность за возникающие здесь проблемы.

Для этого потребуется использовать:

- программное обеспечение с открытым исходным кодом;
- открытые стандарты для хранения данных;
- саморегулируемые решения для управления данными.

Развитие технологии блокчейн в образовании — задача, которую пытаются решать и государственные органы, и бизнес. Существует три принципиальных решения: публичный блокчейн, приватный (частный) блокчейн и смешанный блокчейн [Различия…, 2017].

2.3.2. Сценарии использования технологии блокчейн в образовании

Технологию блокчейн наиболее естественно применять при решении задач, которые отвечают одновременно нескольким требованиям [Greenspan, 2015]. В таких задачах:

- база данных имеет вид бухгалтерской книги (есть список транзакций, который упорядочен по времени и указывает, что, от кого и для кого переведено);
- есть несколько авторов записи (запись в базу данных делают несколько пользователей, находящихся, как правило, в разных местах);
- необходимо осуществлять транзакции при отсутствии доверия (авторы не желают разрешать кому-то другому редактировать свои записи в базе данных);
- необходима дезинтермедиация (участники не желают предоставлять контроль над базой данных какому-либо центральному органу);
- имеет место связанность транзакций (между транзакциями есть взаимозависимость).

Многие задачи в сфере образования отвечают этим требованиям, и использование технологии блокчейн может помочь решать их уже сегодня. Вот некоторые их них.

Защита цифровых сертификатов. Образовательные организации могут выдавать цифровые сертификаты, используя для их хранения публичный блокчейн. Сертификат будет надежно храниться. Упрощается и проверка подлинности сертификата: ее можно будет легко подтвердить, даже если организация, выдавшая сертификат, закрылась. Образовательной организации больше не нужно будет содержать персонал для подготовки справок, подтверждающих выданные дипломы.

Подтверждение легитимности цифровых сертификатов. Образовательные организации могут не только выдавать цифровые сертификаты, скрепляя их своей цифровой подписью, но

и получать на этих сертификатах цифровую подпись организации, которая их аккредитовала. Это позволяет удостовериться, что организация выдала настоящий сертификат, а также убедиться, что она имеет право его выдать. То есть использование блокчейн позволяет автоматизировать проверку подлинности не только самих сертификатов, но и правомочность выдавших их организаций.

Использование блокчейн в образовании сравнительно новая область, и отечественные специалисты пока лишь изучают зарубежный опыт и обсуждают возможные направления использования этой технологии [Молчанов]. Подобно всякой бухгалтерской книге, блокчейн — только инструмент. По-прежнему открытыми остаются вопросы: какие актуальные проблемы образования могут быть решены с помощью этого инструмента, помимо чисто организационных? Какие технологические и идеологические проблемы может создать внедрение этой технологии в образование? Как и всякую технологию, технологию блокчейн можно использовать для достижения разных целей. Будет ли она применима для повышения административного контроля или для улучшения результативности учебного процесса, зависит от нас.

Глава 3

Цифровая трансформация учения и обучения

В этой главе обсуждается трансформация образовательного процесса, которая позволяет максимально использовать образовательный потенциал существующих и перспективных цифровых технологий.

История техники показывает, что все фундаментальные технологические нововведения проходят несколько этапов развития. Сначала они зарождаются в одной из передовых (как правило, узких) сфер человеческой деятельности. Затем область их применения постепенно расширяется, и они начинают вытеснять (замещают) используемые ранее технологические решения. Утвердившись в этой роли, технологическое нововведение находит собственную нишу и начинает влиять на другие технологии, все больше изменять окружающую техносферу, преобразовывать повседневную жизнь людей. Подобным образом на наших глазах развивается и цифровая трансформация образования.

Цифровую трансформацию образования можно определить, как системное обновление в быстро развивающейся цифровой образовательной среде требуемых образовательных результатов, содержания образования, организационных форм и методов учебной работы, оценивания образовательных результатов, направленное на (1) подготовку обучающихся к жизни и деятельности в условиях цифровой цивилизации; (2) использование потенциала цифровых технологий для повышения эффективности образовательного процесса (рис. 3.1).

Цифровая трансформация направлена на достижение требуемых образовательных результатов и всестороннее развитие *каждого* обучающегося. В этой главе мы кратко рассмотрим основные составляющие (см. рис. 3.1) этого весьма сложного, трудоемкого и длительного процесса, а также обозначим новые задачи, которые возникают в ходе его развития.

Рис. 3.1. Цифровая трансформация как системное обновление составляющих образовательного процесса в цифровой среде

3.1. Цифровая трансформация образования как системный процесс

Системное обновление[1] ожидаемых обществом образовательных результатов и содержания образования, методов и организационных форм учебной работы означает, что их обновление происходит в комплексе, системно. Иными словами, изменения каждой из составляющих увязаны между собой, взаимно дополняют и поддерживают друг друга.

При разработке и реализации традиционных программ развития образования требования системности (учет всех взаимодействующих составляющих) и синергичности (их взаимного усиления для достижения необходимого результата) не всегда выполняются.

Например, в действующем Федеральном государственном образовательном стандарте в качестве одного из важнейших результатов образовательной работы зафиксировано требование об освоении учащимися способности самостоятельно учиться. Предложены методы выполнения этой работы. Однако процедуры ее выполнения, распределение ответственности за ее отдельные составляющие между потенциальными исполнителями (учителями, наставниками, воспитателями или тьюторами) и показатели результативности их работы не определены достаточно четко. Более того, отсутствуют даже попытки разработать процедуры, которые позволят оценить, сформирована ли вообще у учащихся способность учиться. Отсутствуют процедуры проверки достижения учащимися установленного Стандартом результата (например, в ходе ЕГЭ). Таким образом, организационно работа по освоению заявленной в Стандарте способности самостоятельно учиться, которая критически важна для буду-

[1] Системное обновление — обновление, происходящее в результате согласованного воздействия нескольких факторов, которое существенно превосходит сумму воздействий этих факторов по отдельности.

щих участников цифровой экономики (или экономики знаний), не обеспечена. Требуемый результат невозможно предъявить, оценить, принять меры, чтобы его улучшить.

Другой пример — обучение с учетом индивидуальных особенностей и интересов учащихся, важность которого декларирует не только ФГОС, но и Федеральный закон «Об образовании». При необходимости педагоги могут найти варианты описания образовательных результатов с различными уровнями углубленного изучения материала, обратиться к разным учебникам и методическим разработкам, где представлено соответствующее содержание обучения и описаны методы учебной работы. Однако для систематической разноуровневой работы учащихся приходится, как правило, организовывать специализированные школы или классы. При попытках организовать такую работу в обычном классе учителя сталкиваются с серьезными трудностями. Среди них: недостаточное количество методических средств и инструментов для индивидуализации работы учащихся, ограниченные возможности педагога контролировать и поддерживать такую работу в общем пространстве класса, отсутствие легитимной разноуровневой оценки образовательных результатов и др.

Цифровая трансформация образования должна помочь в решении подобных проблем. В ходе ее реализации могут быть созданы (в том числе с использованием технологий искусственного интеллекта), отработаны и широко внедрены цифровые инструменты и сервисы, которые позволят:

- дополнить зафиксированные действующим Стандартом образовательные результаты новыми, явно описанными и надежно проверяемыми, например, универсальными компетентностями [Фрумин и др., 2018];
- обновить осваиваемое учащимися содержание учебных областей, с учетом реалий цифровой экономики, требований межпредметности (в связи с быстрой интеграцией научных областей) и готовности к жизни в технологиче-

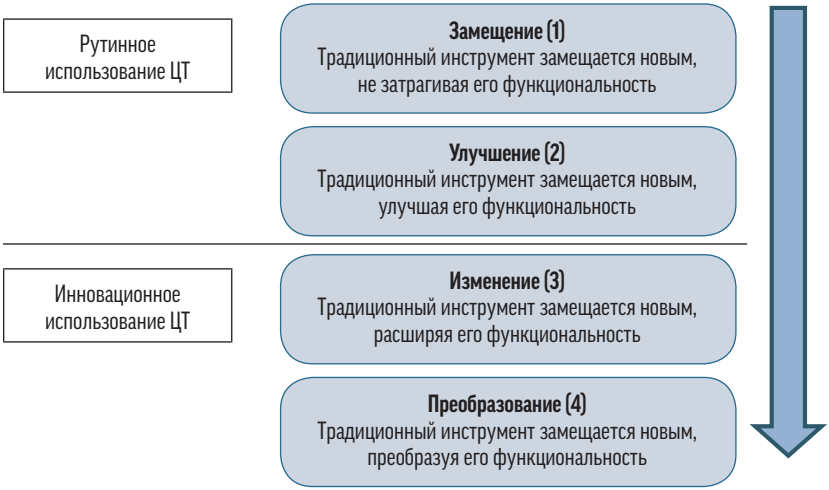
ски насыщенной среде (распространение «интеллектуальных» инструментов, средств виртуальной реальности и Интернета вещей);
- расширить спектр методов и инструментов учебной работы, повышая тем самым ее эффективность и экономя время участников образовательного процесса;
- дифференцировать и комбинировать различные формы организации учебного процесса, обеспечивая достижение требуемых образовательных результатов всеми обучаемыми и предоставляя им возможности для развития и удовлетворения своих познавательных интересов;
- шире использовать критериальное оценивание учебных достижений обучаемых в ходе формирующего и констатирующего оценивания.

Среди обязательных условий успеха данной работы — ее системность и синергичность.

3.2. Четыре уровня изменений педагогической практики с использованием ЦТ

Важной составной частью цифровой трансформации образования являются изменения педагогической практики, которые делают возможным внедрение ЦТ в учебный процесс. Сегодня мы хорошо знаем, что такие изменения могут качественно различаться. В зависимости от степени изменений приняты четыре уровня внедрения ЦТ в учебный процесс. Цифровые технологии могут использоваться как на уровнях «Замещение» традиционных педагогических инструментов и их «Улучшение», так и на уровнях «Изменение» и «Преобразование» педагогической практики (рис. 3.2). За рубежом такое деление уровней внедрения ЦТ в учебный процесс обычно называют моделью SAMR (The Substitution Augmentation Modification Redefinition Model). Рассмотрим эту модель подробнее.

Рис. 3.2. Четыре уровня изменения педагогической практики, благодаря внедрению ЦТ



(1) *Замещение.* На первом уровне традиционный инструмент/средство учебной работы замещается новым (цифровым). При этом изменение функциональности[2] цифрового инструмента по сравнению с исходным оказывается минимальным, а педагогическая практика, по сути, не меняется.

Пример замещения: переход от чтения текста в напечатанном учебнике к чтению его на экране компьютера (планшета, смартфона и т.п.). Это голая, прямая замена листа бумаги на экран компьютера. Возникает вопрос, что мы выиграем, заменив традиционные инструменты цифровыми. Возможно, стоимость электронного учебника ниже, чем бумажного, его проще обнов-

[2] Функциональность (в технологии и программном обеспечении) — набор возможностей (функций), которые предоставляет данный инструмент, система или устройство. Инструменты часто получают название по набору своих функций (функциональности). Например, «текстовый процессор» или «мультимедийный проектор».

лять и т.п. Однако в подобных случаях часто проще обходиться без цифровых инструментов, пользуясь ручкой и бумагой.

(2) *Улучшение*. На втором уровне традиционный инструмент/средство учебной работы тоже замещается новым (цифровым). В этом случае функциональность нового инструмента улучшается по сравнению с функциональностью предыдущего инструмента (например, он становится удобнее, проще и т.п.), что позволяет обогатить педагогическую практику, расширить ее возможности.

Пример улучшения: переход от демонстрации материала на бумажных плакатах к демонстрации его с помощью мультимедийного проектора, который значительно расширяет возможности его наглядного представления. Выигрыш состоит в том, что работа нередко упрощается, появляется возможность повысить производительность учебного труда без каких-либо изменений в методике и организации учебной работы.

(3) *Изменение*. На третьем уровне традиционный инструмент/средство учебной работы тоже замещается новым (цифровым). Но при этом его функциональность существенно расширяется, что позволяет заметно улучшить педагогическую практику. Появляется возможность решать с его помощью более широкий спектр задач, и традиционный перечень задач учебной работы расширяется. Цифровые технологии дают возможность по-новому формулировать и решать традиционные задачи.

Пример изменения: учащиеся создают мультфильмы и «цифровые повествования», готовят презентации не только для отчета о проделанной работе, но и для обучения одноклассников, демонстрации родителям, для размещения в сети и т.п. Здесь начинается переход от технического усовершенствования к преобразованию учебной работы. Это не просто замена или улучшение традиционной работы. Для использования дополнительной функциональности требуется изменять план и методику проведения занятий. Появляется возможность достигать

новых результатов. В приведенном примере это не только взаимное оценивание и анализа того, что было сделано, но и развитие навыков цифровой коммуникации.

(4) *Преобразование*. На четвертом уровне функциональность новых (цифровых) инструментов/средств учебной работы не просто заметно расширяется, но и становится качественно другой по сравнению с функциональностью традиционных инструментов. Здесь цифровые технологии позволяют делать то, что ранее было невозможно, создают условия для решения таких задач, которые нереально решить без их применения.

Пример преобразования: представив сообщение о здоровом питании в группе и получив отзывы от одноклассников, учащиеся могут использовать Интернет для связи с партнерами из других регионов страны, чтобы увидеть, как региональные различия влияют на представление о здоровом питании. На следующем шаге они могут в режиме реального времени пообщаться с учащимися из другой страны, чтобы выявить общее и различие между образом жизни и традициями здорового питания людей на нашей планете. Другой пример: переход к персонализированной организации учебной работы, в рамках которой цифровые инструменты, адаптивные цифровые учебные материалы, информационные системы для поддержки работы наставников/воспитателей/тьюторов и гибкого формирования индивидуальных планов учебной работы позволяют организовать работу без отстающих. Такие инструменты помогают строить индивидуальные образовательные траектории, подбирать учебный материал с учетом интересов и возможностей каждого учащегося.

Внедрение ЦТ на уровнях 1–2 может облегчить учебную работу, но фактически не меняет образовательный процесс. Использование ЦТ носит здесь рутинный характер и, как показывает опыт, не ведет к заметным улучшениям образовательных результатов и их обновлению.

Внедрение ЦТ на уровнях 3–4 предполагает изменение образовательного процесса. Здесь ЦТ позволяют решать нерешаемые ранее задачи (например, доказательно формировать у обучаемых компетенции XXI в., целенаправленно развивать способности к самостоятельной учебной работе, к продолжению образования на протяжении всей жизни). Такие изменения могут привести к заметному повышению доли обучающих, которые демонстрируют высокие традиционные образовательные результаты, а также формированию универсальных компетентностей и развитию личностного потенциала каждого обучаемого. Именно такие преобразования находятся в центре цифровой трансформации образования.

Раньше птицы сидели на телефонных проводах. Теперь они сидят на антеннах. Сделан новый шаг в освоении цифровых технологий!

Наблюдатель ☺

Сегодня в нашей стране внедрение ЦТ, как правило, происходит лишь на уровнях 1–2. Трудно ожидать, что они приведут к радикальному повышению качества образования и достижению новых образовательных результатов. Мы не ставим под вопрос ценность аргументированного внедрения ЦТ на уровнях «Замещение» и «Улучшение». Соответствующие новации, будучи педагогически осмысленными, помогают повысить эффективность образовательного процесса. Однако именно широкое распространение рутинного использования ЦТ (на уровнях 1–2) порождает у многих педагогов мнение, будто ЦТ неспособны помочь качественному улучшению образовательной практики.

Примером может служить решение о массовой разработке и использовании МУКов, которые должны *заменить* (или *улучшить*) традиционные лекционные курсы, уменьшить расходы и повысить качество профессионального образования. Другой пример — переход на электронные дневники, которые воспро-

изводят традиционный дневник ученика. Здесь, как и прежде, доминирует установка на рутинное использование ЦТ («Замещение», «Улучшение»), а не на решение новых образовательных задач обновления содержания и радикального повышения результативности образовательного процесса («Изменение», «Преобразование»). Без изменения этой установки потенциал ЦТ не будет в достаточной мере использован.

Среди сотен тысяч педагогов всегда есть очень талантливые люди, глубокие профессионалы, настоящие подвижники, которые готовы тратить существенные усилия на освоение новых технологий, использовать их в работе, зачастую качественно изменяя свою педагогическую практику. Например, в начале 90-х годов прошлого века педагог 67-й московской школы, заслуженный учитель А.А. Чеботарев коренным образом перестроил свой факультативный курс электроники после того, как в его распоряжении оказались первые отечественные персональные компьютеры БК-0010, превратив его в курс автоматизированных систем научных исследований. Его ученики осваивали разработку компьютерных интерфейсов для оцифровки и работы с внешними источниками различных сигналов, разрабатывали необходимые компьютерные программы и проводили исследования окружающей среды. Он полностью использовал функциональность имевшихся в его распоряжении средств ЦТ. Традиционные инструменты курса электроники были дополнены новым, который преобразовал их функциональность (4-й уровень по SAMR) и позволил школьникам осваивать материал, в то время доступный лишь работникам исследовательских лабораторий. Одновременно с этим, он широко использовал имеющиеся компьютеры и на уровнях «Улучшение» и «Изменение» (проведение лабораторных работ в кабинете физики, демонстрация учащимся видеофрагментов в ходе уроков и т.п.), что соответствует уровням 2–3 по SAMR. Школа знает немало примеров того, как выдающиеся педагоги успешно внедряли ЦТ

в свою работу, преодолевая как финансовые, технологические и методические, так и различные организационные барьеры. Педагоги, активно использующие проблемные задания, обучение на основе проектов, смешанное обучение, говорят о ЦТ как о критически важном средстве своей повседневной работы [Shear et al., 2011; Krutov et al., 2012; OECD, 2015]. Системность и синергичность изменений в образовательном процессе — главный признак перехода от «использования компьютеров в образовании» (1–2 уровни по SAMR) к трансформации образовательного процесса с использованием ЦТ (к цифровой трансформации), что соответствует 3–4 уровням. ЦТ позволяли им повысить результативность учебной работы в своем классе. Однако эти примеры — исключения, которые подтверждают другое правило. Как показывает международное исследование ITL, в котором принимали участие и российские педагоги, распределение инновационного использования ЦТ внутри школ мало отличается от такого распределения между школами [Krutov et al., 2012]. В обоих случаях такие примеры единичны, что говорит об отсутствии налаженных механизмов распространения подобных инноваций как внутри школы, так и между школами.

По мере насыщения окружающей среды цифровыми технологиями все больше педагогов в нашей стране и за рубежом начинают систематически использовать их в учебном процессе. Однако в большинстве случаев это происходит на уровнях 1–2 SAMR, где мало сказывается на результативности образовательного процесса. Безусловно, внедрение ЦТ на этих уровнях также является шагом вперед, позволяет педагогам и учащимся осваивать и развивать полезные навыки использования ЦТ, хотя и не дает существенной отдачи в образовательных результатах. Однако массовый переход к использованию ЦТ на уровнях «Изменение» и «Преобразование» не происходит сам по себе как результат повышения доступности ЦТ. Например, по данным недавнего опроса [Vega et al., 2019], в США, где школы насыщены

ЦТ и около 95% учителей используют их на уроках, более 60% из них на компьютерах демонстрируют видео с YouTube. И лишь 25% учителей используют ЦТ как инструменты самостоятельной (продуктивной) работы учащихся, хотя 73% уверены, что эти инструменты — самое эффективное средство для вовлечения учащихся в учебу.

Как показывает международный опыт, без системных изменений (цифровой трансформации), которые требуют вовлечения всех работников школы, учащихся, родителей и местного сообщества, переход от единичных успехов использования ЦТ к улучшению работы массовой школы на их основе невозможен. Цифровая трансформация помогает перестроить образовательный процесс таким образом, чтобы он в полной мере отвечал современным представлениям об эффективной учебной работе [National Academies..., 2018] и позволял формировать компетенции, необходимые для жизни в информационном обществе.

3.3. Обновление ожидаемых образовательных результатов в условиях цифровой трансформации

В новейшей истории представление о том, что есть «образованный человек, готовый к полноценной жизни в обществе», непрерывно меняется. Сегодня все признают два существенных факта: содержание общеобразовательных дисциплин должно меняться, отражая цивилизационные изменения, и овладения содержанием общеобразовательных дисциплин недостаточно. Помимо базовой грамотности (умения читать, писать и считать) и предметных знаний от каждого образованного человека сейчас требуется умение сотрудничать, способность к творчеству и решению нестандартных задач, настойчивость, любопытство, инициативность и проч. Эти требования часто называют образовательными результатами XXI в. Состав и содержание этих ре-

зультатов еще не до конца устоялись — предприниматели, практики образования и исследователи ведут горячие дискуссии, создавая новые и новые списки обязательных знаний, навыков, компетентностей (например, проекты AT21CS, ESCO Skills Hierarchy for Transversal Skills, Framework for 21st Century Learning, OECD "Education 2030") [National Research Council, 2012; Уваров, 2014; The Economist, 2015; enGauge]. Результатом большого международного проекта «Универсальные компетентности и новая грамотность: от лозунгов к реальности» [Фрумин и др., 2018] стало обобщение этих исследований и предложение простой рамки, в которой основными составляющими являются новая грамотность и универсальные компетентности. Новая грамотность добавляет к традиционным умениям писать, читать и считать обязательные навыки работы с информацией в цифровой форме, а также новые обязательные для всех знания. Универсальные компетентности включают три больших блока метапредметных навыков: мышление для решения задач, взаимодействие с другими людьми, взаимодействие с собой. Несмотря на то что дискуссия о составе образовательных результатов XXI в. продолжается, во многих странах быстро растет понимание их важности. Ведется разработка инструментов для их оценивания. Как подчеркнуто в материалах Всемирного экономического форума [New Vision..., 2015], в условиях цифровой экономики эти образовательные результаты должны быть достигнуты каждым человеком. (Перечень требований к ним представлен в табл. 3.1 (см. с. 226) [Ibid.].)

В ближайшие годы работникам образования предстоит многое сделать, чтобы согласовать требования к новым универсальным компетентностям, стандартизировать их определения, интегрировать с существующими целями, выработать индикаторы и разработать процедуры и инструменты для их оценивания, которые пригодны для широкого использования. Новые цифровые инструменты, применяющие методы искусственного

интеллекта и виртуальной реальности, делают эту сложнейшую и невозможную ранее задачу выполнимой.

Чтобы осуществить цифровую трансформацию образования, помимо описания новых образовательных результатов, необходимо уточнить и переосмыслить, в частности, традиционные составляющие общей и математической грамотности.

Например, включение теории логарифмов в программы математического образования было связано с их использованием при проведении вычислений. Еще полвека назад логарифмические таблицы и линейка были важными инструментами исследователя и инженера. Сегодня они не используются, однако эта тема осталась в курсе математики. Конечно, как и большинство математических теорий, теория логарифмов имеет не только практическую ценность. Так, логарифмическая спираль — интересный феномен, который можно увидеть в природе. Но является ли эта тема ключевой для изучения современной математики?

Другой пример — тригонометрические преобразования. В свое время способность выполнять соответствующие расчеты имела большое практическое значение. Сегодня для этого повсеместно используются ЦТ. Разработка соответствующих методов расчета стала задачей небольшой группы специалистов. Как и в каком объеме должна быть представлена тригонометрия при современном обучении математике? Какие важные способности человека здесь формируются? В какой мере запрос на них изменяется вследствие распространения ЦТ?

В настоящее время подобные вопросы возникают в процессе обсуждения образовательных результатов, а также способов оценивания их освоения при изучении как математики, так и многих других учебных дисциплин. Например, во многих странах в курсе математики придается большое значение логике и алгоритмике, курс изобразительного искусства заменяется курсом цифрового дизайна. Практически во всех развитых

странах в последние годы прошло радикальное обновление курса технологий.

Итак, необходимость наличия способности учащихся к анализу систем, распространение идей и методов процессного управления, увеличение числа рабочих мест, где требуются умения ставить задачи и формализовать методы их решения, — все это свидетельствует о необходимости переопределить традиционные цели в ходе цифровой трансформации образования. Повсеместное внедрение цифровых инструментов, использующих методы искусственного интеллекта, делает эту работу особенно актуальной.

3.4. Содержание образования: учебный материал и структура программ

Содержание образования традиционно отождествляется с содержанием учебника. И пока учебник оставался основным, а зачастую и единственным источником учебной информации, такое понимание содержания образования было приемлемо. Однако сегодня учащимся и педагогам доступно множество конкурирующих источников оцифрованной информации, которую можно рассматривать как учебную. Цифровые источники, доступные через Интернет, насчитывают сотни тысяч образовательных материалов, и их количество постоянно растет, в том числе за счет разработок самих педагогов. Появляется реальная возможность подбирать учебные материалы с учетом индивидуальных особенностей и потребностей учащихся, дифференцировать их учебную работу, добиваться полноценного достижения каждым из них требуемых образовательных результатов. Такой подход мы называем подходом, ориентированным на результат. Здесь основным средством фиксации содержания образования становятся детальные требования к образовательным результатам — нормативы образовательных достижений (НОД). Педаго-

гический коллектив самостоятельно определяет и утверждает нормативы для каждого учебного курса (предметной области) с учетом действующих федеральных образовательных стандартов, региональных нормативов и местных условий. НОД лежат в основе учебных курсов.

Опишем возможную структуру такого курса, который строится на требованиях к образовательным результатам [Водопьян, Уваров, 2016]. Курс состоит из учебных модулей (рис. 3.3), каждый из которых, в свою очередь, включает несколько блоков содержания, которое представлено на базовом, расширенном и продвинутом уровнях. Со всеми блоками связаны образовательные результаты, которые задаются операционально согласно требованиям педагогического дизайна (с понимаем того, как их формировать и проверять). Каждому блоку соответствует набор учебных материалов и заданий для формирующего и итогового контроля. Контрольные задания разрабатываются для каждого учебного результата, зафиксированного в НОД. Учебная работа над отдельным блоком завершается оценкой успешности достижения запланированных в нем учебных результатов. Это позволяет объективно фиксировать прогресс учебной работы каждого обучаемого и гарантировать достижение им запланированных учебных результатов. НОД разрабатываются для всех изучаемых тем по всем предметам учебного плана. Чтобы иметь возможность дифференцировать учебную работу обучаемых, каждый образовательный результат задается на нескольких уровнях: базовом (обязательном для всех), расширенном (углубленная подготовка) и продвинутом (для желающих).

Учебный курс из нескольких модулей можно изобразить в виде многоступенчатой лестницы (рис. 3.4).

Высота каждой ступени отображает ожидаемый учебный результат. Глубина ступени характеризует время, необходимое учащемуся для достижения этого результата. Ширину ступени можно связать с объемом осваиваемого учебного материа-

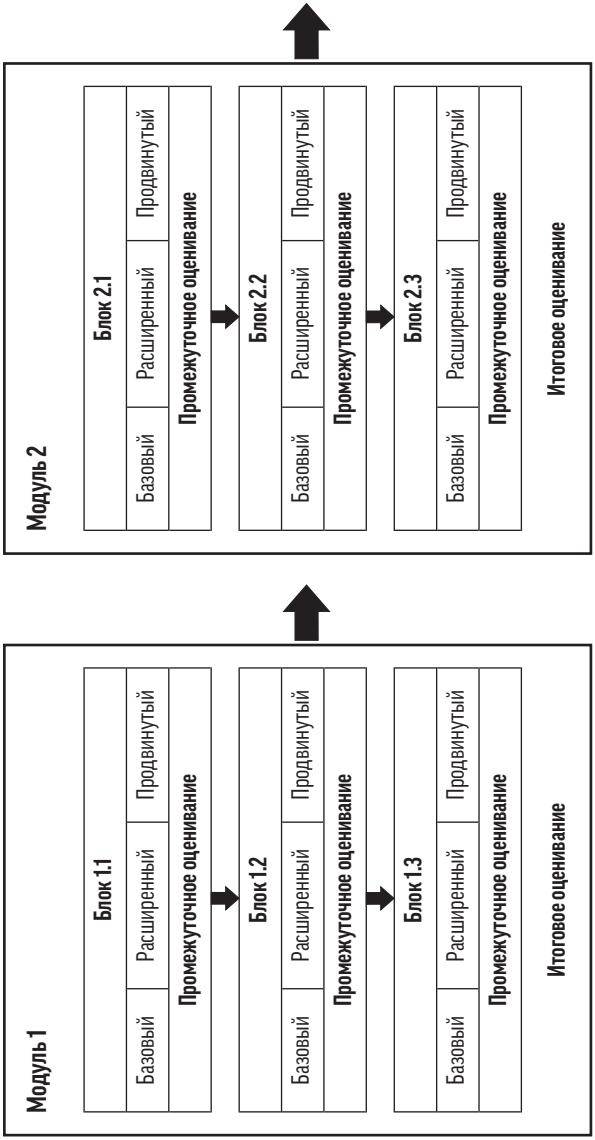
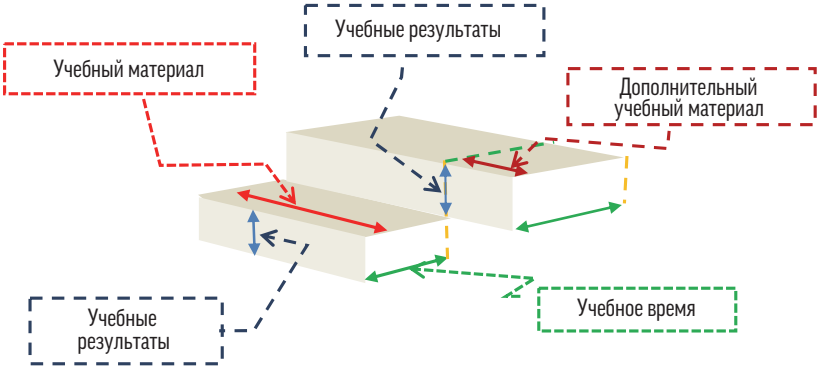


Рис. 3.3. Структура модулей учебного курса

Рис. 3.4. Ступени модуля учебного курса

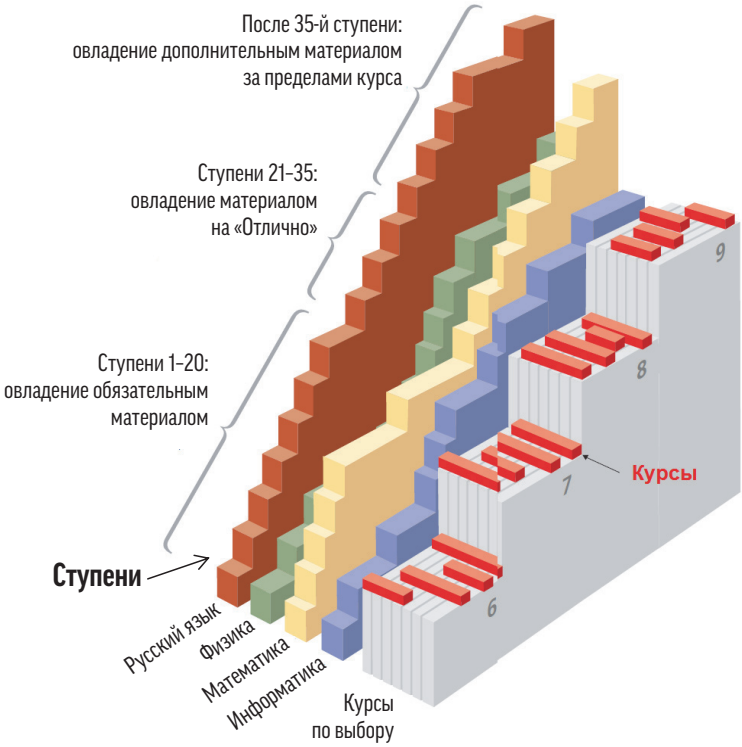


ла. Ступени лестницы курса могут отличаться друг от друга по любому из этих параметров. Например, ступени базового, расширенного и продвинутого уровней каждого блока различаются по своей ширине: для базового уровня она минимальна, для продвинутого — максимальна. Тем самым программа курса сохраняет единство, а учебная работа и ожидаемые результаты отдельных школьников могут дифференцироваться.

Учащиеся могут осваивать материалы каждого модуля на базовом, расширенном и продвинутом уровнях. Это позволяет учесть интересы каждого и дифференцировать их учебную работу. Подобная дифференциация не абсолютна: учащийся может освоить один модуль курса на одном уровне, а другой — на другом в зависимости от того, в какой мере его заинтересовал тот или иной учебный материал.

Таким образом, в обязательном для всех курсе учащиеся осваивают один и тот же набор учебных блоков, но каждый учащийся может выбрать свой уровень их изучения. На рис. 3.5 показано, как содержание отдельных курсов (обязательных и факультативных) складывается в единую учебную программу, которая позволяет дифференцировать работу отдельных обучаемых.

Рис. 3.5. Ступени учебной программы



Совокупность всех ожидаемых образовательных результатов, которая привязана к учебным курсам и образует систему НОД, определяет содержание учебной работы. НОД фиксируют не только абсолютные результаты (например, «умеет самостоятельно доказать теорему Пифагора»), но и относительные, т.е. приращение по отношению к предыдущему результату. НОД разрабатываются для каждой изучаемой темы по всем (обязательным и факультативным) дисциплинам учебного плана, причем каждый результат фиксируется на базовом, расширенном и продвинутом уровнях.

С помощью НОД устанавливается прямая связь между требованиями Федерального государственного образовательного стандарта, региональными и местными установками, планируемыми результатами обучения и необходимыми для этого учебными материалами. Все это определяет содержание обучения (осваиваемые знания, формируемые умения и навыки, а также компетенции). Основу для такой структуризации содержания образования задают процедуры педагогического дизайна.

Сегодня специальная работа над НОД практически не ведется ни в учебных заведениях, ни в издательствах учебной литературы, ни в методических центрах. Требования к результатам обучения формально и обобщенно фиксируются в образовательных программах. Они не всегда известны и понятны обучаемым, не жестко соотносятся с заданиями, которые предлагаются при проведении Государственной итоговой аттестации (ГИА), включая ЕГЭ. Образовательные результаты различных учебных дисциплин также слабо согласуются между собой и по содержанию, и по планируемому времени их достижения. Это хорошо известно всем, кто сталкивается с вечной и неразрешимой на уровне разработчиков типовых программ проблемой межпредметных связей. Описание этих результатов, как правило, не операционализировано. Они не оказывают заметного влияния на отбор учебного материала. Учителя сами на основе опыта и интуиции отбирают этот материал. Либо его отбор нередко берут на себя руководители образования, требуя вести учебную работу по утвержденному ими учебному пособию.

Ситуацию можно изменить, если перейти к систематическому использованию процедур педагогического дизайна на основе НОД при разработке планов учебных занятий, существенно изменив практику такого планирования. Цифровая информационная среда образовательной организации способна помочь им подобрать требуемые материалы из множества имеющихся

с учетом условий учебной работы и особенностей обучаемых. Освоение педагогического дизайна всеми разработчиками учебных материалов, методистами и педагогами — одна из важнейших задач цифровой трансформации образования.

Другая важнейшая задача — подготовка качественных учебных и методических материалов. В настоящее время наиболее эффективное ее решение [Orr et al., 2015] состоит в поддержке разработки и использования открытых образовательных ресурсов — ООР (open educational resources — OER)[3]. ООР охватывают самый широкий спектр образовательных продуктов (в том числе рисунки и учебные карты, методические материалы, учебники, аудио- и видеоресурсы, мультимедийные и другие материалы, которые предназначены для использования в образовательном процессе). ООР распространяются, как правило, через Интернет. Нередко их создают и распространяют также коммерческие организации. К ООР относятся все образовательные ресурсы, которые подготовлены авторами в соответствии с лицензией Creative Commons[4]. Они бесплатны, их можно свободно копировать, дополнять, изменять, использовать в составе других материалов без каких-либо ограничений, всегда доступны всем преподавателям и учащимся. К таким материалам относятся, например, цифровые образовательные ресурсы, разработанные в России в рамках федеральных проектов и описанные в первой главе[5].

Таким образом, при разработке учебных программ и отдельных занятий педагоги начинают ориентироваться не столько на

---

[3] Идея открытого доступа к информации связана с идеалами Просвещения, в соответствии с которыми знание — общественное благо и должно быть доступно всем. Поэтому все материалы научных исследований, выполненных на общественные средства, традиционно являются открытыми и по закону доступны каждому.

[4] См.: <https://creativecommons.org/licenses/?lang=ru>.

[5] См.: <http://school-collection.edu.ru/>.

материалы тех или иных учебников, сколько на широкое многообразие общедоступных учебно-методических материалов и ресурсов (включая цифровые инструменты, симуляторы, тренажеры, обучающие игры и т.п.).

Многие влиятельные международные организации склонны считать создание и распространение ООР одной из приоритетных задач руководителей образования [Orr et al., 2015]. Если ООР недостаточно, а учебные заведения еще не включились в их разработку и использование, руководители образования могут стимулировать и поддержать этот процесс, спонсировав их разработку и создав цифровое хранилище для их размещения. В Москве в рамках проекта «Московская электронная школа» (МЭШ) уже предпринимают усилия в этом направлении.

Доступность ООР еще не гарантирует, что они будут задействованы. Сами по себе инновационные материалы бесполезны, если в учебных заведениях нет условий для изменений традиционно организованного образовательного процесса, если педагоги не имеют возможности получить необходимую дополнительную профессиональную подготовку, и эта подготовка не встроена в систему их непрерывного профессионального развития.

Для подготовки высококачественных ООР нужны соответствующие условия. Сегодня у педагогов они, как правило, отсутствуют. От образовательных организаций требуются значительные организационные усилия, чтобы такие условия создать и поддерживать, прежде чем отдача от ООР станет очевидной. От них требуется также разработать и ввести в действие процедуры оценки качества появляющихся ООР. Тогда эти ООР можно будет рекомендовать для широкого использования.

В настоящее время в России практика разработки учебно-методических материалов (прежде всего цифровых, которые в полной мере используют потенциал современных ЦТ, методов ИИ и виртуальной реальности) далека от требований времени. Издательства предлагают школам электронные учебники, кото-

рые, согласно требованиям Министерства просвещения, делаются на основе PDF-версий ранее утвержденных традиционных бумажных изданий. Дополнительные возможности таких цифровых материалов ограничиваются некоторыми улучшениями (уровень 2 по модели SAMR), что заведомо ограничивает их возможности и не может служить основой для цифровой трансформации образования.

Работникам управления, педагогам и родителям предстоит расстаться с уходящей в прошлое моделью единого бумажного учебника и осознать необходимость перехода к принципиально новым цифровым учебно-методическим комплексам (ЦУМК), которые будут интегрировать в себе не только доступ ко всем доступным цифровым учебным материалам, но также богатому набору самоучителей (использующих в том числе методы ИИ для адаптации к индивидуальным характеристикам учащихся), общепользовательских и специализированных цифровых инструментов, симуляторов, тренажеров, компьютерных игр и встроенных образовательных сервисов (в том числе таких, как упомянутые выше Alexa и Squirrel AI).

Нужна централизованная поддержка проектов наподобие начатого Гарвардским университетом LabXchange [Lue, 2019], а также исследований (в том числе экспериментальных) в области производства, распространения и использования ООР, которые помогут сделать эти ресурсы одним из источников цифровой трансформации образования.

3.5. Организация учебной работы

В традиционном представлении образовательная работа должна быть нацелена прежде всего на полноценную передачу учащимся знаний. При этом знания должен передать учащимся преподаватель, а организация образовательной работы должна как можно лучше обеспечить данный процесс. Однако представ-

ление об образовании как о передаче знаний никогда не считалось бесспорным среди педагогов. Еще два тысячелетия назад Плутарх настаивал, что ученик — это не сосуд, который надо наполнить знаниями, а факел, который надо зажечь. Сегодня такое представление об образовательном процессе становится доминирующим.

Организационно-педагогическая задача состоит в том, чтобы гармонизировать в едином образовательном процессе две составляющие:

1) формирование у обучаемых заранее отобранной (социально заданной) совокупности знаний, умений и навыков, которые понадобятся им в жизни (например, по мнению тех, кто управляет образованием);
2) мотивацию и развитие способности обучаемых к учению, к самостоятельной постановке образовательных задач, задач и целей личностного и профессионального развития.

Массовое образование, которое формировалось в условиях индустриального века, делало упор на первой составляющей, что в основном удовлетворяло требования общества и рынка труда (хотя уровень «педагогической ошибки» здесь составлял десятки процентов — учащиеся с недостаточной «естественной» мотивацией просто «выбраковывались»). Лекционно-семинарская организация учебной работы в вузе, классно-урочная система в общем образовании (пусть и с КПД паровоза) в целом решали стоящие перед образованием задачи. Их жизнеспособность обеспечивали и доступные («бумажные») информационные технологии.

> *Ребенок бы и умел, и знал, но он, прежде всего, не хочет.*
>
> *А.Г. Асмолов [Асмолов, 2011]*

В условиях роста неопределенности потребность в непрерывном образовании (включая самообразование) также растет. Растет и потребность в универсальных компетентностях вы-

сокого уровня (включая нерутинное мышление, креативность, коммуникацию). И самое сложное, что эта потребность растет для каждого, а не для нескольких избранных. Это означает, что вторая составляющая новой организации учебного процесса идет вместе с первой.

3.5.1. Персонализированная, ориентированная на результат организация обучения

Ориентированная на результат организация обучения предполагает, что обучение происходит без пробелов, что все запланированные образовательные результаты в полном объеме надежно формируются у каждого обучающегося.

Персонализированная, ориентированная на результат (персонализировано-результативная) организация обучения, или ПРО, — не новая идея организации учебной работы. О ее распространении мечтали многие поколения педагогов, хотя у них и не было современных цифровых инструментов, для того чтобы сделать ее массовой. Здесь планирование, ход учебного процесса и оценка его результативности строятся вокруг персональных планов освоения учебного материала и личностного развития каждого обучаемого. Учащиеся разрабатывают и еженедельно корректируют эти планы вместе со своими учителями (наставниками, воспитателями, тьюторами). Использование ПРО позволяет учебному заведению работать без отстающих, гарантировать достижение требуемых образовательных результатов каждым обучаемым. Здесь решается главная задача — формирование учебной самостоятельности. Обучаемый сознательно берет на себя ответственность за учебу, что создает условия для упорной работы по преодолению неизбежно возникающих трудностей, выработки характера и развития способностей. Персонализированное обучение часто называют «обучением, ориентированным на учащихся», поскольку в планирование учебной работы вовлечены обучаемые, на первое место выходят

проблемы и интересы учащихся, а не удобства учителей и администрации образовательной организации.

Персонализация учебной работы — Святой Грааль для теоретиков и практиков образования со времен зарождения массовой школы. Успешные педагоги всегда индивидуализировали и персонализировали учебную работу. Начиная с Я.А. Коменского, дидактика требует («учитель должен») строить обучение в соответствии с принципами сознательности и активности, наглядности, постепенности и систематичности и т.п.

История педагогики знает немало примеров создания систем обучения, где учащиеся индивидуально продвигаются по общей программе [Педагогический энциклопедический словарь, 2002]. Попытки модифицировать традиционную организацию обучения, чтобы лучше приспособить ее к темпу и особенностям учебной работы отдельных учащихся, предпринимались еще в конце XIX в. («Пуэбло-план», «Норт-Денвер-план», «Батавиа-план» и др.). Наиболее последовательно данный подход был реализован в системе «Дальтон-план», которая внедрялась и в нашей стране в начале прошлого века [Дальтон-план..., 1925].

Во второй половине прошлого века возникли системы организации обучения, где каждый учащийся достигал достаточно высокого, заранее заданного уровня овладения учебным материалом (например, система полного усвоения Дж. Кэрролл, Б. Блум и их последователей [Кларин, 1989]). В отличие от традиционной учебной работы, здесь фиксируются не условия обучения (количество часов, продвижение по программе, используемый учебник и т.п.), а учебные результаты. При этом условия (в том числе время выполнения учебной работы) могут меняться, обеспечивая достижение учащимся заранее заданных результатов.

Сегодня в практику все шире входит термин «personalized learning» — «персонализированное обучение», или «персонализация обучения». Этим термином пользуются для описания весьма разных образовательных программам, подходов к ор-

ганизации и поддержке образовательного процесса, которые используют индивидуальные образовательные траектории и направлены на развитие индивидуальной мотивации, удовлетворение интересов, устремлений или культурных особенностей отдельных учащихся. Персонализированное обучение обычно рассматривается в качестве альтернативы так называемому традиционному обучению, где все учащиеся данной учебной группы получают один и тот же учебный материал, те же задания и те же оценки.

В ряде стран этот тип организации обучения реализуется через «экстенсивную» персонализацию, когда резко увеличивался объем педагогической поддержки. Например, в Финляндии больше трети школьников получают специализированное педагогическое сопровождение для преодоления трудностей в обучении, для поддержки мотивации. Большое количество педагогов и их помощников позволяет планировать, строить ход учебного процесса и оценивать его результативность вокруг персональных планов освоения учебного материала и даже личностного развития каждого обучаемого.

Термин «персонализированное обучение» (и его синонимы) ныне широко используют предприниматели и образовательные центры, продающие цифровые образовательные ресурсы и учебные онлайн-курсы. Разработчики цифровых образовательных ресурсов часто сводят персонализацию обучения к работе учащихся с адаптивными обучающими программами. Они подчеркивают, что при работе с учебником все читают один и тот же текст, а интеллектуальные обучающие системы (ITS) позволяют варьировать подачу учебного материала. Как правило, «персонализированное обучение», которое они обещают, сильно отличается от того, что принято называть «персонализированной организацией обучения» в учебных заведениях. Термин «персонализация обучения» можно услышать сейчас применительно к тренажерам и обучающим программам (в том числе

адаптивным, интеллектуальным и проч.), к онлайн-курсам, к индивидуальным учебным заданиям и т.п. Подобная разноголосица естественна, поскольку дидактика цифровой трансформации образования еще только складывается. Возможно, это обусловлено и тем, что работа по персонализации обучения идет по двум направлениям:

- *внедрение персонализированных моделей организации образовательного процесса* и связанных с ними изменений: новые регламенты работы, появление в школе наставников/воспитателей/тьюторов, профессиональное развитие педагогов и т.д.;
- *разработка новых цифровых инструментов и сервисов*, которые помогают индивидуализировать обучение, поддерживает и упрощает его персонализацию, облегчает внедрение и использование этой модели учебной работы.

Новые модели организации образовательного процесса, которые связывают с его персонализацией, могут заметно различаться. Персонализированное обучение часто принимает форму «смешанного обучения» или использования цифровых образовательных ресурсов для индивидуализации учебных заданий. Естественно, могут различаться и представления о том, что можно назвать «персонализированным обучением». Поэтому при проведении опросов на эту тему следует действовать с осторожностью. Надо учитывать, как этот термин используется в различных контекстах.

Наиболее широко применяется определение персонализированного обучения из программ фонда Билла и Мелены Гейтс [Gates Foundation]. Здесь персонализированным обучением называют всякую организацию учебной работы, которая направлена на повышение результативности и уменьшение времени обучения путем изменения условий учебной работы (что, когда, как и где осваивают учащиеся) с учетом индивидуальной под-

готовки, потребностей, способностей и интересов каждого ученика. Учащиеся сами направляют свою учебную работу, общаясь друг с другом, с преподавателями и другими экспертами. В основе учебного процесса лежит взаимодействие обучаемого и обучающего: они вместе (опираясь на профессионализм педагога и мнение обучаемого) определяют образовательную траекторию, по которой готов следовать обучаемый и которая учитывает его знания, навыки, потребности и интересы.

Есть и другие определения, но в главных чертах все они совпадают между собой. Приведем краткие определения четырех систем организации образовательной работы.

Традиционная организация обучения. Одно содержание учебной работы, один способ его предъявления, один темп учебной работы распространяются, как правило, на всех учащихся. Типичный пример — лекция, семинарское занятие или традиционный урок.

Дифференцированная организация обучения. Одно содержание учебной работы, один способ его предъявления, один темп учебной работы для специально выделенной группы учащихся. Типичный пример — разделение класса или всего потока на группы с углубленным и базовым изучением предмета.

Индивидуализированная организация обучения. Разное содержание учебной работы и разные (если необходимо) способы его предъявления (*дифференциация*), а также различный темп учебной работы используются для разных учащихся с учетом их индивидуальных особенностей. Например, учитель приспосабливает свою работу, материалы к нуждам отдельного учащегося (тренажер, другой учебник, дополнительное время и проч.) в ходе надомного обучения.

Персонализированная организация обучения. Разное содержание учебной работы и разные способы его предъявления (*дифференциация*) и различный темп учебной работы используются для разных учащихся с учетом их индивидуальных особенностей

(*индивидуализация*), *а сами* обучающиеся **активно включены в учебу**, привносят в планирование учебной работы свои личные интересы, мотивы и жизненные цели.

Как слудет из приведенных определений, **«традиционное», «дифференцированное», «индивидуализированное» и «персонализированное» обучение — это теоретические (дидактические, организационно-педагогические) идеализации (модели).** На практике они могут реализоваться по-разному. Они не зависят друг от друга, не следуют друг за другом и не противостоят друг другу, и могут успешно сосуществовать, дополнять, поддерживать или вытеснять друг друга.

Существенно, что при индивидуализированном обучении (рис. 3.6) педагог работает с одним учеником («Обучение попугая»), что совсем не обязательно для персонализации обучения («Устный счет»). Результирующая педагогическая практика определяет прежде всего коллективные установки педагогов, учащихся, руководителей учебного заведения и его окружения.

Персонализированная, ориентированная на результат организация обучения предназначена для повышения результативности учебной работы (это главная цель его внедрения) и предполагает доказательное достижение планируемых образовательных результатов каждым обучаемым вместе с развитием его способностей и личностного потенциала. Для решения возникающих здесь организационных и методических задач необходим весь спектр современных цифровых инструментов и ресурсов, которые помогают (с учетом финансовых и других ограничений, присущих современному образованию) выстроить образовательный процесс, в полной мере реализующий дидактические принципы[6] применительно к каждому обучаемому. Такое преобразование работы учебного заведения естественно называть его цифровой трансформацией.

---

[6] См., например: [Дистервег, 1956].

Рис. 3.6. Образы индивидуализированного и персонализированного обучения

«Обучение попугая»

«Устный счет. В народной школе С.А. Рачинского»

Традиционное, дифференцированное, индивидуализированное и персонализированное обучение – это теоретические (дидактические, организационно-педагогические) идеализации (модели).

Последние десятилетия педагоги по всему миру разрабатывают хорошо воспроизводимые модели цифровой трансформации (не авторской) учебного заведения. Сегодня эти поиски увенчались успехом, и такие модели работы уже тиражируются. Один из примеров — программа распространения модели персонализированного обучения Summit Learning, которая разрабатывалась последние десять лет [Implement Summit Learning, 2016]. Она внедрена более чем в 400 школах на всей территории США. Описание цикла учебной работы по этой модели приведено на рис. 3.7.

Главная задача, которую ставят перед собой школы проекта «Summit Learning», — подготовка учащихся к успешному образованию после школы. Поэтому в учебной работе здесь делают акцент на осознанном выборе обучаемыми своего образовательного пути и формировании у них учебной самостоятельности. Вместе с наставником ученики планируют и регулярно уточня-

Рис. 3.7. Структура и содержание цикла учебной работы в школах проекта «Summit Learning»

Обучение идет в соответствии с личным учебным планом (ЛУП)
- учащиеся ежедневно проверяют ход выполнения ЛУП, который отражает связь достигнутых ими учебных результатов с их личными целями (требования вуза);
- учителя используют данные о работе учащихся для корректировки текущих и будущих проектов

Основная цель: подготовиться к учебе в вузе
- акцент на формировании учебной самостоятельности;
- активное участие обучаемых в определении и уточнении целей своей учебной работы

Персонализированный подход к обучению на основе проектов
- учителя разрабатывают учебные проекты и инструменты оценки развития умственных навыков учащихся на основе предметного материала;
- к каждому проекту прилагается перечень рекомендуемых цифровых учебных материалов, инструментов и сервисов

Определение и уточнение целей учебной работы

Рефлексивная оценка хода и результатов учебной работы

Подбор учебных материалов и методов учебной работы

Оперативная корректировка учебной работы

Работа учащегося с учебными материалами

Использование цифровых образовательных ресурсов и инструментов позволяет целенаправленно вмешиваться в учебную работу
- учителя концентрируют занятия на вопросах, где требуется их помощь;
- дополнительную помощь можно найти в рекомендуемых цифровых материалах.

Личные встречи с наставником «один на один» проводятся еженедельно

Формирующее (текущее) оценивание

Онлайн-система оценивания в цифровой среде интегрирована с личным учебным планом (ЛУП) и перечнем рекомендуемых материалов
- диагностирующее и текущее оценивание дает ссылки на рекомендуемые материалы;
- данные об освоении материала заносятся в ЛУП

Смешанное обучение математике и чтению
- продвинутые учащиеся используют цифровые учебные материалы (обучающие программы Академии Хана и Curriculet);
- слабые учащиеся занимаются в малых группах под руководством учителя.

Обучение на основе проектов под руководством учителя. Учащиеся сами выбирают время для индивидуальной работы с цифровыми материалами

ют ожидаемые результаты учебной работы на долгосрочный период и на ближайшее будущее.

В этой модели широко используется метод проектов. Каждый проект представляет собой учебный модуль. Учителя разрабатывают (в том числе используя имеющиеся заготовки) учебные проекты, в которые учащиеся смогут включиться при составлении своих индивидуальных планов. Описание проектов снабжено предназначенным для учащихся перечнем рекомендуемых цифровых учебных материалов, инструментов и сервисов. Учителя подбирают инструменты для оценки усвоения предметного содержания и формирования универсальных компетенций. Оценка проводится с использованием предметного материала.

Учащиеся выполняют проекты в малых группах под руководством учителя-предметника. При необходимости они сами выбирают время для самостоятельной индивидуальной работы с цифровыми учебными ресурсами. Модель предусматривает использование смешанного обучения. Например, при обучении математике и языку сильные учащиеся используют цифровые учебные материалы, которые доступны через Интернет (обучающие программы Академии Хана и Curriculet), слабые учащиеся в основном занимаются в малых группах под руководством учителя.

Цифровая среда школы включает разработанную педагогами при поддержке специалистов из Facebook систему автоматизированного управления персонализированной организацией образовательного процесса (Personalized Learning System — PLS). Система содержит инструменты для онлайн-оценивания, которые интегрированы с личными учебными планами учащихся и перечнями рекомендованных им материалов. В ходе диагностического и текущего (формирующего) оценивания PLS при необходимости предлагает им ссылки на тот или иной материал и рекомендации по его освоению. Вся работа учащихся с материалами постоянно отражается в их личных планах.

Эту работу позволяет варьировать и оперативно корректировать большое разнообразие доступных в школе цифровых материалов, инструментов и сервисов. Используя информацию о ходе учебной работы, которая фиксируется в личных планах учащихся, педагоги на очных занятиях помогают им справиться с трудностями, концентрируя внимание на неясных темах. Кроме того, в качестве дополнительной помощи они могут рекомендовать учащимся конкретные цифровые учебные материалы по этим темам.

Обучение каждого учащегося ведется в соответствии с его личным учебным планом. С этим планом он ежедневно сверяет свою работу. При еженедельных встречах наставник вместе с учащимся отслеживает ход работы — его движение к поставленным целям, успехи, трудности и пути их преодоления. Они вместе корректируют и/или уточняют личный учебный план на следующую неделю. Главная задача наставника — помогать личностному росту учащегося, формированию и развитию его способностей, отработке навыков учебной работы.

3.5.2. Изменения при переходе к ПРО

Среди изменений, связанных с переходом образовательной организации к работе на основе ПРО, можно выделить те, которые касаются:

- перехода от «прохождения материала» к достижению учебных результатов;
- изменения ролей участников образовательного процесса;
- перехода к личным планам учебной работы;
- изменения пространства и способов проведения учебной работы;
- цифровой образовательной среды для поддержки ПРО;
- обновления регламентов работы образовательной организации.

От «прохождения материала» к достижению учебных результатов

Переход к ПРО нужен для того, чтобы обеспечить достижение каждым учащимся запланированных учебных результатов. Здесь, в отличие от традиционной организации образовательного процесса, в первую очередь фиксируются не условия учебной работы (время на изучение учебного материала, программа и методы учебной работы, квалификация педагогов и т.п.), а ожидаемые учебные результаты. Это невозможно без **детального описания требований к самим результатам**. В этом одно из качественных отличий новой модели: здесь педагоги учебного заведения разрабатывают и утверждают свои внутренние нормативы учебных достижений. Нормативы фиксируют знания, умения, навыки и компетенции, которые должен приобрести (на том или ином уровне) каждый обучаемый в ходе изучения отдельных разделов (модулей) учебной программы и курса в целом. Одновременно фиксируются инструменты для оценки достижения этих результатов. Каждый обучаемый знает, какого образовательного результата он должен достичь в результате освоения того или иного учебного материала. Он понимает: не преодолев этот рубеж, он не сможет двинуться дальше. Причем время, которое некоторые обучаемые тратят на ту или иную учебную работу («прохождение материала)», может заметно различаться. Это усложняет управление учебным процессом, но позволяет гарантировать, что у каждого обучаемого будут сформированы необходимые компетенции.

При традиционной организации обучения также требуется, чтобы каждая учебная программа содержала описание ожидаемых учебных результатов и способов их оценивания по отдельным разделам (темам). Однако главным при проведении учебной работы остается время, которое отводится программой на изучение соответствующего раздела. В итоге у обучаемых не-

редко возникают пробелы, которые снижают качество обучения. Переход к ПРО, решая данную проблему, требует дополнительных усилий для:

- разработки операционализированных целей учебной работы и требований к образовательным достижениям;
- освоения всеми педагогами процедур педагогического дизайна в качестве основного инструмента планирования занятий, подготовки учебных и оценочных материалов.

Такая работа является новой для большинства учебных заведений. Для ее обеспечения требуется комплекс специальных исследований и методических разработок (в том числе экспериментальных).

Меняющиеся роли участников образовательного процесса

Переход к новой организации образовательного процесса (ПРО) **меняет роли его участников**.

Меняется роль обучаемого: он должен взять на себя ряд задач по управлению собственной учебной работой в совокупности с ответственностью за ее результаты.

Предъявляются новые требования и к работе педагогов, роли которых в явном виде разделяются на роль учителя-предметника (специалиста в отдельной предметной области) и роль педагога-наставника (воспитателя или тьютора), который помогает обучаемым организовать свою работу, достичь требуемых надпредметных результатов, формировать образовательные результаты XXI в. Возрастает значение командной работы педагогов. В условиях ПРО педагоги объединяют усилия, чтобы вовлечь каждого учащегося в активную учебную работу.

Наставники помогают учащимся ставить перед собой учебные задачи, поддерживают и направляют их в процессе учебной работы, помогают формировать характер и развивать способности. Кроме того, они помогают учащимся организоваться, формулировать свои цели, планировать их достижение, управлять своей

учебной работой. Наставники координируют совместную работу с коллегами, родителями и другими «значимыми взрослыми».

Педагоги-предметники работают с цифровыми учебными материалами, цифровыми инструментами и сервисами для подготовки и обеспечения вариативных учебных траекторий, планируют и организуют совместную и индивидуальную работу учащихся, помогают им получить доступ к необходимым образовательным ресурсам. Естественная форма организации учебы в ПРО — индивидуальная или групповая проектная работа. Педагог-предметник (в команде с педагогами других дисциплин или индивидуально) ответствен за подготовку и проведение таких проектов.

Все члены педагогического коллектива (включая привлекаемых извне экспертов) совместно работают с виртуальной, социальной и физической образовательной средой, в которой живут учащиеся.

Переход к личным планам учебной работы

Сегодня наша школа, как и другие образовательные организации, продолжает выполнять постановление ЦК ВКП(б) от 25.08.1932 г., которое предписывало, чтобы «основной формой организации учебной работы в начальной и средней школе был урок с данной группой учащихся со строго определенным расписанием занятий и твердым составом участников» [Постановление ЦК ВКП(б)..., 1932]. Здесь формальные пространственно-временные границы образовательного процесса были заданы расписанием занятий. Каждая единица расписания содержит фиксированные по составу группы учащихся (25–30 человек) по учебным кабинетам (аудиториям, лабораториям), закрепляя за ними на это время педагога. Общение за пределами учебных помещений (в том числе с использованием ЦТ) вписывается сюда с большим трудом. У педагогов остается мало возможности учитывать особенности учащихся и персонализировать их работу. Это-

му препятствуют действующие нормы и традиционная организация образовательного процесса. Внедряемые сегодня по всей стране электронные классные журналы и дневники поддерживают традиционные нормы, что не позволяет применять ЦТ для совершенствования организации образовательного процесса.

При ПРО каждый обучающийся ориентируется на работу по **личному учебному плану**. Он готовит его вместе со своим наставником, который хорошо знаком с методами педагогической поддержки [Михайлова, Юсфин, 2001] и гарантированно осваивает каждый модуль (см. рис. 3.3) на базовом уровне. Участие в подготовке личных планов позволяет гармонизовать личные интересы обучаемого с достижением ожидаемых от него образовательных результатов. Систематический анализ своих целей, выполнение принятых на себя обязательств, подготовка и корректировка своих планов ведут к тому, что учащийся становится организованнее, приучается распоряжаться своим временем. Он осознанно осваивает способность учиться. Цифровая образовательная среда и интеллектуальные (адаптивные) учебные материалы, смешанное обучение и виртуальные экскурсии и интернет-проекты расширяют пространственно-временные границы образовательного процесса, обеспечивают широкий спектр возможных взаимодействий его участников и создают условия для использования вариативных индивидуализированных планов учебной работы.

Изменение пространства и способов проведения учебной работы

Традиционное *учебное пространство* плохо приспособлено для персонализированной учебной работы. Для такой работы учащиеся должны иметь возможность расположиться по-разному в зависимости от характера своих занятий. Им требуется место для работы в больших и малых группах, для индивидуальной работы, для личных бесед с наставниками, для работы с цифровы-

ми инструментами и учебными материалами, для выполнения индивидуальных/групповых проектов и т.п. Чтобы эффективно использовать ЦТ, они должны быть постоянно доступны каждому участнику образовательного процесса. Для этого требуется сформировать в учебном заведении цифровую образовательную среду с технологической моделью 1 ученик — 1 компьютер (1 : 1), с постоянным доступом в Интернет с каждого рабочего места.

> *Улучшение способов обучения, которыми пользуются учителя, не улучшает результатов учебной работы. Их улучшает появление у учащихся новых способов выстраивать свое знание.*
>
> *С. Пейперт [Пейперт, 1980]*

В образовательных организациях сейчас уже достаточно много компьютеров. Переход к модели 1 : 1 может осуществляться как путем наращивания числа компьютеров, так и путем отказа от приобретения новых компьютеров. Сегодня можно либо выдавать компьютер (ноутбук, планшет и т.п.) каждому обучаемому, либо предложить всем использовать собственные устройства. Каждое решение имеет свои достоинства и недостатки, и его выбор остается за педагогическим коллективом.

Формальные пространственно-временные границы образовательного процесса заметно расширяет смешанное обучение. Здесь ЦТ позволяет использовать все пространство возможных взаимодействий в системе «ученики — информационная среда — преподаватели» при решении педагогических задач. Освоение этого пространства — один из главных путей появления у учащихся новых способов выстраивать свое знание. Сегодня этому препятствуют не только трудности с развертыванием и освоением требуемых технических средств, но и традиционная организация образовательного процесса, которая мешает обновлению педагогической культуры.

Освоение потенциала смешанного обучения для персонализации учебной работы показывает [Fisher, White, 2017], что

основа изменений педагогической практики — новые организационно-методические решения и способы учебной работы, которые используют весь спектр возможных взаимодействий в раздвигающихся пространственно-временных границах образовательного процесса (перевернутый класс, сетевые проекты, групповая работа, индивидуальные занятия с интеллектуальными обучающими системами и т.п.). Повышается значение доверительного общения между учащимися и педагогами, развитие партнерства между самими учащимися, между преподавателями и родителями, руководителями учебного заведения. Для этого требуется выстраивание согласованного ви́дения развития учебного заведения, совершенствование его правового пространства, освоение и систематическое использование техник учебной кооперации [Тубельский, 2001]. Без этого расширение пространственно-временных границ образовательного процесса практически невозможно.

Цифровая образовательная среда ПРО

Цифровая образовательная среда (ЦОС) — это совокупность цифровых устройств, информационных систем, источников, инструментов и сервисов, которые создаются и развиваются для обеспечения работы учебных заведений и решения задач, возникающих в ходе образовательного процесса, что складывается постепенно. Сегодня в образовательных организациях ее составляющие не всегда согласованы друг с другом, конкурируют или дублируют друг друга.

При переходе к ПРО образовательной организации нужна **«умная» цифровая образовательная среда**, помогающая индивидуализировать и планировать учебную работу каждого обучаемого на каждом шаге цикла учебной работы (см. рис. 3.7). Такая ЦОС должна помочь:

- организовать систематическую совместную работу обучаемых и педагогов;

- предоставить всем доступ к необходимым (обязательным и дополнительным) учебным и контрольным материалам;
- всем заинтересованным лицам (родителям, администрации образовательной организации, привлекаемым экспертам, проверяющим и др.) отслеживать ход образовательного процесса;
- профессиональному развитию педагогов и их постоянному взаимодействию.

ЦОС для ПРО поддерживает работу по формированию и обновлению профиля каждого обучаемого, его личного учебного плана, а также помогает следить за его выполнением и проводить корректировку. ЦОС поддерживает совместную работу учителей по разработке и рецензированию учебных модулей и планов занятий, а также при разработке и обновлении нормативов образовательных достижений по блокам и модулям учебной программы. Она используется для их консультационной поддержки и непрерывного профессионального развития, помогает осуществлять смешанное обучение в автономных и смешанных группах и т.п.

ЦОС включает инструменты для оперативного планирования и отслеживания хода учебной работы каждого учащегося, которыми могут пользоваться и обучающиеся, и их наставники, родители, администрация и другие педагоги. На рис. 3.8 приведены примеры фрагментов интерфейса, который применялся в экспериментальной работе по внедрению ПРО в школе № 550 Санкт-Петербурга. На первом фрагменте экрана видно, кто из учащихся выполнил зачетные работы и завершил освоение блока «Основы программирования» в курсе информатики. На втором фрагменте показана возможность индивидуально назначать различные задания каждому учащемуся.

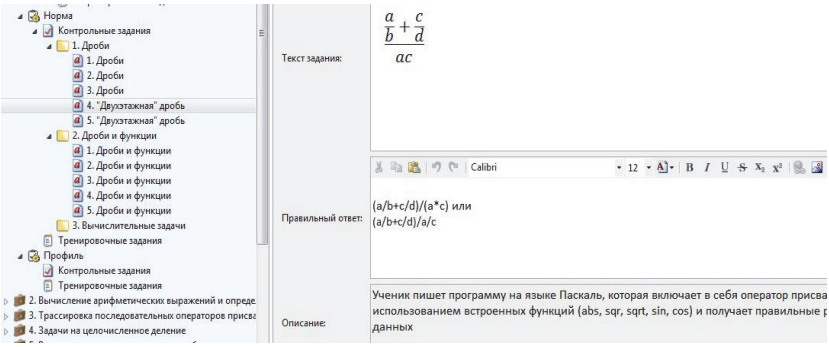
ЦОС включает инструменты для фиксации целей учебной работы, разработки нормативов образовательных достижений

Рис. 3.8. Фрагменты интерфейса для мониторинга ПРО в школе № 550 Санкт-Петербурга

и связанных с ними инструментов оценки. На рис. 3.9 приведен фрагмент интерфейса инструмента для описания целей учебной работы и подготовки заданий для формирующего контроля в школе № 550 Санкт-Петербурга.

Перечень таких инструментов достаточно широк. Они поддерживают работу всех участников и на всех этапах образовательного процесса, интегрируют информацию обо всех образовательных ресурсах, особенностях отдельных обучаемых, их целях, планируемых образовательных результатах и ходе обра-

Рис. 3.9. Фрагмент интерфейса для описания целей учебной работы и подготовки заданий для формирующего контроля в школе № 550 Санкт-Петербурга



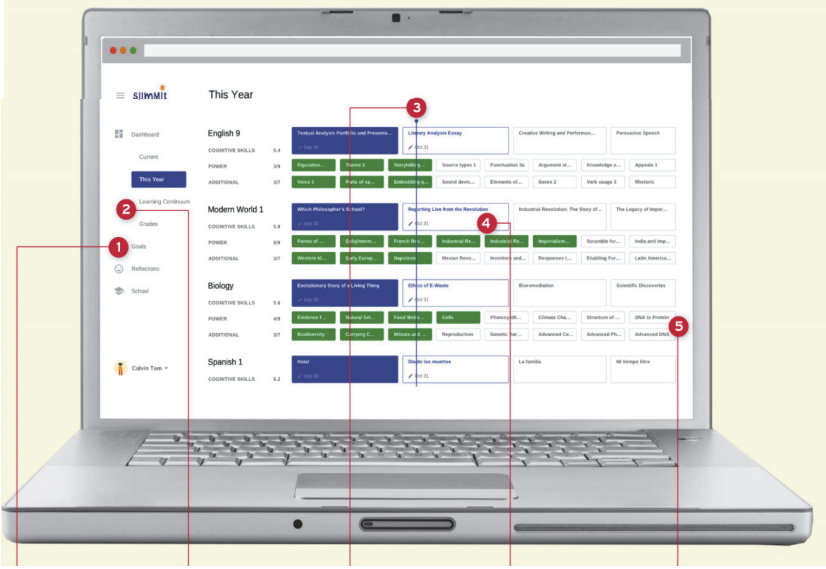
зовательного процесса. При этом они должны быть достаточно гибкими, чтобы учитывать особенности каждого учебного заведения.

На рис. 3.10 показан один из экранов PLP Summit Learning, которая поддерживает все фазы цикла учебной работы, приведенные на рис. 3.7.

Информационные системы для поддержки персонализированной организации образовательного процесса часто называют ПРО-платформами (Personalized Learning Platforms — PLP). ПРО-платформа — это интегрированное программно-аппаратное, организационно-педагогическое (педагогическое, поддержанное цифровыми инструментами, а не просто технологическое) решение. Она позволяет создавать информационные системы для поддержки ПРО в учебных заведениях.

ПРО-платформы появились сравнительно недавно. Сегодня они быстро развиваются и совершенствуются. Некоторые из них возникли на основе известных облачных систем автоматизации управления учебной работой — например, LMS Canvas (<https://www.canvaslms.com/>), которая широко используется за рубежом в высшей школе.

Рис. 3.10. PLP Summit Learning максимально автоматизирует рабочие процессы в ПРО, поддерживая учащихся и педагогов на всех шагах цикла (см. рис. 3.7) учебной работы



Учащийся при поддержке своего педагога-наставника формируют и фиксируют ближайшие и долгосрочные цели своей учебной работы, включая требуемый уровень освоения материала, свои планы по предложению образования и выбору специальности. Они формируют/корректируют, личный учебный план по достижению поставленных целей

Оценка учащихся по общеобразовательным предметам (родной язык, история, естествознание) учитывает, как освоение учебного материала (30%), так и формирование базовых компетенций (критическое мышление, коммуникация, решение задач и сотрудничество), которые коллектив школы считает критически важными для успеха в жизни и учебе

Учащиеся работают в собственном темпе и приступают к итоговому оцениванию по теме, как только посчитают что они к нему готовы. Они переходят к следующей теме лишь после того, как продемонстрировали усвоение пройденного. Синяя линия на экране показывает, как продвижение учащегося соотносится с его личным учебным планом

В курсе современной истории (9-й класс) учащиеся пишут эссе об одной из выбранных ими революций, где обсуждают ее необходимость. Проект совершенствует способности к формированию аргументированных суждений, отбору и приведению доказательств, контекстуализации и синтезу материала из различных источников

В каждом учебном предмете каждый учащийся для каждой темы выбирает для своей работы материал из предложенного ему списка заданий. Список включает видеоматериалы из Академии Хана, анимации из BrainPOP, программированные практические учебные задания, интерактивные задания, вебсайты и тексты

Источник: [Jacobs, 2017].

В табл. 3.1 сравниваются три недавно разработанные платформы для поддержки ПРО в общеобразовательной школе. Все эти платформы включают базовые функции и инструменты, которые позволяют школам развернуть у себя работы по внедрению ПРО.

К базовым функциям и инструментам относятся:

- обеспечение конфиденциальности и гибкой настройки прав доступа к данным для каждого пользователя;
- создание и сопровождение индивидуальных профилей обучаемых, куда с помощью стандартных протоколов (например, стандарта Experience API или xAPI) собирается информация об их действиях с цифровыми учебными материалами, инструментами и сервисами;
- инструменты для отбора (формирования), назначения (включения в личный учебный план) и предоставления доступа к учебным мероприятиям (занятиям), которые отвечают заявленным целям учебной работы и охватывают все необходимые учебно-методические материалы для аудиторных и лабораторных занятий и т.п.;
- инструменты для подготовки списков заданий (учебных материалов, обучающих программ и т.п.), которые формирует преподаватель и которые могут пополнять обучаемые;
- инструменты для проведения формирующего оценивания, которые позволяют обучаемым самостоятельно оценивать и демонстрировать достижение требуемых образовательных результатов.

К базовым также относятся инструменты, позволяющие:

- предоставлять обучаемым информацию о ходе и результатах их учебной работы;
- предоставлять преподавателям информацию о ходе и результатах учебной работы обучаемых с целью мониторинга и дальнейшего планирования;

Таблица 3.1. Сравнение трех популярных платформ для поддержки ПРО в общеобразовательной школе

	Cortex Разработка Innovate EDU	**Buzz** Разработка Agilix	**Personalized Learning Platform** Разработка Summit Learning
Демо-версия	Cortex Overview	Buzz Overview	Personalized Learningat Summit
Подготовка учебных playlist-материалов	Включает средства для разработки учебных курсов, списков учебных заданий. Позволяет подключать (импортировать) предлагаемые на рынке учебные материалы, задания и ресурсы. Содержит встроенную библиотеку учебных материалов более чем от 15 издательств. Содержит встроенную библиотеку списков учебных заданий, отвечающих требованиям стандарта Common Core (школы должны делиться своими списками, чтобы получить доступ к спискам из других школ). Все списки могут модифицироваться. Доступно 20–30 списков по каждому предмету для учащихся 5-го класса и более 100 для учащихся 6–12-х классов	Содержит встроенную библиотеку учебных материалов более чем от 30 издательств. Содержит учебные материалы, подготовленные учителями. Списки заданий и учебные мероприятия совместимы с требованиями стандарта Common Core	Включает годовые базовые учебные курсы по математике, языку, естествознанию, истории и др. Все курсы разработаны учителями и допускают модификацию. Позволяет разрабатывать собственные курсы, списки заданий и проекты, а также комбинировать материал имеющихся курсов. Имеет встроенную библиотеку ресурсов с функциями исправления и включения дополнительных учебных мероприятий, которые можно добавлять в списки заданий

Инструменты текущего и итогового оценивания	Включает инструменты для разработки материалов текущего/формирующего и итогового оценивания. Позволяет интеграцию с материалами оценивания от внешних разработчиков с помощью openAPI или CSV. Некоторые разработчики (например, Illuminate и Академия Хана) уже интегрировали свои материалы с Cortex	Включает инструменты для разработки материалов текущего/формирующего и итогового оценивания. Позволяет интеграцию с материалами оценивания от внешних разработчиков с помощью openAPI или CSV. Импортирует вопросы через QTI, ExamView. Имеется банк дополнительных вопросов для аттестации	Включает материалы текущего/формирующего и итогового оценивания для всех базовых учебных курсов, которые отвечают требованиям Summit по оцениванию. Измерительные материалы для базовых учебных курсов включают оценку академических достижений учащихся и формирования их познавательных способностей. Включает инструменты для разработки материалов текущего/формирующего и итогового оценивания
Возможности для совместной работы преподавателей	Совместное использование всех ресурсов на платформе. Онлайн-сообщество, которое включает учебные материалы и дискуссионные группы. Возможность участвовать в конференциях, проводимых InnovateEDU	Совместное использование всех ресурсов на платформе. Форум онлайн-сообщества и дискуссионные группы	Онлайн-сообщество с интернет-форумом, тематическими группами, онлайн-чатами и группами на Facebook с разбивкой по классам и учебным темам. Три региональных семинара в год по программе Summit Basecamp

Окончание *табл. 3.1*

	Cortex Разработка Innovate EDU	**Buzz** Разработка Agilix	**Personalized Learning Platform** Разработка Summit Learning
Требования к цифровой среде школы	Доступ к высокоскоростному Интернету через браузер (предпочтительно — Chrome). Все участники должны быть зарегистрированы в Google for Education	Доступ к высокоскоростному Интернету через браузер (предпочтительно — Chrome). Ввод каждого пользователя вручную или синхронизация данных об учащихся через Clever	Доступ к высокоскоростному Интернету через браузер (предпочтительно — Chrome). Устройства с клавиатурой и технологическая среда 1 : 1. Все участники должны быть зарегистрированы в Google for Education или MS Office for Education. Синхронизация данных об учащихся через Clever
Техническая поддержка и обновления	Обновление каждые две недели. Школы выбирают, когда подключать и осваивать новые возможности работы. Техническая онлайн-поддержка 24:7:365. Каждая образовательная организация получает выделенного специалиста техподдержки	Ежедневные обновления. Новые возможности автоматически подключаются и становятся доступны для всех пользователей. Техническая поддержка по запросам через электронную почту	Ежедневные обновления. Техническая поддержка по заявкам

Другие особенности	Полное описание продукта	Учащиеся могут сами формировать для себя учебные занятия. Учащиеся могут сами оценивать свое понимание материала, проявленный интерес и усердие при изучении учебного материала. Оценка проектной работы допускает оценку группового отчета и взаимное оценивание. Имеется возможность: давать задания, отправлять сообщения или награждать/поощрять обучаемых индивидуально или в составе группы; готовить и присваивать цифровые бейджи; следить за ходом работы учащихся (родителям, консультантам и др.). Полное описание продукта	Имеется возможность для: формирования целей учебной работы учащихся; рефлексивной оценки работы учащихся; формирования целей учебной работы с учетом предложения образования в выбранном вузе; родителей следить за ходом учебной работы детей в реальном времени; учителей просматривать успеваемость и ход работы учащихся по всем курсам. Полное описание продукта

Источник: [Personalized Learning Platforms…, 2017].

- предоставлять администрации образовательной организации информацию о ходе и результатах учебной работы;
- обмениваться сообщениями между преподавателями и обучаемыми;
- автоматически формировать журналы успеваемости обучаемых и отчеты для предоставления сведений в информационные системы за пределами образовательной организации.

Разработка подобных ПРО-платформ — достаточно длительный и сложный (причем не только технологически, но и педагогически) процесс. Он включает:

- подготовку типовых процедур работы педагогического и административного персонала;
- создание типовых моделей работы по подготовке нормативов образовательных достижений;
- подбор и пополнение коллекции учебно-методических материалов и др.

Для создания таких платформ необходимы экспериментальные площадки, на базе которых выполняется проверка и доработка отдельных технологических и организационно-педагогических решений. В России сегодня такие системы только начинают создавать.

Обновление регламентов работы образовательной организации

Переход к персонализированному обучению меняет многие традиционные регламенты работы образовательной организации — нормативные требования к содержанию и проведению учебных мероприятий, расписание работы участников образовательного процесса, перечень их обязанностей и зон ответственности, условия и порядок оплаты труда и т.п.

Появляются новые профессиональные группы педагогов. Среди них педагогические дизайнеры, обеспечивающие под-

готовку и совершенствование методического обеспечения (описание и операционализация целей обучения, разработка инструментов оценивания и контрольно-измерительных материалов — КИМ, подготовка пакетов учебно-методических материалов и т.п.). Появляется большая группа наставников/воспитателей/тьюторов, обеспечивающих педагогическую поддержку обучаемых (при подготовке и анализе выполнения их личных учебных планов, при формировании и развитии их учебной деятельности). Использование различных форм работы (например, различных моделей смешанного обучения — «Перевернутый класс», «Межшкольная группа» и др.) требует пересмотра форм оплаты работы педагогов. Для этого необходимы изменения устоявшихся нормативов (в том числе финансовых), способов учета рабочего времени и др., принятых сегодня в образовательных организациях. Чтобы подготовить и отработать соответствующие нормативные документы, а также проверить их эффективность в реальных условиях, нужна перестройка работы отобранной группы образовательных организаций — *им должна быть предоставлена возможность проводить эту работу в режиме правового эксперимента.*

3.6. Оценивание образовательных результатов

Еще одна ключевая составляющая образовательного процесса, которая требует обновления в ходе цифровой трансформации (см. рис. 3.1), — оценивание образовательных результатов.

Итоговое оценивание. Основным ориентиром продвижения при традиционной организации образовательного процесса является время, выделенное на изучение учебного материала. Итоговое (констатирующее) оценивание результатов учебной работы здесь проводится после того, как время, отведенное на освоение соответствующего учебного материала (учебной дис-

циплины, курса), истекло. Все обучаемые должны осваивать учебный материал в одном темпе. Обычно у них нет возможности пройти аттестационные процедуры и продемонстрировать достижение целей обучения раньше, даже если они уже освоили соответствующий материал.

На каждом шаге учебной работы в рамках ПРО обучаемые хорошо знают, что именно они осваивают, насколько далеко они продвинулись в своей работе и чего им недостает, чтобы продемонстрировать ожидаемые образовательные результаты. Это позволяет каждому обучаемому двигаться в своем темпе. Здесь каждый может пройти требуемые аттестационные процедуры сразу после того, как он готов продемонстрировать, что в полной мере освоил материал и достиг требуемых образовательных результатов.

Аутентичное оценивание. Этот вид оценивания обычно применяется при реализации компетентностного подхода. При этом учащиеся должны продемонстрировать достижение требуемых образовательных результатов (знаний, умений, навыков и способностей) в ситуациях, которые максимально приближены к условиям реальной жизни (выполнения профессиональной работы). Такое оценивание широко распространено в профессиональном образовании (например, подготовка и защита дипломного проекта будущими инженерами). При всей своей привлекательности аутентичное оценивание распространено сегодня достаточно ограничено, в том числе благодаря трудностям организации таких процедур и высоким затратам на их проведение. Использование цифровых технологий помогает преодолеть эти трудности.

Например, фото- и видеосъемка, аудиозапись в настоящее время стали общедоступны. Их использование позволяет фиксировать демонстрацию учащимися освоения соответствующих способностей. Сейчас уже разработаны надежно функционирующие цифровые инструменты, позволяющие автоматизировать

оценивание достаточно сложных способностей человека. Примером может служить инструмент для оценивания способности учащихся сотрудничать при решении задач, который использован в недавнем международном исследовании PISA [OECD, 2017b]. Компьютерные тренажеры уже давно применяются для аутентичного оценивания в профессиональном образовании, например, при подготовке пилотов. Начавшееся распространение технологий виртуальной реальности упрощает и облегчает проведение подобного оценивания. Организация оценивания практических знаний, умений и навыков учащихся в среде смешанной реальности позволит уже в недалеком будущем сделать такой вид оценивания массовым.

Портфели достижений. Этот инструмент давно использовался в профессиональном образовании. Его традиционный вариант — например, списки опубликованных работ у аспирантов или коллекции выполненных проектов у архитекторов. В последние годы все шире используются цифровые портфели достижений (цифровые портфолио). Появились специализированные порталы, которые предоставляют образовательным организациям сервис по их ведению (см., например: <https://4portfolio.ru/>).

Одна из причин, препятствующих широкому использованию цифровых портфолио для итогового оценивания, — их слабая защищенность от возможных фальсификаций. Распространение технологии блокчейн обещает решить эту проблему.

Независимые центры сертификации. До недавнего времени сертификация считалась неотъемлемой частью работы образовательных организаций, которые вели соответствующую подготовку обучаемых. Это было естественно, когда сертификацию проводили преподаватели образовательных организаций и приглашенные эксперты. Использование цифровых технологий для автоматизации сертификационных процедур меняет ситуацию. Это уже хорошо заметно в сфере подготовки и сертификации специалистов в области цифровых технологий. Мировые

лидеры в этой области (Microsoft, Cisco и др.) уже давно создают независимые сертификационные центры для проведения оценивания. На их базе с помощью специальных компьютеризированных процедур проходит аттестация специалистов для работы с инструментами и оборудованием, выпускаемым этими компаниями.

Среди работодателей специалисты, имеющие такие сертификаты, нередко ценятся выше, чем имеющие дипломы о высшем образовании. Сертификационные центры становятся важной составляющей обучения на протяжении всей жизни. Поддержка развития и мониторинг работы сети таких центров должны стать частью работ по цифровой трансформации образования.

Автоматизация оценочных процедур. Хорошо известно, что педагоги учат тому, о чем будут спрашивать их учеников на экзамене. Введение ЕГЭ показало, что используемые контрольно-измерительные материалы (КИМы) и процедуры оценивания заметно влияют на работу образовательных организаций. Наиболее рациональный путь внедрения ЦТ в учебный процесс — превратить компьютеры в повседневный инструмент учебной работы во всех учебных заведениях и начать использовать их при проведении ЕГЭ. Например, появление возможности готовить тексты экзаменационных работ по литературе на компьютере неизбежно приведет к тому, что учащиеся научатся работать на клавиатуре вслепую. Использование на экзаменах тех или иных цифровых инструментов (например, геоинформационных систем) приведет к широкому использованию этих инструментов в повседневной учебной работе.

Переход к компьютерным экзаменам — непростая задача. Сегодня даже на экзаменах по информатике пользоваться компьютером запрещено. Тем не менее эту задачу вполне можно решить, что улучшит результаты учебной работы и поможет преодолеть постепенно нарастающий цифровой разрыв.

3.7. Исследования для поддержки цифровой трансформации образования

Освоение и распространение ПРО, где работу учащихся и педагогов поддерживают «умные» цифровые инструменты, — одно из основных направлений цифровой трансформации образования.

Разработка и распространение ПРО невозможна без проведения достаточно продолжительных фундаментальных практико-ориентированных педагогических исследований. Об этом, в частности, свидетельствует и международный опыт [The science behind..., 2018.]. Накопленный опыт информатизации образования уже создал определенные предпосылки для такой работы.

При подготовке цифровых инструментов, необходимых для поддержки учебной работы участников образовательного процесса в новых условиях, возникает множество исследовательских вопросов и задач для инновационных разработок.

Личный профиль обучаемого

- *Успехи и затруднения.* Как измерять достижения в каждой из областей, которые педагогу кажутся важными для успеха обучаемого (например, знания и умения по учебным предметам)? Как определить имеющиеся пробелы в знаниях и привлечь его внимание к ним?
- *Мотивация.* Как помочь обучаемому понять и описать свои интересы и устремления?
- *Цели.* Как помочь обучаемому определить и описать свои цели в каждой из областей, которые педагогу кажутся важными? Насколько часто и как надо просить обучаемого задуматься о продвижении к намеченным целям и, возможно, скорректировать их?
- *Обратная связь.* Сколь часто и как надо информировать обучаемого о ходе его работы? Как представлять эту информацию его педагогам, родителям и другим заинтересованным лицам?

Ориентация на результат

- *Текущее (формирующее) оценивание.* Сколь часто и как надо измерять достижения обучаемого в тех областях, которые педагогу кажутся важными?
- *Индивидуальный прогресс.* Как облегчить обучаемому переход к освоению нового материала после того, как он продемонстрировал усвоение предыдущего? Каковы процедуры для зачета учебных достижений?

Личная учебная траектория

- *Вариативная учебная работа.* Какие виды учебной работы (решение сложных задач, выполнение проектов и др.) нужно рекомендовать обучаемому для достижения своих целей? Какие условия (обучение в малых группах, онлайн-обучение, индивидуальные занятия) нужны для успешной учебной работы?
- *Учебная самостоятельность.* Как постепенно формировать способность обучаемого разработать и реализовать свою собственную образовательную траекторию?

Гибкая учебная среда

- *Использование учебных помещений.* Как организовать имеющиеся помещения, чтобы воплотить в жизнь новое ви́дение образовательного процесса? Можно ли использовать пространство за стенами учебного заведения? Если да, то как?
- *Использование времени.* Как должны меняться графики работы учащихся и педагогов, чтобы гибко реагировать на меняющиеся потребности учащихся?
- *Комплектование учащихся в группы.* Как объединять обучаемых в группы, чтобы они получили требуемый опыт учебной работы? Как используемый способ группировки обучаемых должен приспосабливаться к их меняю-

щимся потребностям? Как упростить установление связей обучаемых друг с другом, с педагогами и другими экспертами?

Быстро развивающиеся ПРО-платформы могут дать данные для учебной аналитики и для ответов на эти исследовательские вопросы и уже помогают сегодня решать некоторые из этих задач. Интеграция в эти платформы инструментов искусственного интеллекта, которые недавно стали доступными, обещает уже в ближайшие годы существенно повысить эффективность работы педагогов. Для этого требуется проектирование и отработка интеллектуальных систем, которые могут взаимодействовать с учащимися на естественном языке (чат-боты), чтобы в том числе:

- упростить работу педагогов-наставников (24:7:365), которые работают с отдельными учащимися или с группами;
- непрерывно собирать и использовать данные о действиях учащихся в цифровой среде, автоматически строить их объективные профили и определять особенности учебной работы (использование критического мышления, проявление творческих способностей, способности работать в группе, умения общаться);
- отвечать на вопросы, возникающие в ходе работы с различными учебными материалами;
- оценивать результативность обучения и предоставлять учащимся информацию о глубине и прочности усвоения пройденного;
- давать рекомендации о предпочтительном режиме учебной работы.

Модели распространения ПРО

Наличие цифровых технологий и умение пользоваться ими далеко не достаточны для того, чтобы цифровая трансформация образования пошла полным ходом. Требуется огромная по свое-

му объему и сложности педагогическая работа, чтобы перевести образовательную организацию в инновационный режим [Уваров, 2013]. Во многих зарубежных странах такой опыт уже накоплен, и ПРО достаточно успешно тиражируется [The Summit Learning…, 2017]. Сейчас такая задача стоит и перед российскими педагогами.

Научно-методическое обеспечение ПРО, как и разработка соответствующих цифровых учебно-методических комплексов, лишь часть задач, без решения которых цифровая трансформация невозможна. Основные направления необходимых работ обсуждаются в следующей главе.

Глава 4

Об основных направлениях работ по цифровой трансформации образования

Внедрение ЦТ в сфере образования продолжается в нашей стране уже четвертое десятилетие. Отвечая на вызовы развивающегося информационного общества, эта работа идет волнообразно и пережила уже несколько этапов: (1) развитие заинтересованности (мотивация) в освоении и использовании ЦТ, (2) обеспечение к ним физического доступа, (3) формирование базовой компьютерной грамотности (начальных умений оперировать с цифровыми устройствами и приложениями/инструментами) и, наконец, (4) формирование способности использовать ЦТ для эффективного решения новых задач.

Сегодня в образовании уже накоплен опыт успешного решения масштабных задач 1, 2 и 3 этапов. Обучение информатике и вычислительной технике введено во всех образовательных организациях страны. Они (в той или иной степени) оснащены вычислительной техникой и подключены к Интернету. Накоплен опыт массового обучения педагогов компьютерной грамотно-

Образование должно измениться так, чтобы его цели, содержание, практика работы учителей и приобретаемые учениками компетенции соответствовали новым социокультурным вызовам.

[Новая технологическая революция..., 2017]

сти, стали ясны возникающие при этом трудности и наилучшие пути для проведения такой работы. Есть опыт создания автоматизированной системы итогового оценивания знаний учащихся (проведение ЕГЭ и других видов ГИА). Сформированы распределенные коллекции цифровых образовательных ресурсов. Во многих образовательных организациях используются автоматизированные информационно-управляющие и обучающие системы. Появились электронные учебники.

Вместе с тем мы знаем, что внедрение ЦТ пока не привело к заметному повышению результативности образовательного процесса. Тем не менее ясно, что новое поколение сверхмощных и быстро дешевеющих цифровых устройств, инструментов, материалов и сервисов вместе с новыми педагогическими разработками в области совершенствования содержания образования (формирование учебной деятельности, результаты XXI в.), форм и методов учебной работы способны улучшить образовательную систему. Эти изменения не количественные, а качественные. Опыт прошедших десятилетий внедрения ЦТ в образование позволяет сделать следующие выводы:

- цифровые технологии — новое явление, и обсуждать их педагогическое использование до того, как они станут доступны учебным заведениям, невозможно;
- чтобы стать эффективным инструментом трансформации образования, они должны быть доступны и освоены педагогами и учебными заведениями;
- насыщение образовательных организаций средствами ЦТ само по себе не ведет к повышению качества их работы;

- появление ЦТ должно быть составной частью изменения содержания, форм и методов учебной работы, которые и обеспечивают повышение результативности работы образовательных организаций.

Насыщение образовательных организаций средствами ЦТ и обучение их использованию — основное содержание 1, 2 и 3 из перечисленных выше этапов внедрения ЦТ в сфере образования. Эта работа связана с преодолением *технологического цифрового разрыва* (ознакомление каждого с цифровыми технологиями и предоставление к ним доступа).

Инновационные изменения содержания, организационных форм и методов учебной работы, которые обеспечивают повышение результативности работы учебных заведений, связаны с формированием у педагогов и учащихся способности использовать ЦТ в своей деятельности. Они составляют основное содержание этапа 4, связанного с цифровой трансформацией образования, без которой невозможно преодоление быстро растущего сегодня нового цифрового разрыва.

Чтобы справиться с ожидаемыми вызовами, российская система образования должна перейти к новой модели — к современной и экономически эффективной персонализированной, ориентированной на результат организации образовательного процесса.

Ставя задачу по преодолению быстро нарастающего нового цифрового разрыва, надо помнить, что проблемы преодоления технологического цифрового разрыва (мотивация в освоении и использовании ЦТ, обеспечение к ним физического доступа и формирование базовой компьютерной грамотности) решены не полностью. Технологический цифровой разрыв в образовании не преодолен. Поэтому приоритетными в цифровой трансформации образования на ближайшие годы должны быть два направления:

- продолжение технологической модернизации образования в рамках традиционных моделей работы;

- опережающее развитие и освоение новых высокотехнологичных решений со сменой организационных моделей педагогической работы.

Работа по обоим направлениям позволит обеспечить фронтальный запуск процессов цифровой трансформации образования уже в ближайшей перспективе и будет в полной мере соответствовать духу и логике Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации [Новая технологическая революция..., 2017].

4.1. Два направления работ по цифровой трансформации образования

Работы по цифровой трансформации образования можно условно разделить на два больших внутренне связанных между собой направления (см. рис. 3.2):

- рутинное использование ЦТ (на уровне замещения и улучшения) и
- инновационное использование ЦТ (на уровне изменения и преобразования).

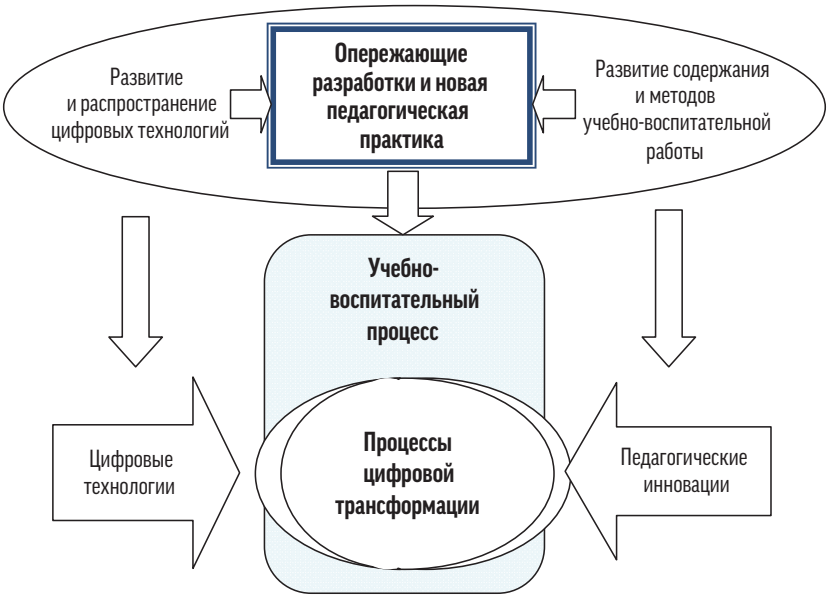
Оба направления работ требуют доступа к ЦТ. Поэтому в сознании педагогов работы по информатизации образования десятилетиями связывались в основном с решением задач оснащения учебных заведений средствами вычислительной техники (компьютерами, периферийным оборудованием, подключением их к Интернету и программным обеспечением).

Круг решаемых задач постепенно нарастал. Первоначально (три десятилетия назад) речь шла об оснащении образовательных организаций компьютерными классами, цифровыми инструментами и учебно-методическими материалами. По мере развития средств вычислительной техники к оснащению компьютерами стали добавляться задачи развития локальных компьютерных сетей, подключения их к Интернету, перехода к модели 1 : 1.

В ближайшие годы круг технологических задач в очередной раз заметно расширится. Начался переход к персональным вычислениям и созданию полноценной цифровой образовательной среды с множеством различных оконечных устройств (принтеры, сканеры, мультимедийные проекторы, лабораторное оборудование, носимые цифровые устройства и т.п.). Стали общедоступны микропроцессорные наборы для технического творчества учащихся, занятий по робототехнике и т.п. Впереди повсеместное внедрение высокоскоростного Интернета, переход к использованию облачных вычислений для формирования цифрового информационного пространства, широкое распространение устройств виртуальной реальности и методов искусственного интеллекта. Расширение доступа образовательных организаций, учащихся и педагогов к новым поколениям ЦТ было, есть и еще долго будет одной из актуальных задач информатизации образования в нашей стране.

В России, как и во многих других странах, педагогические инновации по сей день нередко обсуждаются в отрыве от использования цифровых технологий. Внедрение педагогических инноваций в нашей стране до недавнего времени редко опиралось на цифровые технологии, а внедрение цифровых технологий шло независимо от педагогических инноваций. Два источника цифровой трансформации образования были оторваны друг от друга (рис. 4.1). В итоге инновационный образовательный потенциал ЦТ оставался невостребованным. Новые технологические решения (левая часть рис. 4.1) не вписывались в традиционные модели учебной работы и отторгались массовой практикой. Аналогично педагогические инновации не поддерживались ЦТ (правая часть рис. 4.1). На практике используются лишь те ЦТ, которые поддерживают уже устоявшиеся, традиционные методы и организационные формы учебной работы (например, сопровождение изложения материала презента-

Рис. 4.1. Источники цифровой трансформации образовательного процесса



циями и иллюстративным материалом с помощью мультимедийного проектора или цифровой доски). Сегодня это наиболее распространенный вид инноваций, которые обычно называют инновации-модернизации или новации [Кларин, 1997]. Их особенность в том, что они не преобразуют традиционный учебный процесс. Их цель — улучшение работы (результатов) в рамках традиционной (действующей) организации образовательного процесса.

В последние годы развитие содержания и методов образования стало все больше опираться на развитие и распространение цифровых технологий. Появляются опережающие организационно-методические разработки и образцы новой педагогической практики, которая основана на использова-

нии ЦТ. Такие инновации преобразуют учебный процесс. Они направлены прежде всего на снижение неуспешности, на формирование у обучаемых способности самостоятельно искать новые знания и применять их в новых условиях, на выработку навыков творческой деятельности (в сочетании с выработкой соответствующих ценностей). Внедрение ЦТ и педагогических инноваций идет синергично, новые педагогические решения и ЦТ поддерживают друг друга. Внедрение ПРО учитывает опережающие разработки новой педагогической практики (центральная часть рис. 4.1). Формирование у *каждого* обучаемого новых образовательных результатов вместе с повышением традиционных академических результатов позволяет преодолеть новый цифровой разрыв, устранить растущее неравенство в умении решать сложные задачи в ИКТ-насыщенной среде, перейти от рутинного к творческому/активному использованию ЦТ.

Разработка модели ПРО и методов ее результативного распространения[1] становится одним из магистральных направлений цифровой трансформации образования. Это позволяет решить задачу преодоления *нового цифрового разрыва,* опираясь на результаты работ по преодолению *технологического цифрового разрыва*. Данную задачу невозможно решить без развития цифровой инфраструктуры образования (в частности, подключения учебных заведений к высокоскоростному Интернету), без развития систем цифрового оценивания и аттестации, без появления общедоступных цифровых коллекций учебно-методических материалов, инструментов и сервисов, без формирования и развития у педагогов, учащихся и их родителей цифровой (или ИКТ) компетентности. Таким образом, выделяется три основных направления работ по цифровой трансформации об-

[1] Подробнее о результативном распространении педагогических практик см.: [Уваров, Водопьян, 2008].

разования (см. табл. 4.1). Первые два связаны с преодолением технологического цифрового разрыва:

- развитие цифровой инфраструктуры образования для обеспечения доступа образовательных организаций и всех участников образовательного процесса к современным цифровым технологиям;
- развитие цифровых учебно-методических материалов и цифрового оценивания, включая:
  - разработку и внедрение новых цифровых учебно-методических комплексов, симуляторов и обучающих игр (в том числе сетевых),
  - развитие общедоступных цифровых коллекций учебно-методических материалов, инструментов и сервисов,
  - разработку и внедрение цифровых контрольно-измерительных материалов, инструментов и сервисов.

Эти направления работы можно отнести к области инноваций-модернизаций, которые соответствуют 1 и 2 уровням («Замещение» и «Улучшение») модели SAMR. Они не изменяют традиционной организации образовательного процесса, а их влияние на образовательную работу можно назвать ее улучшением.

Работы третьего направления связаны с переходом к персонализированной организации образовательного процесса и обеспечивают *преодоление нового цифрового разрыва.* Они изменяют традиционную организацию образовательного процесса и качественно меняют результаты образовательной работы, обеспечивают достижение каждым обучаемым высоких академических и образовательных результатов XXI в. Работы этого направления связаны с обновлением культуры работы учебных заведений, развитием познавательной самостоятельности обучаемых, переносом внимания на воспитательную работу. Они относятся к области инноваций-трансформаций, которые

Таблица 4.1. Основные направления и мероприятия цифровой трансформации образования

	Название направления, мероприятия
Работы по преодолению технологического цифрового разрыва	
1.	*Развитие цифровой инфраструктуры образования*
1.1.	Подключение образовательных организаций к высокоскоростному Интернету
1.2.	Формирование и развитие цифровой инфраструктуры образовательных организаций
1.3.	Формирование цифровой компетентности работников образовательных организаций
2.	*Развитие цифровых учебно-методических материалов и цифрового оценивания*
2.1.	Цифровые учебно-методические комплексы, симуляторы и обучающие игры
2.2.	Развитие общедоступных цифровых коллекций учебно-методических материалов, инструментов и сервисов
2.3.	Разработка и внедрение цифровых контрольно-измерительных материалов, инструментов и сервисов
Работы по преодолению нового цифрового разрыва	
3.	*Переход к персонализированной организации образовательного процесса*
3.1.	Развертывание национальной сети инновационных площадок цифрового образования
3.2.	Разработка и доводка в полевых условиях обновленной нормативной базы работы образовательных организаций
3.3.	Развертывание системы мониторинга и поддержки распространения процессов цифровой трансформации образовательных организаций

соответствуют 3 и 4 уровням («Изменение» и «Преобразование») модели SAMR. Сюда входят:

- развертывание национальной сети инновационных площадок цифрового образования (ИПЦО), обеспечивающих отработку и распространение новых моделей ПРО;
- разработка и доводка в полевых условиях обновленной нормативной базы работы образовательных организаций, формирование и распространение моделей ПРО;
- развертывание системы мониторинга и поддержки распространения новых эффективных моделей образовательной работы.

Деление работ по цифровой трансформации образования на отдельные направления достаточно условно. В каждом случае работы проводятся комплексно, в интересах конкретного учебного заведения. Проекты федерального, регионального и местного уровня должны рассматриваться руководителями образования и педагогами в качестве ресурса для совершенствования образовательного процесса.

4.2. Работы по преодолению технологического цифрового разрыва

Работы по преодолению технологического цифрового разрыва можно разделить на три группы: развитие цифровой инфраструктуры образования; развитие систем цифрового оценивания и аттестации; развитие общедоступных цифровых коллекций учебно-методических материалов, инструментов и сервисов. Эти работы являются обеспечивающими. Они проводятся во всех учебных заведениях — и в тех, которые пока используют ЦТ рутинно (для изменения их педагогической практики на уровнях «Замещение» и «Улучшение»), и в тех, которые используют ЦТ инновационно (для изменения их педагогической практики на уровнях «Изменение» и «Преобразование») (см. рис. 3.2).

Чтобы эффективнее расходовать имеющиеся средства и избежать ошибок, нередко допускавшихся в программах информатизации в прошлом[2], при разработке масштабных проектов целесообразно прислушиваться к мнению педагогов на местах, в максимальной степени учитывать их интересы, связанные с реализацией среднесрочных и долгосрочных программ развития. Планируя работы по развитию цифровой инфраструктуры образования, разработке и внедрению цифровых учебно-методических материалов, цифрового оценивания и т.п., целесообразно учитывать в том числе результаты пилотных проектов по переходу к персонализированной организации образовательного процесса. Это позволит вести технологические разработки с учетом реальных перспектив развития образовательной системы.

Для этого инновационные площадки цифрового образования должны стать главным местом для опытного внедрения выполняемых разработок, использоваться для формирования решений в области цифрового оценивания, а также составления учебно-методических материалов.

4.2.1. Развитие цифровой инфраструктуры образовательных организаций

Работы, входящие в это направление, нацелены на решение трех основных задач образовательных организаций:

- подключение к высокоскоростному Интернету;
- формирование и развитие цифровой инфраструктуры;
- формирование цифровой компетентности работников.

Важно, что участники работ и площадки осуществления этих мероприятий пересекаются. Чтобы обеспечить синергию в ходе проведения мероприятий и максимизировать их эффективность (повысить результативность и снизить затраты на их проведе-

---

[2] Например, предотвратить доминирование в работе технократического подхода [Уваров, 2000].

ние), программы выполнения работ по каждому мероприятию должны быть четко согласованы (в том числе по срокам), а оценка их результативности должна учитывать возможные системные эффекты.

Подключение образовательных организаций к высокоскоростному Интернету

Распространение через Интернет цифровых инструментов, материалов и сервисов (включая электронные учебники) расширяется. Интернет превращается в основную платформу для смешанного и онлайн-образования. В ближайшие годы он станет главным (и практически единственным) средством доступа к образовательным ресурсам, существенную долю которых уже сегодня составляют видеоматериалы. Их полноценное использование (как и новых высокотехнологичных образовательных ресурсов на основе виртуальной реальности и искусственного интеллекта) невозможно без постоянного (24:7:365) и надежного доступа к высокоскоростному Интернету.

Конечная цель работ — предоставить каждому учебному заведению и каждому участнику образовательного процесса (учащимся и их родителям, педагогам, работникам управления, методистам, экспертам) возможность полноценно использовать для решения своих задач все разнообразие цифровых инструментов, материалов и сервисов, которые уже доступны (или будут доступны) через Интернет. В настоящее время эта задача не решена. Далеко не все образовательные организации/участники образовательного процесса (особенно в небольших населенных пунктах и в сельской местности) имеют возможность полноценно использовать высокоскоростной Интернет. Преодолеть технологический разрыв можно уже в течение следующих 3–5 лет.

Первый шаг — подготовка технических решений, нормативных документов и технических заданий. Эти документы долж-

ны учитывать региональные и местные особенности; содержать методические материалы по реализации и финансированию выполняемых работ; предусматривать их связь с работами по другим направлениям цифровой трансформации образования. Проведение общественного обсуждения программы на местах, вовлечение в работы коллективов учебных заведений (учащихся, педагогов) и общественности будет служить гарантом качества их выполнения.

Формирование и развитие цифровой инфраструктуры образовательных организаций

Подключение к высокоскоростному Интернету лишь часть работ по предоставлению участникам образовательного процесса свободного доступа к цифровым образовательным ресурсам (материалам, инструментам и сервисам). В каждой образовательной организации также необходимо создать цифровую технологическую инфраструктуру (серверы, локальную сеть, средства беспроводного доступа и т.п.), которая необходима для поддержки цифровой образовательной среды и комфортной работы в Интернете. В зависимости от размеров и особенностей учебного заведения такая работа, помимо того, может предусматривать его насыщение различным периферийным оборудованием (или создавать условия для подключения и эффективного использования такого оборудования в будущем). Формирование цифровой инфраструктуры может проводиться на основе типовых проектных решений, входить в программу развития учебного заведения и увязываться с подключением его к высокоскоростному Интернету. Здесь нужны смелые, но реалистичные типовые (модельные) решения.

Первым шагом таких работ может стать подготовка и широкое обсуждение концепции формирования цифровой инфраструктуры образовательной организации и программы ее реализации. Желательно предусмотреть возможность широкого

использования облачных решений и сервисов, что поможет снять с образовательной организации (или существенно уменьшить) заботы об администрировании и технической поддержке создаваемой цифровой инфраструктуры. Концепция должна предусматривать ввод в действие автоматизированных средств учета оборудования и программных средств, которые используются в учебных заведениях. Такой учет поможет органам управления и общественности следить за ходом работ по созданию цифровой инфраструктуры и за использованием дорогостоящего оборудования на местах.

Создаваемая цифровая инфраструктура должна обеспечить доступ к цифровым инструментам, материалам, ресурсам и сервисам, а также обеспечить проведение всех видов аттестационных испытаний (включая ГИА и ЕГЭ) с использованием ЦТ и решение задач (текущих и перспективных) управления образовательным процессом.

Как и при подключении к Интернету все работники образования, учащиеся, родители, высокотехнологичные компании, представители бизнеса должны быть вовлечены в обсуждение концепции формирования цифровой инфраструктуры образовательной организации и программы ее выполнения.

Формирование цифровой компетентности работников образовательных организаций

Чтобы результативно использовать высокоскоростной Интернет и цифровую инфраструктуру, работникам образовательной организации нужно их освоить. Соответствующие мероприятия должны входить в программу развития образовательной организации и проводиться каждый раз при обновлении цифровой инфраструктуры. Для этого необходимы:

- требования к цифровой компетентности работников;
- учебно-методические и оценочные материалы (включая специализированные обучающие программы, тренаже-

ры, МУКи и т.п.), цифровые инструменты и процедуры сертификации цифровой компетентности педагогов.

Основой здесь может служить «Национальная рамка педагогической цифровой компетенции работников образования» для всех уровней и форм образовательной работы, которая учитывает современные представления о формировании цифровой компетенции. В сфере профессионального образования тесное взаимодействие образовательных организаций и бизнеса поможет формируемым цифровым компетенциям соответствовать условиям труда.

Главные задачи мероприятий по профессиональному развитию и аттестации работников образования:

- добиться, чтобы руководители и педагоги ясно понимали суть, цели и ожидаемые результаты работ по цифровой трансформации образования;
- сформировать у педагогов готовность развивать культуру работы с информацией, разрабатывать и вводить в действие новые регламенты работы учебного заведения с учетом расширяющейся образовательной среды (включая вопросы информационной безопасности);
- сформировать у педагогов готовность и способность активно участвовать в разработке и реализации перспективных и краткосрочных программ развития своего учебного заведения с учетом использования потенциала развивающейся цифровой образовательной среды;
- помочь каждому педагогу эффективно использовать имеющиеся либо приобретаемые персональные цифровые устройства, инструменты, материалы и сервисы, к которым он получает доступ при подключении учебного заведения к высокоскоростному Интернету и обновлении его цифровой инфраструктуры (в том числе для подготовки к занятиям, подбору, адаптации/разработки цифровых учебно-методических материалов);

- создать условия (в том числе организационные) для самостоятельного профессионального развития педагогов с использованием открытых образовательных ресурсов, неформального общения с коллегами, участия в добровольных профессиональных (в том числе сетевых) сообществах.

Работы по формированию цифровой компетентности работников должны быть согласованы с планами проводимых на местах работ по развитию цифровой инфраструктуры и подключению образовательных организаций к высокоскоростному Интернету. В этом случае активизация работы педагогов в сетевых профессиональных сообществах будет поддержана цифровой инфраструктурой и станет одной из основных форм их профессионального развития.

4.2.2. Развитие цифровых учебно-методических материалов и цифрового оценивания

Работы этого направления основаны на результатах успешной реализации мероприятий по развитию цифровой инфраструктуры образования. Они нацелены на решение двух основных задач:

- создание в России на принципах частно-государственного партнерства эффективно действующей системы, которая обеспечивала бы разработку, обновление и представление всем заинтересованным участникам образовательного процесса современных, высококачественных и достаточно полных открытых коллекций цифровых инструментов (общепользовательских и профессиональных), цифровых учебников, учебно-методических материалов и сервисов;
- разработку и совершенствование процессов аттестации в сфере образования, включая создание и внедрение цифровых контрольно-измерительных материалов и инструментов для проведения оценочных и аттестационных процедур.

Работы этого направления должны обеспечить формирование и последующее развитие учебно-методических материалов и оценочных средств для успешной цифровой трансформации образования.

Цифровые учебно-методические комплексы, симуляторы и обучающие игры

Важным шагом на пути цифровой трансформации образования является предусмотренная Паспортом программы «Цифровая экономика» [Паспорт..., 2019] разработка цифровых учебно-методических комплексов (ЦУМК), а также новых инструментов учебной работы (учебных симуляторов, тренажеров, виртуальных лабораторий и компьютерных игр) для реализации образовательных программ общего среднего и профессионального образования по предметным областям «Математика», «Информатика» и «Технология». Эта разработка включает оценку результативности и практичности предлагаемых учебно-методических материалов (цифровых ресурсов, инструментов и сервисов) на экспериментальных площадках, создаваемых на базе общеобразовательных организаций, организаций дополнительного и среднего профессионального образования.

Цифровые учебно-методические комплексы — качественное развитие (новое поколение) учебно-методических комплексов (УМК), которые повсеместно используют сегодня. Их появление как новых инструментов учебной работы стало возможным благодаря:

- удешевлению и массовому распространению высокопроизводительных персональных цифровых устройств и высокоскоростного доступа в глобальные цифровые сети;
- достижениям в сфере цифровых технологий (новая элементная база, облачные вычисления, методы искусственного интеллекта);

- достижениям в области педагогического дизайна, появлению информационных систем для управления образовательным процессом и их стандартизации.

Внедрение ЦУМК обещает стать определяющим направлением усилий по модернизации образовательного процесса. ЦУМК и входящие в их состав (как и независимо используемые) учебные симуляторы, тренажеры, виртуальные лаборатории и обучающие игры призваны обеспечить повышение глобальной конкурентоспособности российского образования, способствовать вхождению Российской Федерации в число 10 ведущих стран мира по качеству общего образования [Указ Президента РФ..., 2018].

Разработка ЦУМК призвана решать задачи обновления содержания, повышения доступности и качества общего образования. Это достигается за счет появления адаптивности методов и организационных форм учебной работы, которая становится возможной в результате использования цифровых инструментов, интеллектуальных обучающих систем, методов обработки больших данных и искусственного интеллекта. Цифровые учебно-методические комплексы — методическое ядро обновляющейся системы образования[3]. Они фиксируют цели и содержание, определяют методы и организационные формы проведения учебной работы в рамках одного учебного предмета/дисциплины или их связки (например, математика—информатика, информатика—технология, Science—Technology—Engineering—Mathematics, или STEM и т.п.).

Качество ЦУМК предопределяет проектируемое (планируемое, ожидаемое) качество учебной работы школы и ожидаемые образовательные результаты обучаемых. Чтобы стать завершенным учебно-методическим продуктом, ЦУМК, как и любой

---

[3] Высокорезультативные цифровые учебно-методические материалы, инструменты и сервисы, входящие в ЦУМК для общеобразовательной школы, могут с успехом использоваться для самообразования, а также дополнительного и профессионального образования.

учебно-методический материал, должен пройти все этапы разработки и испытаний, чтобы быть готовым к внедрению, освоению и использованию в образовательных организациях.

Переход на цифровые комплексы (часто говорят — на новые учебники) — большое событие для педагогов и коллективов школ. Их освоение требует немало сил и времени, а сам переход включает изменение среды, в которой осуществляется образовательный процесс, оснащение школы новыми учебно-методическими материалами и инструментами. Он требует проведения дополнительной подготовки учителей, а также их методической поддержки в процессе освоения обновленного содержания, новых инструментов и методов учебной работы.

О составе ЦУМК

ЦУМК — важнейший ресурс цифровой трансформации обновляющейся системы образования, новое (цифровое) поколение учебно-методических материалов, инструментов и сервисов, которые полноценно используют цифровые технологии и возможности цифровой образовательной среды для повышения доступности и качества образования. В состав цифровых учебно-методических комплексов входят:

- вариативная учебная программа, которая содержит все требуемые компоненты (цели обучения, материалы для оценивания их достижения и т.п.), при этом возможности вариативного (адаптирующегося к нуждам конкретной учебной аудитории и отдельных учащихся, условиям проведения учебной работы, имеющимся ресурсам и т.п.) планирования учебной работы представлены, например, в виде графа (сети) элементов освоения (понятия, процедуры и т.п.) с протоколом описания рекомендованных переходов;
- адаптивные цифровые (мультимедийные) учебные материалы, собранные в пополняемую базу знаний ЦУМК. Использование при построении цифровой образовательной

среды международного стандарта представления цифровых учебных материалов xAPI, который предусматривает использование единого хранилища данных LRS (Learning Record Store), позволяет решить проблему обмена учебными материалами, которые готовят конкурирующие разработчики, в том числе для разных образовательных областей;

- вариативные учебно-методические материалы для подготовки и проведения занятий с описанием вариативной организации учебной работы и методов ее проведения;
- комплекс цифровых инструментов (в том числе с использованием технологий виртуальной реальности и методов искусственного интеллекта), включающий учебные компьютерные среды, симуляторы и тренажеры, виртуальные лаборатории и обучающие игры, учебно-наглядные пособия, оборудование и материалы для проведения лабораторных и практических работ;
- инструменты для оценки образовательных достижений, формирующего и констатирующего оценивания (в том числе с использованием компьютерного моделирования, игровых сред, инструментов виртуальной реальности и искусственного интеллекта, средств генерации заданий и динамического представления результатов индивидуального и группового оценивания);
- комплект организационно-методических материалов для внедрения и освоения ЦУМК в различных образовательных организациях.

Учебное содержание ЦУМК

В традиционных курсах основное внимание и время учебной работы концентрировалось на ознакомлении учащихся с информацией, передаче знаний и формировании у них понимания. Сегодня на передний план выходит формирование способностей к экспертизе, решению практических задач, переносу этих способ-

ностей в новые ситуации для решения новых задач, самостоятельному освоению нового. ЦУМК позволят педагогам сместить акценты в обучении с развития рутинных когнитивных навыков (работа с данными, информацией и знаниями) на развитие специфических человеческих способностей (к экспертизе и решению новых задач). В центре внимания оказывается формирование предметных, личностных и метапредметных результатов.

К *предметным* относят результаты освоения предметного содержания. Курсы должны включать формирование у обучаемых практических умений по решению задач в различных предметных областях с использованием цифровых инструментов. В настоящее время область таких задач, как и набор соответствующих инструментов, продолжает быстро расширяться. Школьники, которые овладели полноценной учебной деятельностью, быстрее и охотнее взрослых осваивают средства разработки в области дополненной и виртуальной реальности, компьютерного дизайна, искусственного интеллекта и кибербезопасности [Krueger, 2018].

К *личностным* относят результаты, связанные с такими чертами характера учащихся, как любопытство, способность и желание задавать вопросы; инициативность, способность и желание решать новые задачи; настойчивость, способность прикладывать усилия для достижения поставленной цели; адаптивность, готовность гибко менять планы или цели в свете новой информации; способность сотрудничать и вдохновлять других на достижение общей цели; способность взаимодействовать с людьми с учетом их социальных и культурных особенностей.

К *метапредметным* относят результаты, характеризующие умение учиться и другие универсальные компетентности (например, критическое мышление, способность решать нестандартные задачи, способность к творчеству/креативность, способность к общению, коллективной/групповой работе, самоорганизация).

Создаваемые ЦУМК должны включать инструменты и материалы для оценивания таких результатов, автоматизировать процедуры оценивания, в том числе с использованием сценарного и взаимного оценивания, компьютерных сред, методов искусственного интеллекта и обработки больших данных. Методы виртуальной реальности и искусственного интеллекта позволяют это делать в ходе формирующего и констатирующего оценивания.

Обновление методов и форм учебной работы с использованием ЦУМК

Входящие в состав ЦУМК цифровые учебные материалы, инструменты и сервисы, которые используют образовательный потенциал ЦТ, позволяют обновить методы и формы учебной работы с целью повышения ее результативности. Это достигается за счет таких [National Academies of Sciences, 2018] возможностей ЦТ, как:

- интерактивность (цифровые учебные ресурсы систематически и адекватно реагирует на действия ученика);
- адаптивность (информация представляется в зависимости от действий, знаний и других характеристик учащегося);
- обратная связь (учащийся оперативно получает информацию о качестве своей работы, о том, как ее можно улучшить);
- возможность выбора (учащиеся имеют выбор того, что и как осваивать, что позволяет им регулировать свое обучение);
- нелинейный доступ к информации (ученик может знакомиться с материалом в произвольном порядке, который отличен от его традиционного линейного представления);
- взаимоувязанное представление информации (например, речевые сообщения, тексты, диаграммы, видео и интерактивные модели);

- использование различных способов коммуникации (например, выражать мысли на естественном языке, рисовать изображения и т.п., что позволяет активизировать обучение);
- общение с другими людьми (учащийся может общаться как с преподавателями и сверстниками, так и с различными экспертами, используя электронную почту, вебинары, чаты, мультимедийные коммуникационные инструменты для индивидуализированного и совместного обучения, репетиторства, консультаций и краудсорсинга).

Используемые в ЦУМК цифровые технологии, в отличие от традиционных УМК, позволяют:

- включать в учебные программы решение учащимися реальных (в том числе межпредметных, практических) задач;
- систематически использовать формирующее оценивание, дать учащимся и учителям постоянную обратную связь о ходе и результатах обучения, предоставить информацию для анализа, рефлексии, корректировки хода учебной работы;
- формировать сетевые (локальные и глобальные) сообщества по интересам;
- организовывать сетевое обучение и методическое сопровождение методистов и учителей в ходе внедрения и освоения ЦУМК.

В зависимости от решаемой педагогической задачи, отдельные модули ЦУМК могут интегрировать в себя ЦТ для:

- представления учебного материала, текущего контроля, повышения интереса учащихся (минимальный уровень);
- интенсификации и индивидуализации учебной работы (использование интерактивных учебных материалов, цифровых сред, инструментов и сервисов, в том числе по выбору учащихся);

- учебной работы учащихся за пределами классной комнаты (внеклассные задания, учебные телекоммуникационные проекты, онлайн-курсы и т.п.).

Во всех этих случаях каждый участник образовательного процесса должен иметь доступ к соответствующим цифровым устройствам и компьютерной сети.

Разработка ЦУМК поможет школам начать переход к использованию индивидуальных образовательных траекторий (что заложено в Федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г., ст. 34) с учетом особенностей и потребностей обучающегося вне зависимости от места его проживания и экономических возможностей семьи, а также персонализировать образовательный процесс.

Разнообразие моделей организации учебной работы в ЦУМК

Разрабатываемые ЦУМК предназначены для распространения и использования в работе массовой школы, где необходимая цифровая образовательная среда уже сформирована. Их будут использовать как школы, где инновационные процессы идут сравнительно давно и уже внедрены/внедряются новые модели организации учебной работы, так и в школах, где инновационные процессы еще только начинаются и используется традиционная классно-урочная модель.

Одно из требований к ЦУМК — беспроблемное их использование в образовательных организациях, которые функционируют на основе традиционной модели организации образовательного процесса. При этом результативность образовательного процесса должна быть выше, чем с традиционными (использованными ранее) УМК за счет входящих в ЦУМК вариативных мультимедийных учебных материалов, симуляторов, тренажеров, виртуальных лабораторий, обучающих игр и инструментов автоматизации оценивания учебных достижений.

Внедрение ЦУМК должно помогать школам шире использовать прогрессивные (повышающие качество учебной работы) формы организации образовательного процесса, включая разноуровневое обучение, методику полного усвоения и др.

Гибкая учебная программа, избыточность входящих в ЦУМК учебных материалов, средства онлайн-поддержки, использование адаптивных учебных материалов и инструментов автоматизированного оценивания, ясное описание формируемых у обучаемых образовательных результатов должно способствовать переходу школ к персонализированной, ориентированной на результат организации образовательного процесса. Это должно обеспечиваться в том числе сопрягаемыми с ЦУМК компонентами цифровой образовательной среды:

- инструментами отслеживания цифрового следа обучаемых и формирования индивидуальных образовательных траекторий;
- базой знаний для размещения учебных материалов и средств оценивания;
- инструментами для автоматизации управления образовательным процессом.

ЦУМК должны поддерживать сетевые форматы организации учебной работы, организацию и проведение учебных экскурсий, экспедиций (в том числе виртуальных), помогать выносить учебный процесс за пределы классной комнаты.

ЦУМК и открытые образовательные платформы

Все программно-технические составляющие ЦУМК (включая учебные симуляторы, тренажеры, виртуальные лаборатории и обучающие игры, учебные среды, цифровые материалы и инструменты) должны поддерживать единые стандарты (например, xAPI), которые обеспечивают программную совместимость и обмен данными между выполняемыми разработками, а также

встраивать их в различные версии цифровой образовательной среды образовательных учреждений.

Поддержка единых стандартов должна обеспечить свободный обмен учебными материалами и данными между всеми заинтересованными группами пользователей и используемыми программно-техническими системами.

Учебные симуляторы, тренажеры,
виртуальные лаборатории и обучающие игры

Естественной составной частью ЦУМК являются цифровые инструменты учебной работы, включая:

- общепользовательские (офисные инструменты, средства работы с Интернетом, общедоступные средства поиска информации, базы данных и т.п.);
- учебные компьютерные симуляторы и тренажеры;
- виртуальные лаборатории;
- обучающие игры;
- специализированные цифровые среды/инструменты (например, для разработки компьютерных программ, выполнения математических преобразований и вычислений, автоматизации проектирования и т.п.).

Они должны составлять основу ЦУМК для изучения математики, информатики и технологии, а методика их использования должна быть естественной составной частью методических материалов.

Входящие в состав ЦУМК цифровые инструменты могут быть также рекомендованы для использования независимо от ЦУМК выступать как инструменты или материалы, которые расширяют возможности традиционных УМК. В этом случае они должны:

- включать в свой состав полный набор материалов и инструментов для формирующего и констатирующего оценивания;
- комплектоваться полным набором методических материалов, обеспечивающих их внедрение/освоение.

Разработчики должны явно указать, какие именно составляющие традиционных УМК они заменяют или дополняют. Для того чтобы быть рекомендованными к использованию, новые материалы должны пройти пилотирование (полевые испытания) во всех предлагаемых конфигурациях и иметь доказанную результативность выше (не ниже), чем та, которую имеют заменяемые ими составляющие УМК.

Готовность к распространению

Ключевое для практики свойство ЦУМК — их готовность к распространению. Распространение учебно-методических комплексов — заданный в явном виде специфический набор мероприятий, который разработан (или разрабатывается) с целью воспроизведения в новых условиях педагогической практики, осуществляемой с использованием материалов и в соответствии с требованиями ЦУМК.

Распространение — это целенаправленный процесс, который должен быть достаточно детально описан. В этом процессе есть два набора различающихся мероприятий: мероприятия по внедрению и мероприятия по освоению.

Внедрение ЦУМК — меры, которые предпринимаются поставщиком этих комплексов (инициатором процесса внедрения, разработчиком или издателем).

Освоение ЦУМК — меры, которые предпринимаются получателем этих комплексов, стремящимся включить их в работу своего образовательного учреждения (на уровне региона, района или школы).

У процессов внедрения и освоения ЦУМК разные программы, разные результаты, разные исполнители. Поэтому даже полное выполнение мероприятий по внедрению далеко не всегда гарантирует достижение школой требуемых образовательных результатов. Осуществление хорошо разработанных мероприятий по внедрению вводит в действие механизмы (процедуры)

освоения ЦУМК, которые, в свою очередь, обеспечивают достижение требуемых результатов (повышение качества образовательной работы), для чего в конечном счете разрабатываются и внедряются ЦУМК.

От разработчиков ЦУМК требуется подготовить такие материалы, которые обеспечат их распространение, ориентированное на результат. Они должны предложить набор процедур внедрения и освоения ЦУМК, выполнение которых будет гарантировать, что ключевые составляющие новой содержащейся в ЦУМК педагогической практики освоены школой и приносят ожидаемые результаты. Это, в свою очередь, невозможно без всесторонней экспериментальной проверки новых разработок, требует качественной подготовки методистов и учителей, их всесторонней методической поддержки по мере освоения входящего в ЦУМК нового содержания и методов работы.

От разработчиков ЦУМК требуется выработать реалистичные, доступные на практике процедуры внедрения и освоения разрабатываемых материалов. Они, как и все остальное, являются неотъемлемой составляющей подготавливаемых ими ЦУМК.

Способность ЦУМК к непрерывному обновлению

Многие разработки в области Интернета вещей, методов искусственного интеллекта и инструментов виртуальной реальности сегодня ведутся в лабораториях. Они получат широкое распространение лишь к концу следующего десятилетия. Цифровые технологии обеспечивают необходимые условия для непрерывного оперативного развития и обновления разрабатываемых ЦУМК (наращивание элементов содержания, обновление и расширение диапазона предлагаемых методических и организационных решений, привлечение учащимися профессионалов

в качестве экспертов, использование учащихся из удаленных друг от друга мест в качестве ресурса для проведения самостоятельных исследований и т.п.).

От разработчиков ЦУМК требуется предпринять все необходимые меры для того, чтобы создаваемые ими цифровые инструменты, учебные и методические материалы были ориентированы на развитие и могли легко обновляться. Они должны использовать имеющиеся технологические возможности (в том числе облачные вычисления) для оперативного доступа всех учащихся и педагогов к самым передовым учебно-методическим разработкам и инструментам.

Работа создателей ЦУМК не заканчивается после успешных полевых испытаний и распространения результатов выполненной разработки. Разработчики должны гарантировать:

- последующую поддержку и развитие своих разработок;
- непрерывное обновление используемых педагогических технологий;
- постоянное пополнение содержания учебных материалов;
- быстрое и малозатратное включение в образовательный процесс новых эффективных методических решений (например, с использованием классической, дополненной и смешанной виртуальной реальности).

Создание ЦУМК должно стать шагом к переходу разработчиков от роли простых поставщиков учебно-методических материалов к роли партнеров, предоставляющих образовательным организациям сервисы для осуществления образовательного процесса.

ЦУМК и активизация учебной работы

Цифровые учебно-методические комплексы должны широко использовать богатые наработки в области проектного обучения, способствовать формированию у обучающихся культуры

проектной и исследовательской работы [Research Spotlight...]. Проектная работа может стать основой для интеграции различных учебных предметов, осуществляться в виде внутрипредметных и межпредметных проектных модулей, с использованием индивидуальных и коллективных проектов (прежде всего межпредметных). Это должно поддерживаться в том числе цифровой образовательной средой, которая позволяет приобрести компетенции, необходимые для овладения и дальнейшего развития проектной и исследовательской деятельности. ЦУМК должен предусматривать:

- встроенные механизмы ресурсного обеспечения индивидуальных и коллективных проектов, обучающихся (прежде всего межпредметных);
- создание условий для фиксации хода и результатов проектов, выполненных обучающимися в информационной среде образовательной организации;
- представление обучающимися выполненных ими проектов в ходе открытых презентаций (в том числе представленных в социальных сетях и на специализированных порталах), соревнований и конкурсов.

Будут учебники нового типа, созданные для развития проектной деятельности школьников. Ученик получает проектное задание. Он знает, где в Сети найти нужную информацию, и его работа будет заключаться в том, чтобы из этих знаний сделать нечто новое. Такая учеба соответствует гумбольдтовской парадигме обучения через научную работу, которая на наших глазах начинает осуществляться и в школах.

Нас окружает громадное информационное облако, и надо учить детей в этом облаке ориентироваться. Это появится уже очень скоро, в ближайшие годы.

Алексей Хохлов, вице-президент РАН [Хохлов, 2018]

Хороший ЦУМК всегда использует широкий спектр форм и методов представления учебного материала, которые обеспечивают современные цифровые технологии, такие как текст и гра-

фика, аудио- и видеоматериалы, перспективные цифровые форматы. Разработчикам ЦУМК рекомендуется обратить внимание на образовательный потенциал, который имеют развивающиеся сегодня технологии Интернета вещей [Gul et al., 2017].

Разработчики ЦУМК могли бы использовать методы интеллектуального анализа данных, в том числе машинное обучение, адаптивные инструменты анализа и корректировки индивидуальной учебной траектории учащихся (для учета их индивидуальных особенностей, устранения пробелов, возникших на предыдущих этапах обучения и проч.).

Активизации учебной работы могут способствовать входящие в состав ЦУМК учебные симуляторы, тренажеры, виртуальные лаборатории и обучающие игры. Разработчикам ЦУМК рекомендуется использовать в своих работах в том числе новые средства человеко-машинного взаимодействия, включая 3D-видео, средства дополнительной и виртуальной реальности, программно-управляемые устройства, а также цифровые инструменты, применяющие методы искусственного интеллекта.

ЦУМК должен позволить каждому найти дело по интересам, увлечь учащихся практическими делами, сделать изучение информатики лично осмысленным делом. Формирование личностных и метапредметных результатов, которое предусмотрено учебной программой, должно помочь обучаемым не только войти в мир цифровых технологий, но и определить свою будущую профессию. Этому должно способствовать в том числе формирование у обучаемых предпринимательских навыков, предоставление им возможности найти практическое применение своим талантам, выполнять заказные разработки. Инструменты и методы поиска таких заказов (индивидуальных и групповых) могли бы стать составной частью ЦУМК [Elert et al., 2014].

4.2.3. Общедоступные цифровые коллекции учебно-методических материалов, инструментов и сервисов

За прошедшие годы в стране появилось определенное количество цифровых учебных материалов, инструментов и сервисов, которые доступны через Интернет. Однако их номенклатура и качество не отвечают требованиям современного образования. Педагогам и учащимся на всех уровнях образования необходимы цифровые учебные материалы, инструменты и сервисы, которые позволяют индивидуализировать обучение, использовать новые формы и методы образовательной работы (онлайн-обучение, перевернутое и смешанное обучение, выполнение учебных проектов и т.п.). Подготавливаемые открытые коллекции являются развитием (с использованием обновленных единых протоколов) на новом качественном уровне существующих коллекций цифровых образовательных ресурсов.

Цель предлагаемых работ — создание в нашей стране, эффективно действующей на принципах частно-государственного партнерства, экосистемы разработки, сопровождения и представления обучаемым и педагогам постоянно обновляющихся коллекций цифровых учебников, учебно-методических материалов, инструментов и сервисов. Подготавливаемые открытые коллекции — это развитие на новом качественном уровне, с использованием обновленных единых протоколов и инструментов уже действующих сейчас коллекций цифровых образовательных ресурсов.

Такая экосистема должна стимулировать и поддерживать идущие снизу прорывные инновации, предоставлять возможность отдельным экспертам и группам разработчиков вести авторские научно-педагогические и методические разработки, свободно предлагать созданные ими высококачественные цифровые материалы, инструменты и сервисы всем заинтересованным в них обучаемым и педагогам.

Среди активных участников этой работы (помимо органов образования и других государственных организаций, университетов, научных и методических центров) должны быть в полной мере представлены компании и издательства, создающие учебно-методические материалы, инструменты и сервисы, а также объединения предпринимателей и ведущие фирмы, работающие в области ЦТ, виртуальной реальности и ИИ.

Разрабатываемая экосистема должна в том числе поддерживать методическое творчество педагогов, создание и распространение открытых образовательных ресурсов, обмен опытом подготовки и использования учебно-методических материалов, а также проведение опережающих научно-педагогических исследований по созданию качественно новых цифровых образовательных ресурсов.

Подготавливаемая в ходе этой работы «Концепция развития цифровых ресурсов в сфере образования» и программа ее реализации должны предусматривать создание и ввод в действие системы требований к процессам разработки всех видов цифровых образовательных ресурсов, а также технологических протоколов для их использования на различных цифровых платформах.

4.2.4. Цифровые контрольно-измерительные материалы, инструменты и сервисы

Цифровое отставание российского образования обусловлено в том числе тем, что в ходе учебной работы и оценивания ее результатов редко используются цифровые инструменты, которые уже широко применяют дети и взрослые в свой повседневной и профессиональной работе. Использование этих инструментов позволило бы улучшить учебную работу, сделать оценивание более аутентичным, приблизить проверочные задания и процедуры к реальной жизни за стенами образовательных организаций.

Необходимо создавать, обновлять и предоставлять всем заинтересованным участникам образовательного процесса высококачественные и достаточно полные коллекции цифровых контрольно-измерительных материалов, инструментов и сервисов для проведения компьютеризированного оценивания (в том числе ГИА и ЕГЭ).

Подключение образовательных организаций к высокоскоростному Интернету и появление в них развитой цифровой инфраструктуры создает благоприятные условия для автоматизации процедур формирующего и итогового (констатирующего) оценивания образовательных достижений. Здесь могут применяться сценарные методы, которые позволяют объективировать оценивание как традиционных академических образовательных результатов, так и результатов XXI в. При проверке свободно конструированных ответов здесь могут в полной мере использоваться методы искусственного интеллекта (например, при выполнении заданий по родному и иностранному языкам). Средства виртуальной реальности позволяют проверять способность учащихся выполнять действия с объектами. Инструменты взаимного оценивания дают возможность оценить отдельные составляющие портфолио учащихся, сложно формализуемые компоненты поведения, что часто встречается при оценке формирования лидерских качеств, способности к продуктивной коммуникации и т.п. С помощью современных протоколов обмена данными можно автоматически возвращать результаты компьютеризированного контроля в образовательные организации, сохраняя их в рабочих досье обучаемых.

Перечисленные и подобные им цифровые инструменты и сервисы дают возможность объективизировать результаты учебной работы, передавать учащимся ответственность за ее ход и результаты. А педагоги, освобожденные от выполнения рутинных операций, могут уделять больше времени воспитательной работе.

Создание коллекций цифровых контрольно-измерительных (как и учебно-методических) материалов, инструментов и сервисов — критически важная составляющая работ по цифровой трансформации образования, без которой трудно обеспечить переход к ПРО. Именно здесь они будут наиболее востребованы и способны заметно улучшить образовательный процесс.

Работы по созданию и внедрению цифровых контрольно-измерительных и учебно-методических материалов, инструментов и сервисов предполагают широкое использование ЦТ обучаемыми и педагогами в образовательных организациях. Поэтому их проведение (прежде всего на этапе опытной эксплуатации и внедрения) должно согласовываться с работами по развитию цифровой инфраструктуры образования (техническое оснащение образовательных организаций). Их результативность может и должна быть проверена в первую очередь на инновационных площадках цифрового образования.

4.3. Работы по преодолению нового цифрового разрыва

Работы по этому направлению обеспечивают последовательный организованный переход учебных заведений к ПРО. Они разделены на три группы: развертывание национальной сети инновационных площадок цифрового образования (ИПЦО); разработка и доводка в полевых условиях обновленной нормативной базы работы учебных заведений; развертывание системы мониторинга и поддержки распространения процессов цифровой трансформации учебных заведений. Все вместе они нацелены на выполнение опережающих разработок по формированию новых педагогических практик и их внедрение в учебно-воспитательный процесс (центральная часть рис. 4.1).

На площадках ИПЦО педагогические инновации и цифровые технологии интегрируются, порождая новую высокорезультативную педагогическую практику персонализированной

организации образовательного процесса. Накапливаемый здесь опыт ложится в основу подготовки и доводки в полевых условиях обновленной нормативной базы цифровой трансформации образования. Полученный опыт и обновленная нормативная база используются для масштабирования новых высокорезультативных моделей работы учебных заведений.

4.3.1. Развертывание национальной сети ИПЦО

Эти работы включают пошаговое развертывание сети ИПЦО в регионах России на базе инициативных учебных заведений. Учебные заведения, входящие в сеть ИПЦО, осваивают работу на основе модели персонализированной организации образовательного процесса, делятся своим опытом, поддерживают другие учебные заведения, которые решили работать по новой модели.

Ожидаемый результат этих работ — действующая во всех регионах России сеть ИПЦО (3–5 площадок в регионе). Все учебные заведения сети ИПЦО работают по новой модели, причем:

- каждое учебное заведение предъявляет доказательства достижения всеми обучаемыми требуемых (зафиксированных в учебной программе) образовательных результатов;
- не менее 70% его работников демонстрируют владение цифровыми и другими компетенциями, которые предъявляются к работникам учебного заведения, использующего ПРО;
- не менее пяти учебных заведений региона прошли подготовку на одной из инновационных площадок сети ИПЦО и с ее поддержкой начали осваивать новую модель работы;
- все учебные заведения региона знакомы с опытом учебных заведений сети ИПЦО;
- не менее 30% учебных заведений региона добровольно выразили готовность присоединиться к этой сети.

В ходе этих работ (с учетом отечественного и зарубежного опыта) осуществляется подготовка организационно-дидакти-

ческой модели запуска и функционирования сети ИПЦО. Подготавливаются примерные пакеты:

- внутришкольных нормативов образовательных достижений учащихся (операционализированный перечень требуемых образовательных результатов, в том числе с разбивкой по ступеням обучения, образовательным областям, дисциплинам, модулям и направлениям учебной работы);
- контрольно-измерительных материалов и инструментов критериального оценивания достижения учащимися каждого из входящих в этот пакет образовательных результатов (со спецификацией уровней оценки достижения);
- регламентов работы учебного заведения, использующего ПРО (в том числе описание всех его основных (типовых) бизнес-процессов);
- функциональных обязанностей работников учебного заведения (учителей-предметников, наставников/воспитателей/тьюторов, административного и технического персонала), использующих ПРО;
- нормативных материалов, регламентирующих организационно-финансовую работу учебного заведения сети ИПЦО;
- требований к инфраструктуре учебного заведения сети ИПЦО (цифровая образовательная среда, доступные цифровые контрольно-измерительные и учебно-методические материалы, инструменты и сервисы).

Все подготавливаемые материалы проходят общественное обсуждение с обязательным привлечением работников учебных заведений сети ИПЦО и рекомендуются к опытной проверке на этих площадках.

Одним из главных результатов должна стать широкая общественная поддержка цифровой трансформации образования в России, перехода учебных заведений к работе с использова-

нием ПРО. Учебные заведения сети ИПЦО работают в режиме правового эксперимента, и на их базе проводится практическая отработка документов обновленной нормативной базы работы учебных заведений. Все площадки являются базой для опытной проверки результатов работ, выполняемых в рамках других мероприятий программы модернизации образования. Для этого работы в сети ИПЦО координируются с работами по направлениям 1 и 2 (см. табл. 4.1), которые используют учебные заведения сети ИПЦО как базу при проведении предпроектных изысканий и пилотных экспериментов.

Отбор участников сети ИПЦО проводится на заявительной основе при участии и поддержке местных и региональных органов управления образованием в ходе ежегодных открытых конкурсов на право стать учебным заведением сети ИПЦО и получить грант на выполнение работ. В сеть ИПЦО должны/могут входить организации общего и профессионального образования (высшие учебные заведения и др.), а также организации дополнительного образования (в том числе работающие на основе государственного и частного финансирования).

Учебные заведения сети ИПЦО — центры тиражирования ПРО в российских регионах. Важными составляющими этой работы являются:

- анализ и обобщение опыта работы учебных заведений сети ИПЦО и подготовка планов совершенствования их работы;
- создание и экспериментальная проверка моделей профессионального совершенствования педагогов и их подготовка к работе на основе ПРО;
- разработка организационных и других процедур распространения ПРО в регионе;
- подготовка региональных программ тиражирования опыта освоения ПРО, приобретенного учебными заведениями сети ИПЦО.

4.3.2. Разработка и доводка в полевых условиях обновленной нормативной базы работы образовательных организаций

Переход от традиционной (классно-урочной) к персонализированной организации образовательного процесса требует обновления нормативной базы работы учебных заведений. Необходимо подготовить, проверить и довести в полевых условиях пакет документов нормативной базы цифровой трансформации образования. К ним относятся:

- рекомендации к новой редакции ФГОС, отвечающей задачам цифровой трансформации образования;
- дополнения к требованиям по лицензированию и аккредитации учебных заведений, которые расширяют нормативные возможности применения цифровых технологий и снижают требования, обусловленные необходимостью пространственного объединения участников образовательного процесса;
- требования к цифровой грамотности/компетентности участников образовательного процесса;
- санитарно-гигиенические и строительные требования и рекомендации по использованию ЦТ в образовательном процессе;
- документы по кредитованию и адресной поддержке (софинансированию) участников образовательного процесса при приобретении ими средств ЦТ;
- требования к использованию дистанционных образовательных технологий, электронного обучения и сетевых форм образования (заимствованные онлайн-курсы, цифровые учебные материалы и проч.);
- рекомендации/требования к учебным программам (в том числе типовым), которые учитывают использование ПРО, цифровых инструментов, материалов и сервисов в образовательном процессе.

Все документы должны быть подготовлены с учетом отечественного и международного опыта и опираться прежде всего на практику работы ИПЦО, должны проверяться и дорабатываться. Лишь после этого их можно выносить на широкое обсуждение, одобрять и рекомендовать к применению. Режим правового эксперимента позволит изучить практику их применения, своевременно дорабатывать и обновлять их с учетом накапливаемого опыта.

4.3.3. Развертывание системы мониторинга и поддержки распространения процессов цифровой трансформации образовательных организаций

Эти работы основываются на результатах, которые были получены в ходе всех перечисленных выше работ. Они должны инициировать, поддерживать процессы цифровой трансформации во всех учебных заведениях и таким образом повысить качество образования в целом.

В части распространения ПРО национальная система мониторинга и поддержки процессов цифровой трансформации учебных заведений учитывает опыт учебных заведений сети ИПЦО. Отбор учебных заведений для распространения ПРО проводится на заявительной основе с поддержкой местных и региональных органов управления образованием.

Результатом работы национальной системы может стать:

- широкая общественная поддержка цифровой трансформации образования и перехода учебных заведений к ПРО;
- включение в работу по цифровой трансформации образования абсолютного большинства учебных заведений и освоение ПРО (дополнительно к ИПЦО) во всех учебных заведениях, попадающих в первое большинство на кривые распространения инноваций [Rogers, 2010].

4.4. Цифровые инструменты, помогающие планировать развитие образовательной организации

Каждая образовательная организация уникальна. В условиях цифровой трансформации она сама должна определять направления развития, разрабатывать планы своего преобразования. Было создано немало инструментов, которые помогают школам ускорить процессы цифровой трансформации, сделать их частью системы непрерывного совершенствования своей работы, превратиться в «обучающиеся организации» [Argyris, Schön, 1996; DeLorenzo, 2008; Уваров, 2011].

За последнее десятилетие появилось несколько инструментов, которые позволяют образовательной организации самостоятельно:

- оценить текущее состояние своей информатизации;
- выявить перспективные направления и сформировать долгосрочную стратегию своего развития;
- сравнить ход цифровой трансформации в других образовательных организациях, а также себя с ними.

Одним из первых таких инструментов стала матрица «ВЕСТА», разработанная британскими педагогами [Уваров, 2011]. Этот онлайн-инструмент обрабатывал анкеты, которые ежегодно заполняли школьные команды, и показывал продвижение школы к «эталонному образу». После завершения проекта «ВЕСТА» этот онлайн-инструмент перестал поддерживаться. В России в ходе проекта «Информатизация системы образования» для решения схожей задачи была разработана кластерная модель [Водопьян, Уваров, 2006]. В основе кластерной модели лежит допущение о том, что цифровая трансформация носит дискретный характер: образовательные организации как бы «перескакивают» из одного состояния в другое. Процесс идет неравномерно: в одних организациях он еще только начинается, в других привел к преобразованию учебной работы. Можно выделить группы

близких друг другу образовательных организаций, которые решают одинаковые (или схожие) задачи развития, сталкиваются с близкими проблемами, используют аналогичные способы их решения. Кластерная модель предлагает для каждой группы типовую программу развития. Сегодня разработано более десятка инструментов самооценки развития образовательных организаций, которые фокусируются на изменениях, связанных с использованием ЦТ [Kampylis, Punie, Devine, 2015]. Рассмотрим два развивающихся в настоящее время онлайн-сервиса для самооценки образовательных организаций. Эти сервисы используются в европейских странах и задают де-факто стандарт для самооценки трансформационных процессов в образовательных организациях.

Онлайн-сервис HEInnovate[4] создан по инициативе Европейской комиссии. Он позволяет работникам высшей школы (сотрудникам университетов, университетских колледжей, политехникумов) периодически оценивать развитие своей организации по нескольким ключевым параметрам. Среди них: внедрение цифровых технологий, организационный потенциал, кадровое обеспечение и связь с бизнесом и др. Сервис включает коллекцию методических материалов, ссылки на готовые решения и практические примеры, семинары, связь с коллегами и т.п. Сервис направлен на ускорение трансформационных процессов в европейском высшем образовании в целом. Он дает возможность заинтересованным специалистам высшей школы сравнивать и обсуждать свои проблемы и достижения внутри страны и между странами, сравнивать новые данные с предыдущими, понимать, как восприятие успехов и неудач меняется со временем.

Онлайн-сервис SELFIE[5] (Self-Reflection on Effective Learning by Fostering Innovation through Educational Technologies) раз-

---

[4] См.: <https://heinnovate.eu/en>.

[5] См.: <https://www.rri-tools.eu/-/selfie-self-reflection-on-effective-learning-by-fostering-the-use-of-innovative-educational-technologies>.

работан группой экспертов по вопросам образования из 14 европейских стран[6] по заказу Европейской комиссии. Его цель — помочь школам внедрить цифровые технологии в обучение и оценку работы учащихся. Он может показать, какие решения по использованию ЦТ оказались успешными, какие требуют улучшения, позволяет определить приоритеты. Сегодня он доступен на всех официальных языках Европейского союза, а также и на русском. Его могут использовать начальные и средние школы, организации СПО как в Европе, так и за ее пределами. Онлайн-сервис полезен не только школам с развитой цифровой инфраструктурой, но и школам, которые только приступают к цифровой трансформации.

SELFIE периодически с помощью анонимных онлайн-опросов собирает мнения учащихся, учителей и руководителей школ о том, как ЦТ используются в их школе. Вопросы касаются сферы управления, инфраструктуры, подготовки и профессионального развития учителей и цифровой компетенции обучаемых. На этой основе SELFIE автоматически генерирует отчет (или фотографию) сильных и слабых сторон школы в использовании цифровых технологий для обучения. Отчет предназначен лишь для самой школы — к нему нет доступа посторонним. SELFIE вовлекает в процесс цифровой трансформации всех членов школьного сообщества — администрацию, учителей, учащихся. Они начинают помогать друг другу успешнее использовать ЦТ в учебном процессе. Школа может скорректировать опросник, выбирая и добавляя вопросы и утверждения в соответствии со своими потребностями. Этот сервис предоставляется бесплатно.

Осенью 2017 г. Исследовательский центр Европейской комиссии в сотрудничестве с международной группой экспертов провел опытное внедрение SELFIE в 14 странах. В России эта работа проводилась Институтом ЮНЕСКО по информационным

---

[6] См.: <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomporg/selfie-tool/community>.

технологиям образования. Полученные в ходе этой работы данные помогли выявить типичные проблемы, с которыми сталкиваются школы в процессе цифровой трансформации. Например, известно, что наличие общего (разделяемого всеми участниками) ви́дения целей и задач цифровой трансформации школы — один из ключевых показателей успешности педагогических инноваций. Материалы SELFIE показали [Дворецкая, 2018] — все группы участников образовательного процесса согласны с тем, что использование ЦТ важно и желательно для их школы, однако целенаправленная работа по формированию общего ви́дения в школах, как правило, не ведется.

Таким образом, цифровые инструменты не только помогают планировать развитие образовательных организаций, но и дают новые возможности для содержательного мониторинга этого процесса.

В 2019 г. в Институте образования НИУ ВШЭ был разработан инструмент мониторинга цифровой трансформации школ, который может использоваться в рамках реализации Национального проекта «Образование». Этот инструмент опирается на лучший международный опыт и позволит школам строить тректории цифрового развития и сравнивать себя с другими.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» утверждает в качестве одного из основных приоритетов ускоренное развитие цифровых технологий во всех сферах экономики, в том числе в области развития человеческого капитала, системы образования Российской Федерации в целом.

В частности, Правительству России поручено решить целый ряд крупномасштабных задач[1]:

- создание системы правового регулирования цифровой экономики, основанного на гибком подходе в каждой сфере, а также внедрение гражданского оборота на базе цифровых технологий;
- создание глобальной конкурентоспособной инфраструктуры передачи, обработки и хранения данных преимущественно на основе отечественных разработок;
- обеспечение подготовки высококвалифицированных кадров для цифровой экономики;
- обеспечение информационной безопасности на основе отечественных разработок при передаче, обработке и хранении данных, гарантирующей защиту интересов личности, бизнеса и государства;
- создание сквозных цифровых технологий преимущественно на основе отечественных разработок;
- внедрение цифровых технологий и платформенных решений в сферах государственного управления и оказания государственных услуг;

---

[1] См.: <http://kremlin.ru/acts/bank/43027/page/1>.

- преобразование приоритетных отраслей экономики и социальной сферы, включая здравоохранение, образование, промышленность, сельское хозяйство, строительство, городское хозяйство, транспортную и энергетическую инфраструктуры, финансовые услуги, посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений.

В том числе за счет цифровых технологий и платформенных решений в сфере образования предстоит обеспечить:

- глобальную конкурентоспособность российского образования, вхождение Российской Федерации в число 10 ведущих стран мира по качеству общего образования;
- внедрение на уровнях основного общего и среднего общего образования новых методов обучения и воспитания, образовательных технологий для освоения обучающимися базовых навыков и умений, повышения их мотивации к обучению и вовлеченности в образовательный процесс <...>;
- внедрение национальной системы профессионального роста педагогических работников <...>;
- модернизацию профессионального образования, в том числе посредством внедрения адаптивных, практико-ориентированных и гибких образовательных программ;
- формирование системы непрерывного обновления работающими гражданами своих профессиональных знаний и приобретения ими новых профессиональных навыков, включая овладение компетенциями в области цифровой экономики всеми желающими;
- целый ряд других.

Разработка и применение цифровых технологий в рамках национальных проектов «Цифровая экономика» (особенно в части федерального проекта «Кадры для цифровой экономики»), «Образование» (особенно в части федерального проекта «Цифровая образовательная среда»), как и прежде, требуют постановки со-

держательных целей и задач, социально-экономических задач, определяющих смысл цифровой трансформации, таких как:

- снижение числа неграмотных и неуспешных школьников и студентов;
- обеспечение условий нормального развития талантов и повышение конкурентоспособности образования;
- ощутимое снижение рутинной нагрузки на всех участников образовательных отношений;
- развитие навыков жизни в цифровой среде.

Цифровые технологии, платформенные решения, «оцифрованный» контент **сами по себе не приведут к росту человеческого капитала, к улучшению его качества, к улучшению качества навыков и жизни людей в целом**.

Для эффективной реализации потенциала цифровых технологий («сквозных» технологий)[2] необходимо ясно поставить задачи разработки цифровых решений для образования, адаптировать технологический потенциал к конкретным задачам, которые решают учителя и ученики, преподаватели и студенты, осваивая навыки, ценности и содержание образования в цифровую эпоху.

Цифровая трансформация образования в этом отношении должна предусмотреть скоординированное решение ключевых задач для цифровой трансформации системы образования, включая:

- развитие материальной инфраструктуры цифровых технологий, сквозных технологий — каналов связи, устройств доступа, энергетического обеспечения для

[2] К «сквозным» технологиям, согласно федеральному проекту «Цифровые технологии» нацпрограммы «Цифровая экономика РФ», относится девять видов, среди них: большие данные (Big Data), нейротехнологии и искусственный интеллект, системы распределенного реестра (блокчейн), квантовые технологии, новые производственные технологии, промышленный Интернет, компоненты робототехники и сенсорика, технологии беспроводной связи (в частности, 5G), технологии виртуальной реальности.

предоставления цифровых инструментов и контента «по требованию»;

- разработку, апробацию и внедрение цифровых учебно-методических комплексов по математике, информатике, технологии и распространению технологических решений на другие дисциплины для всех уровней образования — общего, среднего профессионального, высшего на основе адаптивных алгоритмов обучения и оценивания на основе решений искусственного интеллекта и других сквозных технологий;
- развитие онлайн-обучения и МООС (массовых образовательных онлайн-курсов), замещение контента и образовательных программ школ и университетов с невысоким качеством;
- развитие, апробацию и внедрение платформенных решений и систем управления учением (LMS), обеспечивающих лучшее усвоение навыков и содержания дисциплин, междисциплинарных программ;
- разработку универсального функционала цифровой образовательной среды для идентификации и аутентификации пользователей, предоставления государственных, муниципальных услуг в сфере образования;
- разработку и внедрение целевых моделей школ и университетов в цифровую эпоху, предполагающих радикальное обновление бизнес-процессов, коммуникацию и кооперацию образовательных организаций в цифровой среде, переработку и использование цифрового контента, систем управления учением (LMS), изучение и использование цифровых инструментов профессиональной деятельности и повседневности в учебном процессе;
- вовлечение персонала образовательных организаций и развитие его навыков для успешной работы в разработке и реализации образовательных программ в цифровой среде.

Особое место в постановке задач для разработки и апробации цифровых технологий должны занять образовательные технологии и целые образовательные системы, поддерживаемые и развиваемые профессиональными сообществами педагогических работников. Важно обеспечить одновременно и связанно и усиление преимуществ образовательной технологии за счет цифровых решений, и разработку цифровых решений в технологическом образовательном цикле, и проработку откровенно слабых «мест» образовательных технологий и систем. Безусловной ценностью разработки любых решений должно оставаться развитие и благополучие человека, создание потенциалов его достоинства и самореализации в широком спектре жизненных задач.

Цифровая экономика — это не только и не столько распространение цифровых технологий. Связанные с ней изменения гораздо глубже. Обсуждая последствия начавшихся три десятилетия назад изменений, российский философ В.С. Библер писал:

> «Современная научно-техническая революция... означает, что основная форма человеческой деятельности (даже в сфере непосредственного производства) должна протекать, как деятельность самоустремленная, деятельность свободного времени, в малых динамических группах сосредоточенная... Делом человека оказывается коренное культурное изменение самих изначальных форм деятельности и мышления. Индивиды осуществляют здесь (даже в сфере материального производства) свое общение не как “частицы-винтики” единого “совокупного” работника, но как отдельные одинокие люди, замкнутые на свой строй мышления, в контексте всеобще-индивидуальной деятельности и информации» [Библер, 1992].

Новая модель обучения. *Персонализированная, ориентированная на результат организация образовательного процесса (ПРО), которая опирается на использование цифровых учебных материалов, инструментов и сервисов.*

Среди педагогов есть немало тех, кто полагает, будто цифровая трансформация образования — очередная реформа, ко-

торым постоянно подвергают наше образование. Эти педагоги свыклись с мыслью о «вечных ценностях» образования, о том, что образование — самый стабильный общественный институт. Стоит напомнить, что современная система образования появилась и менялась под влиянием общественных изменений, вызванных к жизни предыдущими промышленными революциями. Наивно думать, что начавшаяся революция не будет иметь столь же драматических последствий.

Цифровая трансформация может вести к качественному изменению образовательной работы. Без такого изменения невозможно сформировать у каждого члена общества способности плодотворно жить и трудиться в условиях меняющейся экономики, непрерывно продолжать свое образование на протяжении всей жизни. Суть этого изменения — использование новейших, быстро развивающихся ЦТ для последовательного перехода к персонализированной, ориентированной на результат организации образовательного процесса (ПРО).

ЛИТЕРАТУРА

Авдеева С.М. О подходах к оценке информационно-коммуникационной компетентности выпускников основной школы // Образовательная политика. 2012. № 4 (60). С. 102–111.

Авдеева С.М., Уваров А.Ю. Российская школа на пути к информационному обществу: проект «Информатизация системы образования» // Вопросы образования. 2005. № 3. С. 33–53.

Аналитические материалы по результатам проведения Национального исследования качества образования в сфере информационных технологий. Ч. 1 и 2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки, 2015 [Электронный ресурс]. <https://edu.gov39.ru/actual/fiziko-matematicheskoe-obrazovanie/1a0110_b828d7bead934d7e97d934fe12e03e1f.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

Асмолов А.Г. Беда школы в том, что ребенок бы и умел, и знал, но он прежде всего не хочет… // Учительская газета. 13.08.2011 [Электронный ресурс]. <http://www.ug.ru/insight/62> (дата обращения: 5.03.2018).

Асмолов А.Г., Семенов А.Л., Уваров А.Ю. Российская школа и новые информационные технологии: взгляд в следующее десятилетие. М.: НексПринт, 2010.

Беренфельд Б.С., Крупа Т.В., Лебедев А.А. Анализ результатов внедрения в учебную деятельность технологий и методов краудсорсинга для поддержки совместной проектно-исследовательской деятельности школьников // Актуальные направления развития научной и образовательной деятельности: сб. науч. тр. (Чебоксары, 22 апр. 2014 г.). Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2014 [Электронный ресурс]. <https://interactive-plus.ru/ru/article/2346/discussion_platform> (дата обращения: 5.03.2018).

Беркана А. ИИ или нет? Тест про искусственный интеллект, который должен пройти каждый [Электронный ресурс]. <https://rb.ru/story/ai-not-ai/> (дата обращения: 30.05.2017).

Библер В.С. Школа диалога культур. Основы программы. Кемерово: Алеф. Гуманитарный Центр, 1992.

Булин-Соколова Е.И., Семенов А.Л., Уваров А.Ю. Школа информатизации: путь к обновлению образования // Информатика и образование. 2009. № 11. С. 3–12.

Виндж В. Технологическая сингулярность // Компьютерра. 1.09.2004 [Электронный ресурс]. <http://www.alt-future.narod.ru/Future/vinge.htm> (дата обращения: 5.03.2018).

Водопьян Г.М., Уваров А.Ю. О построении модели процесса информатизации школы. М.: Изд-во РФРДПО, 2006.

Водопьян Г.М., Уваров А.Ю. От компьютерной грамотности и внедрения ИКТ к трансформации работы школы // Информатика. 2016. № 5/6. С. 34–43.

Волков Д.Л. Технологии виртуальной реальности в обучении: есть ли смысл? Материалы выступления на конференции EdCrunch. 2018.

Давыдов В.В. Виды обобщения в обучении. М.: Педагогика, 1972.

Дальтон-план и новейшие течения русской педагогической мысли // А.Г. Бедов, Н.А. Горбунов, Б.Н. Жаворонков, М. Закожурникова, Б.В. Игнатьев. Сборник статей. М.: Мир, 1925.

Двенадцать решений для нового образования. Экспертно-аналитический доклад / под ред. Я.И. Кузьминова, И.Д. Фрумина. М., 2018 [Электронный ресурс]. <https://www.hse.ru/data/2018/04/06/1164671180/Doklad_obrazovanie_Web.pdf>.

Дворецкая И.В. О сформированности общего видения на использование ИКТ в учебной работе в школе // Наука и школа. 2018. № 5. С. 127–132.

Дистервег А. Избранные педагогические сочинения. М.: Педагогика, 1956.

Единая информационная система Минобрнауки России. 2016 [Электронный ресурс]. <http://eis.mon.gov.ru/education/SitePages/%D0%9E%D0%B1%D1%89%D0%B5%D0%B5%20%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%

D0%B5-%D0%A4%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%8B_2015-2016.aspx> (дата обращения: 5.03.2018).

Ерёмченко Е.Н., Дмитриева В.Т., Никонов О.А. Картография: между двумя парадигмами // Геоконтекст: Научный мультимедийный альманах. 2008. Т. 6. № 1 (6). С. 12–36. <https://www.researchgate.net/publication/332441448_Kartografia_mezdu_dvuma_paradigmami>.

Ершов А.П. Программирование — вторая грамотность. Материалы 3-й Всемирной конф. ИФИП и ЮНЕСКО по применению ЭВМ в обучении. 1981 [Электронный ресурс]. < https://www.litmir.me/bd/?b=314097> (дата обращения: 5.03.2018).

Иванова-Гладильщикова Н. Рейтинг вузов поставил диагноз реформе образования // Русский журнал. 27.06.2012 [Электронный ресурс]. <http://www.russ.ru/Mirovaya-povestka/Rejting-vuzov-postavil-diagnoz-reforme-obrazovaniya> (дата обращения: 5.03.2018).

Интернет в России: динамика проникновения. Весна 2017 г. ФОМ (Фонд «Общественное мнение»). 2017 [Электронный ресурс]. <http://fom.ru/SMI-i-internet/13585> (дата обращения: 5.03.2018).

Каракозов С.Г., Уваров А.Ю. Технология блокчейн в образовании // Преподаватель XXI века. 2018. № 4.

Каракозов С.Д., Рыжова Н.И., Уваров А.Ю. Условия результативности системной трансформации учебного процесса на основе ИКТ в образовательном учреждении // Инновационные технологии в медиаобразовании. Материалы II Междунар. науч.-практич. конф. (29, 30 мая 2017 г.) / редкол. А.И. Ходанович (отв. ред.) и др. СПб.: СПбГИКиТ, 2017.

Каракозов С.Д., Рыжова Н.И., Уваров А.Ю. На пути к модели цифровой школы // Информатика и образование. 2018. № 6 (295). С. 7–15.

Кибернетика и проблемы обучения / под ред. А.И. Берга. М.: Прогресс, 1970.

Кларин М.В. Педагогические технологии в учебном процессе. М.: Знание, 1989.

Кларин М.В. Инновации в обучении. Метафоры и модели. М.: Наука, 1997.

Компьютер победил Каспарова из-за сбоя в программе? // Новости шахмат. 02.10.2012 [Электронный ресурс]. <http://chess-news.ru/node/9631> (дата обращения: 5.03.2018).

Концепция развития единой информационной образовательной среды в российской федерации. 2013 [Электронный ресурс]. <http://docplayer.ru/30132939-Koncepciya-razvitiya-edinoy-informacionnoy-obrazovatelnoy-sredy-v-rossiyskoy-federacii-vvedenie.html> (дата обращения: 5.03.2018).

Коротков А.В. Цифровое неравенство в процессах стратификации информационного общества // Информационное общество. 2003. Вып. 5.

Крюков В.Ф., Уваров А.Ю. Электронные вычислительные машины и педагогические исследования. М.: НИИ ОП АПН СССР, 1970.

Кузьминов Я.И. О цифровом будущем университетов. 2015 [Электронный ресурс]. <http://www.edutainme.ru/post/Kuzminov-interview/> (дата обращения: 5.03.2018).

Кузьминов Я.И. Как сделать школьников успешными // Ведомости. 21.011.2017 [Электронный ресурс]. <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2017/11/21/742459-shkolnikov-uspeshnimi> (дата обращения: 5.03.2018).

Лещинер В.Р., Ройтберг М.А. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2016 года по информатике и ИКТ. 2016 [Электронный ресурс]. <http://fipi.ru/sites/default/files/document/1442163533/informatika_i_ikt.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

Лукьяненко С.В. Лабиринт отражений. М.: АСТ, 1998.

Матюхин Г. «Алиса» в Стране чудес: представлен первый в России интеллектуальный помощник. 2017 [Электронный ресурс]. <https://hi-tech.mail.ru/news/alisa-yandex/> (дата обращения: 5.03.2018).

Минин С. Чужие ошибки: как избежать провала цифровой трансформации бизнеса // Forbs. 2018 [Электронный ресурс]. <http://www.forbes.ru/tehnologii/363239-chuzhie-oshibki-kak-izbezhat-provala-cifrovoy-transformacii-biznesa> (дата обращения: 20.06.2018).

Михайлова Н.А., Юсфин С.М. Педагогическая поддержка ребенка в сфере гражданского образования: учеб. пособие для студентов и преподавателей высших педагогических образовательных организаций. М.: МИРОС, 2001.

Молчанов А. Блокчейн в образовании. Почему закон о цифровом образовании устарел еще до того, как его разработали [Электронный ресурс]. <http://edexpert.ru/molchanov> (дата обращения: 5.03.2018).

Морозов А. Зачет за МООС. 2015 [Электронный ресурс]. <http://www.edutainme.ru/post/russian-national-mooc/> (дата обращения: 5.03.2018).

Новая технологическая революция: вызовы и возможности для России. Экспертно-аналитический доклад. М.: ЦСР, 2017 [Электронный ресурс]. <https://csr.ru/wp-content/uploads/2017/10/novaya-tehnologicheskaya-revolutsiya-2017-10-13.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

Основы открытого образования / под ред. В.И. Солдаткина. М.: НИИЦ РАО, 2002.

Паспорт национальной программы «Цифровая экономика РФ» (утв. 24.12.2018) [Электронный ресурс]. <http://d-russia.ru/pasport-natsionalnoj-programmy-tsifrovaya-ekonomika-okonchatelno-utverzhdyon.html> (дата обращения: 25.01.2019).

Педагогический энциклопедический словарь / гл. ред. Б.М. Бим-Бад. М.: Большая российская энциклопедия, 2002.

Пелевин В.О. iPhuck 10. М.: Эксмо, 2017.

Постановление ЦК ВКП(б) от 25.08.1932 г. «Об учебных программах и режиме в начальной и средней школе»: Приложение № 6 к п. 19 пр. ПБ № 113. 1932 [Электронный ресурс]. <http://istmat.info/node/57330> (дата обращения: 5.03.2018).

Постановление ЦК КПСС «О мерах по обеспечению компьютерной грамотности учащихся средних образовательных организаций и широкого внедрения электронно-вычислительной техники в учебный процесс». 1985 // Вопросы образования. 2005. № 3. С. 341–346 [Электронный ресурс]. <http://vo.hse.ru/arhiv.aspx?catid=252&z=808&t_no=809&ob_no=854> (дата обращения: 5.03.2018).

Приказ Минобрнауки России от 06.05.2005 № 137 «Об использовании дистанционных образовательных технологий» [Электронный ресурс]. <http://legalacts.ru/doc/prikaz-minobrnauki-rf-ot-06052005-n-137/> (дата обращения: 5.03.2018).

Применение ЭВМ в учебном процессе / под ред. А.И. Берга. М.: Советское радио, 1969.

Путин В.В. Послание Президента Федеральному Собранию. 01.03.2018 [Электронный ресурс]. <http://kremlin.ru/events/president/news/5695> (дата обращения: 5.03.2018).

Различия, достоинства, недостатки: публичные и приватные блокчейны // Хабрахабр. 21.03.2017 [Электронный ресурс]. <https://habrahabr.ru/company/bitfury/blog/324458> (дата обращения: 5.03.2018).

Ричмонд У.К. Учителя и машины. Введение в теорию и практику программированного обучения / пер. с англ. М.: Мир, 1968.

Роджерс Д.Л. Цифровая трансформация: практич. пособие. М.: Изд. группа «Точка», 2017.

Рощина Я., Рощин С., Рудаков В. Спрос на массовые открытые онлайн-курсы (МООС): опыт российского образования // Вопросы образования. 2018. № 1. С. 174–199.

Семенов А.Л., Уваров А.Ю. Обновление технологического образования и информатизация школы // Вестник Московского городского педагогического университета. Сер.: Информатика и информатизация образования. 2017. № 4 (42).

Солдатова Г.У., Нестик Т.А., Рассказова Е.И., Зотова Е.Ю. Цифровая компетентность подростков и родителей. Результаты всероссийского исследования. М.: Фонд Развития Интернет, 2013.

Тубельский А.Н. Правовое пространство школы: учеб. пособие для студентов и преподавателей высших педагогических образовательных организаций. М.: МИРОС, 2001.

Уваров А.Ю. О перспективах внедрения ЭВМ в образование // Прогнозирование развития школы и педагогической науки. Ч. 1 / под ред. М.Н. Скаткина, Г.В. Воробьева. М.: НИИ ОП АПН СССР, 1974. С. 39–46.

Уваров А.Ю. Перестройка образования и информатизация общества // Прогнозное социальное проектирование: теоретико-методологические и методические проблемы / под ред. И.В. Бестужева-Лада. М.: Наука, 1989. С. 76–104.

Уваров А.Ю. Зачем сельской школе Интернет // Информатика: Еженед. приложение к газете «Первое сентября». 2000. № 43. С. 14–19.

Уваров А.Ю. Информатизация школы: вчера, сегодня, завтра. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.

Уваров А.Ю. Как перевести школу в инновационный режим // Управление школой. 2013. Февраль. С. 28–33.

Уваров А.Ю. Об описании компетенций XXI века // Образовательная политика. 2014. № 1 (63). С. 13–30.

Уваров А.Ю. Зачем нам эти МУКи // Информатика и образование. 2015. № 9. С. 3–17.

Уваров А.Ю. (2018a). Пространственно-временные границы образовательного процесса и цифровые технологии // Наука и школа. 2018. № 1.

Уваров А.Ю. (2018b). Технологии виртуальной реальности в образовании // Наука и школа. 2018. № 4.

Уваров А.Ю. (2018c). Технологии искусственного интеллекта в образовании // Информатика и образование. 2018. № 4 (293). С. 7–15

Уваров А.Ю. (2018d) На пути к цифровой трансформации школы М.: Образование и информатика, 2018.

Уваров А.Ю. (2018e). О модели цифровой школы. Научное образование // Science Education: сб. ст. участников симпозиума по проблемам развития одаренности детей и юношества в образовании / под ред. А.С. Обухова. Якутск: Минобрнауки Республики Саха (Якутия); М.: Журнал «Исследователь/Researcher», 2018. С. 81–98.

Уваров А.Ю. (2018f). Современное образование: векторы развития // Цифровизация экономики и общества: вызовы для системы образования. Материалы Междунар. конф. (Москва, МПГУ, 24–25 апреля 2018 г.) / под общ. ред. М.М. Мусарского, Е.А. Омельченко, А.А. Шевцовой [Электронное издание]. М.: МПГУ, 2018.

Уваров А.Ю. (2018g) Информатизация как цифровая трансформация образования // Информатизация образования и методика электронного обучения. Материалы II Междунар. науч. конф. (Красноярск, 25–28 сентября 2018 г.): в 2 ч. Ч. 1 / под общ. ред. М.В. Носкова. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2018. С. 67–72.

Уваров А.Ю., Водопьян Г.М. Распространение инновационных учебно-методических материалов. М.: Университетская книга, 2008.

Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» (вступил в силу с 7.05.2018 г.) [Электронный ресурс]. <http://kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения: 25.01.2019).

Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». 2013 [Электронный ресурс]. <http://минобрнауки.рф/документы/2974> (дата обращения: 5.03.2018).

Фрумин И.Д., Добрякова М.С., Баранников К.А., Реморенко И.М. Универсальные компетентности и новая грамотность: чему учить сегодня для успеха завтра. Предварительные выводы международного доклада о тенденциях трансформации школьного образования. М.: НИУ ВШЭ, 2018 (Современная аналитика образования. № 2 (19)).

Хохлов А. Возникает конфликт интересов // Огонек. 24.12.2018. № 49.

IBM разработала систему Debater, способную спорить с людьми [Электронный ресурс]. <https://tproger.ru/news/ibm-created-project-debater/> (дата обращения: 5.03.2018).

A Blueprint for Reform: The Reauthorization of the Elementary and Secondary Education Act. U.S. Department of Education. Office of Planning, Evaluation and Policy Development. March 2010 [Электронный ресурс]. <https://www2.ed.gov/policy/elsec/leg/blueprint/blueprint.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

Advances in Intelligent Tutoring Systems / R. Nkambou, M. Riichiro, J. Bourdeau (eds). N.Y.: Springer, 2010.

AI in Education or How to Create an Advanced Artificial Intelligence Program. 2017 [Электронный ресурс]. <https://www.cleveroad.com/

blog/ai-in-education-or-what-advantages-of-artificial-intelligence-in-education-you-can-gain-> (дата обращения: 5.03.2018).

Aptus: Classroom without walls // Commonwealth of Learning, 2013 [Электронный ресурс]. <https://www.col.org/services/knowledge-management/researchers-call-aptus-%E2%80%9Cmonumental-breakthrough%E2%80%9D> (дата обращения: 5.03.2018).

Are schools making the most of digital technologies? // Education and Training News. EuCom, 2017 [Электронный ресурс]. <https://ec.europa.eu/education/news/20171002-selfie-schools-making-most-digital-technologies_en> (дата обращения: 5.03.2018).

Argyris C., Schön D. Organizational Learning II: Theory, Method and Practice. Addison-Wesley, Reading, Mass, 1996.

Arroyo I., Wallace R., Beal C., Beverly P. Tutoring for SAT-Math with Wayang Outpost Woolf. Amherst, Mass.: University of Massachusetts, 2003 [Электронный ресурс]. <https://www.semanticscholar.org/paper/Tutoring-for-SAT-Math-with-Wayang-Outpost-Arroyo-Wallace/c915b48cebeed18187710673f0c6128c596116ac> (дата обращения: 5.03.2018).

Bardeen L. Mixed Reality Momentum Continues in the Modern Workplace. 2017. <https://blogs.windows.com/devices/2017/11/01/mixed-reality-momentum-continues-modern-workplace-microsoft-hololens-expands-29-new-markets/#9AcxwjUFmsmLSrhv.97>.

Bates T. What's Right and What's Wrong about Coursera-style MOOCs. 2012 [Электронный ресурс]. <http://www.tonybates.ca/2012/08/05/whats-right-and-whats-wrong-about-coursera-style-moocs/> (дата обращения: 5.03.2018).

Belshaw D. The Essential Elements of Digital Literacies. 2011 [Электронный ресурс]. <http://www.frysklab.nl/wp-content/uploads/2016/10/The-Essential-Elements-of-Digital-Literacies-v1.0.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

Bialik M., Fadel C. Knowledge for the Age of Artificial Intelligence: What Should Students Learn? 2018 [Электронный ресурс]. <http://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/CCR_Knowledge_FINAL_January_2018.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

Blessing S. The Cognitive Tutor: Successful Application of Cognitive Science / Carnegie Learning [Электронный ресурс]. <https://www.carnegielearning.com/pages/whitepaper-report/the-cognitive-tutor-applying-cognitive-science-to-education/> (дата обращения: 5.03.2018).

Bonasio A. Making holograms in the classroom a reality // Edtech Trends. Dec. 19, 2016. [Электронный ресурс]. <https://www.cio.com/article/3150963/education/making-holograms-in-the-classroom-a-reality.html> (дата обращения: 5.03.2018).

Building Technology Infrastructure for Learning Guide. Washington, DC: U.S. Department of Education, 2017 [Электронный ресурс]. <https://tech.ed.gov/files/2017/07/2017-Infrastructure-Guide.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

Bull S., Kay J. Student models that invite the learner in: The SMILI open learner modelling framework // International Journal of Artificial Intelligence in Education. 2007. No. 17 (2). P. 89–120.

Computing Programmes of Study: Key Stages 1 and 2. National Curriculum in England. Ref.: DFE-00171-2013 [Электронный ресурс]. <http://www.computingatschool.org.uk/data/uploads/primary_national_curriculum_-_computing.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

CWRU Takes the Stage at Microsoft's Build conference to Show How HoloLens Can Transform Learning. 2016 [Электронный ресурс]. <http://case.edu/hololens/> (дата обращения: 5.03.2018).

Dear B. The Friendly Orange Glow: The Untold Story of the PLATO System and the Dawn of Cyberculture. Kindle Edition, 2017.

DeLorenzo R. et al. Delivering on the Promise: The Education Revolution. Bloomington: Solution Tree Press, 2008.

Devine J. Personalized Learning Together. Open education 2030 / Jrc-Ipts Call for Vision Papers. Part II: School Education. 2014 [Электронный ресурс]. <http://blogs.ec.europa.eu/openeducation2030/files/2013/05/Devine-OE-SE-2030-fin.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

Digital Transformation: Online Guide to Digital Business Transformation [Электронный ресурс]. <https://www.i-scoop.eu/digital-transformation/> (дата обращения: 5.03.2018).

Eiken O. The Kunskapsskolan (“the knowledge school”): A personalized Approach to Education // CELE Exchange. 2011. No. 1. P. 1–5 [Электронный ресурс]. <https://www.oecd.org/edu/innovation-education/centreforeffectivelearningenvironmentscele/47211890.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

Elert N., Andersson F., Wennberg K. The impact of entrepreneurship education in high school on long-term entrepreneurial performance // Journal of Economic Behavior & Organization. 2015. Vol. 111. P. 209–223. <https://www.researchgate.net/publication/270764182_The_impact_of_entrepreneurship_education_in_high_school_on_long-term_entrepreneurial_performance>.

Elliott S.W. Computers and the Future of Skill Demand. P.: OECD Publishing, 2017 [Электронный ресурс]. <http://www.oecd.org/edu/computers-and-the-future-of-skill-demand-9789264284395-en.htm> (дата обращения: 5.03.2018).

enGauge 21st Century Skills for 21st Century Learners [Электронный ресурс]. <http://www.d.umn.edu/~hrallis/professional/workshops_attended/ties05/engauageskillsbrochure.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

Faggella D. Examples of Artificial Intelligence in Education. 2017 [Электронный ресурс]. <https://www.techemergence.com/examples-of-artificial-intelligence-in-education/>.

Feng M., Beck J., Heffernan N., Koedinger K. Can an Intelligent Tutoring System Predict Math Proficiency as Well as a Standardized Test? 2007 [Электронный ресурс]. <https://web.cs.wpi.edu/~nth/pubs_and_grants/papers/2008/EDM/EDM08-DRAFT-Feng.doc> (дата обращения: 5.03.2018).

Fisher J., White J. Takeaways from the 2017 Blended and Personalized Learning Conference. 2017 [Электронный ресурс]. <https://www.christenseninstitute.org/publications/maverick-to-mainstream/> (дата обращения: 5.03.2018).

Fishman B., Dede C., Means B. Teaching and technology: New tools for new times // Handbook of Research on Teaching Drew / H. Gitomer, C.A. Bell (eds). 5th ed. AERA, 2016. Ch. 21.

Francis P. 87 % of Students Say They Gain as Much or More from Online Courses Compared to On-campus Courses. 2015 [Электронный ресурс]. <https://www.edx.org/blog/87-students-say-they-gain-much-or-more#.VMsur5HGzDM> (дата обращения: 5.03.2018).

Freeman D., Reeve S., Robinson A., Ehlers A. Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders // Psychological Medicine. 2017. Vol. 47. Iss. 14. P. 2393–2400 [Электронный ресурс]. <https://doi.org/10.1017/S003329171700040X> (дата обращения: 5.03.2018).

Fundamentalchange. Innovation in America's Schools under Race to the Top. Washington, DC: U.S. Department of Education, 2015 [Электронный ресурс]. <https://www2.ed.gov/programs/racetothetop/rttfinalrptfull.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

Fullan M. Choosing the Wrong Drivers for Whole System Reform. Centre for Strategic Education. Seminar Paper No. 204. Apr. 2011.

Future Competences and the Future of Curriculum. A Global Reference for Curricula Transformation / by M. Marope, P. Griffin, C. Gallagher / IBE UNESCO. <http://www.ibe.unesco.org/sites/default/files/resources/02_future_competences_and_the_future_of_curriculum_30oct.v2.pdf>.

Gartner's Hype Cycle Special Report for 2013. Stamford, Conn.: 2013 [Электронный ресурс]. <https://www.gartner.com/doc/2574916/gartners-hype-cycle-special-report> (дата обращения: 5.03.2018).

Gates Foundation (n.d.) Personalized Learning: What Is It? / Policy brief. P. 1 [Электронный ресурс]. <http://k12education.gatesfoundation.org/student-success/personalized-learning> (дата обращения: 5.03.2018).

Grech A., Camilleri A.F. Blockchain in Education / A. Inamorato dos Santos (ed.). 2017. EUR 28778 EN [Электронный ресурс]. <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC108255/jrc108255_blockchain_in_education(1).pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

Greenspan G. Avoiding the Pointless Blockchain Project. 2015 [Электронный ресурс]. <https://www.multichain.com/blog/2015/11/avoiding-pointless-blockchain-project/> (дата обращения: 5.03.2018).

Gul S., Asif M., Ahmad S., Yasir M. A Survey on role of Internet of things in education // International Journal of Computer Science and Network Security (IJCSNS). 2017. Vol. 17. May. No. 5.

Hanushek E., Wößmann L. The Role of Education Quality in Economic Growth: WP No. 4122. World Bank Policy Research, 2007 [Электронный ресурс]. <http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2007/01/29/000016406_20070129113447/Rendered/PDF/wps4122.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

Hey, Alexa, what are you teaching our kids? // KQED News. Febr. 2018 [Электронный ресурс]. <https://www.kqed.org/mindshift/50781/hey-alexa-what-are-you-teaching-our-kids> (дата обращения: 5.03.2018).

Hicken A. 2017 eLearning redictions: Updated hype curve // Web Courseworks. January 3, 2017 [Электронный ресурс]. <http://www.webcourseworks.com/2017-elearning-predictions/> (дата обращения: 5.03.2018).

Hicken A. 2018 eLearning predictions updated hype curve // Web Courseworks. December 29, 2017 [Электронный ресурс]. <https://webcourseworks.com/2018-elearning-predictions-updated-hype-curve/> (дата обращения: 5.03.2018).

Hillis W.D. Aristotle (The Knowledge Web) Edge. 2004 [Электронный ресурс]. <https:// www.edge.org/conversation/aristotle-theknowledge-web> (дата обращения: 5.03.2018).

Hinton G., Osindero S, Teh Y. A fast learning algorithm for deep belief nets // Neural Comput. 2006. Vol. 18. Iss. 7. P. 1527–1554.

How People Learn. Bridging Research and Practice / M.S. Donovan et al. (eds). Washington, DC: National Academy Press, 1999.

Hu X., Barnes T., Hershkovitz A., Paquette L. Proceedings of the 10th International Conference on Educational Data Mining. Wuhan, China. June 25–28, 2017 [Электронный ресурс]. <http://educationaldatamining.org/EDM2017/proc_files/proceedings.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

Hutchins D. Disruptive technologies put CIOs at the crossroads // EdTech. Focus on Higher Education. Jan. 23, 2018 [Электронный ресурс]. <https://edtechmagazine.com/higher/article/2018/01/disruptive-technologies-put-cios-crossroads> (дата обращения: 5.03.2018).

IBM Watson. 2018 [Электронный ресурс]. <http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:IBM_Watson#.D0.92_.D0.B8.D0.BD.D1.81.D1.82.D0.B8.D1.82.D1.83.D1.82.D0.B5_.D0.94.D0.B6.D0.BE.D1.80.D0.B4.D0.B6.D0.B8.D0.B8_.D0.BF.D0.BE.D0.BB.D0.B3.D0.BE.D0.B4.D0.B0_.D0.BF.D1.80.D0.B5.D0.BF.D0.BE.D0.B4.D0.B0.D0.B2.D0.B0.D0.BB_.D1.80.D0.BE.D0.B1.D0.BE.D1.82_IBM_Watson.2C_.D0.B8_.D0.BD.D0.B8.D0.BA.D1.82.D0.BE_.D0.B8.D0.B7_.D1.81.D1.82.D1.83.D0.B4.D0.B5.D0.BD.D1.82.D0.BE.D0.B2_.D1.8D.D1.82.D0.BE.D0.B3.D0.BE_.D0.BD.D0.B5_.D0.B7.D0.B0.D0.BC.D0.B5.D1.82.D0.B8.D0.BB> (дата обращения: 5.03.2018).

Implement Summit Learning. 2016 [Электронный ресурс]. <http://info.summitlearning.org/program/program-requirements/> (дата обращения: 5.03.2018).

Jacobs J. Meet the pacesetter in personalized learning // EdNext. June 7, 2017 [Электронный ресурс]. <https://www.realcleareducation.com/2017/06/07/meet_the_pacesetter_in_personalized_learning_43981.html> (дата обращения: 5.03.2018).

Kampylis P. et al. Supporting Schools to Go Gigital: From a Conceptual Model Towards the Design of a Self-Assessment Tool for Digital-Age Learning. Seville, Spain: 2016.

Kampylis P., Punie Y., Devine J. Promoting Effective Digital-Age Learning — A European Framework for Digitally-Competent Educational Organisations. 2015.

Kelley T., Knowles J. A conceptual framework for integrated STEM education // International Journal of STEM Education. 2016. Vol. 3. No. 1. P. 11.

Kerr S.T. Why we all want it to work: Towards a culturally based model for technology and educational change // British Journal of Educational Technology. 2005. Vol. 36. No. 6. P. 1005–3016.

Kline R. Cybernetics, automata studies and the Dartmouth conference on Artificial intelligence // IEEE Annals of the History of Computing. Oct.–Dec. 2011.

Krueger N. Preparing Students for an AI-driven World. 5/17/2018 [Электронный ресурс] <https://www.iste.org/explore/articleDetail?articleid=2197> (дата обращения: 5.03.2018).

Krutov V., Loginova O., Uvarov A. Improving classroom practices with international ITL research in Russia: Hawaii International Conference on Education. Conference proceedings. Honolulu, HI, 2012 [Электронный ресурс]. <http://www.hiceducation.org/EDU2012.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

Lohr S. IBM Is Counting on Its Bet on Watson, and Paying Big Money for It // New York Times. October 17, 2016 [Электронный ресурс]. <https://www.nytimes.com/2016/10/17/technology/ibm-is-counting-on-its-bet-on-watson-and-paying-big-money-for-it.htm> (дата обращения: 5.03.2018).

Luckin R., Holmes W., Griffiths M., Forcier L.B. Intelligence Unleashed. An Argument for AI in Education. L.: Pearson, 2016 [Электронный ресурс]. <https://www.pearson.com/content/dam/corporate/global/pearson-dot-com/files/innovation/Intelligence-Unleashed-Publication.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

Lue R. LabXchange: An Open-Source Platform for Personalized Learning and Challenge-Driven Education at a Global Scale. USA: Harvard University, 2019 (Mobile Learning Week). <https://en.unesco.org/mlw>.

Ma W., Adesope O.O., Nesbit J.C., Liu Q. Intelligent tutoring systems and learning outcomes: A meta-analysis // Journal of Educational Psychology. 2014. Vol. 106. No. 4. P. 901–918.

MacDougal W. Industry 4.0 Smart Manufacturing for the Future. GTAI, 2014 [Электронный ресурс]. <https://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

Marzano R. The New Art and Science of Teaching. Bloomington, IN: Solution Tree Press, 2017.

McCarthy J. et al. Dartmouth AI Project Proposal. Aug. 31, 1955 [Электронный ресурс]. <https://www.livinginternet.com/i/ii_ai.htm> (дата обращения: 5.03.2018).

Minister vil Lade Gymnasier Tjekke Elevers Computer. DR, 19.10.2017 [Электронный ресурс]. <https://www.dr.dk/nyheder/politik/minister-vil-lade-gymnasier-tjekke-elevers-computere> (дата обращения: 5.03.2018).

MOE Hands over 'Classroom without Walls' aptus device to TRR. 2015 [Электронный ресурс]. <https://www.trr.vu/en/telecom-industry/universal-access/ict-programs-under-uap/moe-hands-over-classroom-without-walls-aptus-device-to-trr> (дата обращения: 5.03.2018).

Molnar M. Five ways technology can close equity gaps // EdWeek. Nov. 13, 2014 [Электронный ресурс]. <https://marketbrief.edweek.org/marketplace-k-12/richard_culatta_five_ways_technology_can_close_equity_gaps/> (дата обращения: 5.03.2018).

Moor J. The Dartmouth College artificial intelligence conference: The next fifty years // AI Magazine. 2006. Vol. 27. No. 4. P. 87–90.

Morrison D. The ultimate student guide to xMOOCs and cMOOCs // MOOC News & Reviews. 2013 [Электронный ресурс]. <http://moocnewsandreviews.com/ultimate-guide-to-xmoocs-and-cmoocso/> (дата обращения: 5.03.2018).

Mortland A. Four Institutions Win 2018 Digital Innovation Awards for Student Success Initiatives Powered by Realizeit. Nov. 27, 2018. <http://blog.realizeitlearning.com/blog/four-realizeit-institutions-win-2018-digital-innovation-awards>.

Mukamal R. Are Virtual Reality Headsets Safe for Eyes? 2017 [Электронный ресурс]. <https://www.aao.org/eye-health/tips-prevention/are-virtual-reality-headsets-safe-eyes> (дата обращения: 5.03.2018).

Murphy R. Artificial intelligence applications to support K–12 teachers and teaching // A Review of Promising Applications, Opportunities, and Challenges, RAND Corporation. January, 2019 [Электронный ресурс]. <https://www.rand.org/pubs/perspectives/PE315.html> (дата обращения: 5.03.2018).

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. How People Learn II: Learners, Contexts, and Cultures. Washington, DC: The National Academies Press, 2018. <https://doi.org/10.17226/24783>.

National Research Council. Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century. Washington, DC: National Academies Press, 2012 [Электронный ресурс]. <https://www.nap.edu/resource/13398/dbasse_070895.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

Negroponte N. Being Digital. N.Y.: Vintage Books, 1995.

New Vision for Education. Unlocking the Potential of Technology: World Economic Forum. 2015 [Электронный ресурс]. <http://widgets.weforum.org/nve-2015/> (дата обращения: 5.03.2018).

Nilsson B. The State of Personalized Learning in the Real World of Education: Survey Results and Infographic. Febr. 2016 [Электронный ресурс]. <https://content.extremenetworks.com/extreme-networks-blog/the-state-of-personalized-learning-in-the-real-world-of-education-survey-results-and-infographic> (дата обращения: 5.03.2018).

Odom J. Secrets of Ancient Egypt Shows the Potential of HoloLens. Tourism. 2016 [Электронный ресурс]. <https://hololens.reality.news/news/have-you-seen-this-secrets-ancient-egypt-shows-potential-hololens-tourism-0175604/> (дата обращения: 5.03.2018).

OECD (2015). Students, Computers and Learning: Making the Connection. PISA. P.: OECD Publishing, 2015 [Электронный ресурс]. <http://www.oesamrcd.org/publications/students-computers-and-learning-9789264239555-en.htm> (дата обращения: 5.03.2018).

OECD (2017a). Students Use of ICT Outside of School // PISA 2015 Results. Vol. III [Электронный ресурс]. <http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/education/pisa-2015-results-volume-iii/students-use-of-ict-outside-of-school_9789264273856-17-en#.WhPhOEqWY2w#page1> (дата обращения: 5.03.2018).

OECD (2017b). Collaborative Problem Solving // PISA 2015 Results. Vol. V [Электронный ресурс]. <http://www.oecd.org/edu/pisa-2015-results-volume-v-9789264285521-en.htm> (дата обращения: 5.03.2018).

One Laptop Per Child. 2002 [Электронный ресурс]. <http://laptop.org/en/vision/mission/index.shtml> (дата обращения: 5.03.2018).

Orr D., Rimini M., Damme van. D. Open educational resources: A catalyst for innovation // Educational Research and Innovation. 2015 [Элект-

ронный ресурс]. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264247543-en> (дата обращения: 5.03.2018).

Osburg T. Industry 4.0 Needs Education 4.0. 2016 [Электронный ресурс]. <www.linkedin.com/pulse/industry-40-needs-education-thomas-osburg+&cd=1&hl=ru&ct=clnk&gl=en> (дата обращения: 5.03.2018).

Pane J. What emerging research says about the promise of personalized learning // Brown Center Chalkboard. Aug. 15, 2017 [Электронный ресурс]. <https://www.brookings.edu/blog/brown-center-chalkboard/2017/08/15/what-emerging-research-says-about-the-promise-of-personalized-learning/> (дата обращения: 5.03.2018).

Papert S. Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas. N.Y.: Basic Books, 1980.

Parry M. 5 Ways That EdX Could Change Education. 2012 [Электронный ресурс]. <https://www.chronicle.com/article/5-Ways-That-edX-Could-Change/134672> (дата обращения: 5.03.2018).

Personalized Learning Platforms. Eduvate RI, 2017 [Электронный ресурс]. <http://eduvateri.org/projects/personalized/personalizedlearning platforms/> (дата обращения: 01.10.2017).

Puentedura R. Resources to Support the Substitution Augmentation Modification Redefinition (SAMR) Model. 2006 [Электронный ресурс]. <http://www.schrockguide.net/samr.html> (дата обращения: 5.03.2018).

Qingdao Declaration. International Conference on ICT and Post-2015 Education. Qingdao: UNESCO, 2015 [Электронный ресурс]. <http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/ED/pdf/Qingdao_Declaration.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

Research Spotlight on Project-Based Learning. National Education Assosiation (NEA) // Reviews of the Research on Best Practices in Education [Электронный ресурс]. <http://www.nea.org/tools/16963.htm> (дата обращения: 5.03.2018).

Rizzotto L. The Future of Education: How A.I. and Immersive Tech Will Reshape Learning Forever. 2017 [Электронный ресурс]. <https://

medium.com/futurepi/a-vision-for-education-and-its-immersive-a-i-driven-future-b5a9d34ce26d> (дата обращения: 5.03.2018).

Rogers E. Diffusion of Innovations. N.Y.: Simon & Schuster, 2010.

Russell S.J., Norvig P., Davis E. Artificialintelligence: Amodernapproach. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2005.

Seidel R., Ok-Choon P. An historical perspective and a model for evaluation of intelligent tutoring systems // Journal of Educational Computing Research. 1994. Vol. 10. No. 2. P. 103–128.

Self J. The defining characteristics of intelligent tutoring systems research: ITSs care, precisely // International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIEd). 1999. No. 10. P. 350–364.

Self-Reflection Tool for Digitally Capable Schools (SELFIE). The European Commission's Science and Knowledge Service. (n.d.) [Электронный ресурс]. <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomporg/selfie-tool>.

Sharples M. et al. Innovating pedagogy: Exploring new forms of teaching, learning and assessment, to guide educators and policy makers / Sharples M., Roock de R., Ferguson R., Gaved M., Herodotou C., Koh E., Kurulska-Hulme A., Looi C.-K., McAndrew P., Rienties B., Weller M., Wong L.H. // Open University Innovation Report 5. UK, Milton Keynes: The Open University, 2016 [Электронный ресурс]. <https://iet.open.ac.uk/file/innovating_pedagogy_2016.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

Shear L., Gallagher G., Patel D. Evolving Educational Ecosystems: Executive Summary of Phase I ITL Research Results. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2011 [Электронный ресурс]. <http://download.microsoft.com/download/c/4/5/c45eb9d7-7685-4afd-85b3-dc66f79277ab/itlresearh2011findings.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

Sony Develops System for Authentication, Sharing, and Rights Management Using Blockchain Technology. 2017 [Электронный ресурс]. <https://www.sonyged.com/2017/08/10/news/press-blockchain/> (дата обращения: 5.03.2018).

Squirrel AI Learning Appears at World Summit AI (2018). Founder Derek Haoyang Li Presents How AI Revolutionizes Traditional Education. December 20, 2018. <https://www.globenewswire.com/news-release/

2018/12/20/1669985/0/en/Squirrel-AI-Learning-Appears-at-World-Summit-AI-Founder-Derek-Haoyang-Li-Presents-How-AI-Revolutionizes-Traditional-Education.html>.

State leadership programmes // Future Ready Schools. Feb. 2017 [Электронный ресурс]. <http://futureready.org/about-the-effort/state-programs. pdf.> (дата обращения: 5.03.2018).

Summit Learning: Project-Based Learning. Jan. 30, 2017 [Электронный ресурс]. <https://www.youtube.com/watch?v=N_vGSf6oHrw> (дата обращения: 5.03.2018).

Suppes P. The uses of computers in education // Scientific American. 1966. Vol. 215. No. 3. Sept. P. 206–220.

Taking stock of personalized learning. Progress report: Race to the top & personalized ed. // EdWeek. Oct. 22, 2014 [Электронный ресурс]. <https://www.edweek.org/media/plt_rtt.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

The Economist (2015). Driving the skills agenda: Preparing students for the future // An Economic Intelligence Unit Report Sponsored by Google for Education [Электронный ресурс]. <https://www.eiuperspectives.economist.com/sites/default/files/Drivingtheskillsagenda.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

The science behind summit public schools' mode // Education Week. Jan. 2, 2018 [Электронный ресурс]. <http://blogs.edweek.org/edweek/learning_deeply/2017/08/the_science_behind_summit_public_schools_model.html?override=web> (дата обращения: 5.03.2018).

The Summit Learning Program Explanation. 2017 [Электронный ресурс]. <https://www.edinnovationlab.com/how-it-works> (дата обращения: 5.03.2018).

Towards universal learning: What every child should learn // Report No. 1 of 3 Learning Metrics Task Force. Washington, DC: Center for Universal Education at Brookings and UNESCO Institute for Statistics, 2013.

Turing A.M. Computing machinery and intelligence // Mind. 1950. Vol. 59. P. 433–460 [Электронный ресурс]. <http://loebner.net/Prizef/TuringArticle.html> (дата обращения: 5.03.2018).

Uvarov A. Harnessing ICT to enhance provision of school education: The policy recommendations // Informatics and Education. 2019. № 2 (301). March.

Valadez J.R., Durán R.P. Redefining the digital divide: Beyond access to computers and the Internet // The High School Journal. 2007. Vol. 90 (3). P. 31–44.

Valdivia I.J., Michalec M. (China), *Amalia T.* (Indonesia), *Fleischmann S.* Scaling Access & Impact Realizing the Power of EdTech. RTI International, 2019.

VanLehn K. The behavior of tutoring systems // International Journal of Artificial Intelligence in Education. 2006. Vol. 16. No. 3. P. 227–265.

Vega V., Robb M.B. The Common Sense Census: Inside the 21st-century Classroom. San Francisco, CA: Common Sense Media: 2019 [Электронный ресурс]. <https://www.commonsensemedia.org/research/the-common-sense-census-inside-the-21st-century-classroom-2019> (дата обращения: 5.05.2019).

Walker D. 13 Top BBC Micro Bit projects. ITPro. 2017 [Электронный ресурс]. <http://www.itpro.co.uk/desktop-hardware/26289/13-top-bbc-micro-bit-projects> (дата обращения: 5.03.2018).

Warschauer M. The digital divide and social inclusion // Americas Quarterly. 2012. Vol. 6 (2). P. 131.

Watters A. The blockchain for education: An introduction // Blog Logoon. Apr. 7, 2016 [Электронный ресурс]. <http://hackeducation.com/2016/04/07/blockchain-education-guide> (дата обращения: 5.03.2018).

Westerman G., Bonnet D., McAfee A. The Nine Elements of Digital Transformation // MIT Sloan Management Review. Opinion & Analysis. Jan. 7, 2014 [Электронный ресурс]. <https://sloanreview.mit.edu/article/the-nine-elements-of-digital-transformation/?social_token=d65abc6db70ba459408562abb8de32bc&utm_source=facebook&utm_medium=social&utm_campaign=sm-direct> (дата обращения: 5.03.2018).

What Happens to IT Education in Estonia? Framework. Tartu, 2015 [Электронный ресурс]. <https://sisu.ut.ee/sites/default/files/what_happens_to_it_education_in_estonia_english.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

Wills B. The United States of coding // New America Weekly. Edition 132. Aug. 25, 2016. [Электронный ресурс]. <https://www.newamerica.org/weekly/edition-132/united-states-coding/> (дата обращения: 5.03.2018).

Winthrop R., McGivney E. Skills for a Changing World: Advancing Quality Learning for Vibrant Societies. Center for Universal Education at Brookings, 2016 [Электронный ресурс]. <https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/05/Brookings_Skills-for-a-Changing-World_Advancing-Quality-Learning-for-Vibrant-Societies-3.pdf> (дата обращения: 5.03.2018).

Zhai Z. Intelligent Tutoring System Overview. December, 2015 [Электронный ресурс]. <https://cseweb.ucsd.edu/~zzhai/blog/intelligent-tutoring-system-overview.html> (дата обращения: 5.03.2018).

ПРИЛОЖЕНИЕ. МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ: ФИНЛЯНДИЯ, КОРЕЯ, СИНГАПУР[1]

Данный обзор не ставит своей целью полно описать состояние цифровой трансформации в разных образовательных системах, тем не менее он будет полезен для понимания процесса цифровой трансформации образования.

Цель цифровой трансформации школы и других образовательных институтов детства должна состоять в их возможности пробовать и широко применять цифровые решения и продукты для каждодневных учебно-воспитательных задач: работа с отстающими, поддержка талантов, замещение рутинного интеллектуального труда, логистика обеспечивающих процессов (питание, безопасность, информирование и т.п.), подготовка к занятиям и ряд других. Все это машины могут делать уже сегодня, кроме этого, по сути вовлекающей цели, цифровая трансформация дает возможность реализовать новые структуры и отношения в образовании.

Цифровая трансформация также открывает новые содержательные возможности: обучение игре и соревнованию, моделирование и симуляция сложных или недоступных процессов, реализация распределенных проектов учащихся и учителей, персонализованное обучение, игрофикацию учебного процесса и много других.

При этом важно учесть, что цифровая трансформация не может заменить живую работу и решить все школьные проблемы и проб-

---

[1] Приложение содержит фрагмент отчета, подготовленного при поддержке Всемирного банка по заказу НИУ ВШЭ (Эдмонд Гейбл (Edmond Gaible). Введение и науч. ред. П.А. Сергоманова).

лемы детей и взрослых. Надежда на «цифру» как на панацею совершенно не оправдана. Одновременно с этим цифровая трансформация может расширить горизонты задач школы, дать ей совершенно новые инструменты и возможности: новые структуры отношений взрослости и детства, новые образовательные системы.

Обоснование выбора стран и проектов

Образовательные системы в рассмотренных нами странах используют технические средства обучения таким образом, что, во-первых, они демонстрируют свою инновационность, эффективность, а во-вторых, неизменно высокий уровень успешности образовательного процесса. Изучение эффективных национальных программ подводит к пониманию того, что эффективное использование цифровых технологий зависит как минимум от внедрения инноваций и эффективного управления ими, а также от глубокого понимания потребностей и возможностей школ, преподавателей и учащихся[2].

Образовательные системы, изменения и уровень сложности

Образовательные системы представляют собой сложные механизмы, и это, помимо прочего, означает, что изменения всегда трудно предсказать. Разные взаимосвязанные компоненты, такие как учебные планы и оценка, педагогическое образование или учебные ресурсы, адаптируются и/или сопротивляются вводимым изменениям частично за счет других компонентов системы. Изменение в одном компоненте повлечет за собой изменения в другом. Даже отдельные учителя и ученики являются частью системы связей, которая покрывает все аспекты образовательной системы, разные предметы, материально-технические ресурсы, содержание образования и важность экзаменов. Рассматриваемая как «темный лес взаимных связей», образовательная система может среагировать непредсказуемо: реакция каждой составной части зависит от ее отношений с другими частями.

---

[2] Такое понимание именно в терминах разработки характеризуется элементом «участия» — участники, уполномоченные лица и выгодоприобретатели — все они должны отвечать на запросы, с которыми сталкиваются в ходе выполнения задач и впоследствии предлагаемых решений.

С учетом сложной природы образовательных систем некоторые основные ее агенты (в частности, учителя) могут сопротивляться вводимым изменениям по разным причинам. Во многих случаях учителя могут быть некомпетентными, чтобы опробовать новый подход, или же им может не хватать финансовых стимулов, чтобы заниматься с учащимися по-новому (как следствие низкой оплаты или незначительного признания в обществе). Возможно, важнее всего, что учителя сами учились в школе, они впитали реплицируемые нормы, практику и ценности — они хотят использовать старые модели, а не новые.

Образовательная система — это понятие не дискретное или унитарное. Будучи сложной по своей природе, образовательная система связана с политиками и политикой, с семьями, рабочими местами, экономикой, нормами (например, гендерными или социальными), вытекающими из более широкого культурного контекста. Связи с такими «внешними» факторами могут впоследствии закрыть пути к изменению или привести к изменению таких путей для удовлетворения политических потребностей.

Финляндия

Школы в Финляндии известны своими достижениями приблизительно с 2000 г. Финские школьники показывают хорошие результаты на экзаменах PISA (хотя в 2012 и 2015 гг. отмечалось снижение результатов (см. ниже)). Финская система примечательна тем, что там:

- учащимся не нужно начинать начальное образование в возрасте пяти или шести лет — дети идут в школу в возрасте семи лет (чуть позже, чем в России);
- учащимся не задают много домашних заданий — у финских школьников, по сравнению с системами развитых стран, домашних заданий меньше [Gross-Loh, 2014];
- учащиеся посещают школу на 300 ч в год меньше, чем учащиеся США;
- учащихся оценивают разными способами в ходе учебного процесса.

К тому же имеется мало частных школ, отсутствуют программы работы с одаренными детьми (в то время как за последние десять лет в РФ повысилась поддержка одаренных детей). Одна из основ фин-

ского образования заключается в том, что все дети заслуживают того, чтобы иметь равные возможности в обучении и достижении успеха.

Эти черты в сочетании с высокими показателями PISA заставили специалистов в сфере образования сфокусироваться на финской системе, ее акценте на заработной плате учителя, уважении к учителю, равенстве, равных возможностях, целенаправленном включении занятий, не относящихся к техническим наукам[3], таким как спорт, изо, музыка.

Использование цифровых решений в Финляндии не связано с позиционированием финской системы как международной модели. Мы приводим систему образования этой страны как пример модернизации системы образования, обеспечивающей помощь студентам в подготовке к современной жизни в гражданском обществе.

В широком понимании такой переход может интерпретироваться как реакция на суровые реалии финской экономики: большую часть земли (около 88%) занимают озера и леса, в стране не хватает ресурсов во многих секторах традиционного производства; в серьезном упадке находятся несколько отраслей промышленности (бумажное производство), которые ранее использовали основные ресурсы Финляндии (леса и проч.); компания Nokia, которая ранее выступала в качестве главного работодателя, и на нее приходилось более 50% прибыли на мировом рынке мобильных телефонов (<https://ria.ru/20170729/1499372976.html>), не успевает реагировать на современные изменения и потеряла долю на рынке. Оценки с точки зрения потребности на рынке труда в попытке устранить вышеприведенные недостатки указывают на сектор «Технологии, коммуникации, транспорт» как наиболее пользующиеся спросом у новых соискателей [Hanhijoki et al., 2012]. Вывод из всего вышесказанного заключается в том, что будущее финской экономики, скорее всего, связано с экономикой, основанной на знании, а также, что политикам следует обратить внимание на развитие цифровых компетенций у населения.

Приоритеты цифровой трансформации образования представлены в Плане развития образования и исследований на 2011–2016 гг.

---

[3] Технические науки — наука, технология, инженерное дело и математика.

Задачи:

- повысить компетенцию финских студентов в отношении навыков XXI в. и ожиданий работодателя;
- повысить грамотность и уровень компетенции финских студентов в связи с применением новых технологий.

Подход: проанализировать учебный план и выявить желаемые компетенции, в том числе с поддержкой технологий; обеспечить доступ студентов к использованию цифровых инструментов; включить в школьную программу технологичные внешкольные мероприятия и конкурсы (например, хакатоны и проч.). Предполагается, что по мере того, как финские учителя будут осваивать навыки использования новых технологий на высоком уровне, они станут пользоваться техническими средствами обучения гораздо чаще.

Краткий обзор

Повышенный акцент на технических средствах обучения в финских школах служит двум целям: во-первых, как поддержка развития студентов в области программирования, анализа данных, дизайна и прочих компетенций, которые пользуются высоким спросом в отношении самих технологий; во-вторых, как поддержание персонализованно-ориентированного обучения, междисциплинарного обучения, исследовательского обучения, проектно-ориентированного обучения и прочих педагогических подходов, которые получают много плюсов от открытого доступа к информации и использования цифровых инструментов. Министерство образования полагает, что потенциал цифровых решений способен мотивировать учащихся заниматься независимыми исследованиями, взаимодействовать и работать совместно, получать доступ к учебным ресурсам. В своем интервью Паси Силандер (Pasi Silander), руководитель направления цифровой трансформации г. Хельсинки и опытный специалист в области цифровой трансформации, следующим образом комментирует изменения:

> «…В современной системе образования мы должны продвигать развитие компетенций будущего, так называемых навыков двадцать первого века, т.е. критическое мышление, совместную работу, креативность и навыки получения новых знаний. Необходимы именно эти коммуникативные навыки, в то время как чисто профессиональ-

ные навыки (например, запоминание фактов, счет) в том или ином объеме в будущем возьмут на себя машины <...>. Процесс традиционного контактного преподавания был создан главным образом на основе деятельности учителя и процесса преподавания, в то время как в процессе цифрового образования отправной точкой является процесс обучения самого учащегося» [Kwang, 2017].

Последние оценки образовательной системы Финляндии выявляют растущее неравенство: показатели девочек опережают показатели мальчиков по природоведению, математике, чтению. Последние показатели PISA в 2015 г. следующие:

- естественно-научная грамотность — 541 балл в среднем, при этом по ОЭСР средний балл — 493,
  — показатель девочек — 2 из 69;
- математика — 515 баллов в среднем, по ОЭСР средний балл — 490,
  — рейтинг девочек — 9 из 69;
- чтение — 551 балл в среднем, по ОЭСР средний балл — 493,
  — рейтинг девочек — 1 из 69;
- решение комплексных задач — 559 баллов в среднем,
  — показатель девочек 3 из 50.

Однако общий балл, «смешанный» с экономическим статусом, является лучшим из всех оцениваемых стран:

- общий балл (2015 г.) — как % студентов, повторивших свои оценки со «смешением» по экономическому статусу;
- общий уровень 66 из 66[4].

Акцент в системе делается на значимости каждого учащегося и на равном доступе к преподаванию высокого уровня во всей стране[5].

---

[4] Данный показатель инвертирован: по сравнению с долей продвинутых студентов, которые повторно показали ту же оценку, доля неуспешных студентов, которые повторили ту же оценку, является одной из самых низких.

[5] С учетом того что падение показателей оценки ПМОС связывают с повышенным уровнем иммиграции в Финляндию, данное заявление может соответствовать действительности. Иммигранты составляют небольшой процент всех студентов, он слишком мал, чтобы серьезным образом повлиять на успеваемость, в особенности с учетом показателя иммиграции в другие страны ПМОС .

Явление-ориентированное обучение

Паси Силандер утверждает, что цифровые решения в финских школах становятся орудием для явление-ориентированного обучения, где акцент делается на изучении того или иного явления в реальном мире, которое, в свою очередь, служит платформой для междисциплинарного обучения.

Вместо акцента на школьные предметы явление-ориентированное обучение уделяет внимание окружающему нас реальному миру и междисциплинарным темам, таким, например, как тело человека, окружающая среда, политические системы. Мы не можем вести речь о явление-ориентированном обучении, не затрагивая тему цифровых технологий. Технология — это инструмент, позволяющий сделать процесс обучения видимым для обдумывания и оценивания, документирования, обучения, обработки и поиска информации. Технология должна быть естественной частью обучения и преподавания, как бумага и карандаш.

Тело человека — хороший пример тем, сочетающих в себе биологию, физиологию, здоровье человека. Наблюдение не ограничено одной точкой зрения, вместо этого явление изучается комплексно, с разных точек зрения, пересекая границы между предметами естественно, интегрируя разные предметы и темы.

В описанных Силандером моделях, прошедших эволюцию в финских школах в течение последних 40 лет, учителя играют ведущую роль.

Новый метод оценки основан на процессе обучения ученика, а не на результатах или конечном продукте. Для оценки обучения применяются разные методы, такие как портфолио. В младших классах начальной школы не используются традиционные оценки. Вместо этого составляют письменный отзыв, который описывает и мотивирует учеников на дальнейшее обучение.

В ответ на экономические и образовательные условия в 2014 г. Финское национальное агентство по образованию (являющееся по сути министерством образования) предприняло реформу учебного плана — в системе, которая уже работала на довольно хорошем уровне. В Финляндии государственные учебные планы, которые затем становятся местными учебными планами, принимаются му-

ниципалитетами. Впервые это было введено в школах в 2016 учебном году.

Поддержкой инноваций в образовании в финском обществе и технических средств обучения занимаются:

- организация EduExport Finlanda (или Образование Финляндии). Миссия данной организации заключается в том, чтобы «открыть двери и создать возможности для экспорта финских преимуществ в образование» посредством подключения поставщиков финских частных технологий и сервисов к совместным крупномасштабным заявкам в секторе образования (<http://www.eduexport.fi>).
- xEDU — акселератор стартапов в сфере технических средств обучения (<https://www.xedu.co>). Помогает стартап-компаниям, занимающимся разработкой цифровых решений в обучении, войти в контакт со школами, чтобы обеспечить разработку при участии школы в полевых условиях.

Программирование в школе

Национальная реформа учебных планов 2014 г. (которая прошла в школах в 2016 г.) включает программирование в составе направления «труд и математика» для первоклассников, однако программирование также упоминается в связи с междисциплинарным подходом. Использование и усложнение необходимых навыков программирования упорядочено так, что навыки повышаются с каждым годом. В начальной школе доступ к цифровым средствам не обязателен, так как работа в классе нацелена на изучение основных понятий программирования.

Включение программирования в учебный план в Финляндии открыло пути интеграции в школу робототехники и хакатонов.

В Университете Восточной Финляндии исследовательская группа по техническим средствам обучения факультета информатики предлагает дальнейшее обучение после получения основного диплома в области информатики для студентов в других странах мира, где исследовательская работа и диссертации могут защищаться виртуально. Поддержка факультета лежит в плоскости проектов по машинному обучению (например, создание адаптирующихся систем и проч.),

по разработке инструментов для использования мобильных телефонов в школах и проч.

В целом данные меры в комплексе нацелены на создание экосистемы технических средств обучения, которая будет продвигать исследования и практическую работу. Это будет моделировать индустрию технологий для ученика при сохранении целостности и целей системы образования, основанной на фундаментальных ценностях образовательного равенства и эффективности.

Основные выводы

Ключевой вывод о внедрении цифровых решений для обучения в Финляндии заключается в том, что эта страна имеет четкое представление о своей образовательной системе, а также процессе преподавания и обучения внутри этой системы, которые определяют разработку и применение цифровых инструментов и ресурсов для образования.

Поддержка технологической грамотности

Одна из мотиваций поддержки цифровых решений в Финляндии — обеспечить конкурентоспособность населения в экономике, основанной на научных знаниях и инновациях. (Влияние гибели компании Nokia, которая давала 4% ВВП в 2000 г., — ощущается до сих пор[6].)

Явление-ориентированное обучение отлично сочетается с практичной природой цифровых средств обучения в финских школах. Введение программирования, хакерских марафонов и выставок устройств, сделанных своими руками, делает акцент в первую очередь на их практической природе или значимости, а во-вторых, на допущении, что когнитивные привычки и структуры, необходимые для грамотности в проектировании и разработке высокозначимых решений отличаются от привычек и структур, поддерживаемых математикой, естественными науками и прочими элементами традиционного учебного плана [Martin, 2015]. Данный вывод предполагает особое внимание к цифровой грамотности — либо в рамках формального образования, либо в рамках внешкольной деятельности.

---

[6] См.: [Kelly, 2013].

Республика Корея

Корейская система образования является одной из лучших в мире, в то время как страна в целом — одна из самых технологически развитых: число абонентов комбинированных сервисов широкополосного Интернета и голосовой связи, используемых владельцами смартфонов, самое высокое (1076 строк на человека [Cho, 2017]).

Показатели учащихся очень высоки по международным оценкам — оценка PISA в 2015 г.:

- естественно-научная грамотность — 516 баллов, при этом по ОЭСР средний балл — 493,
  — общий рейтинг — 10 из 69;
- математика — 524 балла в среднем, по ОЭСР средний балл — 490,
  — общий рейтинг — 7 из 69;
- читательская грамотность —517 баллов в среднем, по ОЭСР средний балл — 493,
  — общий рейтинг — 7 из 69;
- решение задач — 538 баллов в среднем, по ОЭСР средний балл — 500,
  — общий рейтинг — 4 из 50.

В отличие от обучающихся в финской системе образования, корейским учащимся предлагается посвятить учебному процессу до 16 ч в сутки и подготовиться к серии очень важных экзаменов.

Использование цифровых решений активно поддерживается правительством и частным сектором. Правительство утвердило как политику, так и стратегические планы интеграции цифровых решений на начальном, младшем и среднем уровнях школьного образования и учредило известную Корейскую научно-исследовательскую и информационную службу в области образования (KERIS), миссией которой стала поддержка конкурентоспособности корейского образования посредством продвижения «цифры» в школах и университетах. До 2009 г. KERIS применяла подходы, которые подразумевают «использование ориентированных на пользователя и интерактивных услуг электронного обучения; обеспечение и распространение контента для учителя и ученика; создание передовой образовательной среды

и поддержку широкомасштабного обучения для преподавателей»[7]. Эти подходы и программы, призваны обеспечить существенное улучшение государственного образования, заменив систему, ориентированную на получение знаний, системой, поддерживающей взаимодействие учителя с учеником и с акцентом на деятельности, культивируя творческое мышление и развивая навыки совместного решения задач.

Вышесказанное выражает стремление превратить школьные системы в среды, которые способствуют развитию навыков XXI в.

KERIS запустила несколько программ цифровой трансформации, которые применяют эти подходы для улучшения результатов обучения:

- EduNet — это всеобъемлющая информационная служба в области образования, доступная широкой общественности и предназначенная для понимания текущих тенденций в области образования, доступа к общим ресурсам и участия в онлайн-сообществе с миллионами пользователей. EduNet является среди прочего основной площадкой для взаимодействия государственного образования и частных фирм — производителей цифровых решений для образования [KERIS, 2004].
- Комплексный информационный сервис для подготовки учителей ориентирован на управление доступом к информации в государственных и частных учебных заведениях, где проходят подготовку преподаватели, а также он помогает оценивать педагогов.
- Система поддержки дистанционного обучения также фокусируется на повышении квалификации учителей (ПКУ) с акцентом на дистанционное обучение (ДО).
- Электронная система обучения на дому (Cyber Home Learning System, CHLS) — это распределенная ИТ-система управления обучением, предназначенная для продолжения учебного про-

[7] Начиная с 2010 г. англоязычная версия веб-сайта KERIS обновлялась редко. Тем не менее Всемирный банк поддерживает тесные отношения с KERIS и с правительством Республики Корея. При необходимости следует обращаться к дополнительным ресурсам на английском языке.

цесса после возвращения из школы. Система обеспечивает «умную» диагностику и предоставляет дистанционное консультирование.

В 2015 г. Министерство образования совместно с Министерством науки, ИКТ и планирования объявило о внедрении комплексного подхода к обучению в области программирования, включающего среди прочего 17 ч обучения в начальных школах начиная с 2019 г., а также обновленный обязательный курс информатики.

Акцент на «ИТ-образовании», по-видимому, является главным направлением работы Министерства образования, при этом обучение этике, алгоритмам и решению задач включено в учебный план для начальной школы, а также этому направлению отводится еще более значительное место в средних и старших классах школы.

Национальная информационная система в сфере образования (NEIS) была разработана и запущена первоначально в 2000–2001 гг., и в настоящее время действует ее третья версия (NEIS 3.0). Система также организует опросы студентов, родителей и учителей.

Разработка и распространение цифровых учебников, о которой было официально объявлено в 2007 г. (или, возможно, ранее), первоначально предназначалась для помощи в переходе к цифровым учебникам по всем предметам во всех классах в школах Кореи к 2015 г.

Цифровые учебники, как это предусмотрено в корейской системе, являются центральным элементом не только в ИТ, но также в самостоятельном и индивидуализированном обучении с применением цифровых решений. Каждый учебник содержит материалы, предусмотренные учебной программой, с интерактивными учебными материалами, такими как видео, ссылки на внешние ресурсы и другую информацию, а также тесты и диагностическую/предписывающую информацию. Эта инициатива получила платиновую награду за вклад в области обучения в 2013 г.[8]

Однако метаанализ [Jang, Yi, Shin, 2015] показывает, что положительное воздействие на мотивацию превышает воздействие на результаты обучения. В целом и другие исследования показывают,

---

[8] Глобальный образовательный консорциум по управлению учебными системами — организация, основанная на членстве и специализирующаяся на инновациях в ИТ.

что проблемы дизайна, использования, мотивации учащихся и самостоятельности, и прежде всего способности учителя работать в такой системе, остаются как значимыми, так и нерешенными.

Инициатива KERIS по внедрению цифрового учебника является важным элементом работы правительства Кореи по поддержке внедрения ИТ для всех учащихся, при этом:

- разрабатывая учебники, соответствующие спецификации EPUB 3, KERIS гарантирует, что книги будут отображаться правильно на любом устройстве; могут быть разработаны любой компанией (поскольку спецификация является открытым исходным кодом, а не патентованным); могут быть доступны для всех учащихся;
- учебники обеспечивают доступ учащихся к видео, аудио, интерактивным и другим формам богатого информационного наполнения;
- первоначально, столкнувшись с ограниченным использованием учебных ресурсов преподавателями, правительство Кореи выпустило цифровой образовательный контент по открытой лицензии, гарантируя, что учителя и ученики смогут свободно использовать все имеющиеся ресурсы;
- в рамках инициативы все школы подключены к Интернету через широкополосный доступ, с дополнительными беспроводными локальными сетями. Согласно отчетам, первоначальные планы предусматривают выделение 2,4 млрд долл. США на планшетные компьютеры для использования в школах [Mims, 2011];
- по состоянию на 2014 г. цифровые учебники были распространены среди школ, участвующих в пилотной программе, по таким предметам, как обществознание (1) и естествознание (1) в начальной школе, а также по некоторым предметам в средней школе. В период 2013–2015 гг. в 242 школах-участницах использовались цифровые учебники. Правительство распределило 18 642 «умных устройства» в среднем по 77 на школу [KERIS, 2015];
- начиная с пилотного распространения цифровых учебников в 2013 г., использование этих учебников учащимися оценива-

лось с помощью экспериментальных проектов, чтобы определить их влияние на обучение, а облачные ресурсы и данные об учащихся объединяются, чтобы обеспечить расширенную отчетность и принятие решений на национальном уровне.

Инициатива была объявлена в 2007 г. с предполагаемым выпуском цифровых учебников по всем предметам в начальной школе к 2014 г., а затем в 2015 г. планировался выпуск учебников для средних и старших классов.

Развертывание технической инфраструктуры в Корее (планшетных компьютеров и сетей) и цифровых учебников шло поэтапно, начиная с 20 школ (2008 г.), а затем расширилось до 112 школ (2009 г.) и 132 школ (2010 г.). В 2011 г. правительство объявило о запуске программы «СМАРТ-образование»[9], которая должна была облегчить доступ к цифровым учебникам и их использование, способствовать обучению с применением ИТ-технологий, повышению квалификации преподавателей, использованию облачных ресурсов и другие мероприятия. (СМАРТ — самостоятельный, мотивированный, адаптированный, обладающий ресурсами и с встроенными технологиями.)

Однако скептицизм со стороны учителей и родителей (с учетом, вероятно, и без того высокой успеваемости корейских учащихся) привел к ограничениям на развертывание программы «СМАРТ-образование». Представители сферы образования опасаются, что акцент на использовании цифровых устройств может препятствовать, а не способствовать обучению. В результате цифровые учебники были введены, и это при том, что печатные учебники продолжают использоваться. Такие вопросы, как наблюдаемая «интернет-зависимость», которой, по оценкам, подвержено примерно 8% учащихся в возрасте от пяти до девяти лет, в сочетании со смешанными данными исследований результатов обучения, привели к скептицизму среди широкой общественности, достаточному для того, чтобы правительство подготовило ответ [Harlan, 2012].

Важнейшее значение в инициативе имела поддержка частного сектора. По меньшей мере десять издателей печатных учебников разработали цифровые учебники.

---

[9] См.: <https://www.iemag.ru/analitics/detail.php?ID=32020>.

Цифровая инфраструктура

Еще в 2014 г. соотношение учащихся и компьютеров в корейских школах составляло 4–5 : 1 [Wallet, 2014]. К 2015 г. это соотношение незначительно изменилось — до 3,7 : 1. В большинстве школ скорость интернет-соединения составляет 100 Мбит/с или выше [KERIS, 2015]. В течение как минимум десяти лет показатели использования сети Интернет среди молодежи в Корее были достаточно высокими, чтобы вызвать обеспокоенность среди исследователей в области здравоохранения и других организаций (по защите информации и Интернета Республики Корея, 2010 г.), однако определенная доля, возможно большая, приходится на использование молодыми корейцами устройств за пределами школы.

По состоянию на 2014 г. учебные объекты (или компоненты учебных ресурсов, которые могут быть собраны в СУО) в цифровых учебниках в Корее были разработаны в соответствии с «Образцовой моделью объекта содержимого для совместного использования» (SCORM). Однако с 2013 г. SCORM была заменена (или дополнена) API-интерфейсом Experience, который обеспечивает расширенное взаимодействие с системами управления информацией[10]. Этот аспект подчеркивает как риск, связанный с процессами планирования в динамической цифровой среде, так и необходимость гибкости в плане закупок и проектирования[11].

Частично в результате законодательно оформленного акцента на успеваемости и важности стандартизованного тестирования многие корейские учащиеся были задействованы в процессе обучения

---

[10] Спецификация программ Experience API известна и как Опытный программный итерфейс приложений (xAPI) и API Tin Can. (Tin Can — название проекта, который привел к разработке Опытного программного интерфейса приложений (xAPI).)

[11] Возможно, что инициатива «СМАРТ-образование» в 2018 г. подразумевает использование спецификации Опытного программного интерфейса приложений (xAPI) для записи видов учебной активности. Однако многие продаваемые в настоящее время СУО не поддерживают эту текущую спецификацию и основаны на использовании SCORM. Одна из ситуаций, которую следует избегать, во всяком случае, заключается в слишком узком определении результатов в проектных или закупочных документах.

после школы и подготовке к экзаменам, что усложняло разработку цифровых учебников. По состоянию на 2010 г. в Корее действовало 25 тыс. школ дополнительного образования. Управляемые частным сектором, эти академии используют проверенный контент, серьезно рекламируемый и ориентированный на достижение результата, и поэтому они менее склонны внедрять или как-либо выделять стандартизованные цифровые учебники, разработанные в рамках программы «СМАРТ-образование».

В 2015 г. ОЭСР сообщила, что с 2012 г. учащиеся в нескольких странах с самым высоким рейтингом в Азии использовали компьютеры в школах значительно меньше времени, чем студенты в странах, которые показывали более низкие показатели. Отчасти из-за инициативы «СМАРТ-образование», отчасти потому, что страна в целом характеризуется высокими показателями использования технологий, только 42% корейских учащихся сообщили, что они использовали компьютеры в школе, тогда как этот показатель снизился до 38% среди учащихся в Шанхае (Китай) — регионе, учащиеся в котором также отлично справились с заданиями PISA. Напротив, в странах, где учащиеся чаще использовали компьютеры для школьной работы, показатели чтения снизились в период с 2000 по 2012 г. [OECD, 2015].

Многие аналитики, в том числе Андреас Шлейхер, директор образовательного направления в ОЭСР, и Майкл Трукано, старший специалист по вопросам образования и технологии во Всемирном банке (2015 г.), предупреждали, что выводы доклада не содержат комплексной критики цифровой трансформации обучения, но более тонкие аспекты отражены верно. По словам Трукано, доклад совершенно ясно показывает следующее:

- важность учителей и преподавания;
- использование технологии само по себе не является трансформирующим фактором;
- применение учащимися технологий за пределами школы не связано с использованием таковых в рамках школьного обучения;
- понимание эффективного применения цифровых решений остается неполным, и системы образования находятся в процессе определения эффективных подходов.

Так, в докладе отмечается, что хорошие баллы с использованием традиционных носителей (например, печатных материалов и т.д.) — это необходимое условие для хороших баллов с использованием цифровых носителей (по крайней мере как было проверено на тестировании PISA): студенты из Кореи и Сингапура набрали наибольшее количество баллов в «цифровом чтении», хотя по данным в этих странах цифровые решения используются относительно нечасто.

В целом некоторые аспекты доклада, возможно, вводят в заблуждение, поскольку цифровая трансформация реализуется для содействия развитию навыков XXI в. В то же время основные тесты PISA, а именно математика, чтение и естественно-научная грамотность, в 2015 г. оценивали способности учащихся относительно более традиционных областей школьной программы.

В конце концов, технология может дополнять отличное преподавание, однако отличные технологии не могут заменить плохое преподавание [OECD, 201].

Электронная система обучения на дому

Электронная система обучения на дому (ЭСОД) предоставляет дополнительные доказательства необходимости тщательного анализа проектирования и внедрения цифровых решений. Она призвана обеспечить доступ учащихся к эффективным учебным ресурсам, ориентированным на учебные планы, при одновременном уменьшении потребности в частных преподавателях. Частные преподаватели — это прежде всего дополнительная статья расходов для корейских семей, а также один из факторов, увеличивающих неравенство возможностей в получении образования исходя из возможности семей нанимать более дорогих и эффективных преподавателей. По состоянию на 2007 г. учебная программа была разработана для начальных классов (4–6 лет), всех средних классов и 10-го класса старшей школы.

Квазиэкспериментальная оценка 147 учеников, изучающих английский язык [Albers et al., 2015] показывает, что ЭСОД не оказала влияния на успеваемость учащихся. Однако детальный анализ полученных данных показывает, что ЭСОД улучшает показатели обучения

у учащихся, которые мотивированы на добровольное использование системы и способны к самостоятельной учебе. Мотивацию и самостоятельность следует рассматривать как факторы, связанные с эффективностью применения цифровых решений в целом. Это ведет к предположению, о том, что проекты для персонализированного обучения должны учитывать эти качества.

Основные выводы

Главный вывод в отношении использования ИТ в Корее, отчасти из-за высоких показателей этой страны на международных тестированиях и отчасти из-за ее решительной поддержки технологий в бизнесе, образовании и повседневной жизни, состоит в том, что успех ИТ зависит от комплексной поддержки, которая включает исследования, разработки и эксперименты.

Республика Корея создала Корейскую информационную службу по образованию и исследованиям (KERIS) в 1999 г. после создания EduNet в 1996 г. KERIS выполняла важную роль, включая проведение исследований, хостинг национальных платформ (например, хранилища данных, электронные учебные курсы и т.д.), распространение информации и проведение ежегодного Глобального симпозиума по ИКТ в образовании. В 2006 г. KERIS начала деятельность по международному консультированию и провела консультации в Уганде, Узбекистане и Вьетнаме, а также в других странах.

Роль KERIS является образцовой, поскольку организация распространяет информацию как «вверх» — тем, кто принимает решения в органах власти, так и «вниз», информируя студентов, учителей, семьи и частные компании. Обе эти роли внесли вклад в интеграцию ИТ в корейскую систему образования таким образом, чтобы повысить эффективность системы (а не рассматривать ее как проблемную).

Республика Сингапур

Сингапур последовательно проводил реформу образования на протяжении всей своей истории в качестве независимого города-государства, планируя за последние 25 лет использование цифровых решений с тем, чтобы позволить учащимся освоить навыки XXI в. Сингапурские учащиеся заняли 1-е место по чтению, математике

и естествознанию в 2015 г. Кроме того, Министерство образования Сингапура в течение последних 20 лет урезало учебные планы, чтобы предоставить учителям и учащимся больше возможностей для развития навыков решения задач, творчества и обретения других навыков XXI в.

Д-р Рут Х.К. Вонг, бывший директор Института образования, описывает первоначальные усилия по созданию сингапурской системы образования в годы после Второй мировой войны. Эти усилия включали меры по обеспечению равного доступа, а также всеобщее стремление к развитию человеческого капитала, что было частью плана основателя современного Сингапура, премьер-министра Ли Куан Ю (1974 г.). В монографии доктор Вонг подробно описывает последовательность и приверженность делу, необходимые для того, чтобы, во-первых, создать систему образования и, во-вторых, превратить эту систему в «обучающийся мотор».

Оценки PISA среди сингапурских учащихся в 2015 г.:

- естественно-научная грамотность — 556 баллов, при этом по ОЭСР средний балл — 493,
  — общий рейтинг — 1 из 69;
- математика — 564 баллов в среднем, по ОЭСР средний балл — 490,
  — общий рейтинг — 1 из 69;
- читательская грамотность — 535 баллов в среднем, по ОЭСР средний балл — 493,
  — общий рейтинг — 1 из 69;
- решение задач — 552 (мальчики), 572 (девочки),
  — общий рейтинг — 1 из 50 (оба пола).

Система образования в Сингапуре обычно получает высокие оценки в других тестированиях (например, Международное мониторинговое исследование качества школьного математического и естественно-научного образования (TIMSS), исследование качества чтения и понимания текста (PIRLS)). Показатели сингапурских школьников примечательны также тем, что страна добилась независимости только в 1965 г., а с 1996 г. построила свое общество, экономику и систему образования на основе развития квалифицированной рабочей силы, способной обеспечить эффективность.

Это быстро принесло экономические и образовательные достижения, на которых, однако, отразился азиатский финансовый кризис 1997 г. Тем не менее они позволили ответить на кризис объективной оценкой будущего спроса и возможностей. В 1997 г. тогдашний премьер-министр Го Чок Тонг сформулировал концепцию «Школа мышления — просвещенная нация», четко ориентирующую образовательные потребности общества в сторону экономики знаний. «Школа мышления — просвещенная нация» помогла сформировать образ системы образования, который выражался в непрерывном обучении и целенаправленных инновациях, что позволило эффективно определять приоритеты и последовательные подходы с течением времени и независимо от смены правительства.

Выдающейся чертой такого подхода является то, что никакие политические преобразования не объявляются без плана создания потенциала для их удовлетворения. И хотя между школами есть различия в показателях, они невелики. Напротив, в менее тесно связанных системах гораздо сложнее проводить реформы, и такие системы зачастую характеризуются бесконечным парадом новых, иногда противоречащих друг другу политических решений, которые не создают возможностей для их воплощения. Программы подготовки учителей в университетах также часто не соответствуют содержанию реформ.

Внедрение цифровых решений было неотъемлемой частью этого образа после формулирования концепции «Школа мышления — просвещенная нация».

Планы комплексного развития ЦТ в образовании

За последние 25 лет Министерство образования Сингапура запустило множество инициатив в области ИКТ и цифровой трансформации. Все они соответствуют представлению общества и экономики знаний. В этом разделе приведено несколько из этих инициатив, цель которых — исследование того, как программы в сфере цифровой трансформации демонстрируют последовательную политику правительства Сингапура по поддерживанию совершенствования образования, в то время как оно эволюционирует вслед за развитием цифровых технологий и обучения. Согласованность представления и планиро-

вания Министерства образования Сингапура была подкреплена выпуском серии планов комплексного развития «цифры». В этих планах указаны как рекомендации для проектов, так и, что наиболее важно, образовательные цели, достижением которых должна измеряться эффективность этих проектов.

Планы комплексного развития согласованы с более широким подходом Сингапурского правительства к социальному и экономическому развитию, который представлен в виде серии десятилетних «Планов комплексного развития ИКТ», в которых излагается подход страны к участию в экономике знаний XXI в. Эти комплексные планы были разработаны Управлением развития ИКТ (IDA), которое также участвовало в создании планов комплексного развития образования совместно с Министерством образования. Разработки, изложенные в этих планах — как в области образования, так и в экономике, — стимулируют участие сингапурского частного сектора.

Генеральный план 1 (1997 г.)

План «Создание фундамента» (Генеральный план 1 — ГП1) действовал в период с 1997 по 2002 г., и в нем описывается структура создания инфраструктуры ИКТ. Цель, лежащая в основе этого генерального плана, заключалась в поддержке включения ИКТ во все аспекты преподавания и обучения:

- укрепление связей между школами и окружающим миром (аналогично концепции «обучения на основе явлений» в Финляндии);
- поощрение творческого мышления и непрерывного обучения;
- поощрение инновационных процессов в школах.

Другие ключевые характеристики ГП1 включают:

- *учебный план:* сокращение учебной программы на 30%; повышенный акцент на творческом использовании информации, а не на ее приобретении; использование ИТ как средства обучения, а не в качестве изучаемого предмета; использование ИТ в течение как минимум 30% времени обучения;
- *ресурсы в области информационного наполнения и обучения:* разработка материалов, размещаемых в Интернете, и учебных

курсов по математике, естествознанию и языку; поддержка закупок образовательного программного обеспечения;

- *физическая и техническая инфраструктура:* соотношение учителей и ноутбуков 2 : 1; 5 : 1 соотношение учащихся и компьютеров; школьная сеть и подключение к Интернету; ассистенты по ИТ во всех школах;
- *кадры:* каскадное обучение и развертывание реформы (22 школы в Фазе 1, 90 школ в Фазе 2, ~250 школ в Фазе 3); все преподаватели проходят повышение квалификации в области ИТ, также имеется программа повышения квалификации продвинутого уровня, запущенная в 2002 г.

Целью плана была поддержка развития цифровых учебных ресурсов, повышения квалификации, а также реформирование учебной программы, которое включало 30-процентное сокращение учебного плана по предмету для стимулирования использования ИКТ и внедрения инноваций в обучение. Генеральный план 1 привел к созданию EduMall, онлайн-хранилища учебных ресурсов, предусмотренных учебными планами. Все учителя прошли обучение по интеграции цифровых решений в учебный процесс. Описываемый фундамент должен рассматриваться как концептуальная основа и как инфраструктурная основа.

Мероприятия, направленные на достижение этих целей, включали оказание поддержки различными сторонами процесса. Управление развитием ИКТ поддерживало отдельные школы в категории FastTrack @ School путем расширения широкополосного доступа в Интернет. Дополнительная программа включала концепцию «подшефных школ», в которой фирмы частного сектора сотрудничали с 18 школами.

Комплексная цель ГП1 — содействовать включению ИКТ во все аспекты преподавания и обучения. Она должна рассматриваться с учетом всех барьеров и проблем на пути исполнения. Использование цифровых решений в успешных преподавательских практиках встретило негативное отношение учителей. Мероприятия в ГП1 были предназначены для принятия учителями цифровых решений в качестве набора инструментов, помогающих в процессе преподавания и обучения.

Генеральный план 2 (2002 г.)

Целью Генерального плана 2 (ГП2), также сформулированной как «Более глубокая интеграция в уроки», была поддержка, необходимая для школ на всех уровнях, для проведения инновационных занятий в классе с использованием ИКТ и «цифры» в целом в рамках проблемно-ориентированного обучения. Министерство, частично благодаря небольшому населению и географическому масштабу Сингапура, тесно сотрудничало со школами и преподавателями, поощряя их к риску, оценке результатов и составлению докладов.

Генеральный план 2 определял шесть ключевых результатов:

1. ИКТ используются для активного обучения.
2. ИКТ используются для выстраивания более тесной связи учебной программы, обучения и оценки знаний.
3. Учителя используют технологии для профессионального и персонализованного роста.
4. ИКТ используются для улучшения школы.
5. Школы получают результаты непрерывного исследования эффективной практики, использования и воздействия ИКТ.
6. Инфраструктура продолжает развиваться.

Школы были разделены на уровни, отличающиеся разной степенью поддержки инноваций в области цифровой трансформации.

Пять процентов школ были обозначены как «Школы будущего» (FS @ SG). Таких школ в общей сложности восемь, они должны были получать финансирование для участия в испытаниях ИКТ и других мероприятиях в партнерстве с частным сектором в сфере ИКТ в целях разработки как новых технологических решений, так и новых педагогических подходов.

15–20% школ были классифицированы как «Ведущие ИКТ-школы». Эти школы получают более низкий уровень финансирования, который также ориентирован на инновации в классе.

Остальные школы остались без дополнительных средств, но получили обновления инфраструктуры ИТ, в том числе повышение квалификации для педагогов. В этих школах также были открыты каналы связи для поддержки со стороны Министерства образования и Национального института образования.

Генеральный план 2, кроме того, способствовал установлению стандартов для овладения учащимися навыками работы с ИКТ с центральной поддержкой, при этом каждой школе помогали в разработке собственного плана по ИКТ на учебный год.

Ниже приведены некоторые компоненты поддержки частного сектора, разработанные в рамках ГП2.

EdVantage

EdVantage — это программа Управления развития ИКТ, поддерживаемая МО и предназначенная для стимулирования использования ИКТ за пределами школ, создания среды взаимодействия, ориентированной на учащегося, что также открывает возможности получения дохода через следующие компоненты: iACCESS, обеспечивающий доступ в сеть для обучения в любое время и в любом месте; iLEARN, предоставляющий учебные ресурсы; iEXPERIENCE, предназначенный для привлечения учащихся к использованию «умных» и гибких инструментов для совместного и персонализированного обучения[12]. Управление развития ИКТ использует EdVantage совместно с многоуровневым подходом, в котором Школы будущего и Ведущие ИКТ-школы рассматриваются как испытательные площадки для инноваций.

Backpack.NET

Backpack.NET упрощает партнерские отношения между Microsoft Singapore и Школами будущего и/или Ведущими ИКТ-школами.

Программа EU PC Plus

Эта программа предоставляет компьютеры для учащихся с ограниченными возможностями обучения в семьях с низким доходом по доступным ценам.

Генеральный план 3 (2009 г.)

В Генеральном плане 3 (ГП3) говорится о руководящем принципе, согласно которому «преподавание и обучение основаны на педагогике и могут поддерживаться надлежащим и разумным использованием

[12] До сих пор мы не обнаружили ни исследований, ни описания отдельных случаев использования программы iLEARN.

технологий» [Huat, 2012]. Хотя большая часть ГП3 была посвящена укреплению фундаментальных достижений предыдущих планов, он также включал несколько новых мероприятий, в том числе:

- взаимный коучинг для руководства школы — партнерская программа, объединяющая директоров в Школах будущего и Ведущих ИКТ-школах с директорами других школ;
- наставники ИКТ — четыре преподавателя в каждой школе были обучены, чтобы выполнять роль наставников по работе с ИКТ для остальной части педагогического состава.

Эти две инициативы, поддерживающие горизонтальные связи, следует рассматривать в сочетании с продолжающимся включением поддержки партнерских отношений между частным сектором и школами. В основном это осуществлялось Управлением развития ИКТ — агентством, более других ориентированным на бизнес в сингапурском правительстве.

Запуская ГП3, Министерство образования Сингапура инициировало и осуществляло большое количество смежных инициатив. В ГП3 эти группы состоят из пяти направлений (в отличие от четырех направлений ГП2):

ИКТ в учебной программе, педагогике и оценке

Это направление включает две экспериментальные инициативы: (1) обогащение учебных планов с использованием цифровых решений и ИКТ, разработку инструментов оценивания знаний с помощью ИКТ, а также (2) создание базы ICT Connection в качестве платформы для обмена информацией и ресурсами и для разработки базовых стандартов цифровых решений.

Cyber Wellness

Это комплекс нескольких мероприятий, в том числе исследований, направленных на создание более здоровой практики обучения в отношении использования технологий.

Профессиональное развитие

Повышение квалификации педагогов является еще одним направлением, включающим поддержку наставников по ИКТ (из ГП2), кон-

сультации по лидерству (также из ГП2), премий и других программ мотивации, а также структуры, в которой определены роли учителей и представлены альтернативы в повышении квалификации.

Исследования и разработки

В это направление входит EduLab — ресурс для обмена передовой практикой, дающий возможность распространения результатов экспериментов в использовании ИКТ в режиме реального времени. Это направление деятельности предназначено для поддержки работы Школ будущего и исследований в области разработки, использования и оценки эффективности интерактивных учебных ресурсов.

Инфраструктура

Инициативы в области инфраструктуры охватывают повышение скорости интернет-подключения в школах до 20 Мбайт/с, внедрение в школы большего количества компьютеров. Кроме того, в рамках этого генерального плана все школы получили помощь во внедрении СУО, включая выпуск списков функций и требований к совместимости для всех систем.

Генеральный план 4 (2014 г.)

Генеральный план 4 (ГП4) продолжает уделять особое внимание самостоятельному обучению и совместному обучению, но расширяет их, чтобы сосредоточиться на использовании ИКТ в рамках подхода «Общий учебный план», включающего овладение навыками XXI в. и школьными предметами, а также формирование «цифрового гражданства».

Генеральный план 4 представляет собой следующие направления: «учителя как разработчики программ и среды обучения» и «руководители школы как строители культуры», работа которых обеспечивается дальнейшим укреплением и модернизацией технологической инфраструктуры.

Эта инфраструктура содержит два хранилища учебных ресурсов, предназначенных для помощи в «проектировании обучения» учителями:

- ICT Connection (<http://ictconnection.moe.edu.sg>), как уже упоминалось, — это портал, обеспечивающий связь учителей друг

с другом, с МО и доступ к ресурсам, предусмотренным учебными программами;
- хранилище eMedia (<http://emedia.moe.edu.sg>) — каталог аудио- и видеоресурсов, которые могут использоваться учителями и учениками и как материалы, предусмотренные учебным планом, и как материалы для дополнительных программ.

ГП4, как и ГП3, представлен в виде раздела на портале ICT Connection, с входом для различных групп пользователей, с содержимым, доступным для пользователей, прошедших регистрацию[13].

Веб-сайт содержит информацию, рекомендации, инструменты и ресурсы, продвигающие следующие подходы и цели:
- более глубокая интеграция ИКТ в учебную программу, процесс оценивания знаний и педагогические рекомендации, интеграция ИКТ в национальную учебную программу, предоставление учебных ресурсов в сети Интернет, применение ИКТ при оценке учебных достижений и с использованием компьютера, соблюдая требования здоровьесберегающих технологий, и «новой медиаграмотностью»;
- непрерывное профессиональное обучение, в котором основное внимание уделяется формированию более систематического представления о требуемых навыках со стороны учителей, а конкретные подходы касаются улучшения навыков и практики преподавания, участия учителей в сетевых сообществах для обучения;
- научно-практические исследования, инновации и масштабирование, которые в основном фокусируются на экспериментах и исследованиях для определения новых и эффективных

---

[13] В то время как портал ICT Connection, очень вероятно, достигает результатов, намеченных МО Сингапура, предоставление информации для посетителей, не связанных с МО (например, учителям, директорам и т.д.), не отличается богатством наполнения. Хотя *наличие гиперссылок указывает* на возможность более глубокого исследования, как это реализовано на портале ICT Connection, презентация ГП3 и ГП4 не дает никакого представления об иерархии (например, субординации, подчинении). Все компоненты и их описания кажутся одинаковыми по важности.

практик, «транслируемых» в масштабную соответствующую практику;
- связанная экосистема обучения ИКТ как инфраструктура, включающая технологическую и социальную инфраструктуры в качестве средства обеспечения процесса обучения в любом месте, в любое время, а также предназначенная для быстрого распространения успешной практики или политики;
- использование компьютера с соблюдением требований здоровьесберегающих технологий — цель ГП4, предполагает инструкции и рекомендации в отношении обращения с личными данными, свободы самовыражения, ограничения времени использования ИКТ, кибер-буллинга, мошенничества, авторских прав и других важнейших тем.

Электронная библиотека

В Сингапуре в 2015 г. было более 33 тыс. учителей. Основываясь на элементе в ГП3, раздел ICT Connection в ГП4 включает в себя онлайн-справочники (в виде файлов в формате pdf) для них. Эти книги представляют собой сборники кратких статей практической направленности, в которых излагаются процессы интеграции ИКТ в работу в классе. Статьи затрагивают широкий круг вопросов от совершенствования спортивной техники до развития навыков в вычислительной и других областях. Каждая статья написана на основе экспериментов. В статьях перечислены школы, в которых был разработан конкретный вид деятельности, и содержится QR-код, связывающий читателя с веб-ресурсом или с программным обеспечением, для использования в деятельности. Презентации сделаны четко и лаконично, однако читательская аудитория, по-видимому, невелика, судя по количеству просмотров. Вероятно, читатели могли получить доступ к этим статьям иначе, — например, на семинарах по повышению квалификации для педагогов или в открытых источниках.

Основные выводы

Главный вывод, связанный с использованием ИТ в Сингапуре, который очевиден сам по себе в связи с характерными для страны высокими показателями на международных тестированиях, заключается

в том, что прогресс ИКТ обусловлен систематическим, целенаправленным, последовательно внедряемым и правильно упорядоченным подходом. Основой такого подхода послужила серия Генеральных планов правительства.

Сингапурская система в полной мере выиграла от активных и ориентированных на результат действий учителей своей страны, при этом вовлечение в процесс поддерживалось и стимулировалось Министерством образования Сингапура. Переключение на «публикацию» ГП3 и ГП4 в качестве разделов портала ICT Connection помогло обеспечить прозрачность, ясность и всеобщий доступ к данной информации. Эти меры способствуют тому, чтобы учителя ощущали себя частью процесса улучшения образования.

Тем не менее имеются и другие факторы, которые следует учитывать при разработке любого стратегического подхода к ИКТ:

- МО Сингапура поддерживает заработные платы учителей на конкурентном уровне по сравнению с другими профессиями;
- образование и учителя, как правило, пользуются большим уважением;
- в 1997 г. в ГП1 МО Сингапура взяло на себя обязательство по 30-процентному сокращению объема учебной программы, чтобы позволить учителям включать эксперименты в учебный процесс и интегрировать ИТ в свою работу[14].

Источники

Albers P. et al. (2015). Critical spaces for critical times: Global conversations in literacy research as an open professional development and practices resource / Cho A.R., Shin J.H., Pang M.E., Angay-Crowder T., Odo D.M., Turnbull S // Global Education Review. 2015. Vol. 2 (3).

---

[14] В начале ГП1 эти изменения в учебном плане не были выполнены. МО Сингапура в то время объявило, что учителям следует *по собственной инициативе* ликвидировать около 30% учебной программы, чтобы использование ИТ не подразумевало дополнительной нагрузки. (Эдмонд Гейбл и директор школы для девочек «Раффлс». Частный разговор. 15 июня 1998 г.)

Cho J.Y. (2017). S. Korea Ranked Eighth in Mobile Broadband Penetration Rate among OECD Countries. Business Korea, 2017.

Cho K. (2017). Analysis of Teacher Perceptions of Digital Textbook Use in Korea Pilot Schools // International Journal for Educational Media and Technology. 2017.

Gross-Loh C. (2014). Finnish education chief: We created a school system based on equality // The Atlantic. 2014.

Hanhijoki I., Katajisto J., Kimari M., Savioja H. (2012). Education Training and Demand for Labour in Finland by 2025. Helsinki, Finland: Government of Finland, 2012.

Harlan C. (2012). In South Korean Classrooms, Digital Textbook Revolution Meets Some Resistance. Washington DC, USA: The Washington Post, 2012.

Huat C.M., Hyland K., Handford M. (ed.). Corpus Applications in Applied Linguistics. A&C Black, 2012.

Jang D.-H., Yi P., Shin I.-S. (2015). Examining the Effectiveness of Digital Textbook Use on Students' Learning Outcomes in South Korea: A Meta-analysis // The Asia-Pacific Education Researcher. 2015.

Kafai Y., Peppler K.A., Chapman R. (2009). The Computer Clubhouse: Constructionism and Creativity in Youth Communities. New York City, N.Y., USA: Teachers College Press, 2009.

Kelly G. (2013). Finland and Nokia: An Affair to Remember. Wired UK, Oct. 4, 2013. <https://www.wired.co.uk/article/finland-and-nokia> (дата обращения: 16.02.2018).

KERIS (2004). EdNET Background. N.Y., USA: United Nations. <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/unpan/unpan028040.pdf> (дата обращения: 18.02.2018).

KERIS (2015). White Paper on ICT in Education Korea. Seoul, Korea: KERIS, 2015.

Kwang T. (2017). How Is Finland Building Schools of the Future? Helsinki, Finland: eGov Innovation, 2017.

Martin L. (2015). The promise of the maker movement for education // Journal of Pre-College Engineering Education Research. 2015.

Mims C. (2011). Samsung Windfall: All of South Korea's Textbooks to Go Digital by 2015. Cambridge, Mass., USA: MIT Technology Review, 2011.

OECD (2015). Students, Computers and Learning: Making the Connection. Geneva, Switzerland: OECD Publishing, 2015.

Wallet P. (2014). Information and Communication Technology (ICT) in Education in Asia. Montreal, Canada: UNESCO Institute for Statistics, 2014.

ОБ АВТОРАХ

Уваров Александр Юрьевич, доктор педагогических наук, главный эксперт Института образования Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», ведущий научный сотрудник Института кибернетики и образовательной информатики Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук, профессор кафедры информационных технологий в образовании Московского педагогического государственного университета (руководитель авторского коллектива).

Гейбл Эдмонд, PhD, консультант Всемирного банка.

Дворецкая Ирина Владимировна, стажер-исследователь Центра развития лидерства в образовании Института образования Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики».

Заславский Илья Михайлович, ведущий эксперт Института образования Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики».

Карлов Иван Александрович, кандидат технических наук, ведущий эксперт Института образования Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики».

Мерцалова Татьяна Анатольевна, кандидат педагогических наук, ведущий эксперт Центра социально-экономического развития школы Института образования Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики».

Сергоманов Павел Аркадьевич, кандидат психологических наук, и.о. директора Психологического института РАО.

Фрумин Исак Давидович, научный руководитель Института образования Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики».

Т78 **Трудности и перспективы** цифровой трансформации образования [Текст] / А. Ю. Уваров, Э. Гейбл, И. В. Дворецкая и др. ; под ред. А. Ю. Уварова, И. Д. Фрумина ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики», Ин-т образования. — М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2019. — 343, [1] с. — (Российское образование: достижения, вызовы, перспективы / науч. ред. Я. И. Кузьминов, И. Д. Фрумин). — 400 экз. — ISBN 978-5-7598-1990-5 (в обл.). — ISBN 978-5-7598-2012-3 (e-book).

В книге обсуждаются современные представления о роли цифровых технологий, которые преобразуют окружающую нас техносферу и ведут к цифровой трансформации образования; о трудностях и перспективах нового этапа развития образования. Рассматриваются изменения в области цифровых технологий и образовательного процесса, которые станут доминантами развития сферы образования в ближайшем десятилетии. Поднимаемые вопросы относятся ко всем уровням образования, однако основной акцент сделан на школьном образовании.

Предлагаемые в книге меры позволяют в развивающейся цифровой образовательной среде перейти от традиционной (классно-урочной) к персонализированной, ориентированной на результат (персонализировано-результативной) организации образовательного процесса (ПРО), которая помогает на новом уровне решать проблемы повышения качества обучения и воспитания. Переход к ПРО рассматривается как одно из основных направлений цифровой трансформации образования. В работе сформулированы предложения по стратегии развития работ в этой области. В приложении приведен обзор ряда зарубежных государственных программ и проектов в области цифровой трансформации школьного образования.

Издание адресовано руководителям всех уровней, педагогам различных учебных заведений, учащимся, их родителям, всем гражданам, чьи мысли и дела определяют будущее отечественной системы образования.

УДК 37:004
ББК 74.04

Научное издание

Серия коллективных монографий
«Российское образование:
достижения, вызовы, перспективы»

Трудности и перспективы
цифровой трансформации образования

Под редакцией *А.Ю. Уварова, И.Д. Фрумина*

Зав. книжной редакцией *Е.А. Бережнова*

Редактор *Н.М. Дмуховская*

Компьютерная верстка и графика: *С.В. Родионова*

Корректор *В.И. Каменева*

Дизайн обложки:
Студия дизайна и рекламы «Образ мысли»

Подписано в печать 13.06.2019. Формат 60×88 $^{1}/_{16}$
Гарнитура PT Serif. Усл. печ. л. 20,9. Уч.-изд. л. 17,7
Тираж 400 экз. Изд. № 2297. Заказ №

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»
101000, Москва, ул. Мясницкая, 20
Тел.: 8 (495) 772-95-90, доб. 15285