

Уваров
Александр Юрьевич

**НА ПУТИ
К ЦИФРОВОЙ
ТРАНСФОРМАЦИИ
ШКОЛЫ**

Москва
2018

УДК 004.9

ББК 32.97

У18

Рецензенты:

Каракозов Сергей Дмитриевич, д-р педагогических наук, профессор, проректор МПГУ

Ноткин Борис Абрамович, к-т педагогических наук, заслуженный учитель РФ, директор ГБОУ СОШ № 550, г. Санкт-Петербург

Уваров А. Ю.

У18 На пути к цифровой трансформации школы. — М.: Образование и Информатика, 2018. — 120 с.

ISBN 978-5-906721-12-9

Современный этап информатизации школы рассматривается как её цифровая трансформация. Показано, что переход к ориентированной на результат (или компетентностно-ориентированной) персонализированной организации образовательного процесса (КПООП) позволяет на новом уровне решать проблемы повышения качества обучения и воспитания, которые остаются неразрешимы при традиционной системе организации обучения.

Книга адресована научным работникам, методистам и работникам управления школой всех уровней. Она будет интересна педагогам, учащимся, их родителям и всем гражданам, чьи мысли и дела на деле определяют будущее школы. Представленные в книге положения отражают позицию автора и необязательно совпадают с установками тех или иных организаций.

УДК 004.9

ББК 32.97

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ЧЕТВЕРТАЯ ИНДУСТРИАЛЬНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ	10
Цифровые культурные инструменты	14
Цифровой разрыв	19
Содержание образования: смена приоритетов	21
Цифровая грамотность	24
Цифровая трансформация и организация образовательного процесса	29
ГЛАВА 2. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПОДХОД ПРИ ОБУЧЕНИИ ЕСТЕСТВЕННЫМ НАУКАМ	38
О практиках исследовательской работы	38
Три размерности содержания естественно-научного образования	41
Исследовательский подход	45
Шесть характеристик исследовательского подхода	50
Рамка фиксации исследовательского подхода	53
ГЛАВА 3. ТРАНСФОРМАЦИЯ УЧЕНИЯ И ОБУЧЕНИЯ	62
Четыре уровня изменений педагогической практики с использованием ЦТ	64
Образовательные результаты	67
Содержание образования	72

Организация учебной работы	78
От «прохождения материала» к формированию компе- тенций	86
Обновление ролей участников образовательного про- цесса	88
Переход к личным планам учебной работы	89
Изменение пространства и способов проведения учебной работы	90
Цифровая образовательная среда для поддержки КПООП	92
Обновление регламентов работы образовательной организации	96
Оценивание результатов учебной работы	97
О новых составляющих организации образовательного процесса	100
 ЗАКЛЮЧЕНИЕ	104
Описание образовательных результатов	106
Использование новых инструментов учебной работы . .	108
О действительных и мнимых ориентирах образовательных реформ	110
 ЛИТЕРАТУРА	114

ВВЕДЕНИЕ

За три десятилетия своей истории внедрение информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в образовательный процесс прошло несколько стадий надежд и разочарований. Всего полтора десятилетия назад ограниченный доступ к цифровым технологиям (ЦТ) вызывал у работников образования скептицизм по поводу перспектив информатизации школы. Сегодня ситуация изменилась.

Мы обязуемся разрабатывать программы долгосрочного развития образования, которые позволяют использовать потенциала ЦТ для трансформации учебного процесса и повышения качества образования. Требуется пересмотреть цели обучения и то, как оцениваются его результаты, чтобы система образования могла готовить детей и взрослых к обучению на протяжении всей жизни, к процветанию в сетевом обществе знаний, к успеху в экономике, всё больше опирающимся на технологию.

Для успешной интеграции ЦТ в учебный процесс требуется пересмотреть роль учителей, реформировать их подготовку и профессиональное развитие. Мы призываем повысить качество всех сторон этой работы: поддержку персонала и учащихся, создание учебных программ, разработку учебных курсов и их преподавание, разработку программ развития и их реализацию.

Учебные заведения, ведущие подготовку педагогов, должны быть переоснащены и готовы к использованию ЦТ для совершенствования подготовки и профессионального развития всех педагогов. Они должны выступать лидерами инноваций в области совершенствования образовательного процесса с использованием ЦТ.

Мы также обязуемся оказывать учителям всемерную поддержку в работе по использованию ИКТ в обучении, стимулировать инновации, создавать сети и платформы, позволяющие учителям обмениваться опытом и решениями, которые могут оказаться полезны для их коллег и других заинтересованных лиц.

ЮНЕСКО. Декларация
Международной конференции министров образования.
23–25 мая 2015 года, г. Киндао, КНР

Школа без компьютеров уже выглядит так же странно, как школа без водопровода или электричества. Начался переход к мобильным вычислениям. 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. Заявления политических лидеров стимулируют педагогов делать реальные шаги в области информатизации школы. Сегодня они все чаще ищут (изобретают) пути результативного использования ИКТ в образовательном процессе.

Предлагаемая книга фиксирует некоторые из представлений о путях информатизации образования, о роли цифровых технологий, которые становятся одной из основных составляющих техносферы. Позиция автора по тем или иным вопросам необязательно совпадает с установками тех или иных организаций. В зависимости от своих интересов читатель может знакомиться с текстом подряд или внимательно читать лишь отдельные главы.

В первой главе «Четвертая индустриальная революция и цифровая трансформация образования» анализируются внешние факторы, которые определяют современные тенденции информатизации школы, связанные с использованием ИКТ (или цифровых технологий — ЦТ) в образовательном процессе, требуют его существенного обновления и нередко трактуются сегодня как цифровая трансформация образования (или его цифровизация). Цифровая трансформация образования рассматривается как естественное следствие разворачивающейся сегодня четвертной промышленной революции.

По мнению автора, в основе начинающихся перемен лежит полноценное освоение и широкое применение во всех сферах жизни общества новых культурных цифровых инструментов. Они освобождают от решения многих технических задач. Набегающие волны цифровой трансформации образования — это культурное явление, соотнесенное с приобретением нового профессионализма.

Распространение ЦТ в школе можно рассматривать как преодоление цифрового разрыва. До недавнего времени он связывался почти исключительно с различием в доступе к цифровым инструментам. По мере насыщения общества цифровыми технологиями разрыв

в доступе к ним различных групп населения уменьшается. Одновременно начинает расти разрыв в способе использования этих технологий, что имеет непосредственное отношение к образованию. Проблема преодоления нового цифрового разрыва связана с проблемой содержания образования и нового понимания цифровой грамотности. Эти вопросы также обсуждаются в первой главе.

Цифровые технологии сегодня считаются одним из главных инструментов качественного улучшения работы современных высокотехнологичных производств, предприятий сферы обслуживания и органов государственного управления. Цифровая трансформация школы — новый этап информатизации образования, который направлен на качественное улучшение работы. Это становится возможным благодаря новым достижениям в сфере цифровых технологий, о которых еще недавно педагоги могли только мечтать. Вместе с тем, это требует существенного обновления содержания, методов и организации образовательного процесса. Подобная работа уже ведется во многих развитых странах, и об этом также идет речь в первой главе.

Вторая глава «Исследовательский подход при обучении естественным наукам» посвящена одному из основных методов учебной работы, освоение которого является важным условием успешности цифровой трансформации школы. Обсуждаются современные представления о практике исследовательской работы и пути формирования у обучаемых полноценного критического мышления. Предлагается различать как в методических разработках, так и в педагогической практике исследование (*research*), расследование (*investigation*) и использование вопрошания (*inquiry-based approach*) в процессе изучения естественных наук. Здесь также обсуждаются три модели использования вопрошания в учебном процессе. Выделяется шесть характеристик исследовательского подхода в обучении, которые помогают задать рамку фиксации проектного обучения в реальном учебном процессе.

В третьей главе «Цифровая трансформация учения и обучения» обсуждаются четыре уровня изменений педагогической практики с использованием ЦТ. Здесь главной характеристикой цифровой трансформации становится переход от применения ЦТ для замещения и/или улучшения традиционных инструментов/средств учебной работы к применению ЦТ для изменения и преобразования

этих средств и инструментов. Это, в свою очередь, требует системного обновления

- ожидаемых образовательных результатов,
 - содержания образования,
 - организационных форм обучения,
 - методов учебной работы и оценивания её результатов
- в быстро развивающейся цифровой образовательной среде.

Таким образом, цифровая трансформация рассматривается как достижение требуемых образовательных результатов и всестороннее совершенствование каждого обучаемого, без чего сегодня невозможно успешное развитие нашей страны, решение глобальных проблем и устойчивое развитие цифровой экономики.

В третьей главе анализируется изменение организации образовательной работы, использование цифровых технологий для перехода к компетентностно-ориентированной персонализированной организации образовательного процесса (КПОП). Сегодня в мире такой переход уже начался и является одним из основных направлений педагогических инноваций. Этот переход позволит преодолеть ограничения, которые накладывает традиционная классно-урочная форма организации образовательного процесса, эффективно включать в учебный процесс новые технологические и педагогические разработки, повышающие его результативность. Обсуждаются новые составляющие организации образовательного процесса, работу с которыми эффективно поддерживает цифровая образовательная среда.

В *Заключении* суммируются положения о новом этапе информатизации образования, который связан с цифровой трансформацией, обновлением образовательных результатов, использованием новых инструментов учебной работы. Также обсуждаются мнимые и действительные ориентиры преобразований школы.

Представленные в книге материалы докладывались и вошли в сборники трудов ряда международных и всероссийских научных мероприятий, включая: Международную конференцию «Современные информационные технологии в образовании» (Москва-Троицк, 2017), UNESCO International Workshop «Children in Information Era» (Sofia, 2017), Семинар ИИТО ЮНЕСКО на Московском международном салоне образования (Москва, 2017), III Всероссийский педагогический форум «Технологический вектор в развитии образования» (Сколково, 2017), Международную научно-практическую кон-

ференцию «Исследовательская деятельность учащихся в современном образовательном пространстве» (Москва, 2018), Международный симпозиум по проблемам развития одаренности детей и молодежи в образовании «Научное образование» (Якутск, 2018), II Международную научную конференцию «Информатизация образования и методика электронного обучения» (Красноярск, 2018), Международную научную конференцию «Информатизация непрерывного образования ICE-2018» (Москва, 2018) и др.

Основная часть материалов, вошедших в монографию, была подготовлена в ходе разработки Стратегии развития образования в России на период 2018–2024 гг., которую проводил ИО НИУ-ВШЭ. Автор выражает благодарность директору Института образования Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», доктору педагогических наук, профессору И.Д. Фрумину и всем коллегам по разработке документов Стратегии за оказанную ими поддержку. Планируется, что расширенная версия материалов, представленных в этой монографии, войдет в книгу «Образование в мире цифровых технологий: на пути к цифровой трансформации», которую готовит Издательский дом НИУ-ВШЭ.

ГЛАВА 1

ЧЕТВЕРТАЯ ИНДУСТРИАЛЬНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

Нынешние перемены в сфере образования связаны с четвертой индустриальной революцией (Индустриализация 4.0), в основе которой лежит синтез сложившегося ранее материального производства (новые материалы, автоматизированное проектирование/производство — *CAD/CAM*) и цифровых (прежде всего, сетевых) технологий [MacDougal, 2014]. Эта революция ведет к дальнейшему изменению информационной среды, 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*. Всё это побуждает к осмыслению процессов трансформации образования, которые обусловлены очередной сменой технологического уклада, направлений экономического и социального развития.

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

- основательная естественно-научная и гуманитарная подготовка,
- способности **, которые часто называют компетенциями XXI века,

* 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.

** Подробнее см. [Уваров, 2014].

- прочные знания, умения и навыки в области технологии (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 повышения качества образования. Во всех развитых странах мира прошли образовательные реформы, выделялись средства и прикладывались заметные усилия с целью повысить результативность образовательных систем. И всё 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. 1.1). 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 большой массы выпускников и их способности решать новые задачи. В противном случае в следующем десятилетии они окажутся невостребованными на рынке квалифицированного труда.

Как показывает исследование [Elliott, 2017], 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 успешно выполнять подобную работу, снизилось. Стало ясно, что подготовка современных работников — продукт действующей образовательной системы — уступает подготовке работников, которые трудились два десятилетия назад. Иначе говоря, за прошедшие десятилетия система образования не смогла

обеспечить достаточный уровень подготовки, и здесь нужны существенные перемены.

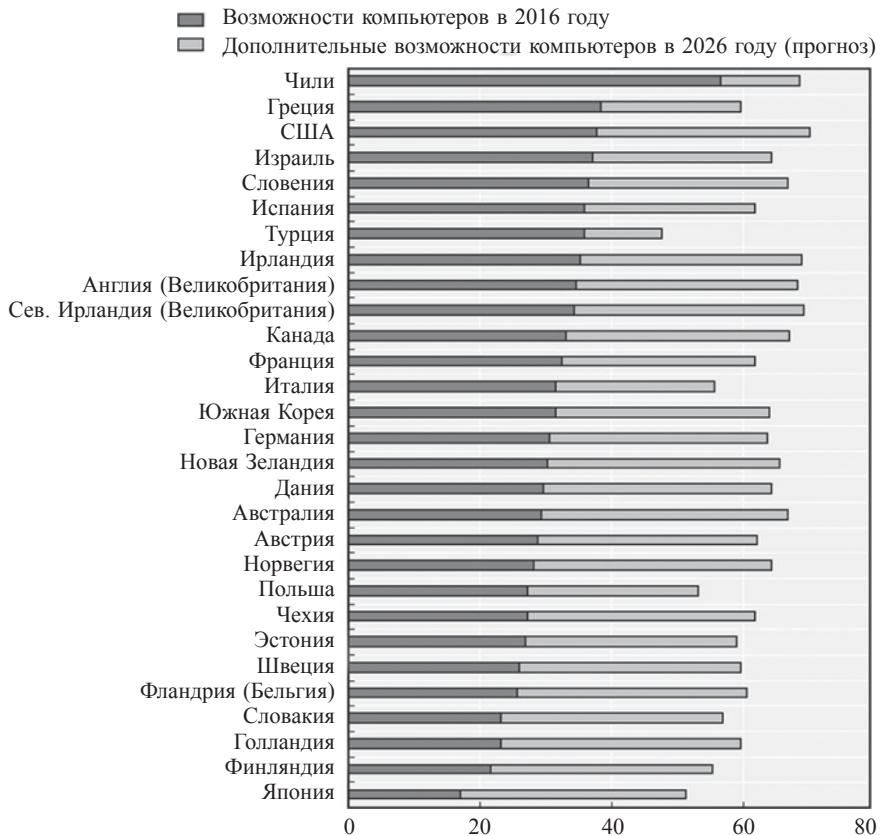


Рис. 1.1. Доля работников (%), чьи общая грамотность и способность решать задачи на рабочем месте не превышают уровня, который доступен современным компьютерным системам [Elliott, 2017]

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].

Для решения задач, 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 револю-

ция породила массовую школу. Вторая — сделала её общеобразовательной, усовершенствовав классно-урочную систему. Третья дала в руки каждому учебник, привела ко всеобщему среднему образованию. Четвертая вызывает к жизни цифровую трансформацию всех сторон нашей жизни, включая образование.

Цифровая трансформация — это использование ИТ [Negroponte, 1995] для кардинального повышения производительности и стоимости предприятий [Westerman et al., 2014]. В настоящее время она находится в центре внимания руководителей и работников активно конкурирующих отраслей по всему миру. Её понимают, как глубокое преобразование (1) производственных и организационных операций, (2) процессов, (3) обязанностей работников и (4) моделей их деятельности. Цифровая трансформация обусловлена использованием быстро развивающихся ИТ и их ускоряющимся воздействием на жизнь общества. Она учитывает уже прошедшие, происходящие и будущие изменения [Digital transformation... (n.d.)].

Процессы цифровой трансформации уже влияют на многие сферы человеческой деятельности. Они ощущаются во всех областях, где идет 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:

- 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 всякая инновация, связанная с внедрением или модернизацией информационных систем, может быть отнесена к цифровой трансформации предприятия. Чтобы иметь право так называться, внедрение информационной системы должно:

- 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, то есть 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.

Для общего образования цифровая трансформация означает качественное повышение результативности и производительности учебно-воспитательной работы за счет:

- изменения (обновления) целей и содержания образовательной работы;
- пересмотра и оптимизации используемых наборов (коллекций) учебно-методических и организационных решений, информационных материалов, инструментов и сервисов;
- обновления организации и методов образовательной работы, ориентировки на максимальное раскрытие потенциала каждого обучаемого, перехода от обучения и воспитания всех к обучению и воспитанию каждого;
- пересмотра традиционных бизнес-процессов, включения в эту работу всех стейкхолдеров (прежде всего, обучаемых и педагогов), использования ЦТ для механизации и автоматизации всех видов работы с информацией.

До недавнего времени внедрение ЦТ в образование на практике не связывалось с давно назревшим преобразованием образовательного процесса. Восприятие сложившихся в сфере производства и обслуживания представлений о цифровой трансформации, творческий перенос таких представлений в сферу образования побуждает к переменам. В основе этих перемен лежит полноценное освоение новых культурных цифровых инструментов.

Цифровые культурные инструменты

Источником нынешнего массового освоения новых инструментов для работы с информацией являются цифровые технологии. Их

естественно называть новыми культурными (устоявшихся в культуре) информационными инструментами. Этот процесс разворачивается на наших глазах уже не одно десятилетие, и каждый наблюдает его отдельные фрагменты. Подобно «старым» (традиционным) информационным инструментам (письменной речи, музыкальной грамоте и др.), новые инструменты возникают не сразу [Кегг, 2005]. Требуется время, чтобы они проявились во всей сложности, на базе новых технических средств, которые поддерживают их функционирование. Для «старых» культурных информационных инструментов такими средствами были приборы для письма, счета и т.п.

Сейчас, когда великое цифровое объединение (представление в едином цифровом виде текстовой, графической, числовой, аудио- и видеоинформации) еще только завершается, новые информационные инструменты продолжают возникать. Использование текстовых редакторов, электронных таблиц и прочих 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 пр.), так и общепользовательских (текстовый процессор, электронные таблицы, средства подготовки презентационной графики, электронная почта, коммуникаторы и др.).

Описывать все множество новых культурных информационных инструментов, которые формируются в результате развития цифровых технологий, — задача неблагодарная. Эти инструменты постоянно возникают, обновляются в ответ на развитие социальной среды, помогая людям жить и работать. 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 входят все новые инструменты. Сегодня это мобильные приложения, которые работают на любых цифровых устройствах, включая смартфоны. Впереди новая волна, которая связана с интернетом вещей (*IoT* — *Internet of Things*), машинным обучением и средствами виртуальной реальности. В развитых странах системы образования уже

начали готовиться к её приходу. Так, в учебных заведениях Англии в последний год быстро распространяется технологическое конструирование с использованием специализированного устройства *Micro:Bit* (<http://microbit.org/ideas/>). Эти устройства в настоящее время есть в каждой школе. Всё больше педагогов применяют их в работе над проектами в сфере профессионального образования [Walker, 2017].

Одновременно с этим, еще недавно «новые» технологические инструменты, которые завоевывали самую широкую известность, быстро отмирают. Так, носители данных на лазерных дисках (*CD-ROM*), которые появились в начале 90-х годов прошлого века и сделали реальностью массовое распространение мультимедийного контента, сегодня тихо уходят со сцены. Список подобных примеров велик, и он продолжает пополняться.

Информационная среда быстро насыщается новыми видами данных, которые надо учитывать в работе, в личной и общественной жизни. Люди все чаще выступают не только как потребители, но и как производители информации. Инструменты, которые облегчают новые, прежде мало распространенные в культуре способы работы с информацией, всё шире входят в нашу повседневную жизнь, а их культурная ценность растет. Отличительные черты зарождающихся ныне новых культурных информационных инструментов:

- гибкость (возможность использовать их в любое время и в любом месте, где они необходимы),
- воспроизведимость (неограниченная возможность копирования и дублирования),
- изменчивость (возможность быстрого обновления, уточнения),
- избирательность (возможность свободного поиска),
- индивидуализированность (возможность у каждого пользователя работать с информацией индивидуальным образом, который может и не воспроизводиться другими пользователями) [Kerr, 2005].

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

Исключение, возможно, составляют занятия по технологии: обучающему редко предлагается использовать зубы и когти для обработки древесины или металла. Здесь его учат пользоваться молотком, напильником и другими слесарными инструментами. Но когда дело доходит до информационных инструментов, ситуация меняется. До сих пор культурной нормой считается использование традиционных (бумажных) информационных инструментов. Применение же новых информационных инструментов, которые основаны на использовании ЦТ, выступает в качестве досадного исключения, а зачастую вообще находится под запретом. Например, на экзамене по физике обычно разрешают воспользоваться бумагой и ручкой, могут предложить воспользоваться справочником, но вряд ли позволят искать информацию в интернете. Другой пример: сможет ли учащийся освоить подготовку 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?

Древнегреческий гимнасий сначала был площадкой для физических упражнений. С течением времени функция гимнасия менялась, добавились помещения для обучения чтению и письму. В традиционных образовательных организациях большая 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.

Вспомним, что всякий инструмент — в той или иной мере протез, который компенсирует те или иные физические (а теперь и умственные ☺) недостатки. Использование протезов тормозит развитие соответствующей естественной функции. Мы смирились и пользуемся автомобилем, вместо того чтобы ходить пешком. Недостаток физической нагрузки нам восполняет утренний бег трусцой. 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 от-

вета ведет к разным объемам затрат на строительство и оборудование образовательных организаций, оснащение их ЦТ, разработку учебно-методических материалов, отработку и распространение новых педагогических практик.

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 строительство и оборудование образовательных организаций, оснащение их ЦТ, разработку учебно-методических материалов, отработку и распространение новых педагогических практик.

Таким образом, цифровая трансформация образования и связанное с ней освоение новых цифровых информационных инструментов развивается по нескольким линиям:

- трансформируется содержание, а вслед за ним методы и формы учебной работы, которые связаны с проникновением новых цифровых инструментов в различные области человеческой деятельности;
- образовательные организации осваивают:
 - новые цифровые инструменты, которые повышают эффективность меняющейся организации образовательного процесса и обеспечивающих его процедур;
- обучаемые осваивают:
 - новые культурные общепользовательские цифровые инструменты 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,
 - трансформирующеся (в связи с проникновением новых цифровых инструментов в различные области человеческой деятельности) содержание, методы и формы учебной работы,

- новые цифровые инструменты, которые повышают эффективность меняющейся организации образовательного процесса;
- руководители образования осваивают:
 - новые культурные общепользовательские цифровые инструменты, которые повышают эффективность их производственной и учебной работы,
 - новые цифровые инструменты, которые повышают эффективность меняющейся организации образовательного процесса.

Новые культурные инструменты находятся в стадии становления и развития, которое невозможно без того, чтобы сами эти инструменты не осваивались и не использовались, в том числе, в образовательных организациях. Следовательно, определить их состав на перспективу нельзя. Преподавателям и обучаемым придется вырабатывать способность самостоятельно оценивать и осваивать новые инструменты по мере их появления. И это должно стать одной из главных задач современного образования. Если вспомнить, что за каждым из таких культурных инструментов стоит своя историческая традиция и опыт работы с информацией соответствующего вида, то станет ясно, что действительное (не поверхностное) освоение этих инструментов невозможно без овладения основами соответствующей профессии. Например, видеокамера, которая встроена в каждый мобильный телефон, позволяет снять видеофрагмент. Чтобы полноценно использовать ее, требуется овладеть основами операторской культуры, научиться видеть сцену, выбирать кадр, ставить свет и пр. Новые цифровые информационные инструменты освобождают от решения многих технических задач и одновременно требуют от каждого пользователя невиданного ранее профessionализма. Набегающие одна за другой волны цифровой трансформации образования можно рассматривать как культурное явление, соотнесенное с приобретением такого профessionализма.

Цифровой разрыв

Развитие цифровой трансформации образования тесно связано с проблемой преодоления цифрового разрыва [Дедюлина, 2017]. В своей основе система образования — информационное производство, которое всегда осуществляется в информационной среде. Последние десятилетия мы наблюдаем переход от «бумажной» к «циф-

ровой» информационной образовательной среде. На разных этапах развития этот переход называли компьютеризацией, информатизацией, а сегодня — цифровизацией соответствующей области человеческой деятельности. Грубой метафорой такого перехода может служить, например, переход от парусников к кораблям с паровыми двигателями в мореплавании. Подобно «паровым технологиям» прошлого, ЦТ стремительно совершенствуются, дешевеют, становятся массовыми, вытесняют предшествующие им «бумажные» информационные технологии.

Проникновение ЦТ во все сферы человеческой деятельности, вытеснение ими «бумажных» технологий идет неравномерно. Появляется разрыв между теми, у кого есть доступ к ЦТ, и теми, у кого его по тем или иным причинам нет. Естественно, что те, кто имеет доступ к ЦТ, оказываются в привилегированном положении. Разрыв, возникающий из-за неравенства в доступе к цифровым технологиям, обычно называют «цифровым разрывом» [Евсюкова, 2016]. Цифровой разрыв между различными странами или регионами мира часто описывается как «глобальный цифровой разрыв». Люди, организации и государства, которые не имеют доступа к ЦТ (или их доступ к ним ограничен), лишаются заметных преимуществ по сравнению с теми, у кого такой доступ есть. Следствием цифрового разрыва становится социально-экономическое неравенство [Коротков, 2003].

В образовании цифровой разрыв связан с различиями, которые возникают между теми участниками образовательного процесса, кто имеет доступ к интернету и цифровым устройствам, инструментам, источникам и сервисам в школе и дома, и теми, кто такого доступа не имеет. Этот цифровой разрыв естественно называть «технологическим цифровым разрывом». Развитие информационных и коммуникационных технологий ведет к его уменьшению. Доступность ЦТ стремительно растет, и в ближайшее десятилетие технологический цифровой разрыв превратится из значимого фактора распространения цифрового 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. «Новый цифровой разрыв» — это неравенство между теми, кто используют ЦТ активно, для выполнения продук-

тивной, творческой работы (для выполнения разработок; механизации организационной работы; поддержания совместной работы, исследований, наблюдений, проектирования и пр.), и теми, кто использует ЦТ пассивно, лишь для выполнения традиционных рутинных функций (как поставщика аудиовизуальной информации; как коммуникацию, воспроизведяющую традиционный телефон, и пр.). 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 существует в школах и университетах. Преодоление нового цифрового разрыва требует изменения образовательной политики и задач реформирования общего образования. На первый план выходят задачи формирования мышления и цифровой грамотности.

Содержание образования: смена приоритетов

Современный человек уже давно является «человеком, оснащенным инструментами». Компьютер стал первым 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 пр.).

В нашей стране на эти изменения пока не обращают внимания. Но уже в ближайшие 5–10 лет работникам сферы управления образованием и методистам придется скорректировать свои позиции. Они будут вынуждены учесть массовое распространение новых цифровых информационных инструментов и 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 ходе государственных итоговых аттестаций (включая ЕГЭ). Однако распространение глобальных информационных систем и методов искусственного интеллекта обещает кардинальные изменения [Bialik, Fadel, 2018].

Сегодня основное внимание и время учебной работы преподавателя сконцентрировано на предоставлении учащимся данных, ознакомлении их с информацией, передаче знаний и формировании у них 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 (рис. 1.2). Оценивание учебных достижений, касающихся экспертизы и переноса, остается за рамками систематически организованного образовательного процесса. Вместе с тем, 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.

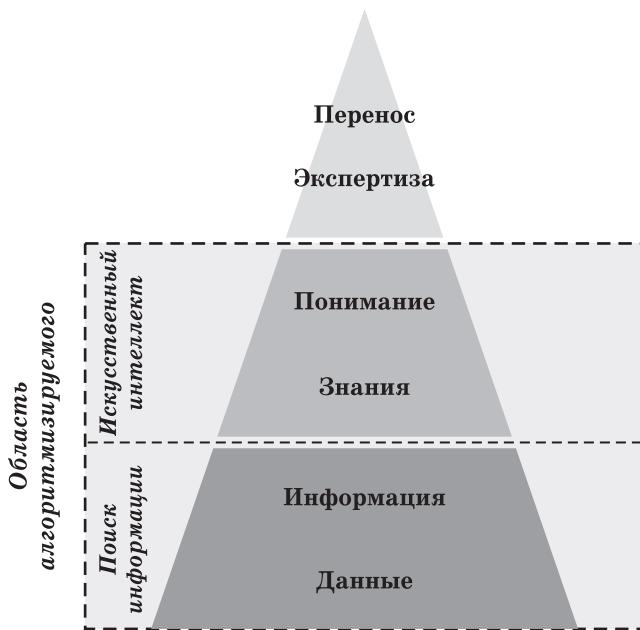


Рис. 1.2. Внимание, традиционно уделяемое отдельным составляющим образования в учебном процессе

Около полувека назад в педагогической психологии было выработано представление о теоретическом обобщении, которое основывалось на формировании у обучаемых способности к переносу и рас-

ширению 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 меняют ситуацию. В глобальной сети легко найти требуемые данные, компенсировать отсутствие у обучаемого фактической информации. Интеллектуальные алгоритмы дают возможность быстро восполнить необходимые знания и облегчить понимание.

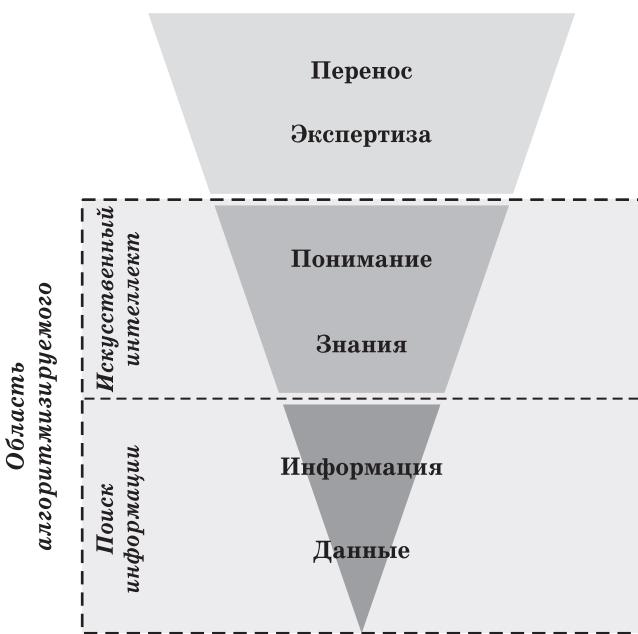


Рис. 1.3. Изменение внимания к отдельным составляющим образования в учебном процессе

Таким образом, можно существенно сократить время, которое обучаемым придется тратить на знакомство с информацией и приобретение знаний, и сместить внимание (рис. 1.3) в процессе обучения с освоения способностей в области алгоритмизируемого (работа с данными, информацией и знаниями) на освоение специфических человеческих способностей (способностей к экспертизе и переносу). Это дает реальную возможность решить проблему подготовки людей

к жизни и работе в условиях новой экономики. Иначе вряд ли удастся преодолеть негативные тенденции, которые развиваются сегодня на рынке труда.

Чтобы реализовать открывающиеся возможности, требуются не только соответствующие теоретические разработки в области содержания образования. Предстоит сократить количество обязательного для изучения предметного материала и за счет этого значительно углубить освоение базовых представлений, выделить достаточно времени на формирование способности к переносу, к успешному самостоятельному освоению обучаемыми нужного им материала. Такая работа — обязательная составная часть усилий по обновлению содержания образования в школе информационного века.

Цифровая грамотность

В середине 80-х годов прошлого века содержание общего образования в нашей стране пополнилось новым элементом — компьютерной грамотностью. Сегодня ее принято называть цифровой грамотностью. Представление о цифровой грамотности ввел в 1981 году 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 предназначало, возникновение и развитие, он метафорически назвал программирование «второй грамотностью». А.П. Ершов учитывал, что в основе традиционной грамотности и программирования лежат технические изобретение — печатный станок и компьютер, соответственно. Коль скоро распространение книгопечатания привело ко всеобщей грамотности, то распространение компьютеров приведет ко 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». И коль скоро «грамотность — это не только умение читать, но и воспитание интеллигентного человека, то 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 (или процедурного, или компьютерного) мышления.

Как и тридцать пять лет назад, формирование цифровой грамотности — один из основных приоритетов образования, однако представление о ее содержании за прошедшие годы уточнилось. Согласно академику А.Л. Семенову*, цифровая грамотность — это способность и готовность человека, опираясь на алгоритмическое, логическое, игровое, вероятностное, рефлексивное и системное мышление, воспринимать действительность, планировать и действовать в цифровой среде:

- соблюдая принятые нормы поведения (морали, этики, закона, безопасности) в цифровом мире, защищая персональную информацию (о себе и своих действиях) и
- эффективно оперируя цифровыми ресурсами (инструментами, материалами, объектами и сервисами), чтобы
 - проектировать и создавать цифровые объекты и процессы,
 - моделировать и предсказывать,
 - искать, собирать, сопоставлять и оценивать информацию,
 - взаимодействовать (в том числе, с незнакомыми людьми),
 - учиться (в том числе, осваивать новые цифровые ресурсы).

Существует много не всегда совпадающих трактовок цифровой грамотности. Одна из них [Belshaw, 2011] выделяет восемь аспектов новой грамотности человека из цифрового мира. Их описание, с точки зрения обучаемого, выглядит следующим образом.

(1) 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. Я знаю, например, различие между тем, как использовать Facebook в личных целях, для расширения моих социальных связей, и как использовать его в учебной работе (при изучении курса). Я знаю об этикете (нормах и правилах), как его соблюдать в разных ситуациях и как это может повлиять на мою учебную работу.

(2) 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

* Частное сообщение.

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 возможность для изучения и освоения новых цифровых инструментов и технических средств.

(3) 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 учёбе. Мне также нужно узнать, как патентовать (лицензировать) разработки, чтобы результатами моего творчества смогли легально воспользоваться и другие.

(4) 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.

(5) Аспект: уверенное использование 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 их работу) в профессиональных группах, которые помогают мне развиваться, осваивать и использовать новые цифровые инструменты и оборудование.

(6) Творческий аспект

Я должен уметь пользоваться ЦТ для создания новых цифровых информационных ресурсов/продуктов, которые представляют ценность для меня и окружающих. Я сознаю неизбежность возникнове-

ния трудностей и ошибок при работе с цифровыми технологиями и готов рисковать на пути к новому. Я буду не просто осваивать отдельные приёмы использования программных и аппаратных средств, а постараюсь понять принципы, процессы, процедуры и системы, на основе которых они построены.

(7) 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.

(8) 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 — общепринятая обязательная составляющая компетенций XXI века (см., например, [New vision..., 2015]). В нашей стране формирование цифровой грамотности идет в рамках специального учебного предмета «Информатика». Его изучение является обязательным во всех учреждениях среднего образования 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, выявило неудовлетворительный уровень цифровой грамотности респондентов. 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.

Помощь учителей в школе подростки оценивают невысоко. Лишь 39% школьников 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. «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].

Как показывают исследования [Авдеева, 2012], связь между частотой использования компьютеров в школе и цифровой компетентностью учащихся не наблюдается. Эти данные хорошо согласуются с выводами, сделанными в ходе анализа результатов итоговой аттестации учащихся по информатике. Согласно результатам ЕГЭ по информатике в 2016 году, доля выпускников, которые сами выбрали данный экзамен, но так и не набрали минимального количества баллов, составляет более 10%. 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. Школа ориентирует учащихся на отработку навыков решения конкретных типовых заданий (прежде всего тех, которые представлены в демоверсии ЕГЭ), а не на глубокое усвоение изучаемого материала. Все это свидетельствует о том, что качество работы по формированию цифровой грамотности учащихся в системе общего образования сегодня оставляет желать лучшего. Понятно, что способности, из которых складывается цифровая грамотность учащихся, нельзя сформировать в рамках одного небольшого предмета. Как и традиционная грамотность, цифровая грамотность формируется в ходе изучения всех учебных предметов, где используются ЦТ. Однако проблема

установления прочных межпредметных связей для формирования цифровой грамотности учащихся остается нерешенной.

Цифровая трансформация и организация образовательного процесса

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, — за видная 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 зарождающиеся 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 многомилионные 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 порождал снова и снова 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].

И всё же новые технические возможности, несмотря на их привлекательность, заметно не сказываются на образовательных достижениях школьников. Так, по данным международного исследования *PISA*, уровень оснащенности школ компьютерами слабо связан с результативностью учебной работы [OECD, 2015]. Ограниченнное 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» [OECD, 2015]. 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 века у обучаемых оказалось успешным, они должны использовать ЦТ для выполнения своей учебной работы и демонстрации её результатов — для написания эссе, творческих поделок, подготовки презентаций, разработки веб-сайтов, технологических устройств и пр. То есть педагоги должны использовать ЦТ для трансформации образовательного процесса на верхних уровнях (изменение и преобразование) модели SAMR [Puentedura, 2006], как это и делают педагоги инновационных школ.

На практике высокорезультативные модели учебной работы, широко применяющие 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. Это стало возможным, благодаря развитию дистанционных 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].

Недостатки формального следования классно-урочной системе (или модели) обучения известны педагогам давно. В нашей стране попытка радикально ее улучшить была предпринята педагогами-новаторами в 20-х годах прошлого века [Богомолова, 2013]. Вдохновленные идеями коммунистического строительства, педагоги-новаторы разрабатывали систему обучения для новой школы, которая позволит воспитать широко образованных, самостоятельно и творчески мыслящих строителей нового общества. Эта система получила название программ ГУС'а. Сравнивая ее с популярным в то время за рубежом Дальтон-планом (Д-П), Б.В. Игнатьев писал: «В нашей послереволюционной школе за 7 лет ее работы, путем ее исторического развития выработалась собственная система построения школьной работы, особые методы работы и программы; все это отличается большою цельностью во всех своих отдельных частях. Эта педагогическая работа завершилась составлением программ ГУС'а. План работы школы по программам ГУС'а заслуживает названия ГУС-плана. ГУС-план отличается от Д-П, имеющего характер заплаты на средневековом методическом рубище старой школы, своей стройностью во всех частях работы школы и учащегося» [Дальтон-план..., 1925. С. 10]. Несмотря на успешность ГУС-плана на экспериментальных площадках, работа по широкому распространению новых педагогических решений (метод проектов, лабораторно-бригадный метод учебной работы) фактически провалилась. В поста-

новлении ЦК ВКП (б) говорилось: «...необходимо развернуть решительную борьбу против легкомысленного методического проектирования, насаждения в массовом масштабе методов, предварительно на практике не проверенных, что особенно ярко в последнее время обнаружилось в применении так называемого метода проектов» [Постановление ЦК ВКП (б)..., 1931].

За прошедшие восемьдесят лет экономика и социальная сфера в нашей стране существенно изменились. Выросла культура труда и образовательный уровень населения. Если массовая школа в начале 30-х годов прошлого века ориентировала своих выпускников на рабочие профессии, то современное общее образование ориентирует своих выпускников на творческие профессии, на свободную перемену функций в труде, на жизнь в мире, где требуются высококвалифицированные специалисты, готовые постоянно осваивать новое. Средства ЦТ позволяют автоматизировать мониторинг учебной работы каждого отдельного школьника, выполнять исследовательские проекты в естественно-научной и гуманитарной области. Появились цифровые учебники, которые вбирают в себя большие учебно-методические комплексы [Соловейчик, 2016; Электронные учебники..., 2018]. Однако и сегодня наша школа фактически продолжает выполнять постановление ЦК ВКП (б) от 25.VIII.1932 г., которое фактически запретило отход от классно-урочной системы: «Основной формой организации учебной работы в начальной и средней школе должен являться урок с данной группой учащихся, со строго определенным расписанием занятий, с твердым составом учащихся» [Постановление ЦК ВКП (б)..., 1932]. Специалистов в области ЦТ продолжают ориентировать на разработку и внедрение средств цифровой образовательной среды, которая поддерживает традиционную классно-урочную организацию учебной работы*.

В этом десятилетии во многих развитых странах идет переход к компетентностно-ориентированной персонализированной организации образовательного процесса (КПООП). Этот переход поддержан цифровой образовательной средой. Созданы отработанные на практике и на деле тиражируемые модели КПООП**, которые основаны

* Свежий пример — Московская электронная школа [Московская... (n.d.)].

** Например, модель КПООП проекта *Summit Learning* в США, которая была опробована в 2011–2014 гг., за последние три года внедрена в 330 школах из 40 штатов, где учатся более 54 000 школьников [The Science of summit, 2017].

на формировании мотивации, активном включении школьников в учебный процесс и достижении каждым школьником требуемых образовательных результатов. Персонализированная организация образовательного процесса подробно обсуждается в третьей главе. Отличительные особенности ориентированного на результат, или компетентностно-ориентированного, обучения перечислены в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Отличительные особенности ориентированного на результат, или компетентностно-ориентированного, обучения

Традиционная организация обучения	Ориентированное на результат (компетентностно-ориентированное) обучение
Учебная работа ведется в рамках традиционных классных занятий, которые слабо учитывают интересы и стили учебной работы отдельных школьников.	Учащимся предлагаются различные организационные формы учебной работы: традиционные занятия в классе, онлайн и в группах. Это позволяет индивидуализировать планы учебной работы с учетом интересов и стилей учебной работы отдельных школьников.
Учащиеся должны овладеть материалом в соответствии с требованиями, предъявляемыми к выпускнику соответствующего года обучения в школе.	Учащиеся должны овладеть материалом в соответствии с предъявляемыми требованиями к выпускнику, которые содержат ясные операционализированные требования к результатам учебной работы.
Учащиеся продвигаются по единому учебному плану, который подготовил учитель, независимо от того, как они овладели материалом, и что им может потребоваться дополнительное время на его усвоение.	Учащиеся продвигаются по программе по мере освоения учебного материала (не по времени его изучения). Чтобы избежать отставания, они получают постоянную поддержку своей учебной работе как в школе, так и за ее пределами.
Занятие в классе ведет один учитель, который разрабатывает и осуществляет план занятия. Используется преимущественно фронтальная организация учебной работы.	Педагоги вместе с учащимися постоянно используют гибкую образовательную среду, коллективную учебную работу и личные учебные планы для каждого обучаемого.

Окончание табл. 1.1

Традиционная организация обучения	Ориентированное на результат (компетентностно-ориентированное) обучение
Промежуточное оценивание (контрольные работы) проводится для всех учащихся одновременно в заранее установленное время. Обязательное итоговое оценивание проводится один раз по окончании учебной работы (по завершении курса).	Учебная работа строится с использованием комплексной системы оценивания. Формирующее (текущее) оценивание является обязательной составной частью повседневной учебной работы. Констатирующее (итоговое) оценивание проводится по мере готовности учащихся продемонстрировать достижение требуемых образовательных результатов. В случае неудачи учащиеся имеют возможность вновь пройти итоговое оценивание после дополнительной подготовки.
Используется нормативное (не критериальное) оценивание, которое обычно основывается на четвертных оценках и результатах экзамена.	Используется критериальное оценивание, которое демонстрирует достижение учащимися требуемых образовательных результатов. Материал считается освоенным лишь после того, как учащиеся демонстрируют достижение всех заранее установленных целей обучения.

Переход к новой модели организации образовательного процесса, которая поддержана цифровой образовательной средой и гарантирует достижение требуемых образовательных результатов каждым учащимся, естественно называть *цифровой трансформацией образования*. Главное здесь — формирование и распространения новых моделей работы образовательных организаций. В основе этих моделей лежит синтез:

- новых высокорезультативных педагогических практик, которые успешно реализуются в цифровой образовательной среде и опираются на использование ЦТ;
- личностно-ориентированного профессионального развития педагогов, которые способны добиваться от каждого обучаемого требуемых образовательных результатов;

- передовых технологий доказательно-результативного распространения современных педагогических практик на основе ФГОС нового поколения и современных управленческих технологий;
- новых цифровых инструментов, информационных источников и сервисов, а также все шире распространяющейся в образовании технологической модели «1 ученик — 1 компьютер» (модель «1:1»);
- организационных условий для практического осуществления необходимых изменений (поддержка учебного заведения и его руководителей со стороны родителей и учредителей, формирование соответствующего настроя в коллективе, поддержка педагогов при освоении ими новых ролей и методов работы).

Без этих новых моделей невозможно достижение главного результата — обучения и воспитания подрастающего поколения в соответствии с целями опережающего развития страны и становящейся цифровой экономики. Основу для цифровой трансформации создает разворачивающийся на наших глазах новый этап цифровой революции, который делает ЦТ общедоступным и надежным средством решения задач во всех областях нашей жизни.

Суть цифровой трансформации образования — движение к персонализации образовательного процесса на основе использования ЦТ. Ее главная особенность в том, что ЦТ 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» информационных технологий.

В прошедшем десятилетии ЦТ помогли улучшить повседневную работу современных высокотехнологичных производств, предприятий сферы обслуживания и органов государственного управления. В предстоящем десятилетии они помогут улучшить работу образовательных организаций. Это становится возможным благодаря новым достижениям в сфере цифровых технологий, о которых еще недавно педагоги могли только мечтать.

Подобная работа уже ведется во многих развитых странах. Хотя ее не всегда называют цифровой трансформацией образования, она радикальна по существу и связана с изменением организации образовательного процесса [Fundamental change..., 2015]. Такая работа

требует проведения большого объема фундаментальных и прикладных исследований.

Например, в США в рамках президентской программы *Race to the Top* полтора десятка школьных округов получили более 350 млн. долл. для повышения результативности своей работы благодаря освоению компетентностно-ориентированной персонализированной организации образовательного процесса (КПООП) с использованием потенциала цифровых технологий. Эта работа сопровождалась педагогическими исследованиями, которые помогали оценивать полученные результаты. Проект оказался достаточно успешным [Taking stock..., 2014]. Был накоплен практический опыт цифровой трансформации учебных заведений, выявлены возможные проблемы. Появились демонстрационные площадки, где работники образования могут ознакомиться с ходом и оценить результаты такой работы, 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 начавшегося сегодня широкого внедрения модели КПООП в стране. Согласно опросу *ExtremeNetworks* [Nilsson, 2016], 22% преподавателей работают в своих школах по модели персонализированного обучения, еще 20% планируют перейти на эту модель в течение ближайших двух лет, а 12% не намерены ее использовать. Лишь 2% ожидают, что мода на персонализируемое обучение времененная, и она пройдет в ближайшие два года. Таким образом, согласно модели диффузного распространения инновации [Rogers, 2010], КПООП уже освоена «новаторами» и «ранними последователями», и сегодня ее осваивает «раннее большинство».

В европейских странах персонализированное обучение хорошо освоено «новаторами» [Eiken, 2011], и ведущие эксперты уверены, что ему принадлежит будущее [Devine, 2014].

В нашей стране практическое изучение возможностей КПООП ведется пока лишь отдельными группами энтузиастов. Имеющиеся

работы носят единичный характер и опираются на стремление отдельных педагогов повысить результативность учебной работы [Водопьян, Уваров, 2016]. 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.

Разработка результативных моделей КПООП невозможна без серьезных фундаментальных исследований, без осмыслиения их педагогического основания, требует многочисленных прикладных разработок и проверки их на практике. Без стимулирования и поддержки таких работ в нашей стране цифровая трансформация общего образования окажется в тупике и будет вынуждена воспроизводить зарубежные разработки.

ГЛАВА 2

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПОДХОД ПРИ ОБУЧЕНИИ ЕСТЕСТВЕННЫМ НАУКАМ

Последние десять лет во многих странах идет обновление естественно-научного образования. Оно становится все более важной частью общеобразовательной подготовки. Среди принципов, которые лежат в основе этих перемен (см., например, [NRC, 2012]), обычно выделяют:

- признание способности детей в любом возрасте осваивать представления из области естественных наук,
- акцент на основных научных идеях и практиках,
- критическая важность освоения учащимися практик исследовательской работы,
- требование постоянной опоры на опыт и интересы учащихся при формировании у них естественно-научной картины мира.

В данной главе обсуждается освоение учащимися практик исследовательской работы* и используемое для этого проектное обучение.

О практиках исследовательской работы

Наука включает в себя не только совокупность знаний, которые отражают текущую картину мира, но и систему применяемых научными работниками действий (или практик), которые нацелены на формирование, развитие и совершенствование этих знаний. Поэтому естественно-научная подготовка школьников должна в равной мере включать и научные знания, и практики исследовательской работы.

Все естественные науки имеют общие черты, которые служат основой формирования научных выводов. Все они используют данные и доказательства. Важная составляющая профессиональ-

* При подготовке использованы материалы книги [Уваров, 2013].

ной компетентности научного работника — умение приводить аргументы и проводить анализ, чтобы связать полученные данные с имеющимися теориями. Ученые должны демонстрировать способность критически оценивать как свои, так и чужие идеи и теоретические построения. Они должны уметь критиковать идеи и научные построения, предлагаемые другими исследователями, оценивать качество используемых данных, строить модели и теории, ставить новые вопросы, которые следуют из этих моделей и требуют экспериментальной проверки, модифицировать теории и модели по мере появления данных, свидетельствующих о необходимости таких модификаций. Производство научных знаний требует сотрудничества, осуществляется в рамках социальной системы. Ученые могут выполнять свою работу независимо друг от друга или в тесном сотрудничестве. Новые идеи могут быть продуцированы одним человеком или научным коллективом. Однако теории, модели, инструменты и методы сбора и представления данных, как и правила построения доказательств — результат коллективных усилий сообщества исследователей, которые в течение длительного времени работают совместно. При проведении исследований ученые общаются с коллегами, обмениваются электронными письмами. Они участвуют в обсуждениях на конференциях, делятся методами проведения исследований, анализа и представления данных, публикуют свои результаты в журналах и книгах. Ученые — это открытое сообщество, члены которого работают сообща, чтобы вырабатывать необходимые доказательства, разрабатывать и проверять новые теории.

Научное сообщество и его культура существуют в более широком социальном и экономическом контексте, а сама наука стала производительной силой. На научное сообщество влияют события, потребности и нормы окружающего мира, а также интересы самих ученых. Понимание того, как работают ученые, должно сформироваться еще в школе. За последние полвека сложилось представление о науке как о наборе специфических практик. На основании анализа лабораторных журналов, публикаций, свидетельств очевидцев мы знаем, каким образом в действительности «делается наука» в рамках отдельного проекта (например, в рамках отдельной лаборатории) или на целом историческом отрезке [Collins, Pinch, 1993; Pickering, 1995; Latour, Woolgar, 1986].

Исследовательские практики, включающие разработку теорий, их обсуждение и проверку, — это множество отдельных действий. Они выполняются как отдельными исследователями, так и институтами [Longino, 2002; Latour, 1999]. При этом используются специализированные разговорный и письменный языки [Bazerman, 1988]. В ходе экспериментов и/или наблюдений

- последовательно совершенствуются модели исследуемых систем или явлений [Nercessian, 2008; Latour, 1990; Lehrer, Schauble, 2006];
- делаются предсказания на основе выстроенных теорий;
- создаются необходимые инструменты и проверяются гипотезы [Giere et al., 2006].

Современное представление противостоит традиционному подходу к пониманию научных исследований, предполагающему ограниченный набор процедур (выделение и контроль измеряемых переменных, построение классификаций, выявление источников ошибок и т.п.). Традиционный подход делает акцент на экспериментальных исследованиях, принижая значимость других научных практик, как то: моделирование, критический анализ, коммуникация. Но если эксперимент изучают в отрыве от широкого научного контекста, он превращается в цель обучения сам по себе, перестает быть средством для более глубокого освоения научных понятий и смысла науки.

Акцент на множественности исследовательских практик помогает избежать ложного представления о существовании «научного метода», общего для всех научных исследований. Такой подход позволяет уйти от представления о том, что «подвергай все сомнению» — универсальный признак научного исследования. Существует немало областей, где следует сомневаться в имеющихся знаниях. Однако базовые области научного знания разработаны достаточно хорошо и уже стали основой современной жизни, культуры и производства. Участие в исследовательской работе должно помочь школьникам понять, как формируется такое знание, и почему одни составляющие научной картины мира прочнее других.

Еще не так давно изучение естественных наук в ходе исследовательской работы учащихся тормозилось из-за отсутствия общепринятого выделения ключевых элементов, которые составляют исследовательский процесс. Сегодня вниманию педагогов предлагается несколько устойчивых исследовательских практик: моделирование,

выработка объяснений и критический их анализ (аргументация, критическое мышление). При традиционном обучении последнее часто недооценивают. Вместе с тем, критический анализ и критическое мышление важны не только как практика формирования новых знаний, но и как одно из важных средств изучения природы в целом [Ford, 2008; Berland, Reiser, 2008].

Критическое мышление — культурно оформленный вариант направленного, осознанно управляемого человеком мышления. Оно повышает качество принятия решений за счет контролируемого сознанием систематического рассмотрения контекста, имеющихся аргументов, исходных понятий и способов принятия решений.

Представление о *направленном* мышлении в противовес мышлению *фантазийному* ввел Карл Густав Юнг, описывая формы умственной деятельности. *Направленное мышление* всегда осознанно. Оно опирается на использование языка и понятий, разворачивается со ссылкой на реальность. *Фантазийное мышление* опирается на образы, эмоции и интуицию. Его также называют метафорическим или образным. Оно может быть и осознанным, и бессознательным.

В науке принято сталкивать альтернативные объяснения. Их достоверность определяется на основе доказательств и оценки того, какое из них в большей степени соответствует имеющимся данным. Понимание, почему неправильный ответ неверен, помогает лучше осознать, почему именно верен правильный ответ. Обсуждая, почему одни объяснения верны, а другие ложны, учащиеся лучше понимают значение эмпирических данных и суть приводимых аргументов. Они осознают, что наука — это не просто совокупность доказанных знаний, а способ построения научной картины мира.

Три размерности содержания естественно-научного образования

Все согласны, что рост объема научных знаний не позволяет ставить вопрос об освоении в общеобразовательной школе всех основных понятий каждой из естественно-научных дисциплин. Главная задача естественно-научного образования сегодня — обеспечить освоение каждым учащимся такого объема базовых знаний, который позволил бы ему в дальнейшем самостоятельно осваивать нужные

сведения по мере необходимости. Занятия по этим дисциплинам должны помочь школьникам научиться оценивать и выбирать надежные источники научной информации, сформировать у них способности, которые требуются как для продолжения образования, так и для выполнения роли потребителя и/или производителя знаний в области естественных наук.

До последнего времени под «освоением естественных наук в школе» зарубежные педагоги, как правило, понимали изучение отобранных разделов традиционных естественных наук: физики, химии, биологии. Затем к ним добавились науки о Земле, астрономия и науки об окружающей среде. Сегодня все они сливаются с инженерией (техника) и технологией (как области практического приложения естественных наук) и образуют единую область *STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics)*.

Здесь термин «инженерия» используется в самом широком значении и охватывает любое участие человека в систематической работе по решению важных для общества/человечества технических или технологических проблем. Термин «технология» относится ко всем искусственным (разработанным человеком) производственным системам и процессам. Он не ограничивается только информационными, нано- и биотехнологиями. Здесь учащиеся и педагоги должны уяснить, как технологии возникают в ходе целенаправленной работы инженеров, которые опираются на свое понимание природы и человека при выработке решений по удовлетворению различных человеческих потребностей.

Научные разработки далеко не всегда предшествуют разработкам в области технологии. Прогресс в понимании явлений природы — часто результат решения инженерных проблем, которые возникали в ходе проектирования новых либо совершенствования имеющихся устройств или технических систем. Фокусирование внимания на освоении базовых понятий научных дисциплин принижает значимость их практического применения. Изучение инженерии и технологий формирует контекст, в рамках которого школьники могут проверить результаты проводимых ими исследований, применить новое знание для решения реальных проблем. В результате, их понимание науки углубляется (у многих формируется интерес к естествознанию). Поэтому приобретение опыта проектной работы (инженерия) при изучении естественных наук для каждого обучаемого

емого столь же важно, сколь и участие в научных исследованиях [Engineering..., 2009].

Очевиден вывод: естественно-научное образование должно включать в себя как исследовательские практики, которыми ученые пользуются при проведении исследований, построении моделей и теорий окружающего мира, так и инженерные практики, которые используют инженеры при проектировании и построении технических систем.

Термин «исследовательская практика» применяется в качестве синонима часто встречающегося сочетания терминов «исследовательские умения и навыки». Тем самым подчеркивается, что выполнение научных исследований требует не только мастерства (владения определенными способами действий), но и знаний, специфичных для каждой из практик. Термин «исследовательская практика» при описании содержания образования позволяет гибко уточнять, какие конкретно познавательные и социальные практики, а также практические умения (способы действия) необходимы для выполнения исследовательской работы. Предполагается, что при этом учащиеся не только узнают, как проводятся исследования, но и будут непосредственно вовлечены в их проведение. Без такого опыта им будет трудно понять, в чем состоит исследовательская работа, и какова истинная природа научного знания.

Исследовательские и инженерные практики (ИИ-практики) составляют первую размерность содержания образования в области *STEM*.

Вторую размерность составляют сквозные понятия, которые используются во всех естественных науках, обеспечивая их единство. Выделение сквозных понятий не является чем-то новым за рубежом. Вместе с тем, в отечественной дидактике они редко выделяются в особую область содержания образования.

Третью размерность составляют основные понятия отдельных естественно-научных дисциплин (включая связи науки, техники и технологии).

ИИ-практики, как и сквозные понятия должны изучаться одновременно и наряду с основными понятиями отдельных естественно-научных дисциплин.

В табл. 2.1 описано содержания каждой из перечисленных размерностей в соответствии с рамкой стандарта естественно-научного

Таблица 2.1. Три размерности содержания естественно-научного образования*

I. Исследовательские и инженерные практики	<ol style="list-style-type: none"> 1) Постановка вопросов (в науке), определение проблем (в инженерии) 2) Разработка и использование моделей 3) Планирование и проведение исследований 4) Анализ и интерпретация данных 5) Использование математического и алгоритмического мышления 6) Поиск объяснений (наука), проектирование и выработка решений (инженерия) 7) Участие в дискуссии, аргументированное доказательство своей точки зрения 8) Получение информации, её оценка и передача
II. Сквозные понятия	<ol style="list-style-type: none"> 1) Закономерности 2) Причина и следствие: механизм и объяснения 3) Масштаб, пропорции и количество 4) Системы и модели систем 5) Энергия и материя: потоки, циклы и законы сохранения 6) Структура и функции 7) Стабильность и изменчивость
III. Основные понятия отдельных естественно-научных дисциплин	<p>1. Физика</p> <p>PS 1: Вещество и его взаимодействия</p> <p>PS 2: Движение и покой: силы и взаимодействие</p> <p>PS 3: Энергия</p> <p>PS 4: Волны и их применение в технике для передачи информации</p> <p>2. Биология</p> <p>LS 1: От молекул до организмов: структуры и процессы</p> <p>LS 2: Экосистемы: взаимодействие, энергия и динамика</p> <p>LS 3: Наследственность: наследование и изменение признаков</p> <p>LS 4: Биологическая эволюция: единство и многообразие</p> <p>3. География и астрономия</p> <p>ESS 1: Место Земли во Вселенной</p> <p>ESS 2: Системы Земли</p> <p>ESS 3: Земля и деятельность человека</p> <p>4. Технические науки и применение научных знаний</p> <p>ETS 1: Проектирование</p> <p>ETS 2: Связи между техникой, технологией, наукой и обществом</p>

* Подробное описание каждой из размерностей можно найти в [NRC, 2012].

образования в США [NRC, 2012]. Здесь исследовательские и инженерные практики определяют перечень способностей (компетенций), которые должны освоить учащиеся. И если перечень подлежащих усвоению понятий для отдельных естественно-научных дисциплин необходимо минимизировать, то перечень способностей, нужных для освоения исследовательских и инженерных практик, должен входить в содержание естественно-научного образованию без изъятий.

Таким образом, при определении содержания образования сегодня (в отличие от прошлого века) акцент смещается с понятий отдельных научных дисциплин на освоение сквозных понятий (обеспечивающих единство научной картины мира), а также на исследовательские и инженерные практики, которые являются не только одной из составляющих образования, но и инструментом, помогающим глубоко освоить реальное научное содержание. Выходя на первый план, эти практики заставляют обратить самое пристальное внимание на исследовательский метод обучения, с помощью которого учащиеся только и могут осваивать работу исследователей.

Исследовательский подход

В отечественной дидактике принято говорить об исследовательском методе обучения (далее — ИМО), который традиционно связывают с классификацией методов по типу (характеру) познавательной деятельности обучаемых (М.Н. Скаткин, И.Я. Лerner). Здесь исходят из того, что при реализации ИМО учащимся предъявляется познавательная задача, которую они решают самостоятельно, подбирая необходимые для этого приемы*. ИМО призван обеспечить развитие у учащихся способности творческого применения знаний. При этом учащиеся должны овладевать методами научного познания и накапливать опыт исследовательской деятельности. Освоение исследовательских и инженерных практик, которые формируют основу есте-

* Когда говорят, что познавательная задача «предлагается», имеют в виду, что учащиеся принимают творческую задачу и активно включаются в ее решение. Это главная отличительная черта продуктивных методов учебной работы от репродуктивных.

ственno-научных исследований, выступает как одна из возможных сфер приложения этого опыта.

Отечественный и зарубежный подходы к описанию ИМО не всегда согласуются. На Западе принято считать, что ИМО возник как результат диалога между представителями школы Ж. Пиаже и школы Л. Выготского. Этот диалог привел, в частности, к появлению широко признанной за рубежом теории процессов учения и обучения, которая известна как *конструктивизм* [Cakir, 2008]. В соответствии с конструктивистским и деятельностным подходами (последний оформлен в работах П.Я. Гальперина, А.Н. Леонтьева и др.) новое знание формируется у школьников в результате их деятельности, выполнения умственных и физических действий. В рамках конструктивистского подхода умственная активность определяется концентрацией внимания (*selective attention*), организацией информации, ее интеграцией и соотнесением с предыдущими представлениями (или их заменой). Взаимодействие с другими людьми (*social interaction*) — составная часть этого процесса, которая критически важна для выработки общего, социально признанного понимания (*sheared meaning*) природы. Чтобы достичь такого понимания, обуляемый должен быть лично (своим поведением, мыслями и чувствами) включен в процесс учения [Mayer, 2004]. По мере своего распространения конструктивистский подход стал рассматриваться как ведущий при решении задач естественно-научного образования.

Развитие конструктивистских представлений изменило подход к созданию учебно-методических материалов и организации учебной работы. Разработанный за рубежом методический подход, который был назван *inquiry-based approach* и который на русский язык можно перевести как *исследовательский подход*, включает в себя практическую работу школьников (*hands-on activities*) в качестве способа мотивировать и вовлечь их в процесс активного самостоятельного освоения понятий и методов (практик) научной работы.

Чтобы определить, что зарубежные педагоги имеют в виду под *inquiry-based approach* (то есть под *исследовательским подходом*), требуется рассмотреть этимологический аспект используемых здесь понятий. В отечественной научно-методической литературе при обращении к зарубежным источникам не всегда различают такие ка-

тегории, как *изучение, исследование и расследование* (по-английски: *study, research* и *investigation*).

Изучение (study) предполагает рассмотрение уже существующего знания и овладение им либо детальное рассмотрение некоего объекта или явления.

Исследование (research) обычно подразумевает систематическое изучение материалов и источников с тем, чтобы установить факты и сделать новые (подтвердить изучаемые) выводы. Обычно исследование нацелено на проникновение вглубь изучаемого явления, на формирование нового, относительно универсального знания.

Расследование (investigation) — осмысление фактов и генерирование выводов, которые имеют значение, как правило, лишь в данных обстоятельствах, в данный момент. Его нужно отличать от *исследования*, которое, как правило, направлено на установление неких устойчивых (преимущественно количественных) связей между ключевыми параметрами изучаемой системы. *Расследование* носит ограниченный характер. Обычно его цель — уяснение тех или иных (в первую очередь, основных) моментов текущего функционирования изучаемой системы. Оно не претендует на серьезные обобщения.

Когда речь заходит о методике обучения естественным наукам, зарубежные педагоги обычно не употребляют термины *исследование* и даже *расследование*. Они используют термин *inquiry*. Тем, кто переводит словосочетание *inquiry-based approach* как *исследовательский подход*, надо напомнить, что в современном английском языке *inquiry* понимается как *запрос, дознание, как действие по запросу на получение каких-то сведений*. На русский язык *inquiry* точнее перевести как *вопрошание*. Поэтому стоило бы говорить не об *исследовательском*, а о *вопрошающем подходе*.

Вопрошание (inquiry) представляет собой способ учебной работы, который понимается как динамичный процесс, позволяющий удивляться и озадачиваться, узнавать и понимать мир. Оно пронизывает все аспекты нашей жизни и имеет ключевое значение в процессе формирования/выработки нового знания. Использование вопрошания в процессе изучения естественных наук подразумевает, что учащиеся имеют возможность открыть, обнаружить для себя в процессе учебной работы что-то новое, предлагать объяснения исследуемых явлений, формулировать понятия, проверять ход работы (*as-*

sess) и оценивать её результаты (*evaluate*) на основе получаемых данных. Иными словами, *вопрошание* — это *систематическое исследование* какого-то вопроса, проблемы или происхождения какого-то понятия. Существующие теории и исследования позволяют педагогам предлагать различные вопросы и проблемы для вопрошания, направленного на достижение требуемых образовательных результатов.

Выделяют *три модели использования вопрошания в учебном процессе* [Focus on inquiry (n.d.)].

Универсальная модель. Здесь внимание концентрируется на процессах, которые представляют соответствующие исследовательские и инженерные практики. Методические разработки ориентированы на освоение набора шагов или процессов, которые могут использоваться независимо от конкретной учебной дисциплины или контекста (см., например, [Johnson, Adams, 2011]). Эта модель применяется, прежде всего, для освоения учащимися сложно структурированных пошаговых процессов, без чего они не могут планировать и самостоятельно изучать содержательные вопросы.

Модель минимальной поддержки. Здесь упор делается на формирование у учащихся самостоятельной поисковой деятельности. Например, им предлагается построить ракету, моторную лодку или мост, однако информацию о том, как это сделать, они должны найти или открыть для себя сами (см., например, [Alfieri et al., 2011]). В основе данной модели лежит предположение, что учащиеся глубже и полнее освоят соответствующие представления, если выработают их самостоятельно, а не получат от педагога в готовом виде. При этом учитель выступает как «сторонний наблюдатель», используя приемы рефлексивного руководства, избегая прямой передачи готового знания.

Предметная модель. Каждая учебная дисциплина предлагает учащимся свой взгляд на окружающий мир. Педагоги-предметники — профессионалы в своей области — ответственны за формирование соответствующего предметного стиля мышления, должны демонстрировать учащимся его проявления. Предметная модель помогает учащимся овладеть «предметным» взглядом на мир и связанными с ним приемами мышления (естественные науки, математика, история и т.п.) [Gardner, 2006]. В рамках этой модели учащиеся получают возможность погрузиться в соответствующую дисциплину,

глубоко освоить определенную тему (в дополнение к поверхностному знакомству с другими), освоить и использовать специфические для данной области культурные формы коммуникации и представления полученных результатов. Учителям-предметникам доступно множество методических разработок, что позволяет выбрать творческие задания и проекты с учетом требуемых образовательных результатов, интересов и способностей отдельных учащихся, использовать, по мере необходимости, смешанное обучение, фронтальные, групповые и личностно-ориентированные формы учебной работы. Здесь также имеется большой выбор инструментов для диагностического, формирующего и итогового оценивания, для мониторинга учебной работы и проверки того, насколько полно и глубоко освоен учебный материал. При использовании предметной модели учителя-предметники, как правило, сами инициируют учебный процесс. Они задают проблематизирующие вопросы, чтобы выявить или положения, которые лежат в основе выводов, претендующих на истинность, или логические следствия из этих положений, и учат этому обучаемых [Friesen, Scott, 2013].

Хорошее описание использования вопрошания в учебном процессе можно найти на сайте Смитсоновского института [Bulba, 2018] и в материалах сети Galileo [Focus on inquiry (n.d.)].

Различия между *изучением*, *исследованием*, *расследованием* и *вопрошанием* достаточно тонки, но они важны, коль скоро мы обсуждаем их в контексте организации познавательной деятельности. Они естественно выстраиваются в иерархию (рис. 2.1). Широко понимаемое *изучение* включает в себя *исследование* как нечто связанное с познанием нового — того, что пока отсутствует в культуре. *Расследование* — более частный процесс: он может служить основой и исходной точкой для *исследования*, но не наоборот [Балацкий, 2008]. Наконец, *вопрошение* — процесс, в ходе которого человек может открыть, обнаружить для себя что-то новое. Этот человек может быть ученым, который занимается фундаментальными исследованиями, и тогда *вопрошение* — составная часть его исследования. Если он решает прикладную задачу, *вопрошение* — составная часть его расследования. Если это учащийся, который осваивает новый материал, этот процесс можно назвать *учебным вопрошанием (classroom inquiry)*. В последнем случае *вопрошение* превращается в инструмент освоения культурной нормы. Например, оно может использо-

ваться для освоения исследовательских и инженерных практик, сквозных и основных понятий естественно-научных дисциплин.

Изучение (Study)

Овладение существующим знанием как ставшей нормой и ее развитие.

Исследование (Research)

Формирование нового универсального знания, проникновение вглубь изучаемого процесса (явления).

Расследование (Investigation)

Анализ и осмысление фактов, выработка нового знания и выводов, значимых в контексте обстоятельств расследования/исследования.

Вопрошание (Inquiry)

Динамичный процесс, ведущий к узнаванию нового и пониманию окружающего мира, который сопровождается чувством удивления и озадаченности. Пронизывает все стороны жизни и связан с формированием нового знания. Оно складывается в ходе совместной работы людей, которые творят, решают проблемы, делают открытия и оценивают достоверность получаемых результатов.

Рис. 2.1. Взаимосвязь изучения, исследования, расследования и вопрошания

Далее по тексту при обсуждении зарубежного опыта в качестве синонима термина *вопрошание* используется словосочетание *исследовательский подход*.

Шесть характеристик исследовательского подхода

Вопрошание, или исследовательский подход, относится, как минимум, к трем сферам деятельности человека:

- к работе ученых (например, проведение исследований с использованием научных методов);
- к работе школьников, когда говорят об их обучении/научении (например, изучение какого-то явления или проблемы, в ходе которого школьники зачастую воспроизводят действия, выполняемые учеными);

- к работе учителя и методиста (например, разработка учебных материалов, которые позволяют проводить исследовательскую работу).

Согласно конструктивистскому подходу, несмотря на различия между исследовательской работой ученых или педагогов и исследовательской работой учащихся, последние в процессе этой работы выполняют ряд аналогичных ключевых действий [NRC, 2000]. Учащиеся:

- вовлекаются в изучение поставленных перед ними вопросов (загадок),
- концентрируют свое внимание на фактах (доказательной базе),
- предлагают объяснения по поводу этих вопросов (загадок) на основе имеющихся у них фактов,
- оценивают (рассматривают) предлагаемые объяснения, соотнося их с другими альтернативными объяснениями, то есть воспроизводят тем самым существенные элементы процесса научного познания,
- в ходе критического обсуждения оценивают правомерность каждого из объяснений и выбирают лучшее,
- планируют и проводят собственное исследование.

Сегодня все согласны с тем, что исследовательский подход на деле помогает учащимся глубже понять основы изучаемых наук и пути формирования научной картины мира. Национальная ассоциация учителей естественно-научных дисциплин (США) предлагает считать исследовательский подход приоритетным и призывает всех преподавателей естественно-научных дисциплин освоить его (<http://www.nsta.org/>).

Учителям рекомендуется:

- планировать использование вопрошания при разработке учебных мероприятий; предусматривать в них краткосрочные и долгосрочные цели, которым отвечает соответствующее содержание учебной работы;
- использовать приемы работы, которые побуждают учащихся задавать вопросы, проводить исследования и использовать этот опыт, чтобы ставить и отвечать на вопросы об окружающем их мире;
- использовать циклическое изложение материала в качестве одного из эффективных способов научить школьников ставить вопросы и проводить самостоятельные исследования;

- создавать и поддерживать в школе учебную среду, которая предоставляет учащимся достаточно времени и места для углубленного знакомства с материалом при осуществлении исследовательского подхода;
- накапливать личный опыт такой работы в ходе своего профессионального развития, включая:
 - освоение сократического диалога, умение правильно ставить вопросы перед учащимися,
 - составление планов занятий, которые дают учащимся возможность осваивать и использовать исследовательские и инженерные практики,
 - изучение доступных учебно-методических материалов и оценку возможности использовать их в рамках исследовательского подхода.

Учителей призывают создавать условия для развития у школьников способности применять исследовательские и инженерные практики, включая:

- постановку вопросов, ответ на которые можно получить, проведя исследование;
- планирование и проведение исследований, сбор данных, необходимых для ответа на поставленные вопросы;
- использование оборудования и инструментов для сбора, анализа и интерпретации полученных данных;
- объяснение наблюдаемых явлений и подготовку выводов (при этом школьники должны продемонстрировать критическое мышление и умение отстаивать подготовленные объяснения перед другими людьми);
- умение дискутировать, аргументированно обосновывать свою точку зрения, уверенно получать, оценивать и передавать информацию.

От учителей требуют, чтобы они помогали школьникам понять суть исследовательской работы, распознавать её основные черты, которые описываются следующим образом:

- исследователи ставят вопросы об устройстве окружающего мира и проводят исследования, помогающие ответить на эти вопросы;
- не существует единой, обязательной для всех последовательности шагов, которой должны придерживаться исследователи в своей работе (при решении различных проблем логика исследовательской работы может разниться);

- сбор эмпирических данных с помощью соответствующих инструментов и приборов является одной из важных составляющих исследования;
- данные, собираемые исследователями, могут изменить их представления о мире;
- исследователи всегда критичны при оценке своей работы и работ своих коллег;
- исследователи ищут такие объяснения, которые логически не-противоречивы и основаны на эмпирических данных;
- успешное освоение естественных наук невозможно без личного участия в исследовательской работе, и опыт такой работы позволяет учащимся понять, что именно делают ученые, когда они занимаются наукой.

Итак, среди зарубежных педагогов существует единство мнений о том, что и как должны делать учащиеся и педагоги при использовании исследовательского подхода (*inquiry*).

Рамка фиксации исследовательского подхода

Использование исследовательского подхода допускают весьма широкий спектр действий учителя. Например, объем указаний, которые учитель дает обучаемым, двигаясь от полностью самостоятельного (*open*) к направляемому (*guided*) *открытию*, в каждом конкретном случае может сильно разниться. В предельном случае исследовательский подход легко превращается в традиционный объяснительно-иллюстративный метод учебной работы. Выработка общеизвестной рамки для его описания помогает согласовать представление о том, как комбинировать его отдельные составляющие и как при этом должна выглядеть работа учителя. Сегодня такая рамка существует [Minner et al., 2010]. Она позволяет зафиксировать те особенности подхода, которые не всегда точно формулируются и исследователями, и практиками.

Основой для построения рамки служат три ключевых характеристики исследовательского подхода. Здесь учащиеся:

- получают опыт личного непосредственного взаимодействия с изучаемыми явлениями,
- фокусируются на ключевых научных понятиях,
- обладают достаточной свободой для выбора своих действий.

Исходя из этого, исследовательский подход при обучении естественным наукам (*inquiry science instruction*) описывается тремя ключевыми признаками, как то:

- 1) наличие научного содержания (контента);
- 2) включенность учащихся в исследовательскую работу;
- 3) демонстрация учащимися трех акцентов в учебной работе: ответственности за свое учение, умственной активности, заинтересованного (мотивированного) поведения на отдельных фазах учебного процесса.

Учебный процесс, организованный с использованием исследовательского подхода, предусматривает пять фаз:

- постановку проблемы (вопроса) исследования (*questioning*),
- планирование исследования (*design*),
- сбор данных (*data*),
- формулирование выводов (*conclusion*),
- обсуждение результатов (*discussion*).

Перечисленные ключевые признаки и фазы учебного процесса, организованного с использованием исследовательского подхода, позволяют задать понятийную рамку, которая фиксирует различные его варианты (табл. 2.2).

Таблица 2.2. Рамка исследовательского подхода в естественно-научном образовании [Minner et al., 2010]

Наличие научного содержания (контента)
<ul style="list-style-type: none">• Наука как исследовательский процесс• Биологические науки• Физические науки• Химические науки• Науки о Земле и астрономия
Включенность учащихся в исследовательскую работу
<p>Учащиеся:</p> <ul style="list-style-type: none">• непосредственно оперируют инструментами и предметом исследования,• наблюдают исследуемые явления,• наблюдают демонстрацию научного феномена,• наблюдают демонстрацию того, что НЕ является научным феноменом,• используют вторичные источники (книги, интернет, материалы обсуждений, лекции, данные, полученные другими).

Продолжение табл. 2.2

Демонстрация учащимися трех акцентов в учебной работе			
Фазы учебного процесса	Ответственность за свое учение	Умственная активность	Мотивированное поведение
Ожидается, что учащиеся будут:			
Постановка проблемы (вопроса) исследования	<ul style="list-style-type: none"> • принимать решение относительно проблемы (вопроса) исследования; делать попытки уточнить их; 	<ul style="list-style-type: none"> • предлагать (генерировать) проблемы (вопросы) исследования, • опираясь на имеющиеся знания, уточнять проблему (вопрос), • обсуждать или предсказывать ожидаемые результаты, • анализировать заданные вопросы и определять, в какой мере они годятся в качестве исходной точки для проведения научного исследования, • уточнять вопросы так, чтобы они годились для научного исследования, • обсуждать вопросы, основываясь на предыдущих исследованиях или собранных данных; 	Проявлять/демонстрировать интерес, вовлеченность, любознательность, энтузиазм, настойчивость, старание, сосредоточенность, концентрацию и гордость (все это эмоционально).
Планирование исследования	<ul style="list-style-type: none"> • решать, когда и какая помощь им нужна для понимания 	<ul style="list-style-type: none"> • использовать имеющиеся знания для разработки плана исследования, 	

Продолжение табл. 2.2

	<p>плана исследования,</p> <ul style="list-style-type: none"> • демонстрировать, что они (класс/группа) вовлечены в разработку плана исследования и готовы его реализовать, • решать, как реализовать план исследования, • проверять, действительно ли план исследования нацелен на решение проблемы (вопроса) исследования; 	<ul style="list-style-type: none"> • определять, в какой мере план соответствует проблеме исследования, включая используемые в нем показатели и процедуры, • обсуждать достоинства различных планов исследования, в какой мере они выполнимы и обеспечивают получение необходимых данных, • обсуждать возможные проявления предубеждения или предвзятости, а также пути их преодоления, • предлагать план проведения исследования; 	
Сбор данных	<ul style="list-style-type: none"> • определять, как организовать собираемые данные, • определять, как организовать и/или улучшить сбор данных, • определять, в какой мере им нужна помочь для сбора или организации данных, • обращаться при необходимости за разъяснениями и советами; 	<ul style="list-style-type: none"> • варьировать или уточнять используемые подходы к сбору, хранению или структурированию данных на основе информации, получаемой в ходе исследования; 	

Продолжение табл. 2.2

Формулирование выводов	<ul style="list-style-type: none"> • определять, какие процедуры лучше использовать при обобщении, интерпретации или объяснении данных; • определять, когда им или их коллегам нужна помочь в обобщении, интерпретации или объяснении данных; • искать необходимую дополнительную информацию, способную помочь при формулировании выводов; • обращаться при необходимости за разъяснениями и советами; 	<ul style="list-style-type: none"> • убеждаться, что выводы подтверждаются собранными данными; • применять имеющиеся знания в процессе обобщения, интерпретации или объяснения данных; • формулировать выводы, обращать внимание на их обоснованность и достоверность; • указывать на применимость сделанных выводов в других ситуациях или контекстах; • предлагать (классу или проектной группе) объяснение наблюдаемых отклонений в собранных данных; • ставить новые вопросы, которые следуют из предлагаемых объяснений; 	
Обсуждение результатов	<ul style="list-style-type: none"> • определять, как организовать обсуждение результатов, просить совета и/или помочь касательно организации обсуждения; • сообщать (предостав- 	<ul style="list-style-type: none"> • участвовать в содержательной дискуссии; • объяснять логические схемы, которые они используют для своих заключений или интерпретаций; • судить об обоснованности и достоверности исследо- 	

	<p>лять обратную связь) другим о том, насколько успешно они (учащиеся) выступали, участвовали в обсуждении.</p>	<p>вательской работы других людей,</p> <ul style="list-style-type: none"> • обсуждать, в какой мере используемые средства коммуникации (включая язык, иллюстрации, технические средства и пр.) являются удачными, • обсуждать достоинства и ограничения выполненной работы (полученных результатов). 	
--	---	--	--

Ключевые признаки рамки исследовательского подхода фиксируются следующим образом.

1. Наличие научного содержания определяется на основе стандартов, где указаны подлежащие изучению естественно-научные области [NRC, 2012].

2. Включенность учащихся в исследование объединяет все виды возможных действий учащихся с материалами выполняемой работы.

3. Демонстрация учащимися хотя бы одного из трех акцентов в учебной работе:

3.1. ответственности за свое учение, оцениваемой по выполнению ролей, которые они берут на себя в его процессе; эти роли встроены в исследовательский подход, предполагающий, что учащиеся будут:

- участвовать в принятии решений о том, что и как они делают,
- решать, кто и когда нуждается в помощи, и просить о ней,
- фиксировать опыт, данные и материалы проектной группы в ходе ее работы;

3.2. умственной активности, которая проявляется в том, как учащиеся оперируют изучаемым материалом; исследовательский подход, обеспечивающий проявления этой активности, предполагает, что учащиеся будут:

- следовать в своих рассуждениях правилам логики,

- мыслить творчески,
- использовать имеющиеся знания для дедуктивных построений и формирования выводов;

3.3. мотивированного поведения, которое оценивается по их личному вкладу в учебный процесс; исследовательский подход способствует формированию интереса и предполагает, что учащиеся будут проявлять:

- любознательность,
- энтузиазм,
- настойчивость и старание.

Описанная рамка — полезный методический инструмент. Она позволяет, используя вышеперечисленные ключевые признаки, оценить, в какой мере конкретная методическая (проектная) разработка является полной реализацией исследовательского подхода, а также проверить, насколько успешно удалось реализовать его на практике.

Макроанализ многолетних исследований, посвященных оценке результативности зарубежного опыта использования различных вариантов исследовательского подхода в реальном учебном процессе, показывает, что на практике этот подход далеко не всегда приводит к заметному улучшению образовательных результатов [Cakir, 2008]. Лишь немногим более половины исследований зафиксировали заметное положительное влияние исследовательского подхода на усвоение традиционного содержания естественно-научных дисциплин. Тем не менее, повышенное внимание педагогов к активизации учебной работы, к формулированию школьниками своих выводов с опорой на имеющиеся данные все-таки положительно влияет на глубину понимания ими содержания осваиваемых понятий. Точно так же самостоятельная работа учащихся по подготовке и проведению своих исследовательских проектов ведет к существенному повышению уровня освоения ими исследовательских и инженерных практик. Оба эти вывода хорошо согласуются с предсказаниями конструктивистской теории.

Опыт также показал, что использование исследовательского подхода нередко вступает в противоречие с требованием стандартов по ознакомлению учащихся с большим числом не всегда связанных друг с другом научных понятий. Регулярное тестирование школьников всех возрастных групп с целью оценки, насколько хорошо они знакомы с предусмотренными учебной программой научными поня-

тиями, существенно ограничивает возможности учителя использовать исследовательский подход на практике. Более того, применяемые методы оценивания в значительной мере ориентируются на проверку фактических знаний, на запоминание учащимися отдельных определений или теоретических положений. В результате, учителя вынуждены за ограниченное время, отведенное программой на изучение естественно-научных дисциплин, излагать учащимся большое количество различных понятий из отдельных естественно-научных дисциплин. Для этого они предпочитают пользоваться фронтальными занятиями и объяснительно-иллюстративным методом учебной работы, ориентируясь на освоение фактического материала, а не на освоении практик исследовательской и инженерной работы. Так, реальная образовательная политика вынуждает учителей использовать недостаточно эффективные методы учебной работы, которые препятствуют повышению уровня естественно-научной подготовки их воспитанников.

Табл. 2.3. Традиционные проекты и проектное обучение
[What is inquiry? (n.d.)]

Традиционные проекты	Проектное обучение
Набор слабо связанных между собой учебных мероприятий	Основано на использовании исследовательского подхода
Дополняют обязательную учебную программу	Является частью обязательной учебной программы и направлено на приобретение знаний
Используют традиционное оценивание	Включает описание конкретных ожидаемых результатов и средства для оценки их достижения
Не используют техники и инструменты управления проектом	Использует инструменты управления проектами

В последние годы положение начало меняться. Наметился переход к ориентированной на результат (или компетентностно-ориентированной) персонализированной организации образовательного процесса (КПООП), которая позволяет на новом уровне решать проблемы повышения качества обучения и воспитания, остававшиеся неразрешимыми при традиционной организации обучения. Здесь ис-

следовательский подход широко применяется при проведении учебных проектов в ходе изучения практически всех дисциплин.

Примером может служить проект *Summit Learning* [Summit Learning..., 2017]. В его рамках более тысячи школ уже получили возможность начать переход к КПОП. В основе учебной работы здесь лежит выполнение учащимися групповых и индивидуальных учебных проектов, которые в значительной мере используют исследовательский подход. Их связывают с проектным обучением, и они отличаются от традиционных проектов. В табл. 2.3 приведены некоторые из этих отличий.

Есть все основания полагать, что уже в недалеком будущем проектное обучение станет одной из основных форм учебной работы при изучении естественно-научных дисциплин в массовой школе.

ГЛАВА 3

ТРАНСФОРМАЦИЯ УЧЕНИЯ И ОБУЧЕНИЯ

Трансформация учения и обучения — сущностная составляющая цифровой трансформации образования. Последнюю естественно определить, как системное обновление в быстро меняющейся цифровой образовательной среде:

- требуемых образовательных результатов,
- содержания образования,
- организации учебной работы,
- оценивания результатов.

Цифровая трансформация образования направлена на достижение требуемых образовательных результатов и всестороннее совершенствование *каждого* обучаемого, без чего невозможно успешное развитие нашей страны, решение глобальных проблем и устойчивое развитие цифровой экономики. Системное и синергичное* обновление ожидаемых обществом образовательных результатов и содержания образования, методов и организационных форм учебной работы означает, что их обновление происходит в комплексе, системно. Иными словами, изменения 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 согласованного изменения для достижения необходимого результата) не всегда выполняются. Например, в действующих Федеральных государственных образовательных стандартах в качестве одного из важнейших результатов образовательной работы зафиксировано требование об освоении учащимися способности самостоятельно учиться (освоение учебных действий). Предложены методы выполнения этой работы. Однако

* Синергичное обновление — обновление, происходящее в результате согласованного воздействия нескольких факторов, которое существенно превосходит сумму воздействий этих факторов по отдельности.

процедуры ее выполнения, распределение ответственности за ее отдельные составляющие между потенциальными исполнителями (учителями, наставниками/воспитателями/тьюторами) и показатели результативности их работы так и не были определены достаточно четко. Более того, отсутствуют даже попытки разработать аутентичные процедуры, позволяющие оценить, сформирована ли вообще у учащихся способность учиться. Отсутствует также процедура проверки достижения учащимися установленного ФГОС результата, например, в ходе ЕГЭ. Таким образом, организационно работа по освоению заявленной в ФГОС способности самостоятельно учиться, которая критически важна для будущих 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. 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 серьёзными 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 работы будут созданы (в том числе, с использованием методов искусственного интеллекта), отработаны и широко внедрены цифровые инструменты и сервисы, которые позволяют:

- дополнить зафиксированные действующим ФГОС образовательные результаты новыми, явно описанными и надежно проверяемыми (например, компетенциями XXI века),
- расширить или углубить, при необходимости, осваиваемое учащимися содержание учебных областей,

- расширить спектр методов и инструментов учебной работы, повышая тем самым ее эффективность и экономя время участников образовательного процесса,
- варьировать 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.

Четыре уровня изменений педагогической практики с использованием ЦТ

Главной составной частью цифровой трансформации учения и обучения являются изменения педагогической практики, без которых внедрение ЦТ в учебный процесс мало результативно. Сегодня мы хорошо знаем, что такие изменения могут качественно различаться. В зависимости от степени изменений принято различать четыре уровня внедрения ЦТ в учебный процесс. ЦТ могут использоваться как на уровнях *Замещения* традиционных педагогических инструментов и их *Улучшения*, так и на уровнях *Изменения* и *Преобразования* педагогической практики. За рубежом такое выделение уровней внедрения ЦТ в учебный процесс обычно называют моделью *SAMR (The Substitution-Augmentation-Modification-Redefinition Model)*. Рассмотрим эту модель подробнее.

Уровень 1: замещение. Здесь традиционный инструмент/средство учебной работы замещается новым (цифровым). При этом изменение функциональности нового цифрового инструмента оказывается минимальным, а педагогическая практика, по сути, не меняется.

Пример замещения: переход от чтения текста в печатном учебнике к чтению его на экране компьютера (планшета, смартфона и т.п.).

Уровень 2: улучшение. Здесь традиционный инструмент/средство учебной работы тоже замещается новым (цифровым). В этом случае функциональность нового инструмента оказывается шире, чем функциональность предыдущего инструмента, что позволяет обогатить педагогическую практику, расширить ее возможности.

Пример улучшения: переход от демонстрации материала на бумажных плакатах к демонстрации с помощью мультимедийного проектора, который значительно расширяет возможности наглядного представления.

Уровень 3: изменение. Здесь традиционный инструмент/средство учебной работы тоже замещается новым (цифровым). Но при этом его функциональность существенно меняется, что позволяет заметно улучшить педагогическую практику. Традиционный перечень задач учебной работы расширяется. Цифровые технологии дают возможность по-новому сформулировать и решать эти 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 и т.п.

Уровень 4: преобразование. Здесь функциональность новых (цифровых) инструментов/средств учебной работы оказывается заметно шире функциональности традиционных инструментов. Это позволяет педагогам преобразовать педагогическую практику или сформировать новую. При этом перечень традиционно решаемых задач не только расширяется, но и трансформируются. Цифровые технологии создают условия для решения таких задач, которые невозможно было бы решить без их применения.

Пример преобразования: 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; кроме того, такие инструменты позволяют выстраивать индивидуальные образовательные траектории, строить обучение 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.

Внедрение ЦТ на уровнях 3–4 связано с изменением образовательного процесса. Здесь использование ЦТ носит творческий, инновационный характер, дает возможность решать нерешаемые ранее

задачи (например, доказательно формировать у обучаемых компетенции XXI века, развивать у них способности к самостоятельной учебной работе, к продолжению своего образования на протяжении всей жизни). Преобразование педагогической практики вкупе с инновационным внедрением ЦТ на уровнях 3–4 может привести к заметному улучшению традиционных и формированию качественно новых образовательных результатов, развитию потенциала каждого обучаемого. Именно такие преобразования — главное в цифровой трансформации образования.

Сегодня в нашей стране внедрение ЦТ, как правило, происходит лишь на уровнях 1–2. Естественно, на этих уровнях педагогические практики ориентированы на рутинное использование ЦТ. Поэтому трудно ожидать, что они приведут к повышению качества образования и достижению новых образовательных результатов*. Широкое распространение именно рутинного использования ЦТ в учебном процессе породило у многих педагогов представление, будто ЦТ неспособны помочь совершенствованию образовательной практики.

Действительно, программы информатизации образования, как правило, ориентированы на решение задач *Замещение* и *Улучшение* и очень редко на решение задачи *Изменение* образовательного процесса. Примером может служить решение о массовой разработке и использовании МУКов, которые должны заменить (или улучшить) традиционные учебники и лекционные курсы, уменьшить расходы и повысить качество профессионального образования. Другой пример — переход на электронные дневники, которые воспроизводят традиционный дневник ученика. Здесь, как и прежде, доминирует установка на рутинное использование ЦТ (*Замещение*, *Улучшение*), а не на решение задач обновления содержания и повышения результативности образовательного процесса (*Изменение*, *Преобразование*). Если не поменять эту установку, влияние проектов по созданию МУКов на эффективность работы образовательных организаций окажется минимальным. Чтобы эффект стал значительным, необходимо решать задачи, которые относятся к уровням *Изменение* и *Преобразование*.

За последние десятилетия немало педагогов в разных странах с успехом использовали цифровые инструменты и среды, чтобы

* Как шутили сто лет назад «Раньше птицы сидели на телефонных проводах. Теперь они сидят на антennenах».

включить учащихся в решение реальных задач и добиться формирования у них компетенций XXI века. Педагоги, активно использующие проблемные задания, обучение на основе проектов, персонализированное обучение, говорят о ЦТ, как о критически важном средстве своей повседневной работы [Shear et al., 2011; Krutov et al., 2012; OECD, 2015]. Но нередко это происходит вопреки доминирующей установке на «использование ЦТ в образовании». Сама по себе эта установка не предполагает системности и не предусматривает внесения изменений в содержание, организационные формы и методы учебной работы в качестве обязательной составляющей включения ЦТ в учебный процесс. Системность и синергичность изменений в образовательном процессе — главный признак перехода от «использования компьютеров в образовании» к трансформации образовательного процесса с использованием ЦТ (к цифровой трансформации). Цифровая трансформация должна помочь построить такой образовательный процесс, который в полной мере отвечал бы условиям успешного учения [How people learn..., 1999] и позволял сформировать компетенции, необходимые для жизни в информационном обществе.

Образовательные результаты

В новейшей истории представление о том, что есть «образованный человек, готовый к полноценной жизни в обществе», непрерывно меняется. Сегодня все признают, что овладения содержанием общеобразовательных дисциплин недостаточно. Помимо базовой грамотности (умения читать, писать и считать), от каждого образованного человека сейчас требуется умение сотрудничать, способность к творчеству и решению нестандартных задач, настойчивость, любопытство, инициативность и пр. Данные требования часто называют компетенциями XXI века. Как подчеркнуто в материалах Всемирного экономического форума [New vision..., 2015], в условиях цифровой экономики этими компетенциями должен обладать каждый человек. Представление о компетенциях XXI века возникло сравнительно недавно. Состав и содержание отдельных компетенций еще не до конца устоялись [Уваров, 2014]. Вместе с тем во многих странах быстро растет понимание их важности. Ведется разработка инструментов для их оценивания.

В табл. 3.1 приведен вариант требований к образовательным результатам, которые часто называют компетенциями (навыками) XXI века. Эти требования разделены на три области:

- *базовая грамотность* (способность применять базовые знания и умения при решении повседневных задач),
- *базовые компетенции* (способность решать нестандартные, сложные задачи),
- *черты характера* (способность успешно жить и работать в быстро меняющейся среде).

К *базовой грамотности* относится овладение традиционными умениями «читать, писать и считать», естественно-научными и гуманитарными знаниями, умением применять их на практике. Сюда же отнесены цифровая и финансовая грамотность. Раньше овладение базовой грамотностью считалась достаточным для начала трудовой деятельности. Сегодня оно стало лишь отправной точкой для овладения компетенциями XXI века.

Таблица 3.1. Требования к образовательным результатам для жизни в цифровой экономике [New vision..., 2015]

Область	Способности	Пояснение
Базовая грамотность (способность применять базовые знания и умения при решении повседневных задач)	Общая грамотность	Способность читать, писать, понимать и использовать письменный язык (родной, иностранный)
	Математическая грамотность	Способность использовать числа и другие математические представления и инструменты для понимания и выражения количественных соотношений
	Естественно-научная грамотность	Способность использовать научные понятия и знания для понимания окружающего мира, для выработки и проверки гипотез
	Цифровая (ИКТ) грамотность	Способность использовать и создавать цифровой контент, включая поиск и обмен информацией, ответы на вопросы, взаимодействие с другими людьми и программирование цифровых устройств

Продолжение табл. 3.1

Область	Способности	Пояснение
	Финансовая грамотность	Способность понимать и использовать на практике основные понятия и количественные оценки из области финансов
	Общекультурная грамотность	Способность понимать, оценивать, анализировать и применять знания из области гуманитарных наук
Базовые компетенции (способность решать нестандартные, сложные задачи)	Критическое мышление/ решение проблем	Способность описывать, анализировать и оценивать ситуации, идеи и информацию для формулирования ответов и решения проблем
	Креативность	Способность придумать и разработать новые способы решения проблем, отвечать на вопросы или выражать свое мнение, творчески применять и трансформировать имеющиеся или порождать новые знания
	Общение	Способность воспринимать, понимать, передавать и контекстуализировать информацию с использованием письма и других вербальных, невербальных и визуальных средств общения
	Сотрудничество	Способность работать в команде для достижения общей цели, включая способность предотвращать конфликты и управлять ими
Черты характера (способность успешно жить и работать в быстро меняющейся среде)	Любопытство	Способность и желание задавать вопросы и демонстрировать открытость и любознательность
	Инициативность	Способность и желание активно решать новую задачу или преследовать новую цель

Окончание табл. 3.1

Область	Способности	Пояснение
	Настойчивость	Способность сохранять интерес к проблеме и неустанно прикладывать усилия для её решения / достижения поставленной цели
	Адаптируемость	Готовность к изменению планов, методов, мнений или целей в свете новой информации
	Лидерство	Способность эффективно организовывать, направлять и вдохновлять других на достижение общей цели
	Культурная и социальная сензитивность	Способность взаимодействовать с людьми в различных контекстах с учетом их социальных, культурных и этнических особенностей

К базовым компетенциям относятся способности к критическому (направленному) мышлению, творчеству (креативность), общению и сотрудничеству. Все эти способности принципиально важны. Распространение методов искусственного интеллекта приведёт к тому, что компьютерные системы постепенно вытеснят людей с тех рабочих мест, где от исполнителя требуется лишь базовая грамотность.

Владение базовыми компетенциями становится обязательным условием для выполнения квалифицированной работы в условиях цифровой экономики.

То же относится и к чертам характера. Воспитание требуемых черт характера всегда считалось важной частью образования, но сейчас они становятся обязательными для работника. В быстро меняющейся среде такие черты, как настойчивость и адаптируемость, позволяют успешно преодолевать возникающие трудности. Любопытство и инициативность служат основой для творчества и освоения нового. Лидерство, как и культурная и социальная сензитивность, помогают выстраивать конструктивное взаимодействие с людьми с учетом их социальных, культурных и этнических особенностей.

Приведенный перечень далеко не единственный, есть немало других широко признанных разработок (*AT21CS, WorldSkills, Tony*

Wagner's Seven Survival Skills, ESCO Skills Hierarchy for Transversal Skills, Framework for 21st Century Learning). Отметим проект UNESCO и Бруклинского института «Компетенции для меняющегося мира». Здесь описаны образовательные результаты, которые требуется формировать у учащихся, чтобы те могли выбирать пути продолжения своего образования и работу в условиях меняющихся социальных, технологических и экономических потребностей [Towards universal learning..., 2013; Winthrop, McGivney, 2016].

В ближайшие годы работникам образования предстоит многое сделать, чтобы согласовать требования к новым ключевым компетенциям, стандартизировать их определения, интегрировать с существующими целями, выработать индикаторы и разработать процедуры и инструменты для их оценивания, которые пригодны для широкого использования. ЦТ делают эту сложнейшую работу 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 вышли из употребления, 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 этой цели 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 меняется вследствие распространения ЦТ?

Ещё один пример — компьютерная программа сейчас может продемонстрировать обучаемому на экране, как выполняются алгебраические преобразования любых математических выражений. Тогда насколько важно формировать у обучаемых умение выполнять алгебраические преобразования? Надо ли превращать данное умение в навык? Являются ли алгебраические преобразования лучшим материалом для выработки способности к формальным преобразованиям, и если нет, то что их может заменить?

Сегодня подобные вопросы возникают в процессе обсуждения образовательных результатов, а также способов оценивания их освоения при изучении как математики, так и многих других учебных дисциплин.

Итак, востребованность 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, — всё 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.

Содержание образования

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 учебной информации. Помимо цифровых учебников, педагоги могут использовать цифровые образовательные ресурсы, учащиеся программы и различные онлайн-сервисы, включая онлайн-курсы. 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.

Основным средством фиксации содержания образования становятся требования к образовательным результатам — нормативы образовательных достижений (НОД). Педагогический коллектив самостоятельно определяет и утверждает нормативы для каждого учебного курса (предметной области) с учетом действующих Федеральных государственных образовательных стандартов, региональных нормативов и местных условий. НОД лежат в основе учебных курсов. Каждый курс состоит из учебных модулей (рис. 3.1).

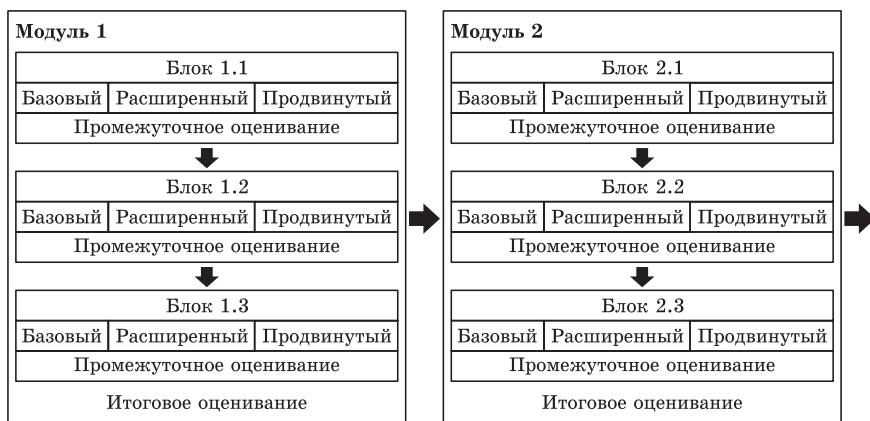


Рис. 3.1. Структура модулей учебного курса

Каждый модуль, в свою очередь, включает в себя несколько содержательных блоков. С каждым блоком связаны образовательные результаты, которые задаются операционально, согласно требованиям педагогического дизайна. 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 каждым 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 каждой изучаемой темы 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, обязательная для всех) и продвинутом (для желающих).

Учебный курс из нескольких модулей можно изобразить в виде многоступенчатой лестницы (рис. 3.2).

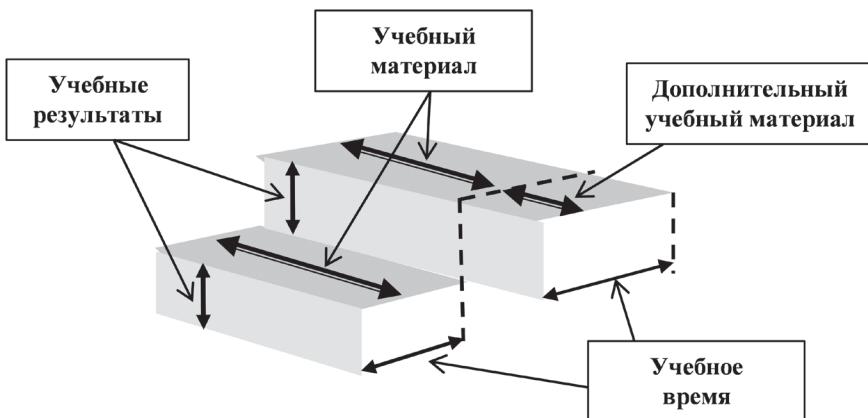


Рис. 3.2. Ступени модуля учебного курса

Высота каждой ступени отражает ожидаемый учебный результат. Глубина ступени характеризует время, необходимое учащемуся для достижения этого результата. Ширину ступени можно связать с объемом осваиваемого учебного материала. Ступени лестницы курса могут отличаться друг от друга по любому из этих параметров. Например, ступени базового, расширенного и продвинутого уровней каждого блока отличаются своей шириной: 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 уровне. Это дает возможность учить 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 мо-

жет выбрать свой уровень их изучения. Содержание отдельных курсов (обязательных и факультативных) складывается в единую учебную программу, которая позволяет дифференцировать работу отдельных обучаемых.

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, то есть 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 Федеральных государственных образовательных стандартов, 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 описанной выше структуризации содержания образования задают процедуры педагогического дизайна.

Сегодня специальная работа над НОД в учебных заведениях не ведется. Требования к результатам обучения формально фиксируются в учебных 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 при разработке пла-

нов учебных занятий. Но для этого педагоги должны кардинально изменить практику 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 настоящий момент наиболее эффективное её решение [Orr et al., 2015] состоит в поддержке разработки и использования открытых образовательных ресурсов — OOP (*open educational resources* — *OER*)*. OOP 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). OOP распространяются, как правило, через интернет. Нередко их создают и распространяют также коммерческие организации. К OOP относятся все образовательные ресурсы, которые подготовлены авторами в соответствии с лицензией *Creative Commons***. Они бесплатны, их можно свободно копировать, дополнять, изменять, использовать в составе других материалов без каких-либо ограничений. Они всегда доступны всем преподавателям и учащимся. К таким материалам относятся, например, цифровые образовательные ресурсы, разработанные в России в рамках федеральных проектов***.

OOP способствуют решению ряда ключевых проблем современного образования, как то:

- развитие и распространение новых форм и методов учебной работы, что невозможно без создания и широкого внедрения новых учебно-методических материалов;

* 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.

** См.: <https://creativecommons.org/licenses/?lang=ru>

*** См.: <http://school-collection.edu.ru/>

- непрерывное профессиональное развитие педагогов, благодаря сотрудничеству, обмену имеющимися учебно-методическими материалами и разработками, их изучению и приспособлению к своим условиям;
- сокращение затрат на приобретение учебно-методических материалов.

Многократное использование и доработка ООР обеспечивают их постоянное совершенствование. Они всё полнее отвечают целям планируемой учебной работы и ожидаемым образовательным результатам, а их модификация позволяет учитывать текущие изменения в учебных программах и содержании предметной области. При соединение к сторонникам ООР опытных педагогов и передовых образовательных организаций обеспечивает всем остальным доступ к их знаниям и тем образовательным ресурсам, которыми они пользуются. Это позволяет поднять общую планку качества используемых учебно-методических материалов по всей стране. Распространение ООР дает возможность каждому свободно использовать их для самообразования. Без них трудно решать задачу непрерывного образования для каждого жителя страны.

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, если эта подготовка не встроена в систему их непрерывного профессионального развития. Правильная организация такой подготовки — отдельная сложная задача.

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. Необходимо поддержать исследования (в том числе, экспериментальные) в области производства, распространения и использования ООР, которые помогут сделать эти ресурсы одним из источников цифровой трансформации образования.

Организация учебной работы

В традиционном представлении учебная работа должна быть нацелена, прежде всего, на полноценную передачу учащимся знаний, которые понадобятся им в жизни. При этом знания должен передать учащимся преподаватель, а организация учебной работы должна как можно лучше обеспечить данный процесс. Однако представление об образовании как о передаче знаний никогда не считалось бесспорным среди педагогов. Еще два тысячелетия назад Плутарх настаивал,

Ученик — не сосуд, который надо наполнить знаниями. Ученик — это факел, который надо зажечь.

Плутарх из Херонеи, I век н.э.

что ученик — это не сосуд, который надо наполнить знаниями, а факел, который надо зажечь. Сегодня такое представление об образовательном процессе как никогда актуально.

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

- 1) формирование у обучаемых заранее отобранный педагогом (социально заданной) совокупности знаний, которые понадобятся им в дальнейшей жизни (например, по мнению тех, кто, финансирует образование),
- 2) поддержку и развитие способности обучаемых к учению, формирование их учебной самостоятельности, порождение и развитие их личностной идентичности в процессе овладения совокупностью знаний (в том числе, социально заданной).

Массовое образование, которое формировалось в условиях становления индустриальной экономики, делало упор на первой составляющей, что в основном удовлетворяло требованиям общества и рынка труда. Лекционно-семинарская организация учебной работы в вузе, классно-урочная система в общем образовании в целом решали стоящие перед образованием задачи. Их жизнеспособность

обеспечивали и доступные (бумажные) информационные технологии.

В условиях цифровой экономики акцент на передаче обучаемым знаний становится препятствием для достижения новых образовательных результатов, о которых говорилось выше. Меняющиеся цели и содержание образования выводят на первый план вторую составляющую. А развивающиеся цифровые технологии создают условия для решения новых задач за счет совершенствования средств планирования и организации образовательного процесса, широкого использования активных методов обучения и перехода к персонализированной организации учебной работы.

Персонализированная организация образовательного процесса, или КПООП (ее иногда называют личностно-ориентированным обучением), — давно известная модель организации учебной работы. О ее распространении мечтали многие поколения педагогов. Здесь планирование, ход учебного процесса и оценка его результативности строятся вокруг персональных планов освоения учебного материала и личностного развития каждого обучаемого. Эти планы обучаемые разрабатывают и еженедельно корректируют вместе со своими наставниками/воспитателями/тьюторами. Использование КПООП позволяет учебному заведению работать без отстающих, гарантировать достижение требуемых образовательных результатов каждым обучаемым. Здесь формируется внутренняя мотивация к учению, 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.

Ребёнок бы и умел, и знал,
но он прежде всего не хочет.

А.Г. Асмолов

Термин «персонализация обучения» понимается по-разному. В русскоязычной традиции его, как правило, не различают с индивидуализацией обучения. Разработчики цифровых образовательных ресурсов часто трактуют персонализацию обучения, как работу учащихся с адаптивными обучающими программами. Предполагается, что при работе с учебником все читают один и тот же текст, а обучающие программы позволяют варьировать подачу учебного материала. Об индивидуализации учебной работы говорят энтузиасты

использования дистанционных образовательных технологий, смешанного обучения и т.п. Подобная разноголосица естественна, поскольку дидактика цифровой трансформации образования еще только складывается.

Персонализация учебной работы — Святой Грааль для теоретиков образования со времен зарождения массовой школы. Неудивительно, что 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 её к темпу и особенностям учебной работы отдельных учащихся, предпринимались ещё в конце XIX века («Пуэбло-план», «Норт-Денвер-план», «Батавиа-план» и др.). Наиболее последовательно данный подход был реализован в системе «Дальтон-план», которая внедрялась в нашей стране в 20–30-е годы 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 (система полного усвоения). Здесь, в отличие от традиционной учебной работы, 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 программ, подходов к организации и поддержке образовательного процесса, которые направлены на удовлетворение разных потребностей, интересов, устремлений или культурных особенностей отдельных учащихся. Персонализированное обучение обычно рассматривается в качестве альтернативы так называемому традици-

онному обучению, где все учащиеся данной учебной группы получают один и тот же учебный материал, те же задания и те же оценки. Персонализированное обучение иногда называют *обучением, ориентированным на учащихся*, поскольку его цель — поставить на первое место проблемы и интересы учащихся, а не удобство учителей и администрации учебного заведения.

Термин *персонализированное обучение* (и связанные с ним синонимы) ныне широко используют предприниматели и образовательные центры, продающие цифровые образовательные ресурсы и учебные онлайн-курсы. Как правило, *персонализированное обучение*, которое они обещают, сильно отличается от того, что принято называть *персонализированной организацией обучения* в учебных заведениях. Термин *персонализация обучение* можно услышать сейчас применительно к тренажерам и обучающим программам (в том числе, адаптивным, интеллектуальным и пр.), к онлайн-курсам, к индивидуальным учебным заданиям и т.п. Возможно, это обусловлено тем, что работа по персонализации обучения идет по двум направлениям:

- *внедрение новых моделей организации образовательного процесса* и связанные с этим изменения — лидерство и управление изменениями, новые регламенты работы, появление 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 разниться. Персонализированное обучение часто принимает форму *смешанного обучения* или использования цифровых образовательных ресурсов для индивидуализации учебных заданий. Естественно, могут разниться 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. Широко используется определение персонализированного обучения, принятое в программах Фонда Билла и Мелены Гейтс [Gates Foundation (n.d.)]. 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 подготовки, 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 распространяются, как правило, на специально выделенную группу учащихся. Типичный пример — разделение учащихся на группы с углубленным 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 (*индивидуализация*). Например, учитель при-спосабливает свою работу, материалы к нуждам отдельного учащегося (тренажер, другой учебник, дополнительное время и пр.) в ходе надомного обучения.

Персонализированная организация обучения. Разное содержание учебной работы и разные способы его предъявления (*дифференциация*), а также различный темп учебной работы используются для разных учащихся с учетом их индивидуальных особенностей (*индивидуализация*). Кроме того, учитываются их личные интересы, мотивы и жизненные цели (*персонализация*).

При индивидуализированном обучении педагог работает с одним учеником, что совсем не обязательно для персонализированного обучения.

Заметим, что 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; они могут успешно сосуществовать, дополнять, поддерживать или вытеснять друг друга.

Результирующая педагогическая практика в конечном итоге всегда зависит, прежде всего, от коллективной установки педагогов, учащихся, руководителей учебного заведения и его окружения. Она определяется их пониманием своей миссии, выбранными целями и ожидаемыми результатами учебной работы.

В современной трактовке персонализированное обучение всегда направлено на повышение качества образования (это главная цель его внедрения) и предполагает доказательное достижение планируемых образовательных результатов каждым обучаемым вместе с развитием его способностей и личностного потенциала. Для решения множества возникающих при этом организационных и методических задач широко применяется весь спектр цифровых инструментов и ресурсов. Они позволяют (с учетом финансовых и других ограничений, присущих современному образованию) выстроить образовательный процесс, который применительно к каждому обучаемому в полной мере реализует дидактические принципы А. Дистервега. Такое преобразование работы учебного заведения сегодня называют его цифровой трансформацией.

Педагоги по всему миру многие годы ведут поиски воспроизведимой (не авторской) модели процесса цифровой трансформации учебного заведения. Сегодня эти поиски увенчались успехом, и персонализированные модели работы стали широко тиражироваться. Один из примеров — программа распространения модели персонализированного обучения *Summit Learning*, которая разрабатывалась последние десять лет [Implement Summit Learning, 2016]. Она внедрена в нескольких сотнях школ США. Описание цикла учебной работы по этой модели приведено на рис. 3.3.

Главная задача, которую ставят перед собой школы проекта *Summit Learning*, — подготовка учащихся к поступлению и успешной учебе в вузе. Поэтому в учебной работе здесь делают акцент на осознанном выборе обучаемыми своего жизненного пути и формирова-



Рис. 3.3. Структура и содержание цикла учебной работы [Implement Summit Learning, 2016]

нии у них учебной самостоятельности. Вместе с наставником ученики планируют и регулярно уточняют 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 сформированности компетенций XXI века. 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, концен-

трируя 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.

В высшей школе персонализированная организация образовательной работы учебного заведения, в том числе, при очно-заочном обучении. Среди широко известных примеров в США — Аризонский, Пенсильянский и Флоридский университеты, а также быстро развивающийся Университет Каплан, который вошел в состав университета Пердью в Индиане. Они предлагают подготовку на получение дипломов бакалавра и магистра, постдипломную подготовку, курсы для удовлетворения личных интересов и профессионального развития.

Основные составляющие, необходимые для цифровой трансформации работы учебного заведения и перехода к КПООП: *переход от «прохождения материала» к формированию компетенций; изменение ролей участников образовательного процесса; переход к личным планам учебной работы; изменение пространства и способов проведения учебной работы; цифровая образовательная среда для поддержки КПООП; обновление регламентов работы учебного заведения.*

От «прохождения материала» к формированию компетенций

В настоящий момент одна из главных проблем — повышение результативности работы учебных заведений. Переход к КПООП позволяет обеспечить достижение каждым учащимся запланированных учебных результатов. Здесь, в отличие от традиционной организации образовательного процесса, фиксируются не условия учебной работы (время на изучение учебного материала, программа и методы учебной работы, квалификация педагогов и т.п.), а ее ожидаемые

результаты. В этом качественное отличие новой модели. Каждое учебное заведение должно разработать и утвердить свои внутренние требования к образовательным достижениям (внутренние нормативы). Они фиксируют знания, умения, навыки и компетенции, которые должен приобрести каждый обучаемый в ходе изучении отдельных разделов (модулей) учебной программы. Одновременно фиксируются инструменты для оценки достижения этих результатов. Каждый обучаемый знает, какого образовательного результата он должен достичь при освоении того или иного учебного материала. Он понимает: не преодолев этот рубеж, он не сможет двинуться дальше. Причём время, которое отдельные 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 тоже требуется, чтобы каждая учебная программа содержала описание ожидаемых учебных результатов и способов их оценивания по отдельным разделам (темам). Однако эти описания нередко составляются и используются формально. Главным остается время, которое отводится программой на изучение соответствующего раздела. В итоге, далеко не все обучаемые достаточно полно и прочно осваивают материал, у них возникают пробелы в знаниях, качество обучения снижается.

Переход к КПООП позволяет решить данную проблему. Для этого нужны дополнительные усилия по разработке операционализированных целей учебной работы и утверждению внутренних требований (нормативов) к образовательным достижениям. В ходе такой работы целесообразно использовать процедуры педагогического дизайна, которые становятся основным инструментом планирования учебной работы, подготовки учебных и оценочных материалов. Персонализация обучения предъявляет новые требования к учителю, который должен планировать учебную работу с учетом индивидуальных способностей и возможностей каждого обучаемого. Современному учителю необходимо понимать принципы и уметь применять процедуры педагогического дизайна. Педагогический дизайн дает возможность эффективно использовать множество доступных сегодня цифровых инструментов, учебных и методических материалов.

Это достаточно новый вид работы для большинства учебных заведений. Следует предложить варианты ее проведения, поддержать исследования и разработки (в том числе, экспериментальные) в области педагогического дизайна, операционализации и оценки новых образовательных результатов.

Обновление ролей участников образовательного процесса

При переходе к новой организации образовательного процесса роли его участников меняются. Прежде всего, меняется роль обучаемого. От него требуется взять на себя ряд задач по управлению собственной учебной работой вместе с ответственностью за ее результаты.

Предъявляются новые требования и к работе педагогов, роль которых в явном виде разделяется на роль учителя-предметника (специалиста в отдельной предметной области) и роль педагога-наставника/воспитателя/тьютора, который помогает обучаемым организовать свою работу, достичь требуемых надпредметных результатов, формировать компетенции XXI века. Возрастает значение командной работы педагогов. В условиях КПООП 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. Также 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».

В цифровой образовательной среде учащимся доступен богатый выбор учебных и методических материалов, включая видеорассказы, демонстрации и пр. Педагоги-предметники готовят эти материалы, планируют и организуют совместную и индивидуальную работу учащихся, обеспечивают доступ к необходимым образовательным ресурсам. Самая естественная форма организации учебы при персонализированном обучении — индивидуальная или групповая проектная работа. Выполнение проектов позволяет каждому учащемуся найти для себя интересное дело, индивидуализировать учебную работу и сделать ее личностно значимой. Подготовку и проведение та-

ких проектов тоже организуют педагоги-предметники (индивидуально или вкупе с педагогами других дисциплин).

Все члены педагогического коллектива совместно организуют и поддерживают динамичную учебную среду, в которой живут учащиеся (включая появление в ней содержательных экспертов). Они налаживают жизнь детско-взрослого коллектива, способствуют формированию и соблюдению его ценностей.

Переход к личным планам учебной работы

Сегодня наша школа, как и другие образовательные организации, продолжает выполнять постановление ЦК ВКП (б) от 25.08.1932 года, которое потребовало, 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 представлены расписанием занятий. Согласно ему, фиксированные по составу группы учащихся (25–30 чел.) занимают определенные учебные кабинеты (аудитории, лаборатории), и за каждой группой закреплен на это время педагог. Общение за пределами учебных помещений (в том числе, с использованием ЦТ) вписывается сюда с большим трудом. У педагогов немного возможностей учитывать особенности учащихся и поддерживать их индивидуализированные образовательные траектории. Этому 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 КПООП каждый обучаемый ориентируется на достижение собственных образовательных результатов и работает по личному учебному плану. Он готовит план вместе со своим наставником, который хорошо знаком с методами педагогической поддержки [Михайлова, Юсфин, 2001]. Составление личных планов позволяет гармонизовать личные интересы обучаемого с достижением ожидаемых от него образовательных результатов и осознанным выбором своего жизненного пути. Систематический анализ своих целей, выполне-

ние принятых на себя обязательств, подготовка и корректировка своих планов ведут к тому, что учащийся становится организованнее, приучается распоряжаться своим временем, у него формируются универсальные учебные действия.

Расширение пространственно-временных границ образовательного процесса и спектра возможных взаимодействий его участников создает условия, в которых учащимся легче брать на себя ответственность за свою учебу («кто, что, где, зачем и когда» осуществляется в учебном процессе). Но для этого необходимы значительные изменения в работе учебного заведения.

Изменение пространства и способов проведения учебной работы

Традиционное учебное помещение 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 цифровыми инструментами и учебными материалами, для выполнения индивидуальных/групповых проектов и т.п. Чтобы каждый участник образовательного процесса мог эффективно использовать ЦТ, они должны быть ему постоянно доступны. 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.

Сегодня в образовательных организациях 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 позволяют использовать всё пространство возможных взаимодействий в системе «ученики — информационная среда — преподава-

тели» при решении педагогических задач. Освоение этого пространства — один из главных путей появления у учащихся новых способов выстраивать свое знание. В настоящее время этому препятствуют не только трудности с развертыванием и освоением требуемых технических средств, но и традиционная организация образовательного процесса, мешающая обновлению педагогической культуры.

Новаторы, успешно осваивающие потенциал смешанного обучения и использующие его для персонализации образовательного процесса, выделяют несколько ключевых моментов этой работы [Fisher, White, 2017]. В частности, они указывают, что использование цифровых технологий — лишь одна из необходимых составляющих. 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. Речь идет не только о более тесном и доверительном общении между учащимися и педагогами, но и о развитии партнерства между самими учащимися, а также между преподавателями и руководителями учебного заведения. Последовательное выстраивание согласованного видения развития учебного заведения, совершенствование его правового пространства, освоение и систематическое использование техник учебной кооперации [Тубельский, 2001] — составляющие работы по расширению пространственно-временных границ образовательного процесса с помощью цифровых технологий при КПОП.

Расширение пространства и обновление способов проведения учебной работы невозможно без обновления методов профессионального развития педагогов. Сегодня общепризнано, что профессиональное развитие учителей должно проводиться такими же методами, какие они будут использовать при работе с учащимися. Если требуется, чтобы учителя использовали активные методы обучения, развивали у учащихся интерес к учебе, творческие способности и компетенции XXI века, то и повышение квалификации учителей

Улучшение способов обучения, которыми пользуются учителя, не улучшает результатов учебной работы.

Их улучшает появление у учащихся новых способов выстраивать свое знание.

С. Пейперт

должно отвечать этим условиям. Как и при работе с учащимися, для каждой категории педагогов нужно:

- разработать профиль требуемых компетенций,
- определить процедуры оценивания учебных достижений,
- организовать персонализированную подготовку, используя возможности цифровой образовательной среды.

При воспроизведении успешных педагогических практик (например, «Перевернутый класс» и другие модели смешанного обучения) важно сохранять ключевые особенности этих моделей и в то же время проявлять достаточную гибкость, чтобы учитывать конкретные условия их применения. Поэтому в ходе профессионального развития учителей внимание переносится с передачи готовых методических решений на их выработку с опорой на уже имеющийся опыт педагогов. Создание и распространение таких моделей профессионального развития педагогов — одна из ключевых задач цифровой трансформации образования.

Цифровая образовательная среда для поддержки КПООП

Цифровая образовательная среда (ЦОС) представляет собой совокупность составляющих ее информационных систем, источников, инструментов и сервисов, которые создаются и развиваются для обеспечения работы учебных заведений и решения задач, возникающих в ходе образовательного процесса. ЦОС складывается постепенно. На практике ее составляющие могут быть согласованы или не согласованы друг с другом. Они могут, в том числе, конкурировать между собой, могут дублировать друг друга в той или иной степени или вытеснять конкурентов. Всё это позволяет среде динамично развиваться.

Отдельные составляющие ЦОС обычно создаются и используются (не всегда штатно) для решения конкретных задач. Их место, роль и выживание в рамках цифровых образовательных ресурсов определяются практической полезностью, а также диапазоном условий применения и работоспособностью (живучестью). Чем быстрее меняются условия, технологические, организационные и прочие, тем короче жизненный цикл тех или иных составляющих этих ресурсов.

Многие учебные заведения уже давно используют различные информационные системы и сервисы для разработки учебно-методиче-

ских материалов и управления учебным процессом (например, *LMS MOODLE* и др.), а также для решения административных задач (учета и движения контингента учащихся и преподавателей и пр.). Информационная система, которая призвана решать задачи управления школами крупного города, разрабатывается, например, в проекте «Московская электронная школа» (<https://www.mos.ru/city/projects/mesh/>). Как и другие информационные системы, эта система нацелена на поддержку традиционной организации образовательного процесса.

При использовании КПООП педагогам нужна по-иному устроенная цифровая образовательная среда, способная дифференцировать учебную работу каждого обучаемого на каждом цикле учебной работы. Такая ЦОС должна помочь:

- организовать систематическую совместную работу учащихся и педагогов;
- учащимся и педагогам получить 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 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 при разработке и рецензировании 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. Она помогает осуществлять смешанное обучение в автономных и смешанных группах, вести работу по модели «Перевернутый класс» и т.п.

ЦОС включает инструменты для оперативного планирования и отслеживания хода учебной работы каждого учащегося. Этими инструментами могут пользоваться учащиеся и их наставники, родители, администрация и другие педагоги. ЦОС также включает инстру-

менты для фиксации целей учебной работы, разработки нормативов образовательных достижений и связанных с ними инструментов оценки. Перечень этих 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 образовательного процесса. И эти инструменты должны быть достаточно гибкими, чтобы учитывать особенности каждого учебного заведения.

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

КПООП-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.

К базовым функциям и инструментам *PLP* относятся:

- обеспечение конфиденциальности и гибкой настройки прав доступа к данным каждому пользователю;
- создание и сопровождение индивидуальных профилей обучаемых, где собирается вся информация о них;
- инструменты для отбора (формирования), назначения (включения в личный учебный план) и предоставления доступа к учебным мероприятиям (занятиям), которые отвечают заявленным целям учебной работы и включают 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 инструментам также относятся средства, 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;
- предоставлять администрации образовательной организации информацию о ходе и результатах учебной работы;
- обмениваться сообщениями преподавателям и обучаемым;
- автоматически формировать журналы успеваемости обучаемых и отчеты для предоставления сведений в информационные системы за пределами образовательной организации.

Разработка подобных КПООП-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 эти платформы только начинают создавать.

Обновление регламентов работы образовательной организации

Переход к персонализированному обучению меняет многие традиционные регламенты работы образовательной организации — 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 подготовку и совершенствование методического обеспечения (описание и операцио-

нализация 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.) требуют пересмотра форм оплаты труда педагогов. Для этого необходимы изменения устоявшихся нормативов (в том числе, финансовых), способов учета рабочего времени и прочего, принятых сегодня в образовательных организациях. Чтобы подготовить и отработать соответствующие нормативные документы, а также проверить их эффективность в реальных условиях, нужна перестройка работы отобранный группы образовательных организаций — им должна быть предоставлена возможность проводить эту работу в режиме правового эксперимента.

Оценивание результатов учебной работы

Ещё одна ключевая составляющая образовательного процесса, которая требует обновления в ходе цифровой трансформации, — оценивание результатов учебной работы.

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 дисциплины, 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 КПОП обучаемые хорошо знают, что именно они осваивают, насколько далеко они продвинулись в своей учебной 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. Здесь 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 работающие 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, 2017]. Компьютерные тренажеры уже давно используются 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. 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. Такое положение дел 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 с такими сертификатами не-редко ценятся выше специалистов с дипломами о высшем образовании. Количество независимых сертификационных центров растет, и по мере развития цифровых технологий спектр представляемых этими центрами услуг быстро увеличится. 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.

Хорошо известно, что педагоги учат тому, о чём 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.

О новых составляющих организации образовательного процесса

Освоение и распространение КПООП, где работу учащихся и педагогов поддерживают «умные» цифровые инструменты, — одно из основных направлений цифровой трансформации образования. Разработка и распространение КПООП 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.

Сейчас дистанционные образовательные технологии уже позволяют воспроизводить в цифровой среде большинство методических решений, которые широко используются при классно-урочной организации учебной работы, как-то: изложение учебного материала (видеолекции), текущий контроль (тесты на понимание и усвоение материала), опрос обучаемых (выступления участников вебинара) и т.п.

При подготовке цифровых инструментов, необходимых для поддержки учебной работы участников образовательного процесса в новых условиях, возникает множество вопросов.

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 внимание обучаемого 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.** Сколько часто и как надо информировать обучаемого о ходе его работы? Как представлять эту информацию его педагогам, родителям и другим заинтересованным лицам?

Компетентностный подход

- **Текущее (формирующее) оценивание.** Сколько 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? Как организовать зачет?

Личная учебная траектория

- **Личные учебные планы.** Как гарантировать, что у каждого обучаемого есть план учебной работы, который учитывает его сильные и слабые стороны, мотивы и цели? Как в этом плане должны отражаться неизбежные отклонения от ожидаемого хода учебной работы и реакция на них?
- **Вариативная учебная работа.** Какие виды учебной работы (решение сложных задач, выполнение проектов и др.) нужно рекомендовать обучаемому для достижения его целей? Какие условия (обучение в малых группах, онлайн-обучение, индивидуальные занятия) нужны для успешной учебной работы?
- **Учебная самостоятельность.** Как дать обучаемому возможность разработать и реализовать собственную образовательную траекторию?

Гибкая учебная среда

- **Создание условий.** Как с имеющимися ресурсами организовать все необходимые обучаемому учебные мероприятия? Как сделать это достаточно гибко, чтобы учесть меняющиеся запросы обучаемого?

- *Педагоги и их роли.* Как убедить педагогов и других работников учебного заведения в необходимости поддержать новое видение организации образовательного процесса?
- *Использование учебных помещений.* Как организовать имеющиеся помещения, чтобы воплотить в жизнь новое видение образовательного процесса? Можно ли использовать пространство за стенами учебного заведения? Если да, то как?
- *Использование времени.* Как увеличить время, которое обучаемый может использовать для достижения своих целей? 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 меняющимся потребностям? Как упростить установление связей обучаемых между собой, с педагогами и другими экспертами?

Быстро развивающиеся КПООП-платформы уже сегодня помогают решать некоторые вопросы. Интеграция в эти платформы инструментов искусственного интеллекта, которые стали доступны совсем недавно, обещает уже в ближайшие годы значительно повысить эффективность работы педагогов.

В настоящее время актуальны проектирование и отработка интеллектуальных систем, способных взаимодействовать с учащимися на естественном языке, чтобы, в том числе:

- выполнять роль дежурных (24:7:365) ассистентов педагогов-наставников, которые работают с отдельными учащимися или с группами;
- непрерывно собирать и использовать данные о действиях учащихся в цифровой среде для автоматического построения их объективных профилей и определения особенностей учебной работы (использование критического мышления, проявление творческих способностей, умение работать в группе и 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.

Сегодня во многих учебных заведениях появились материальные условия для перехода к персонализированно-компетентностной организации образовательного процесса. Однако наличие цифровых технологий и умение пользоваться ими далеко не достаточны, чтобы цифровая трансформация образования пошла полным ходом. Требуется огромная по своему объему, достаточно сложная педагогическая работа, чтобы перевести учебное заведение в инновационный режим [Уваров, 2013]. Во многих зарубежных странах такой опыт уже накоплен, и КПООП достаточно успешно тиражируется [The Summit Learning..., 2017]. Сейчас эта задача стоит и перед российскими педагогами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По замыслу автора материалы данной книги должны были убедить читателей в том, что цифровая трансформация образования предполагает не только и не столько распространение цифровых технологий. Происходящие здесь изменения гораздо глубже, они касаются самих способов нашей жизни и работы. Российский философ В.С. Библер писал по этому поводу: «Современная научно-техническая революция... означает, что основная форма человеческой деятельности (даже в сфере непосредственного производства) должна протекать, как деятельность самоустранимая, 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].

Однако среди работников образования есть немало тех, кто полагает, будто цифровая трансформация — лишь очередная реформа (а их наша школа уже переживала неоднократно). Педагоги свыкались с мыслью о «вечных ценностях» образования, о том, что образование — самый стабильный общественный институт. Но стоит напомнить, что современная система образования появилась и менялась под влиянием общественных изменений, вызванных к жизни предыдущими промышленными революциями. Наивно думать, что начавшаяся цифровая революция не будет иметь таких же драматических последствий.

Руководителям сферы образования, политикам, всем педагогам придется понять и принять то, что было очевидно для В.С. Библера более четверти века назад. Цифровая трансформация — это качественное изменение образовательной работы. Без такого изменения

невозможно сформировать у КАЖДОГО члена общества способность плодотворно жить и трудиться в условиях меняющейся экономики, непрерывно продолжать свое образованию на протяжении всей жизни.

Волны информатизации образования, которые подпитываются быстро развивающимися технологиями, уже не первый раз накатывают-ся на систему образования. В большинстве учебных заведений уже стало привычным внедрения ЦТ в образовательный процесс на уровнях *Замещение* и *Улучшение*. Сегодня речь идет об их внедрении уже не только на уровне *Изменение* (например, использование МУКов), но и на уровне *Преобразование*. Ключевое преобразование школы связывается с переходом к компетентностно-ориентированной персонализированной организации образовательного процесса (КПООП). Здесь, как в фокусе, сходится решение вечных задач образования:

- обучение всех и каждого (в том числе, путем использования дистанционных образовательных технологий и цифровых инструментов);
- гарантированное качество образовательной подготовки для каждого (компетентностно-ориентированная персонализированная организация образовательного процесса с широким использованием ЦТ для автоматизации формирующего и итогового оценивания);
- естественная интеграция обучения и воспитания (акцент на формировании компетенций XXI века; появление персональных наставников, которые курируют формирование этих компетенций и личных учебных планов, поддерживающих рефлексивную учебную работу с использованием технологий *Personal Learning Portal — PLP*).

Есть все основания надеяться, что переход к КПООП позволит вести обучение в полном соответствии с дидактическими принципами, которые оставили нам в наследство основоположники педагогической науки. Этот переход принципиально расширяет пространство учебной работы. Личный учебный план естественно объединяет то, что делается в классе, с учебными занятиями за пределами класса (в том числе, за стенами школы: на экскурсии, дома с родителями, в организациях дополнительного образования, на ученических конференциях и олимпиадах, в летних лагерях и т.п.). Использование традиционных учебных материалов качественно обогащается с появлением цифровых образовательных ресурсов и применением дистанционных образовательных технологий. Методические разработки, кото-

Новая модель обучения. Компетентностно-ориентированная персонализированная организация образовательного процесса, которая широко использует, в том числе, смешанное обучение, цифровые инструменты, интерактивные образовательные материалы и среды.

Смешанное обучение. Обучение по утвержденной учебной программе, в рамках которой обучаемые:

- часть учебной работы выполняют с использованием дистанционных образовательных технологий (онлайн),
- могут (в разумных пределах) сами выбирать место, время, порядок и темп освоения материала,
- часть учебной работы обязательно выполняют в помещении образовательной организации.

Все учебные мероприятия программы согласованы друг с другом и направлены на достижение планируемых образовательных результатов.

Онлайн-обучение. Организация учебного процесса, при которой учебная работа ведется преимущественно с использованием интернета.

рые педагогическая наука накопила за прошлые десятилетия, и которые прежде всего ориентированы на изучение и оптимизацию учебной работы на традиционных учебных занятиях (лекции, семинары, лабораторные занятия, уроки и т.п.), с появлением новой модели обучения оказываются принципиально недостаточны. Одной из основных форм становится использование смешанного обучения. Переход к КПООП требует отказа от схоластической «бездетской» педагогической науки. Он невозможен без практико-ориентированных исследований в области методики и дидактики. Переход к КПООП заставляет заново переосмысливать и решать основные задачи дидактики: чему и как учить новое поколения. Цифровая трансформация неразрывно связана как с определением целей обучения и описанием образовательных результатов («чему учить»), так и с использованием новых инструментов учебной работы («как учить»).

Описание образовательных результатов

В цифровой экономике «перемена функций работника в труде» является нормой. Нынешним выпускникам образовательных органи-

заций предстоит осваивать профессии, которых раньше просто не было. Они должны быть способны к творчеству, критически мыслить, решать нестандартные задачи, уметь планировать свое будущее. Помимо прочных знаний в области естественных и гуманитарных дисциплин, выпускники должны овладевать способностями, которые часто называют компетенциями XXI века.

Обсуждение стандартов на разных уровнях образования показывает: заказчики образовательных результатов (представители бизнеса, родители, представители общественности, специалисты в различных областях), сами педагоги и обучаемые далеко не всегда понимают, что на деле означает овладение этими способностями, какие составляющие традиционного содержания образования остаются актуальными, а какие надо пересмотреть.

Современные стандарты и квалификационные требования часто сформулированы так, что обучаемые и преподаватели, а зачастую и выпускники образовательных организаций не могут ответить на вопрос, что именно они должны освоить, что они должны знать, уметь, быть способны делать, чтобы отвечать требованиям «пройденных» ими учебных программ.

Необходимо уже сейчас переосмыслить заявляемые цели обучения на разных ступенях образования. Они должны сформировать ясное для всех членов общества, обучаемых и преподавателей видение того, что обучаемые должны знать и быть в состоянии сделать по окончании той или иной образовательной организации, чтобы преуспеть на рабочем месте, в жизни, быть в состоянии продолжать свое образование. Ожидаемые результаты образования не должны оставаться сакральным знанием специалистов, которые входят в состав экзаменационных комиссий. Ясное, достаточно точное и полное определение ожидаемых образовательных достижений — важный шаг к тому, чтобы изменить или усовершенствовать нынешние руководящие установки, чтобы поставить вопросы о необходимости тех или иных изменений в работе или финансировании образовательных организаций.

Существующие описания образовательных результатов далеки от этого идеала, что хорошо видно в сфере и общего, и профессионального образования. Например, в текстах образовательных стандартов часто говорится о компетенциях, но очень редко они описаны настолько явно, чтобы их хорошо понимали все обучаемые и пе-

дагоги. Писатели, кинематографисты, журналисты, разработчики мультимедийной рекламы знают массу приёмов, позволяющих продемонстрировать, как люди проявляют свои способности и что эти способности из себя представляют. Но разработчики учебных программ и образовательных стандартов практически не используют современные ЦТ, чтобы показать, как на деле выглядят задачи, которые должен решать человек, и какие его действия должны свидетельствовать о том, что он овладел требуемыми компетенциями. Политики от образования, руководители сферы образования, разработчики стандартов и учебных программ редко обращаются к культуре определения образовательных результатов, которая уже сложилась в области педагогического дизайна.

Использование новых инструментов учебной работы

Энтузиасты внедрения цифровых технологий в образование уже много раз переживали пики ожиданий и разочарований. Ныне они снова полны оптимизма по нескольким причинам. Стали общедоступными дешевые микропроцессорные наборы, компоненты для любительского конструирования различных программируемых устройств, включая роботов, и т.п. (на что обращают мало внимания политики от образования). В современном учебном заведении формируется цифровая образовательная среда, где все мероприятия рассматриваются как составные части единого образовательного процесса, а образовательные результаты — как ожидаемые результаты этих мероприятий (учебных, учебно-производственных, производственных). Появление у каждого участника образовательного процесса личного цифрового устройства (ноутбука, планшета или смартфона) позволяет работать в цифровой образовательной среде через интернет. Каждое учебное заведение вынуждено становиться интегратором двух сред, где планируется и выполняется комплекс образовательных мероприятий: физической среды (учебные классы, лаборатории и т.п.) и виртуальной среды (гибридное облако). Цифровое облако (а не традиционная библиотека) становится основным хранилищем образовательной информации, а размещенные в интернете цифровые учебно-методические комплексы превращаются в средство для подготовки соответствующих образовательных мероприятий, их проведения и мониторинга.

В современных высокотехнологичных компаниях по всему миру уже широко внедрены основанные на применении облачных технологий системы индивидуального планирования рабочего времени, выдачи производственных заданий и контроля исполнения. Когда-то учебные заведения копировали организационные решения, которые действовали на передовых для своего времени мануфактурах. Сегодня такими образцами становятся высокотехнологичные предприятия, где цифровая трансформация идет уже достаточно давно. Использование этих решений в работе современных учебных заведений позволяет перейти от традиционных (жестко фиксированных) учебных планов к гибкому планированию образовательных мероприятий. Появляется возможность формировать индивидуализированные образовательные траектории учащихся в едином образовательном пространстве учебного заведения (личные учебные планы и индивидуальные расписания студентов, преподавателей, учебных/рабочих мест/помещений и т.п.) с учетом гибридных форм обучения (очные занятия, индивидуальная и групповая работа с учебными материалами, выполнение заданий через интернет и т.п.). Для этого в единой информационной среде фиксируются «представительства» элементов учебной среды (учебные материалы, мероприятия и их комплексы), обучаемых (личный сетевой кабинет студента) и преподавателей (личный сетевой кабинет преподавателя), учебных помещений и пр. Образовательные интернет-технологии становятся инструментом повышения управляемости и результативности учебной работы (включая образовательный ресурс социальных сетей). Интернет превращается в среду создания и развития информационной модели единого образовательного пространства, в средство планирования и рефлексивной оценки результативности собственной учебной работы учащихся и преподавателей. Все это способствует превращению учебных заведений в современные непрерывно обучающиеся структуры.

Создание единого цифрового образовательного пространства позволяет персонализировать обучение, на новом уровне организовать систематическую индивидуализированную работу преподавателей и учащихся. Использование ЦТ для планирования образовательной работы, ее осуществления, оценки образовательных достижений и хранения результатов дает возможность по-новому решать традиционно непростые образовательные задачи, которые связаны с обеспе-

чением доказательной результативности каждого из отдельных образовательных мероприятий и их комплексов. Появляется возможность на деле решить задачу достижения каждым выпускником и традиционных образовательных результатов, и новых образовательных результатов XXI века. Руководители образования получают универсальный инструмент для индивидуального мониторинга достижения этих результатов. Все это дает основания полагать, что цифровая трансформация образования уже идет и быстро набирает темп.

О действительных и мнимых ориентирах образовательных реформ

Анализируя ориентиры образовательных реформ, которые использовались в различных странах мира за последние десятилетия, М. Фуллан разделил их на две группы: действительные и мнимые [Fullan, 2011].

К действительным ориентирам реформ он отнёс те ориентиры, которые ведут к достижению трех базовых целей:

- решение задачи всеобуча (образование предоставляется всем без исключения гражданам, которые по своему возрасту или другим причинам нуждаются в его получении, вне зависимости от их вероисповедания, социального или имущественного статуса, состояния здоровья, а также родного языка);
- повышение уровня образовательной подготовки всех учащихся — и хорошо успевающих, и отстающих (изменения затрагивают все группы учащихся, что стимулирует включение в инновационный процесс всех участников образовательной работы, помогает избежать появления «застойных зон»);
- сокращение разрыва в уровне образовательной подготовки между хорошо и слабо подготовленными учащимися (выравнивание образовательной подготовки — не только важная социальная задача, но и отличный стимул для изменения организационных форм и методов учебной работы).

Действительные ориентиры реформ отвечают трем ключевым требованиям. Они:

- повышают мотивацию учащихся и педагогов к успешной учебной работе, ведут к распространению новых, высокоэффективных педагогических практик;

- способствуют кооперации и последовательному расширению масштабов совместной (коллективной) работы участников образовательного процесса (и учащихся, и педагогов);
- оказывают воздействие на все, без исключения, учебные заведения и всех работающих в них педагогов.

К *мнимым ориентирам реформ*, по мнению Фуллана, относятся те, которые не отвечают этим требованиям и не ведут к вышеперечисленным целям. Согласно Фуллану, инициаторы новых образовательных реформ в США недостаточно точно расставляют политические акценты, что обуславливает выбор для их проведения мнимых ориентиров.

Главный из мнимых ориентиров — усиление контроля. Он подразумевает регулярное проведение централизованного тестирования и использование его результатов для поощрения и/или наказания как образовательных учреждений, так и отдельных педагогов.

За последние десятилетия на национальном уровне значительные средства вкладывались в усиление надзора за подготовкой участников образовательного процесса, но без видимого результата. Этот эффект хорошо известен и за рубежом [Blueprint for reform..., 2010]. Фуллан считает: «Выбор оценивания работы школ на соответствие требованиям высоких образовательных стандартов в качестве ориентира реформ, упор на наказание нерадивых и поощрение передовиков — сомнительный путь к повышению качества работы школы» [Fullan, 2011].

В основе этого мнимого ориентира лежит предположение, что педагоги будут реагировать на результаты централизованного контроля (положительные и отрицательные подкрепления) и совершенствовать свою работу, обновлять педагогические практики, изменять организационные формы и методы работы. Авторы таких реформ молчаливо предполагают, что для положительных изменений достаточно обеспечить соответствующее внешнее давление. Но это предположение ложно. Акцент на совершенствовании оценивания, а не на улучшении образовательных практик приводит лишь к незначительным и недолговременным локальным повышениям соответствующих показателей. Политика «кнута и пряника» в образовании не дает желаемых результатов ни в работе с учащимися, ни в работе с педагогами.

Конечно, важность разработки высоких образовательных стандартов и современных методов оценивания результативности учеб-

ной работы очевидна. Их использование является необходимым условием, однако не может выступать в качестве главной движущей силы преобразований педагогической практики. Как подчеркивает Фуллан, результативные образовательные системы не строятся на недоверии и принуждении. В их основе лежат:

- ориентация на формирование внутренней мотивации к совершенствованию образовательного процесса у всех его участников,
- доступные всем учебным заведениям результативные педагогические практики,
- постоянное и целенаправленное профессиональное развитие совместно работающих педагогов, которые осваивают, внедряют и совершенствуют новые результативные методы и организационные формы учебной работы.

Действительный ориентир реформ — обновление методов и организационных форм учебной работы, совершенствование педагогической практики. Сегодня таким обновлением становится распространение КПООП. Ориентир на обновление педагогических практик противоположен ориентиру на усиление контроля. Современное учебное заведение — сложно устроенное информационное производство, где любые инновации трудоемки, а сущностные изменения невозможны без соответствующих изменений в организационной культуре в целом. Возможности отдельных педагогов совершенствовать образовательный процесс на своем уровне довольно ограничены. У них нет ресурсов для порождения и/или введения качественно новых высокорезультативных образовательных практик, которые затрагивают работу учебного заведения в целом. Для обновления методов и организационных форм учебной работы, совершенствования образовательного процесса нужны специально проводимые проекты по внедрению и освоению инновационных практик учебной работы, а не только понукания со стороны вышестоящих органов.

Акцент на усиление контроля неизбежно порождает у всех участников образовательного процесса (учащихся, педагогов, администраторов) противодействие, стремление фальсифицировать его результаты.

Порочность акцента на усиление контроля подтверждает и сравнительное исследование 20-ти образовательных систем, проведенное компанией Маккинси [McKinsey, 2007]. Здесь количественно оценивались два типа внешних интервенций (вмешательств) в рабо-

ту школ. Интервенции первого типа были связаны с проверкой их работы, а второго — с совершенствование педагогического процесса (с распространением новых образовательных практик, с развитием внутришкольной культуры и т.п.). В неуспешных образовательных системах (от очень слабых до посредственных) количество интервенций первого и второго типов фактически совпадало (50/50). В успешных образовательных системах (от сильных до очень сильных) на одну интервенцию первого типа приходилось три интервенции второго типа (22/78). Это показывает, что отличительной особенностью сильных образовательных систем является их ориентация на обновление образовательного процесса. «Ни одной образовательной системе в мире не удалось осуществить результативную образовательную реформу, используя «усиление контроля» в качестве ее главного ориентира» [Fullan, 2011].

Итак, внешнее давление неспособно привести к результативной образовательной реформе. Действительные ориентиры — это развитие педагогических практик, обновление методов и организационных форм учебной работы. Таким развитием и является КПООП, где надзор за образовательными достижениями учащихся выступает как одна из важных, но второстепенных задач, уступая первенство формированию у учащихся способности и мотива к учению.

ЛИТЕРАТУРА

Авдеева С.М. О подходах к оценке информационно-коммуникационной компетентности выпускников основной школы // Образовательная политика. 2012. № 4 (60). С. 102–111.

Асмолов А.Г., Семенов А.Л., Уваров А.Ю. Российская школа и новые информационные технологии: взгляд в следующее десятилетие. М.: НексПринт, 2010.

Балацкий Е. Смена научно-поисковой парадигмы: расследования vs исследования // «Капитал страны», 24.11.2008. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: http://kapital-rus.ru/articles/article/smena_nauchno_poiskovoj_paradigm_y_rassledovaniya_vs_issledovaniya/

Богомолова Л.И. Программы ГУСа как инновация 20-х годов XX века // Вестник Владимира государственного университета. Серия: Педагогические и психологические науки. 2013. № 15 (34). С. 37–48.

Водольян Г.М., Уваров А.Ю. От компьютерной грамотности и внедрения ИКТ к трансформации работы школы // Информатика. 2016. № 5/6. С. 34–43.

Давыдов В.В. Виды обобщения в обучении. М.: Педагогика, 1972.

Дальтон-план и новейшие течения русской педагогической мысли / Сборник статей Бедова А.Г., Горбунова Н.А., Жаворонкова Б.Н., Закожурниковой М., Игнатьева Б.В. / Б.В. Игнатьев (ред.). М.: Кооперативное изд-во «Мир», 1925.

Дедюлина М.А. Цифровое неравенство: философское осмысление // *Studia Humanitatis*. 2017. № 2. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/tsifrovoe-neravenstvo-filosofskoe-osmyслenie>

Евсюкова О. Что такое цифровой разрыв // TeachTech. 2016, март. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <http://teachtech.ru/teoriya-onlajn-obucheniya/chto-takoe-cifrovoj-razryv.html>

Ершов А.П. Программирование — вторая грамотность. Выступление на 3-й Всемирной конференции ИФИП и ЮНЕСКО по применению ЭВМ в обучении, 1981. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <https://www.litmir.me/bd/?b=314097>

Коротков А.В. Цифровое неравенство в процессах стратификации информационного общества // Информационное общество. 2003. Вып. 5.

Кузьминов Я.И. Как сделать школьников успешными // Ведомости. 21 ноября 2017. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2017/11/21/742459-shkolnikov-uspeshnimi>

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, 5.03.2018]. URL: http://fipi.ru/sites/default/files/document/1442163533/informatika_i_ikt.pdf

Минин С. Чужие ошибки: как избежать провала цифровой трансформации бизнеса. Forbs, 2018. [Электронный ресурс, 20.06.2018]. URL: <http://www.forbes.ru/tehnologii/363239-chuzhie-oshibki-kak-izbezhat-provala-cifrovoy-transformacii-biznesa>

Михайлова Н.А. Юсфин С.М. Педагогическая поддержка ребенка в сфере гражданского образования / Учебное пособие для студентов и преподавателей высших педагогических образовательных организаций. М.: МИРОС, 2001.

Московская электронная школа. Официальный сайт Мэра Москвы. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <https://www.mos.ru/city/projects/mesh/>

Педагогический энциклопедический словарь / Б.М. Бим-Бад (гл. ред.). М.: Большая российская энциклопедия, 2002.

Постановление ЦК ВКП (б) от 5.IX.1931 г. О начальной и средней школе // Педология. 1931. № 4 (16). С. 3–8. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <https://psyhistorik.livejournal.com/56331.html>

Постановление ЦК ВКП (б) от 25.VIII.1932 г. Об учебных программах и режиме в начальной и средней школе. Приложение № 6 к п. 19 пр. ПБ № 113. 1932. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <http://istmat.info/node/57330>

Применение ЭВМ в учебном процессе / А.И. Берг (ред.). М.: Советское радио, 1969.

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.

Соловейчик А.С. Моя задача сегодня — упрощать // Edutainme, 13.02.2016. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <http://www.edutainme.ru/post/solovey-chik-about-pedagogy-and-edtech/>

Тубельский А.Н. Правовое пространство школы: учебное пособие для студентов и преподавателей высших педагогических образовательных организаций. М.: МИРОС, 2001.

Уваров А.Ю. О развитии естественно-научного образования в западных странах. М.: ВЦ РАН, 2013.

Уваров А.Ю. Об описании компетенций XXI века // Образовательная политика. 2014. № 1 (63). С. 13–30.

Электронные учебники. Школа цифрового века. Первое сентября, 2018. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <https://xn--b1a3bf.xn--p1ai/%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%BD%D0%BA%D0%B8>

Alfieri L., Brooks P.J., Aldrich N.J., Tenenbaum H.R. Does discovery-based instruction enhance learning? // Journal of Educational Psychology. 2011. Vol. 103(1). P. 1–18. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <http://doi.org/10.1037/a0021017>

Bazerman C. Shaping written knowledge. Madison, WI: University of Wisconsin Press, 1988.

Belshaw D. The essential elements of digital literacies. 2011. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <http://www.frysklab.nl/wp-content/uploads/2016/10/The-Essential-Elements-of-Digital-Literacies-v1.0.pdf>

Berland L.K., Reiser B. Making sense of argumentation and explanation // Science Education. 2008. Vol. 93(1). P. 26–55.

Bialik M., Fadel C. Knowledge for the age of artificial intelligence: what should students learn? 2018. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: http://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/CCR_Knowledge_FINAL_January_2018.pdf

Blueprint for Reform. The Reauthorization of the Elementary and Secondary Education Act (ESEA). Washington, DC: U.S. Department of Education. March 13, 2010.

Building technology infrastructure for learning guide. Washington, DC: U.S. Department of Education, 2017. [Электронный ресурс, 28.02.2018]. URL: <https://tech.ed.gov/files/2017/07/2017-Infrastructure-Guide.pdf>

Bulba D. What is inquiry-based science? 27.01.2018. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <https://sseci.sci.edu/stemvisions-blog/what-inquiry-based-science>

Cakir M. Constructivist approaches to learning in science and their implications for science pedagogy: A literature review // International Journal of Environmental & Science Education. 2008. Vol. 3(4). P. 193–206. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <http://cepa.info/3848>

Collins H., Pinch T. The Golem: what everyone should know about science. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1993.

Dear B. The friendly orange glow: the untold story of the PLATO System and the dawn of cyberspace. Kindle Edition, 2017.

Devine J. Personalized learning together. Open education 2030 / Jrc-Ipts call for vision papers. Part II: School Education. 2014. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <http://blogs.ec.europa.eu/openeducation2030/files/2013/05/Devine-OE-SE-2030-fin.pdf>

Digital transformation: online guide to digital business transformation (n.d.). [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <https://www.i-scoop.eu/digital-transformation/>

Eiken O. The Kunskapskolan (“the knowledge school”): a personalized approach to education // CELE Exchange. 2011. No 1. P. 1–5. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <https://www.oecd.org/edu/innovation-education/centreforeffective-learningenvironmentscele/47211890.pdf>

Elliott S.W. Computers and the future of skill demand. P.: OECD Publishing, 2017. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <http://www.oecd.org/edu/computers-and-the-future-of-skill-demand-9789264284395-en.htm>

Engineering in K-12 Education. Understanding the status and progress. Committee on K-12 Engineering Education. Washington, DC: National Academies Press, 2009. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=12635

Fisher J., White J. Takeaways from the 2017 blended and personalized learning conference. 2017. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <https://www.christenseninstitute.org/publications/maverick-to-mainstream/>

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.). Fifth Edition. AERA, 2016. Ch. 21.

- Focus on inquiry (n.d.). Galileo Educational Network. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <https://inquiry.galileo.org/>
- Ford M. Disciplinary authority and accountability in scientific practice and learning // *Science Education*. 2008. Vol. 92(3). P. 404–423.
- Friesen S., Scott D. Inquiry-based learning literature review. 2013. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <https://inspiring.education.alberta.ca/wp-content/uploads/2014/04/Inquiry-Based-Learning-A-Review-of-the-Research-Literature.pdf>
- Fundamental change. Innovation in America's schools under race to the top. Washington, DC: U.S. Department of Education, 2015. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <https://www2.ed.gov/programs/racetothetop/rttfinal-rptfull.pdf>
- Gardner H. *Five minds for the future*. Boston, Mass.: Harvard Business School Publishing, 2006.
- Gates Foundation (n.d.) Personalized learning: What is it? / Policy brief. P. 1. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <http://k12education.gatesfoundation.org/student-success/personalized-learning>
- Giere R., Bickle J., Maudlin R.F. *Understanding scientific reasoning*. Belmont, CA: Thomson Wadsworth, 2006.
- Hillis W.D. Aristotle (The Knowledge Web) Edge. 2004. [Электронный ресурс, 28.02.2018]. URL: <https://www.edge.org/conversation/aristotle-theknowledge-web>
- How people learn. Bridging research and practice / M.S. Donovan et al. (eds.). Washington, DC: National Academy Press, 1999.
- Implement Summit Learning. 2016. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <http://info.summitlearning.org/program/program-requirements/>
- Johnson L., Adams S. Challenge based learning: the report from the implementation project. Austin, TX: New Media Consortium, 2011. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <http://eric.ed.gov/?id=ED532404>
- Kerr S. 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.
- 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, 5.03.2018]. URL: <http://www.hiceducation.org/EDU2012.pdf>
- Latour B. *Pandora's hope: essays on the reality of science studies*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1999.
- Latour B. Visualization and cognition: Drawing things together // *Representation in Scientific Activity* / M. Lynch, S. Woolgar (eds.). Cambridge, Mass.: MIT Press, 1990. P. 19–68.
- Latour B., Woolgar S. *Laboratory life: the construction of scientific facts*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1986.
- Lehrer R., Schauble L. Cultivating model-based reasoning in science education // *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* / R.K. Sawyer (ed.). Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2006. P. 371–187.

- Longino H.E. *The fate of knowledge*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2002.
- MacDougal W. *Industry 4.0 smart manufacturing for the future*. GTAI, 2014. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: https://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf
- Mayer R. Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction // *American Psychologist*. 2004. Vol. 59(1). P. 14–19.
- Minner D., Levy A., Century J. Inquiry-based science instruction — What is it and does it matter? Results from a research synthesis // *Journal of Research in Science Teaching*. 2010. Vol. 47. P. 474–496.
- Negroponte N. *Being digital*. N.Y.: Vintage Books, 1995.
- Nercessian N. Model-based reasoning in scientific practice // *Teaching scientific inquiry: recommendations for research and implementation* / R.A. Duschl, R.E. Grandy (eds.). Rotterdam, Netherlands: Sense, 2008. P. 57–79.
- New vision for education. *Unlocking the potential of technology* / World Economic Forum. 2015. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <http://widgets.weforum.org/nve-2015/>
- Nilsson B. The state of personalized learning in the real world of education: survey results and infographic. February, 2016. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <https://content.extremenetworks.com/extreme-networks-blog/the-state-of-personalized-learning-in-the-real-world-of-education-survey-results-and-infographic>
- NRC, 2000. *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press, 2000.
- NRC, 2012. *K-12 National research council. A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press, 2012. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13165#
- OECD, 2015. *Students, computers and learning: making the connection*. PISA. P.: OECD Publishing, 2015. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <http://www.oecd.org/publications/students-computers-and-learning-9789264239555-en.htm>
- OECD, 2017. *Collaborative problem solving*. PISA 2015 Results. Vol. V. 2017. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <http://www.oecd.org/edu/pisa-2015-results-volume-v-9789264285521-en.htm>
- Orr D., Rimini M., Damme van D. Open educational resources: A catalyst for innovation // *Educational research and innovation*. 2015. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264247543-en>
- Osburg T. *Industry 4.0 needs education 4.0*. 2016. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: www.linkedin.com/pulse/industry-40-needs-education-thomas-osburg-+cd=1&hl=ru&ct=clnk&gl=en
- Pickering A. *The mangle of practice: time, agency, and science*. Chicago, Ill.: University of Chicago Press, 1995.
- Puentedura R. Resources to support the substitution augmentation modification redefinition (SAMR) model. 2006. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <http://www.schrockguide.net/samr.html>

- Rogers E. Diffusion of innovations. N.Y.: Simon & Schuster, 2010.
- Shear L., Gallagher G., Patel D. Evolving educational ecosystems: Executive summary of Phase I ITL research results. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2011. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <http://download.microsoft.com/download/c/4/5/c45eb9d7-7685-4afd-85b3-dc66f79277ab/itlresearh2011findings.pdf>
- Summit Learning: project-based learning. Jan. 30, 2017 [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: https://www.youtube.com/watch?v=N_vGSp6oHrw
- Suppes P. The uses of computers in education // Scientific American. Sept. 1966. Vol. 215. No 3. P. 206–220.
- Taking stock of personalized learning. Progress report: Race to the top & personalized ed. // Education Week. Oct. 22, 2014. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: https://www.edweek.org/media/plt_rtt.pdf
- The science behind summit public schools' mode // Education Week. Jan. 2, 2018. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: http://blogs.edweek.org/edweek/learning_deeplly/2017/08/the_science_behind_summit_public_schools_model.html?override=web
- The Science of Summit. July 2017. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: https://cdn.summitlearning.org/assets/marketing/The-Science-of-Summit-by-Summit-Public-Schools_08072017.pdf
- 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.
- 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.
- Walker D. 13 top BBC Micro Bit projects. IT Pro. 2017. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <http://www.itpro.co.uk/desktop-hardware/26289/13-top-bbc-micro-bit-projects>
- Warschauer M. The digital divide and social inclusion // Americas Quarterly. 2012. Vol. 6 (2). P. 131.
- Westerman G., Bonnet D., McAfee A. The nine elements of digital transformation // MIT Sloan Management Review. Opinion & Analysis. January 07, 2014 [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: https://sloanreview.mit.edu/article/the-nine-elements-of-digital-transformation/?social_token=d65abc6db70ba459408562ab b8de32bc&utm_source=facebook&utm_medium=social&utm_campaign=sm-direct
- What is inquiry? (n.d.) [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: <http://galileo.org/teachers/designing-learning/articles/what-is-inquiry/>
- Winthrop R., McGivney E. Skills for a changing world: advancing quality learning for vibrant societies. Center for Universal Education at Brookings, 2016. [Электронный ресурс, 5.03.2018]. URL: https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/05/Brookings_Skills-for-a-Changing-World_Advancing-Quality-Learning-for-Vibrant-Societies-3.pdf

Уваров Александр Юрьевич

НА ПУТИ К ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ШКОЛЫ

Подписано в печать 15.09.2018. Формат 60×90¹/16.

Бумага офсетная. Гарнитура Times.

Усл. печ. л. 7,5

Тираж 1000 экз. Заказ № 556.

Издательство «Образование и Информатика»
г. Москва

Отпечатано в типографии ООО «Принт сервис групп»,
105187, г. Москва, Борисовская ул., д. 14, стр. 6,
тел./факс: (499) 785-05-18, e-mail: 3565264@mail.ru

