

DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-7-5-28

ШКОЛЫ В РАЗВИВАЮЩЕЙСЯ ЦИФРОВОЙ СРЕДЕ: ЦИФРОВОЕ ОБНОВЛЕНИЕ И ЕГО ЗРЕЛОСТЬ

А. Ю. Уваров^{1,2} ✉, В. В. Вихрев¹, Г. М. Водопьян³, И. В. Дворецкая², Э. Кочак², И. Левин⁴

¹ Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва, Россия

² Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия

³ Средняя общеобразовательная школа № 550 «Школа информационных технологий»
Центрального района города Санкт-Петербурга, Россия

⁴ Педагогический колледж Тель-Авивского университета, г. Тель-Авив, Израиль

✉ auvarov@hse.ru

Аннотация

Развивающиеся цифровые технологии волна за волной проникают в школу. Процесс происходящих в ней изменений рассматривается как цифровое обновление школы в развивающейся цифровой среде (Schools' Digital Renewal Process — SDRP). Цифровое обновление носит системный (многоаспектный) характер. Оно включает изменения в образовательной среде (физической, цифровой), и в образовательном процессе, и в организации работы школы. Цифровое обновление распространяется неравномерно, отдельные школы находятся на разных ступенях этого процесса. Разовое наблюдение за ходом цифрового обновления позволяет зафиксировать его текущее состояние (статика). Последовательность наблюдений позволяет увидеть изменения в состоянии школ в ходе их цифрового обновления (кинематика). Связь наблюдаемых изменений с теми или иными воздействиями на общеобразовательную систему позволяет обсуждать развитие цифрового обновления под влиянием внешних воздействий (динамика). Этапы проникновения цифровых технологий в школу — компьютеризация, ранняя и поздняя информатизация, цифровая трансформация (переход к «умной школе») — могут рассматриваться как ступени зрелости цифрового обновления общего образования. В статье обсуждается концептуальная рамка, которую можно использовать для описания цифрового обновления школы и оценки его зрелости.

Ключевые слова: компьютеризация образования, информатизация образования, цифровая трансформация, умная школа, smart школа, смарт школа, персонализированно-результативное образование, модели информатизации образования, цифровое обновление школы.

Для цитирования:

Уваров А. Ю., Вихрев В. В., Водопьян Г. М., Дворецкая И. В., Кочак Э., Левин И. Школы в развивающейся цифровой среде: цифровое обновление и его зрелость. *Информатика и образование*. 2021;36(7):5–28. DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-7-5-28

SCHOOLS IN AN EVOLVING DIGITAL ENVIRONMENT: DIGITAL RENEWAL AND ITS MATURITY

A. Yu. Uvarov^{1,2} ✉, V. V. Vikhrev¹, G. M. Vodopian³, I. V. Dvoretzskaya², E. Cocac², I. Levin⁴

¹ The Federal Research Centre “Computer Science and Control” of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

² National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia

³ School 550, Saint Petersburg, Russia

⁴ School of Education, Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel

✉ auvarov@hse.ru

Abstract

Evolving digital technologies are infiltrating schools wave after wave. The changes taking place are viewed as the schools' digital renewal process (SDRP). The SDRP is complex (multidimensional). It includes changes in the educational environment (physical and virtual), the educational process, and the way the school operates. The SDRP goes uneven, with individual schools at different stages. One-time observation of the SDRP allows you to fix its current state (statics). The longitudinal observations allows you to see changes in the schools' digital renewal (kinematics). The connection of the observed changes with the impact on the general education system makes it possible to discuss the development of digital renewal under the influence of individual control actions (dynamics). The stages of penetration of digital technologies into the work of the school: computerization, early and mature informatization, digital transformation (transition to the “Smart School”) can be considered as the stages of maturity of the SDRP. The article discusses

a framework for describing the processes of digital renewal of schools in an evolving digital environment and an assessment of the SDRP's maturity.

Keywords: ICT in education, digital transformation, smart education, personalized-mastery-based learning, digital renewal of the school.

For citation:

Uvarov A. Yu., Vikhrev V. V., Vodopian G. M., Dvoretckaya I. V., Coceac E., Levin I. Schools in an evolving digital environment: Digital renewal and its maturity. *Informatics and Education*. 2021;36(7):5–28. DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-7-5-28 (In Russian.)

1. Введение

Статистика запросов в поисковой системе Яндекс показывает, что интерес к вопросам цифровой трансформации образования (ЦТО) и обусловленным ею переменам непрерывно растет (рис. 1)*.

* Последний всплеск по времени совпадает с опубликованием Перечня поручений Президента России по итогам совещания с членами Правительства, в котором содержится указание назначить ответственных за цифровую трансформацию в регионах: <http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/64198>

Исследователи** рассматривают цифровую трансформацию как системное преобразование работы школы.

В ходе ЦТО изменяются:

- характер взаимодействия школы с местным сообществом (с родителями, представителями бизнеса, чиновниками, политиками);
- цели и содержание обучения и воспитания;
- инструменты, методы и организационные формы учебно-воспитательной работы.

** См., например: HYPERLINK (<https://rffi.1sept.ru/%20>).

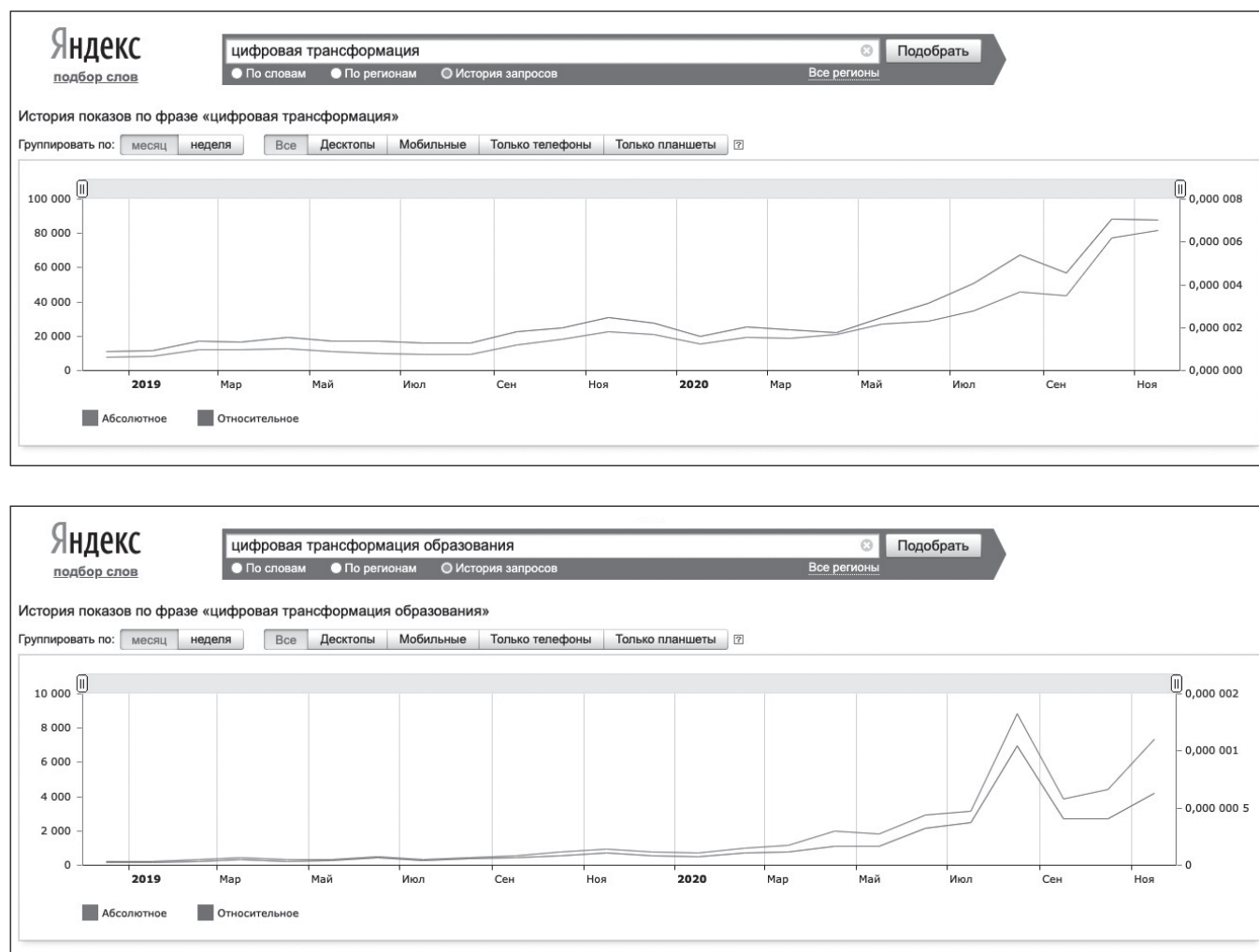


Рис. 1. Частота поисковых запросов в Яндекс с фразами «цифровая трансформация» и «цифровая трансформация образования»

Fig. 1. The number of search queries “digital transformation” and “digital transformation of education” in the Yandex (rus)

Обеспечивается непрерывное профессиональное развитие педагогов, и создается цифровая образовательная среда, что позволяет осуществлять необходимые преобразования.

Цифровая трансформация образования (ЦТО) — очередной этап цифрового обновления, направленный на системное обновление:

- характера взаимодействия школы с местным сообществом (с родителями, представителями бизнеса, чиновниками, политиками);
- целей и содержания обучения;
- инструментов, методов и организационных форм образовательной работы.

Оно происходит в развивающейся цифровой среде и становится возможным благодаря использованию цифровых учебно-методических материалов, цифровых инструментов и сервисов.

Назначение ЦТО — переход к персонализированно-результативной системе обучения для всестороннего развития *каждого* обучаемого, формирования у него личностных, метапредметных и предметных компетенций, необходимых ему в условиях цифровой экономики [1].

Цифровое обновление образования — начавшийся три десятилетия назад нарастающий процесс изменений в организации и методах осуществления образовательного процесса, во всех сторонах работы школы в развивающейся цифровой среде.

За время своего существования общеобразовательная школа пережила немало перемен. Последние десятилетия они во многом связаны с изменениями, которые инициированы распространением общедоступных цифровых технологий*. Переход от аналоговой («бумажной», «электронной») к цифровой форме представления, обработки и передачи всех видов информации, появление и развитие глобальной цифровой среды стимулируют изменения в экономике и культуре, общественной жизни и образовании [2]. Отечественная школа за последние десятилетия пережила три волны изменений, которые называли «компьютеризацией образования», «ранней информатизацией образования» и «поздней информатизацией образования». Сегодня на школу накатывает новая (четвертая по счету) волна, которую называют «цифровой трансформацией образования». Эти волны можно рассматривать как отдельные ступени (этапы) стартовавшего почти сорок лет назад и продолжающегося сегодня процесса цифрового обновления образования в развивающейся цифровой среде [3].

* Подробнее об истории и этапах внедрения ИКТ в общем образовании см. [17, 30].

Начавшаяся в нашей стране цифровая трансформация образования — очередной этап процесса его цифрового обновления. ЦТО связывают с переходом от традиционного к «умному образованию» (Smart Education), с построением «умной школы» (Smart School) [4]. Это новая волна цифрового обновления школ, которая затрагивает школы по всему миру [5]. ЦТО представляет собой синхронизированное изменение образовательной среды (физической и цифровой), используемых педагогических практик (учебно-методических материалов, методов и форм учебной работы), а также организации работы школы. Все эти изменения опираются на использование цифровых технологий (ЦТ). Главная цель ЦТО — личностное развитие, формирование познавательной самостоятельности, овладение метапредметными компетенциями, полноценное освоение всего предметного материала каждым обучаемым [6].

Среди исследователей и педагогов-практиков еще только складывается консенсус относительно особенностей ЦТО и показателей, которые описывают этот процесс.

Одна из причин тому — отсутствие сложившегося языка для обсуждения происходящих изменений — как в научных дискуссиях, так и в повседневном общении [7]. Цифровое обновление школы и его ступень — ЦТО — нередко обсуждают как обеспечение системы образования цифровыми технологиями, как внедрение (в том числе вынужденное) онлайн-обучения**. Это искажает содержание дискуссий о современных ориентирах развития школы***.

Другая причина — отсутствие общепризнанных инструментов для описания процессов цифрового обновления и для их наблюдения.

На ранней ступени цифрового обновления (компьютеризация образования) инновационные процессы ограничивались минимальными изменениями организационной структуры, производственных процедур и концентрировались в основном на повышении квалификации персонала (рис. 2).

На следующих ступенях цифрового обновления (ранняя и поздняя информатизация образования, его цифровая трансформация) педагогам приходится браться за обновление стратегии и культуры работы школ, без чего невозможно превратить их в обучающиеся организации [8] и перейти к персонализированно-результативной организации образовательного процесса. Качественное возрастание сложности происходящих процессов требует новых способов их объективной фиксации и управления ими. Однако ландшафт исследования по изучению зрелости цифрового обновления образования в развивающейся цифровой среде довольно гетерогенен.

** Минпросвещения заявило о проведении глобального эксперимента по цифровизации образования: https://obrmos.ru/go/go_school/news/go_school_news_zifr_exp.html?cmtx_page=2&cmtx_sort=3

*** Семь шагов за правду в образовании: <https://zapravdu.org/7-shagov-za-pravdu-v-obrazovanii/>

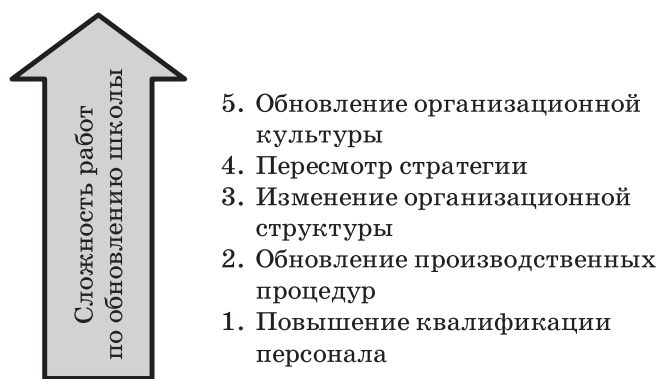


Рис. 2. Возрастание сложности воздействий по обновлению школы в зависимости от их глубины (К. М. Ушаков, 2020)

Fig. 2. The increasing complexity of impacts on school renovation depending on their depth (K. M. Ushakov, 2020)

Как отмечают международные эксперты*, замечен дефицит работ по изучению процессов цифрового обновления и цифровой трансформации школы. Эта ситуация схожа с изучением процессов цифровой трансформации в других сферах, где такие исследования ведутся. Но и там практика цифровой трансформации заметно опережает исследования [9]. Профессиональные знания в области цифровой трансформации бизнеса отражены, прежде всего, в руководствах BaBOK (Business analysis Body of Knowledge)**, а также в своде знаний для специалистов по разработке, внедрению и обслуживанию информационных систем [10]. В них описываются процедуры преобразования продуктов и услуг, обновления бизнес-процессов и бизнес-моделей, которые имеют место в цифровой среде. Однако эти руководства не учитывают особенности преобразования работы школы и учебно-воспитательного процесса. Использовать предлагаемые в них рекомендации для решения задач цифрового обновления школ затруднительно, а специализированные исследования по применению ЦТ в школе для изменения системы учебной работы находятся в зачаточном состоянии [11].

Таким образом, в сфере бизнеса, обслуживания и государственного управления сложилось представление о цифровой трансформации как о кардинальном повышении конкурентоспособности организации/института путем организационного, технологического и социального обновления; разрабатываются индикаторы для оценки зрелости процессов обновления, ведутся соответствующие наблюдения [12]. В сфере же образования наблюдается дефицит подобных разработок.

Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ) поддержал серию проектов по проблемам ЦТО, которые должны восполнить этот дефицит***. Данная статья подготовлена в рамках исследования по проекту «Разработка многоаспект-

ной модели процессов цифровой трансформации в общем образовании»****.

Цель проводимого исследования — разработка модели для описания изменений, через которые проходят школы в ходе цифрового обновления.

Модель должна помочь:

- фиксировать текущие состояния школ (образовательных организаций) в процессе цифрового обновления (статика);
- наблюдать, как меняются эти состояния в процессе цифрового обновления школы (кинематика),
- связывать происходящие изменения с теми или иными воздействиями (проекты, указания, рекомендации и т. п.) органов управления образованием разных уровней (динамика).

Учитывая, что сегодня перед общеобразовательной системой стоит задача цифровой трансформации образования, что целью цифрового обновления выступает «умная школа», или «смарт школа» (smart school), такую модель будем называть **многоаспектной моделью цифровой трансформации образования**. Естественно, что рано или поздно во всех сферах практической деятельности встает вопрос о построении предиктивных имитационных моделей [13]. Качественное имитационное моделирование может выступать в этом случае как мощный и продуктивный подход [14, 15], позволяющий использовать аппарат качественных рассуждений [16]. Модель ЦТО может стать шагом в решении подобной задачи и для сферы образования.

Цель данной работы — предложить концептуальную рамку, которая позволит описать процессы цифрового обновления школ и будет использоваться для построения многоаспектной модели ЦТО.

Цифровое обновление школы продолжается уже несколько десятилетий. В педагогическом сообществе сложилось представление об этапах, через которые проходит этот процесс, есть немало работ, где обсуждается его зрелость. В разделе 3 данной статьи приведено краткое описание этих работ и рассмотрены этапы, через которые проходит цифровое обновление школ в России. Предложено рассматривать их как этапы зрелости цифрового обновления, через которые проходят образовательные организации на пути к «умной школе» [4], складывающейся в ходе цифровой трансформации образования.

2. Процесс цифрового обновления школы

Процесс цифрового обновления в каждой школе в развивающейся цифровой среде идет в своем темпе. В результате в каждый момент состояние (расположение) отдельной школы в пространстве возможных состояний цифрового обновления (рис. 3) может различаться, а сами школы могут находиться на разных ступенях зрелости процесса цифрового обновления.

* См. аннотированную библиографию [7].

** См.: <https://www.iiba.org/career-resources/a-business-analysis-professionals-foundation-for-success/babok/>

*** См.: <https://rffi.1sept.ru/>

**** Научный проект РФФИ № 19-29-14167: <https://rffi.1sept.ru/project/19-29-14167>

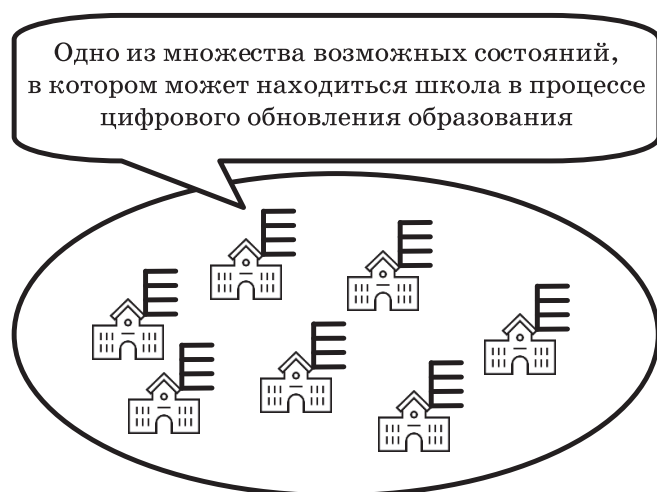


Рис. 3. Пространство состояний школ в процессе цифрового обновления образования [17]

Fig. 3. The space of the states of schools in the process of digital renewal of education [17]

Цифровое обновление разворачивается на множестве всех школ под непосредственным влиянием двух базовых процессов (I и II), идущих за пределами школ, и третьего базового процесса (III), идущего в самих школах (рис. 4).

Сначала рассмотрим первые два базовых процесса:

I. Появление (разработка) и распространение новых цифровых технологий (технических устройств,

программных средств, сервисов и т. п.) и происходящие в связи с этим изменения в экономике, культуре и социальной сфере.

II. Появление (разработка) и распространение нормативов, организационно-педагогических и методических решений, цифровых материалов, инструментов и сервисов для цифрового обновления школы.

Процесс I в краткосрочной перспективе не связан напрямую с работой общеобразовательной школы, а является составной частью процесса обновления технологической и социальной среды в ходе продолжающейся цифровой революции. Он определяет состояние рынка ЦТ, доступность для школы тех или иных ЦТ. Этот процесс задает ограничения на темпы и характер оснащения образовательного процесса цифровыми технологиями, их доступность, возможность освоения и использования в школах для решения стоящих перед ними задач (связь А). Процесс I глобален и образован композицией множества различных процессов, которые изучают ученые и инженеры, экономисты и философы. Подспудно он вызывает культурные изменения в обществе, влияющие как на акторов образовательной системы, так и на социальный заказ к системе образования со стороны социума.

Процесс II объединяет процессы развития педагогических исследований и разработок, рынка цифровых учебно-методических материалов, инструментов и сервисов для поддержки цифрового обновления школы, а также организационной, финансовой



Рис. 4. Базовые процессы, влияющие на цифровое обновление школ

Fig. 4. Basic processes influencing the digital renewal of schools

и юридической поддержки происходящих перемен на федеральном, региональном и местном уровнях.

Складывающиеся в ходе цифрового обновления школы оба этих процесса позволяют общеобразовательной системе:

- откликаться на изменяющиеся ожидания и запросы общества по обновлению целей обучения и воспитания;
- осваивать новые организационно-методические и технологические средства (инструменты) для совершенствования учебно-воспитательного процесса, организации работы (функционирования) школы, для решения традиционных и новых задач, стоящих перед общим образованием.

Процесс I непосредственно влияет на процесс II через связь В. Процесс II можно интерпретировать как подготовку организационно-педагогических и методических решений, позволяющих школам обновлять практику работы. Этот процесс так или иначе контролируется органами управления образованием, которые задают направление цифрового обновления школы (связь С).

Оба процесса I и II обеспечивают обновление:

- целей и содержания общего образования;
- устойчивых педагогических практик, организационно-педагогического и методического обеспечения образовательного процесса;
- организации работы (функционирования) школы.

Примерами обновления *целей и содержания образования* могут служить задача обеспечения компьютерной грамотности, поставленная перед системой образования три с лишним десятилетия назад, и задача формирования информационно-коммуникационной компетентности школьников, поставленная сегодня. Примерами обновления *практик организации учебной работы* могут служить широко распространенные сегодня электронные дневники и приходящие им на смену порталы для персонализации работы школьников. Примерами обновления *методического обеспечения* могут служить появившаяся почти полвека назад цифровая среда LOGO [18] и современная платформа адаптивного обучения McGraw Hill ALEKS*. Примерами обновления *организации работы (функционирования) школы* могут служить переход к корпоративным стандартам внутрифирменного профессионального развития педагогов, выход образовательного процесса за стены классных комнат, использование смешанного обучения [19].

Для построения многоаспектной модели ЦТО центральным является **третий базовый процесс** — цифровое обновление школ в развивающейся цифровой среде.

Базовый процесс III формируют, в свою очередь, три взаимосвязанных процесса, которые задают концептуальную рамку:

- (1) развитие цифровой образовательной среды (главный ресурс для реализации ниженазванных двух процессов);
- (2) обновление образовательного процесса (основного производственного процесса каждой школы);
- (3) обновление функционирования школы, которая непосредственно осуществляет образовательный процесс и реализует его обновление.

Рассмотрим каждый из этих процессов.

Процесс III.(1). Развитие цифровой образовательной среды

Образовательная среда включает в себя как материальные, так и нематериальные составляющие. Это здания и планировка школы, учебные классы и их оборудование, учебники и учебно-методические материалы, наглядные пособия и лабораторное оборудование, люди (одноклассники, учителя, администрация школы и другие значимые персоны), цифровые инструменты, материалы и сервисы, программное обеспечение, социально-культурная среда, в которой живут и учатся учащиеся [20].

Во времена «Великой дидактики» Яна Амоса Коменского контролируемая педагогами образовательная среда школы ограничивалась учебным помещением, учебными книгами (пособиями), одноклассниками и учителем, который проводит занятия. С тех пор образовательная среда постоянно обогащалась и расширялась. В последние десятилетия, по мере развития цифровых технологий, все больше ее составляющих становятся цифровыми**. Общедоступная развивающаяся цифровая образовательная среда является материальной основой для цифрового обновления образования. Для решения задач цифровой трансформации всем участникам образовательного процесса нужен доступ к современным цифровым инструментам обработки и хранения информации, к цифровым учебно-методическим материалам и сервисам. Учащимся, педагогам, работникам администрации также нужна отлаженная система непрерывного совершенствования цифровых навыков.

Процесс развития цифровой образовательной среды (1) можно разделить на три взаимосвязанных подпроцесса (рис. 5).

- (1.1) развитие безопасной цифровой onsite-среды (личное и коллективное оборудование);
- (1.2) развитие безопасного доступа к цифровой виртуальной среде;
- (1.3) развитие ИТ-поддержки всех категорий пользователей.

** По словам министра просвещения РФ С. С. Кравцова, «цифровая образовательная среда — это, прежде всего, проверенный электронный контент для повышения качества традиционного образования» (01.12.2020): <https://edu.gov.ru/press/3196/sergey-kravcov-cifrovaya-obrazovatel'naya-sreda-eto-prezhde-vsego-proverennyy-elektronnyy-kontent-dlya-povysheniya-kachestva-tradicionnogo-obrazovaniya>

* См.: <https://www.aleks.com/>

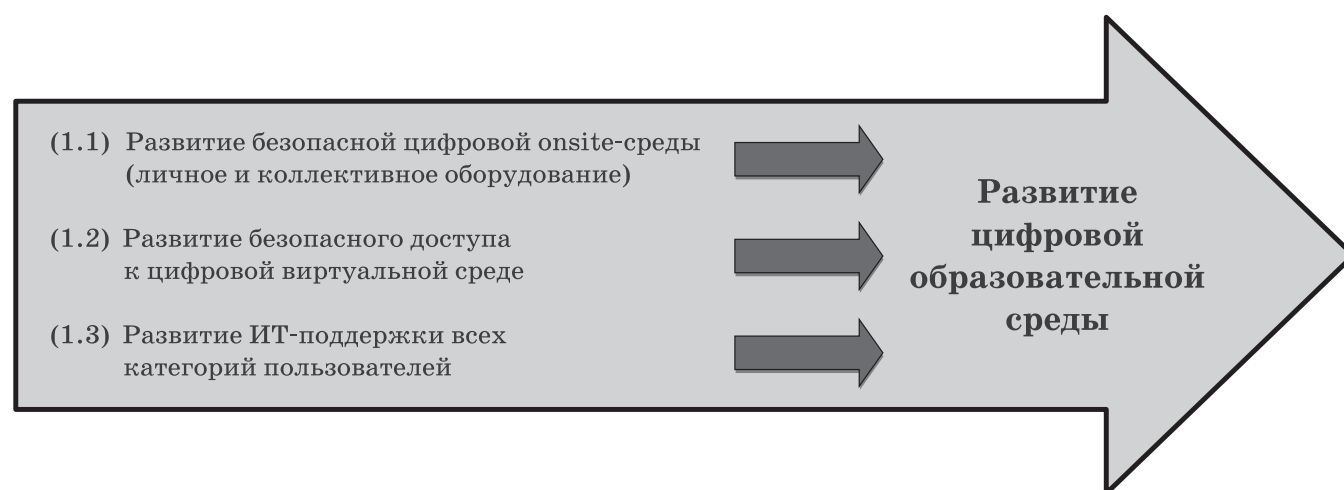


Рис. 5. Составляющие процесса развития цифровой образовательной среды
Fig. 5. Components of the process of developing the digital educational environment

Подпроцесс (1.1) — «Развитие безопасной цифровой onsite-среды (личное и коллективное оборудование)» — включает обеспечение школы и каждого участника образовательного процесса (учащихся, педагогов, администрации, родителей, членов местного сообщества) индивидуальным цифровым устройством (устройствами) надлежащего качества.

Оценка развития данного подпроцесса осуществляется по четырем группам показателей:

- **обеспеченность школы цифровыми устройствами и технологиями** для проведения необходимых образовательных мероприятий, включая: демонстрации, лабораторные работы, экскурсии (реальные и виртуальные), выполнение учебных проектов, организацию театральных постановок (в том числе в виртуальной среде), спортивных занятий, кружковой работы, поддержку ученических инициатив, проведение индивидуальных и групповых учебных занятий и т. п.;
- **обеспеченность всех участников образовательного процесса индивидуальными цифровыми устройствами** требуемого типа и качества для повседневной работы и доступа к виртуальной цифровой среде (интернету) в школе и дома;
- **качество и состав доступных устройств личного и коллективного использования** (лабораторное, студийное и производственное цифровое оборудование, смартфоны/планшеты/ноутбуки, стационарные комплексы, блоки VR, серверы и т. п.), а также политика их выбора (централизованная поставка, аренда, использование собственных устройств — BYOD, собственных технологий — BYOT и др.);
- **нормы** (требования, в том числе санитарные) использования цифровых устройств, материалов, инструментов и сервисов.

Подпроцесс (1.2) — «Развитие безопасного доступа к цифровой виртуальной среде» — включает обеспечение каждого участника образовательного

процесса (учащихся, педагогов, сотрудников администрации, родителей, членов местного сообщества) постоянным («24 часа в день, 7 дней в неделю, 365 дней в году — 24/7/365»), надежным и безопасным доступом к цифровой виртуальной среде.

Оценка развития данного подпроцесса осуществляется по двум группам показателей:

- **обеспеченность и уровень (надежность, бесперебойность, безопасность) доступа** всех категорий участников образовательного процесса к современной цифровой инфраструктуре (виртуальной цифровой среде или киберпространству) для повседневной работы в школе и дома;
- **качество и состав цифровой инфраструктуры** (ЦОД, облачные и гибридные решения, сервис-провайдеры), а также политика их выбора.

Подпроцесс (1.3) — «Развитие ИТ-поддержки всех категорий пользователей» — связан с развитием ИТ-поддержки пользователей (участников образовательного процесса).

Оценка развития данного подпроцесса осуществляется по трем группам показателей:

- **время, необходимое для устранения** технологических затруднений различного типа;
- **уровень автоматизации и непрерывность оказания поддержки** (от поддержки, отсроченной по времени, до оперативной поддержки 24/365);
- **удовлетворенность пользователей** качеством и доступностью предоставляемого сервиса.

Процесс III.(2). Обновление образовательного процесса

Образовательный процесс в школе регламентируют требования, которые формируются на федеральном и региональном уровнях управления образованием, а затем уточняются и конкретизируются на уровне школы (с участием членов местного сообщества). Законодательно открыты возможности для

использования индивидуальных образовательных траекторий, персонализированно-результативной организации образовательного процесса. Однако для этого необходим систематический личностно-ориентированный подход к каждому обучаемому, непрерывный мониторинг его развития, набор учебно-методических решений (в том числе компьютеризированных) и основанных на них педагогических практик (занятий, учебно-воспитательных мероприятий), которые могли бы без перегрузки реализовать педагоги.

Таким образом, обновляющийся образовательный процесс включает в себя последовательность качественных переходов от ныне действующей к новой модели образовательной работы (Smart Learning), которая обеспечивает доказательное достижение требуемых образовательных результатов, переопределение обязанностей и нагрузки отдельных групп педагогов, реальное формирование у каждого обучаемого (еще в начальной школе) способности учиться, а также познавательных интересов для применения этой способности на всех ступенях школы [4].

В условиях цифрового обновления школы для его описания можно выделить два взаимосвязанных подпроцесса (рис. 6):

- (2.1) обновление образовательных результатов;
- (2.2) обновление педагогических практик, учебно-методических (в том числе цифровых) материалов, учебного оборудования, цифровых инструментов и сервисов.

Подпроцесс (2.1) — «Обновление образовательных результатов» — связан с обновлением / изменением (не обязательно часто случающимся) целей и результатов учебно-воспитательного процесса, которые могут / должны быть заявлены в образовательной программе и других документах школы (актуальные и / или желаемые), зафиксированы в планах проведения тех или иных учебно-воспитательных мероприятий (занятий), результативность которых реально оценивается. Эти изменения являются обязательными или желательными с точки зрения различных групп (интересантов), так или иначе влияю-

щих на работу школы: родителей, администрации, представителей местного сообщества, органов власти и др. Для оценки развития этого подпроцесса можно использовать следующие группы показателей:

- **номенклатура заявленных образовательных результатов** (предметных, метапредметных, личностных, воспитательных);
- **значимость заявленных результатов** (их использование) в работе образовательной организации (например, по шкале «знаю — декларирую — оцениваю»);
- **уровень достижения заявленных образовательных результатов** (определяется только для тех результатов, достижение которых так или иначе оценивается).

Подпроцесс (2.2) — «Обновление педагогических практик, учебно-методических (в том числе цифровых) материалов, учебного оборудования, цифровых инструментов и сервисов» — связан с обновлением поддержанных ЦТ педагогических практик, которые обеспечены необходимыми учебно-методическими (в том числе цифровыми) материалами, учебным оборудованием, инструментами и сервисами. Последние доступны участникам образовательного процесса и используются (могут использоваться) для его осуществления. При оценке обновления педагогических практик можно использовать следующие группы показателей:

- **номенклатура поддержанных ЦТ педагогических практик**, которые
 - обеспечены необходимыми учебно-методическими (в том числе цифровыми) материалами, учебным оборудованием, инструментами и сервисами,
 - доступны участникам образовательного процесса (спорадически, постоянно, свободно, за плату),
 - используются (редко, регулярно, систематически, отдельными педагогами, большинством педагогов) для осуществления учебно-воспитательного процесса,
 - распределены по уровням SAMR (рис. 7);

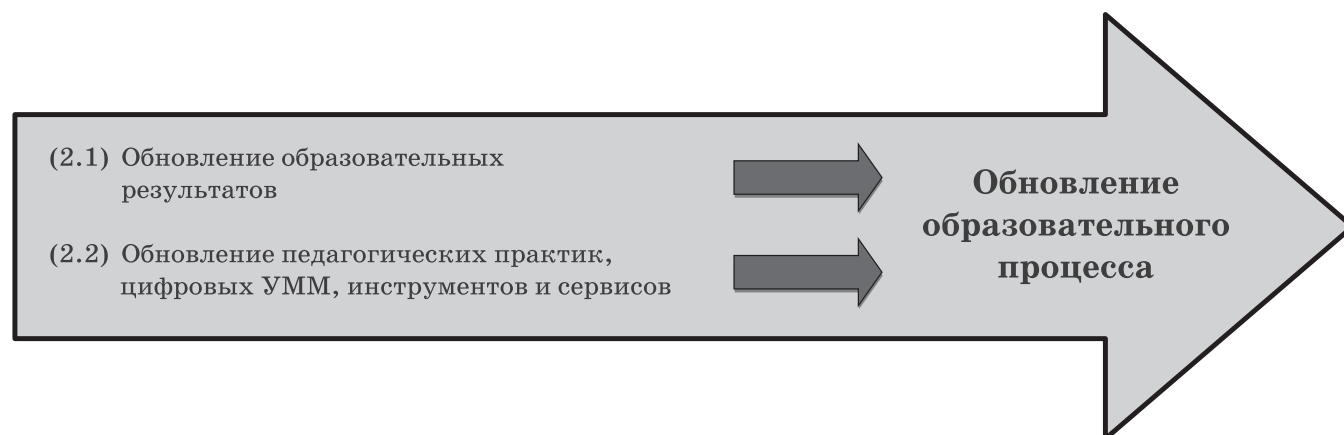


Рис. 6. Составляющие обновления образовательного процесса
Fig. 6. Components of updating the educational process

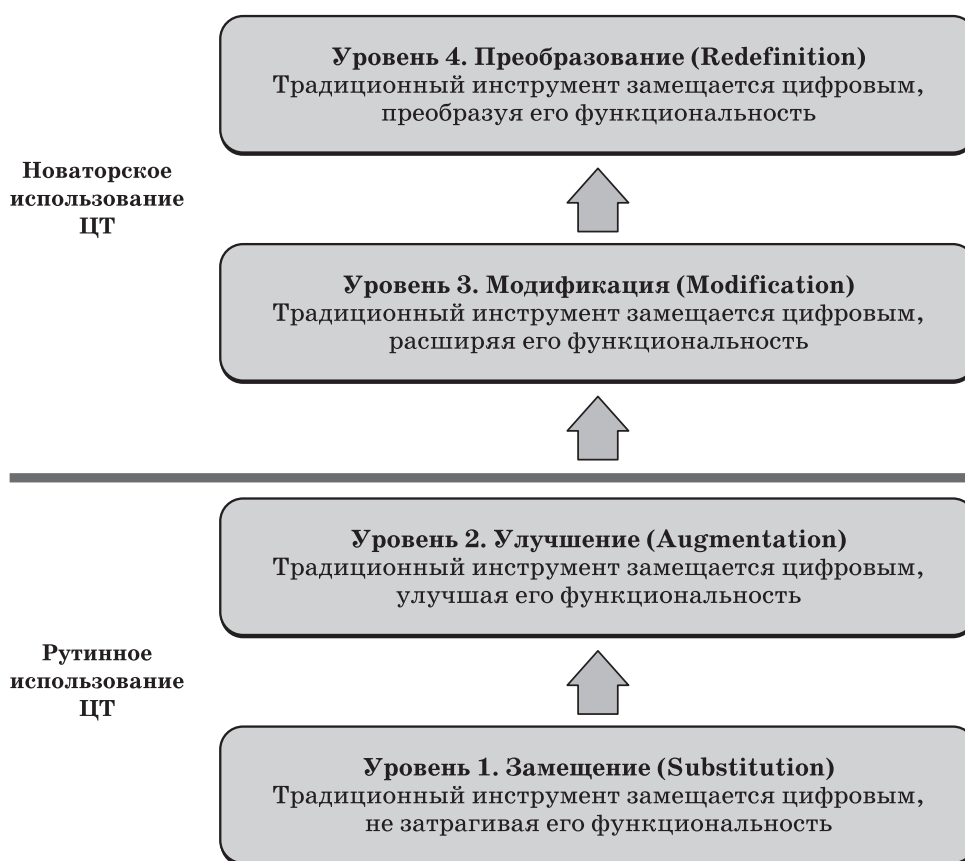


Рис. 7. Четыре уровня обновления педагогической практики с использованием ЦТ (SAMR)

Fig. 7. Four levels of renewal of teacher practice using VG (SAMR)

- **распространенность** (количество включенных в использование) данных практик в образовательной организации;
- **систематичность использования** (на открытых уроках — повседневно) этих практик в образовательной организации;
- **активность в создании и поиске** новых высоко результативных поддержанных ЦТ педагогических практик

Под педагогической практикой, поддержанной ЦТ, понимаются все виды активностей, возникающих в ходе учебно-воспитательного процесса, включая, например: организацию учебной работы; подготовку и корректировку расписания занятий (групповых и индивидуальных); учет посещаемости; оценивание выполнения учебных заданий; проведение контрольных работ; коллективное и индивидуальное выполнение учебных проектов; групповую и индивидуальную работу в классе, в виртуальном пространстве и дома; представление результатов выполнения учебных проектов; коммуникацию с родителями и т. п.

Процесс III.(3). Обновление функционирования школы

Процесс обновления функционирования школы определяет все процессы ее цифрового обновления. Условно этот процесс можно разделить на четыре взаимосвязанных подпроцесса (рис. 8):

- (3.1) обновление организационной культуры;
- (3.2) обновление стратегии развития;
- (3.3) обновление производственных процедур и изменение организационной структуры;
- (3.4) повышение квалификации персонала.

Подпроцесс (3.1) — «Обновление организационной культуры» — характеризует обновление организационной культуры, тип которой меняется от авторитарной «культуры силы» (управление осуществляется на основе поручений) или «культуры правил» (правила упорядочивают работу сотрудников в рамках их основной деятельности) до культуры «честного и открытого общения», «сотрудничества» или «позитивного взаимодействия», которая необходима для осуществления цифровой трансформации школы.

Показателями развития этого подпроцесса могут служить:

- тип организационной культуры;
- широта (распространенность) и глубина осознанного использования техник и структур групповой (кооперативной) работы и сотрудничества в ходе взаимодействия участников образовательного процесса при проведении мероприятий:
 - организационных/административных (на уровне администрации);
 - методических (на уровне педагогов и их сообществ);



Рис. 8. Обновление функционирования школы
Fig. 8. Updating the functioning of the school

- учебно-воспитательных (на уровне обучающихся);
- готовность сотрудников к:
 - внедрению инноваций;
 - генерации новых идей;
 - работе с большим объемом информации и новыми технологиями.

Подпроцесс (3.2) — «Обновление стратегии развития» — связан с обновлением (пересмотром) стратегий (концепций и стратегических планов) развития школы по мере того, как складывается/уточняется/обновляется общее видение ее развития; уточняется/пересматривается ее бизнес-модель с точки зрения ее эффективности, конкурентоспособности и готовности гибко перестраиваться под меняющиеся условия жизни местного сообщества и требования образовательного рынка.

Показателями развития этого подпроцесса могут служить:

- наличие организационной структуры, которая разрабатывает и ведет мониторинг выполнения и развития принятой стратегии;
- систематичность и результативность претворения этой стратегии в жизнь.

Подпроцесс (3.3) — «Обновление производственных процедур и изменение организационной структуры» — связан с обновлением производственных процедур и изменением организационной структуры школы, с переходом к методам/техникам/процедурам процессного (если необходимо, то проектного) управления.

Показателями развития этого подпроцесса могут служить:

- шаги по разработке и претворению в жизнь планов изменения работы персонала;

- реализация мероприятий по освоению и внедрению в работу школы процессного управления и поддерживающих его цифровых (информационных) решений.

Подпроцесс (3.4) — «Повышение квалификации персонала» — связан с профессиональным развитием школьного персонала, с переходом от системы профессионального их развития на основе курсовой переподготовки к системе персонализированного результативного внутрифирменного профессионального развития.

Показателями развития этого подпроцесса могут служить:

- организация процесса (курсовая, внутрифирменная);
- степень связности индивидуальных планов профессионального развития персонала с планами и практической работой по цифровому обновлению школы;
- полнота и результативность выполнения этих планов;
- удовлетворенность работников школы эффективностью работы системы внутрифирменного профессионального развития.

Примером цифрового обновления на уровне «Преобразование» может служить переход от курсовой к внутрифирменной системе профессионального развития работников школы [19]. Здесь требуются развитые цифровые решения для поддержки разработки и мониторинга индивидуальных планов профессионального развития педагогов.

Таким образом, рамку процесса цифрового обновления образовательных организаций предлагается зафиксировать в виде системы из трех основных процессов и составляющих их подпроцессов (рис. 9).

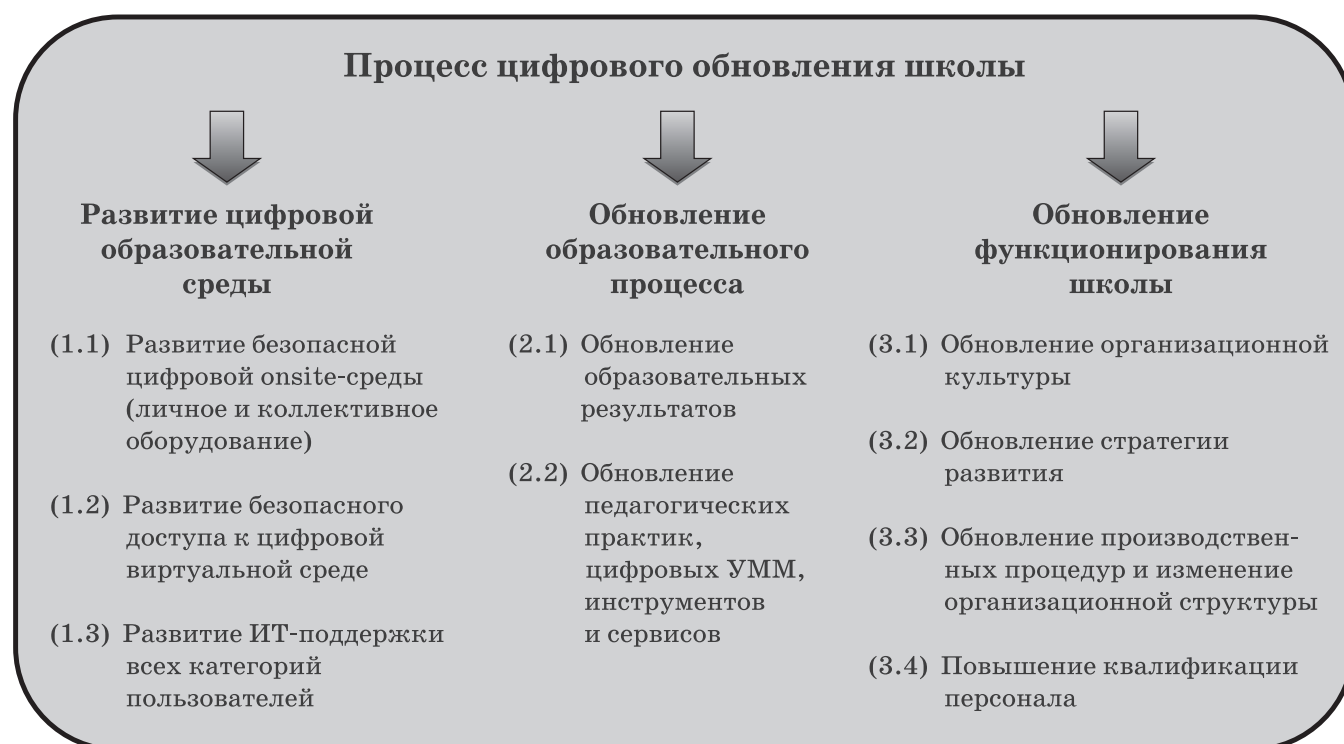


Рис. 9. Рамка процесса цифрового обновления школы

Fig. 9. School digital renewal process framework

3. К оценке зрелости цифрового обновления школы

Около полувека назад Р. Л. Ноулэн (R. L. Nolan) впервые предложил рассматривать внедрение компьютеров в корпорации как специфический процесс, состоящий из четырех стадий. Он назвал их «стадиями роста». Несколькими годами позже [21], изучая опыт широкого внедрения компьютеров компании IBM, он дополнил свое описание еще двумя стадиями (табл. 1).

Разработки Ноулэна оказали заметное влияние на практику внедрения цифровых технологий при решении задач административного управления. Многие организации, внедрив дорогие стоившие цифровые технологии, обнаруживали, что они не используются вовсе или не способны улучшить работу организации. Ноулэн показал, что эффективность внедрения цифровых технологий непосредственно связана с цифровой зрелостью организации, с ее культурой, с тем, как выстроена ее работа.

Таблица 1 / Table 1

Шесть стадий цифровой зрелости организации Ноулэна [21]

Six stages of digital maturity for Nolan organization [21]

№ п/п	Стадия роста	Краткая характеристика
1	Инициация	Приобретаются компьютеры, начинается их внедрение в работу организации
2	Заражение	Расширяется использование вычислительной техники, руководство выделяет средства на вычислительную технику и принимает решение расширить области ее применения
3	Контроль	После кризиса, вызванного неконтролируемым ростом расходов на внедрение ЦТ и плохо спланированным выполнением проектов по автоматизации процессов, в организации вводится система управления внедрением ЦТ
4	Интеграция	Происходит переоценка роли и места вычислительной техники в работе организации, выделяются ресурсы с ориентацией на пользователей и предоставляемые им сервисы
5	Управление данными	Администрирование обработки данных сосредоточивается на информационных потоках, хранении и управлении данными
6	Зрелость	Зрелая цифровая инфраструктура и процессы обработки данных полностью соответствуют информационным потокам, циркулирующим в организации

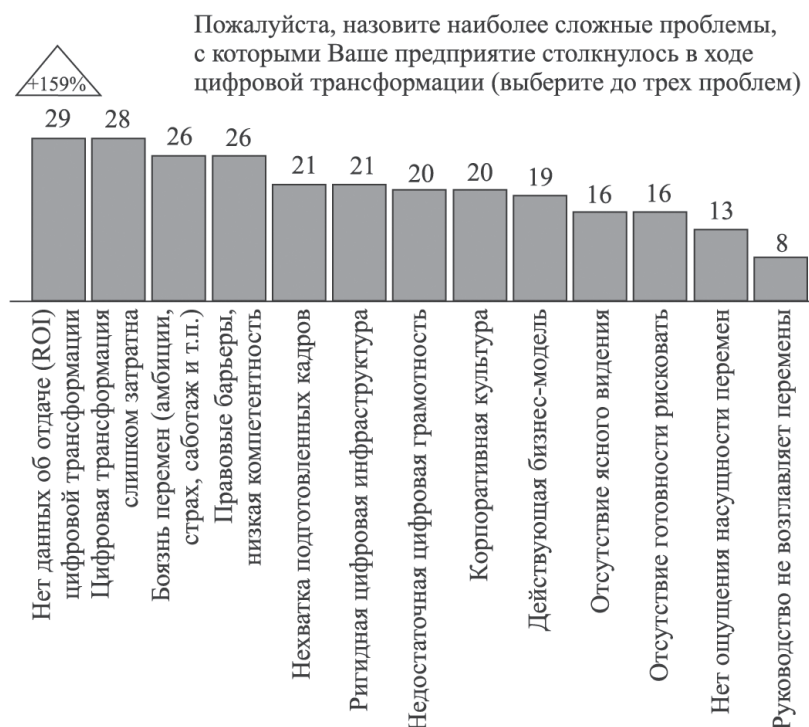


Рис. 10. Результаты опроса руководителей организаций о наиболее сложных проблемах, возникших в ходе цифровой трансформации (%) [12]

Fig. 10. Results of a survey of heads of organizations on the most difficult problems that have arisen in the course of digital transformation (%) [12]

Со времен пионерских работ Ноулэна цифровые технологии неоднократно обновлялись, а их использование значительно расширилось. Новая технологическая революция ведет к цифровой трансформации, которая будет затрагивать фактически все стороны нашей жизни. Естественно, что ее реализация сталкивается с трудностями. Как показывают опросы (рис. 10), главная проблема сегодня — отсутствие надежных показателей эффективности (рентабельности) работ по цифровой трансформации (29 %). Число руководителей, назвавших эту проблему главной, выросло за год на 159 %. Многие рассматривают работы по цифровой трансформации как затратные и выделяют средства на их проведение по остаточному принципу. Более 20 % опрошенных отнесли к главным проблемам нехватку подготовленных кадров. Вместе с тем, по мнению аналитиков [22], в ходе начавшейся технологической революции срабатывают механизмы выживания («цифровой дарвинизм»). Если темп развития технологий и общества превышает способность предприятия адаптироваться, то такое предприятие разоряется (вытесняется с рынка).

Принятая в 2018 году Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» стимулировала работы по цифровой трансформации в нашей стране. Ее цель — повышение конкурентоспособности организаций, качества работы органов государственной власти, снижение издержек на их функционирование. Центр перспективных управленческих решений (ЦПУР), основываясь на разработках «Сбера», в сотрудничестве с экспертами Центра под-

готовки РЦТ ВШГУ РАНХиГС разработал адаптируемую методологию оценки уровня цифровой зрелости, которая используется в органах государственного управления. Началась оценка цифровой зрелости государственных и муниципальных услуг*. В материалах ЦПУР говорится: «Цифровая трансформация представляет собой изменение культуры и мышления в команде, что в результате закономерно и приводит к внедрению технологий. Поэтому цифровую трансформацию лучше обозначить как процесс внедрения новых или иных бизнес-процессов и способов мышления, которые помогают организации адаптироваться и эффективно конкурировать в постоянно меняющемся цифровом мире». Цифровая зрелость — одна из характеристик процесса цифровой трансформации. Этот процесс, если он выстроен верно и доведен до конца, может привести к повышению цифровой зрелости. Однако на практике такое происходит не всегда.

3.1. Зарубежный опыт оценки цифровой зрелости общеобразовательных организаций

Последние десятилетия в разных странах велись работы по изучению процессов внедрения ЦТ в образование**, разрабатывались схемы периодизации

* См. методологию оценки цифровой зрелости организации: <https://cpur.ru/wp-content/uploads/2020/10/Metodologiya-ocenki-cifrovoj-zrelosti-organizacii.pdf> и матрицу оценки цифровой зрелости государственных услуг: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/matritsa-otsenki-tsifrovoj-zrelosti.pdf>.

** Подробнее см. аннотированную библиографию [7].

и оценки уровня зрелости этого процесса. Выполненные разработки опирались на опыт внедрения ЦТ в разных странах, отражали позицию их авторов, поэтому периодизация, количество принятых разными авторами уровней зрелости разнятся. Типичным примером может служить шкала зрелости (табл. 2), разработанная в Хорватии [23].

Выделено пять уровней, включая базовый, который фактически является нулевым. Как и в большинстве моделей [24–27], здесь не вводятся и не рассматриваются уровни, которые связаны с цифровой трансформацией, переходом к модели «умной школы» с новой организацией образовательного процесса.

Таблица 2 / Table 2

Пять уровней цифровой зрелости школы в хорватской модели [23]

Five levels of digital maturity of the school in the Croatian model [23]

№ п/п	Уровень	Краткая характеристика
1	Базовый	Школа не осведомлена о возможности использования ЦТ в обучении и управлении организацией. ЦТ не рассматриваются как инструмент развития, их не используют в учебном процессе. Педагогический коллектив (учителя) не развивает свои цифровые компетенции. Онлайн-общение со школой, как правило, невозможно. Цифровая инфраструктура не развита, компьютеры используются лишь в отдельных классах
2	Начальный	Школа осведомлена о возможностях использования ЦТ в обучении и управлении организацией, но эти возможности пока не используются. Небольшое количество учителей используют ЦТ в своей работе. Есть понимание важности повышения цифровой компетентности педагогов, однако систематическая работа в этом направлении не ведется. Школа не представлена в онлайн-среде, а доступ к ее собственным цифровым ресурсам ограничен. Цифровая инфраструктура слабо развита, компьютеры с доступом в интернет имеются лишь в отдельных классах
3	Цифровой способности (e-Enabled)	Школа осведомлена о возможностях использования ЦТ в обучении и управлении организацией, разрабатывает и реализует текущие и перспективные планы внедрения ЦТ в свою работу. ЦТ используются для работы с учащимися со специальными образовательными потребностями. Учителя повышают свою цифровую компетентность, разрабатывают цифровые учебные материалы и начали внедрять инновационные методы учебной работы, которые поддержаны ЦТ. Школа участвует в проектах, предполагающих использование ЦТ. В большинстве учебных помещений есть доступ к цифровым инструментам, ресурсам и сервисам. Уделяется внимание технической поддержке оборудования и программного обеспечения. Школа представлена в онлайн-среде, открыта для общения и доступа к ее образовательным ресурсам
4	Цифровой уверенности	Школа хорошо осознает преимущества, которые дают ЦТ, планирует и ведет работу по расширению использования ЦТ в своей повседневной практике. Учителя используют ЦТ для реализации эффективных инновационных методов учебной работы, разрабатывают собственные цифровые образовательные ресурсы. Поддерживается цифровой депозитарий учебно-методических материалов и инструментов, который используют преподаватели и обучаемые. Планируются и ведутся непрерывное профессиональное развитие учителей, повышение их цифровой компетентности. Ведется работа по развитию информационно-коммуникационной компетентности школьников. В большинстве учебных помещений есть доступ к цифровым инструментам, ресурсам и сервисам. Ведутся планомерное обновление и техническая поддержка оборудования и программного обеспечения. Школа активно участвует в проектах, предполагающих использование ЦТ, использует интернет для предоставления доступа к цифровому контенту и онлайн-общению, обеспечивает безопасную работу во Всемирной сети всем участникам образовательного процесса
5	Цифровой зрелости	Школа в явном виде во всех документах фиксирует требование использования ЦТ в своей работе. В процессе управления используются интегрированные данные из всех информационных систем школы. Ведется систематическая работа по развитию цифровых компетенций учителей и обучаемых, имеются профессиональные тренинги для учителей и дополнительные учебные мероприятия для школьников. Учителя используют ЦТ для поддержки передовых методов обучения, разработки новых учебных курсов и оценки достижений школьников. Поддерживается цифровой депозитарий учебно-методических материалов и инструментов, который используют преподаватели и обучаемые. Школа имеет развитую сетевую инфраструктуру. Во всех учебных и других помещениях школы участники образовательного процесса имеют доступ к цифровым образовательным ресурсам с личных цифровых устройств. Школа самостоятельно планирует и приобретает необходимые ЦТ, которые доступны во всех классных комнатах и других помещениях школы. Разработана система защиты информации и персональных данных, систематически обновляется лицензированное программное обеспечение. Школа ведет разнообразную проектную работу с использованием ЦТ. Онлайн-коммуникации и цифровые сервисы используются для организации сотрудничества между учителями и учениками, а также между школой и другими заинтересованными сторонами

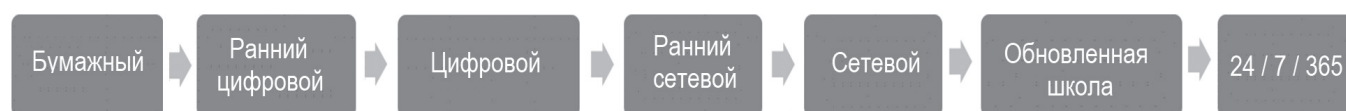


Рис. 11. Этапы цифрового обновления школы [5]

Fig. 11. Stages of digital renewal of the school [5]

В работе [5], которая основывается на опыте инновационных школ из англоязычных стран, не только рассматриваются этапы цифровой трансформации, но сделана попытка заглянуть еще дальше (рис. 11).

Первый этап («Бумажный») является отправным для цифрового обновления школы. В основе работы школы лежит традиционный урок, и участники учебной работы используют традиционные технологии (ТТ): «бумажные» и другие аналоговые информационные технологии XX века. В ходе цифрового обновления ТТ вытесняются цифровыми технологиями. Переход от «бумажных технологий» к цифровым — видимая составляющая цифрового обновления.

На втором и третьем этапах («Ранний цифровой» и «Цифровой») начинается переход к использованию ЦТ в ходе учебной работы и для решения административных задач. Как показано в [28], внедрение ЦТ на этом этапе не всегда ведет к повышению образовательных результатов*.

На четвертом и пятом этапах («Ранний сетевой» и «Сетевой») идет преобразование учебно-воспитательной работы, в ходе которой учащиеся и педагоги в полной мере используют потенциал ЦТ для различных форм взаимодействия и организации совместной (групповой, коллективной) работы. Учебная работа ведется не только в классных комнатах, но и за их пределами. Происходит переход к «умной школе», персонализированно-результативной организации образовательной работы. Школа тесно взаимодействует с родителями и местным сообществом для организации полноценной жизни учащихся, освоения ими предметного материала и развития личностного потенциала.

На шестом этапе («Обновленная школа») работа по модели «умная школа» устойчиво реализует персонализированно-результативную организацию образовательной работы**, гарантирующую требуемое качество подготовки каждого обучаемого. Использование ЦТ превращается в рутину и уходит на задний план. В итоге школа и связанное с ней местное сообщество завершают цифровую трансформацию общего образования: ЦТ становятся так же естественны, как книги и тетради в традиционной школе. Новая модель работы школы превращается в нормативную модель работы массовой школы в условиях цифровой экономики.

* Согласно исследованию PISA-2018, результаты учащихся, использовавших на уроке цифровые устройства, оказались ниже результатов тех учеников, которые их не использовали.

** Подробнее о персонализированно-результативной организации обучения (ПРО) см. [2].

Седьмой этап («24/7/365») обсуждается как будущий (гипотетический) этап развития общего образования, где совершенствование педагогической работы идет при неограниченном доступе к цифровым технологиям.

В двух приведенных примерах авторы выделяют различное количество этапов (состояний) процесса цифрового обновления. Однако его ядро является общим для всех исследователей. Во всех моделях зрелости видно, что внедрение компьютеров в общем образовании, начинаясь с изолированного использования в школе отдельных цифровых устройств и решения задач компьютерной грамотности, следует за распространением цифровых технологий в окружающем их сообществе, включая появление личных цифровых устройств и использование интернета. Разрабатываемые специализированные информационные системы, цифровые учебно-методические материалы, инструменты и сервисы ориентировались, прежде всего, на поддержку сложившихся моделей образовательной работы. И лишь в последние годы начались разработка и внедрение новых моделей, которые опираются на платформенные решения, целостно поддерживающие новую организацию и методы учебной работы.

3.2. Этапы цифрового обновления отечественной школы***

В нашей стране представление об этапах обновления школы в развивающейся цифровой среде было сформулировано академиком А. П. Ершовым более 30 лет назад [29]. Концепция информатизации школы, подготовленная под его руководством, выделяет три продолжительных этапа цифрового обновления:

- оснащение школ компьютерами для формирования компьютерной грамотности обучаемых и педагогов, а также для использования компьютеров при решении рутинных задач — *компьютеризация образования* (1-й этап);
- применение ЦТ при изучении различных дисциплин, их интеграция в учебный процесс — *ранняя* (2-й этап) и *поздняя* (3-й этап) *информатизация образования*.

Преобразования, которые имели место в отдельных инновационных школах, достигших 3-го этапа, дали основание в начале 2000-х годов обозначить лишь намечающийся в то время 4-й этап, который был назван этапом *цифровой трансформации образования* [30]. Естественно, что решение задач цифрового обновления на каждом последующем этапе опирается

*** При подготовке этого раздела с согласия автора использованы материалы статьи [3].

на достижения предыдущего, продолжает решать задачи предыдущего этапа (оснащение ЦТ, решение рутинных задач и др.) на новом качественном уровне.

Образовательные организации движутся по пути цифрового обновления в своем темпе, процесс развивается неравномерно. Новаторы уходят вперед, кто-то, наоборот, отстает. Более того, в разных школах при подготовке программ своего развития используют разные представления о возможном/желаемом будущем. Анализ публикаций, посвященных описанию моделей этого процесса [7], дает основания полагать, что с переходом на очередной этап у педагогов меняется видение предстоящих преобразований. Поэтому указанные этапы можно рассматривать как специфические ступени зрелости цифрового обновления школы.

Из-за разного темпа движения образовательных организаций по пути цифрового обновления периодизация этого процесса существенно усложняется. На

практике цифровое обновление разворачивается на множестве образовательных организаций конкретного территориального образования — муниципалитета, региона, страны. При этом каждая организация может находиться на своей ступени цифрового обновления. Для практических целей можно считать, что переход региона на следующую ступень начался, если не менее 10 % образовательных организаций («новаторы» и заметная часть «пионеров», по терминологии Э. Роджерса [31]) достигли состояния, которое является начальным для данной ступени.

Переход на новую ступень можно считать завершенным после того, как основная часть образовательных организаций региона («первое» и «второе большинство», по Роджерсу [31]) достигла состояния, которое является переходным на следующую ступень. Схематичное описание четырех вышеперечисленных этапов (ступеней) цифрового обновления приведено на рисунке 12.



Рис. 12. Этапы (ступени) цифрового обновления общеобразовательных организаций
Fig. 12. Stages (steps) of digital renewal of organizations of general education

Три десятилетия назад менее трети школ нашей страны вышли на этап компьютеризации. В остальных образовательных организациях, где компьютеров не было, цифровое обновление не начиналось. Сегодня те или иные ЦТ есть в каждой школе, поэтому «нулевой» этап здесь не рассматривается. Сегодня компьютеризацию можно считать начальным этапом для описания процесса цифрового обновления школ в нашей стране.

Компьютеризация.

На этом этапе в центре внимания находится формирование цифровой инфраструктуры школы: оснащение ее компьютерами и другим цифровым оборудованием, организация технической поддержки приобретаемой техники. Здесь ЦТ используются в основном для формирования компьютерной грамотности школьников и решения рутинных задач (подготовка документов и т. п.) на уровне «замещения» по SAMR (рис. 7). На этом этапе в школе появляются учителя, которые при поддержке администрации и коллег пробуют использовать ЦТ для обновления учебной работы. Складываются условия для перехода на следующую ступень цифрового обновления.

Признаками переходного (к этапу ранней информатизации) состояния можно считать:

- оснащение образовательных организаций минимально необходимым количеством средств вычислительной техники, чтобы отдельные педагоги могли использовать ее при проведении занятий;
- создание необходимых условий (наличие программ и учебно-методических материалов) для формирования компьютерной грамотности учащихся и педагогов;
- овладение заметной частью педагогов начальной компьютерной грамотностью и появление/проявление интереса к использованию компьютеров;
- накопление в школе успешного опыта использования ЦТ на занятиях и для решения задач управления образовательной организацией.

По тем или иным причинам (отсутствие финансирования, инертность педагогов и т. п.) немало школ в России и сегодня находятся на этом этапе цифрового обновления.

Ранняя информатизация.

Этот этап цифрового обновления школа проходит под флагом применения ЦТ при изучении учебных дисциплин. Цифровые устройства выходят за стены кабинета вычислительной техники. Появляются цифровые образовательные ресурсы и учебно-методические материалы для использования ЦТ в учебном процессе. Разворачиваются компьютерные сети. Отдельные учителя начинают использовать (эпизодически) цифровые образовательные ресурсы (тесты, мультимедийные демонстрации, обучающие программы, тренажеры и т. п.).

Признаки перехода с этого этапа к этапу поздней информатизации:

- около четверти всех учителей используют цифровые инструменты и образовательные

ресурсы на занятиях в среднем один-два раза в неделю;

- на занятиях по некоторым предметам в течение учебного года используются поддерживаемые ЦТ инновационные организационные формы и методы учебной работы;
- работники школы регулярно делятся с коллегами опытом использования ЦТ в образовательной работе;
- ЦТ регулярно используются для решения задач управления;
- интернет доступен педагогам и учащимся в ходе учебной работы в школе.

Поздняя информатизация.

Эта ступень цифрового обновления проходит под флагом внедрения ЦТ и интернета в образовательный процесс. Образовательная среда школы насыщается современными цифровыми технологиями (внедрен широкополосный доступ всех участников образовательного процесса к интернету, персональные цифровые устройства доступны всем участникам образовательного процесса, практикуется использование облачных сервисов и т. п.). Ведется целенаправленное освоение инновационных ЦТ-поддержанных способов учебной работы (включая междисциплинарные учебные проекты). Учебная работа отдельных школьников идет по индивидуальным образовательным траекториям. На этой ступени зрелости сегодня находится значительное число школ из экономически развитых стран*.

К отличительным признакам завершения этапа поздней информатизации можно отнести:

- переход образовательной организации к использованию технологической модели 1:1 (один ученик — один компьютер);
- устойчивый (24/7/365) доступ каждого участника образовательного процесса к высокоскоростному интернету, цифровым инструментам, учебно-методическим материалам, ресурсам и сервисам в школе и дома;
- широкое использование потенциала цифровой образовательной среды для организации различных форм взаимодействия и совместной (групповой, коллективной) учебной работы (цифровые технологии вытесняют традиционные бумажные информационные технологии в учебной и организационной работе школы);
- выход учебной работы за стены классных комнат (в том числе результативной учебной работы с использованием интернета и смешанного обучения);
- готовность работать над переходом к персонализированной организации обучения с исполь-

* К началу 2019/2020 учебного года 89 % учащихся III—XII классов в США использовали ЦТ для обучения в школе несколько дней в неделю. 99 % школ имели широкополосный доступ к интернету, которого достаточно для ежедневного онлайн-обучения каждого обучаемого. Подробнее см.: Calderon V., Carlson M. Educators agree on the value of Ed Tech. Gallup, 12.09.2019. <https://www.gallup.com/education/266564/educators-agree-value-tech.aspx>

зованием специализированных порталов для достижения требуемых результатов учебной работы каждым обучаемым;

- появление опыта передачи разработанных в школе новых ЦТ-поддержанных педагогических практик в другие школы.

Цифровая трансформация.

Целенаправленная разработка новых моделей работы школы и переход на четвертый этап цифрового обновления в инновационных школах развитых стран начались в прошлом десятилетии. Школы трансформируют свою работу, используя для этого все новейшие цифровые технологии, инструменты, учебно-методические материалы и сетевые сервисы. Среди них — облачные технологии и специализированные PLP (Personal Learning Platform) для поддержки внедрения персонализированно-результативной системы обучения (personalized mastery-based learning), цифровые депозитарии цифровых учебно-методических материалов и ресурсов, интеллектуальные (адаптивные) обучающие системы (ITS), системы для поддержки проектной организации обучения и т. п. Цифровые технологии становятся инструментом, позволяющим реализовать вечную мечту педагогов о новой модели школы, об «умной школе» [32] для каждого. Подобные разработки ведутся сегодня во многих странах на Западе и на Востоке, в Европе и в Азии. Одним из примеров тиражируемой модели новой школы, которая использует специально разработанную платформу персонализированного обучения, может служить Summit Learning Project*, поддержанный корпорацией Facebook. На эту модель сегодня перешли около 400 школ и школьных районов в США.

В России инновационные школы тоже ведут поисковую работу в этом направлении (например, «Новошкола» в Москве и СОШ № 550 в Санкт-Петербурге). Разрабатывается отечественный PLP-СберКласс**. Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации в 2020 году провела массовое обучение руководителей общеобразовательных организаций субъектов Российской Федерации по цифровой трансформации образования***.

Ожидается, что на этапе цифровой трансформации в школах произойдет обновление организации учебной работы: расширятся рамки классно-урочной системы обучения, которая трансформируется в результативно-персонализированную систему обучения. Все стороны образовательного процесса здесь будут поддерживать PLP, которая поможет: формировать и фиксировать личные цели учебной работы каждого обучаемого, фиксировать шаги по их достижению, интегрировать все учебные мероприятия (базовая школа, дополнительное образование, увлечения и т. п.) в ежедневном личном плане работы

обучаемого. В центре внимания педагогов окажется личностное развитие и познавательная самостоятельность каждого, овладение метапредметными компетенциями и полноценное освоение всего предметного материала всеми без исключения обучаемыми [6].

В «умной школе» каждый участник образовательного процесса использует личные цифровые устройства, необходимые ему цифровые инструменты, учебно-методические материалы и сервисы в школе и дома. Происходит переход к технологической модели BYOT (Bring Your Own Technology), дополнение традиционных учебно-методических материалов и их цифровых копий/коллекций интеллектуальными обучающими системами (Intellectual Tutoring Systems — ITS).

Планирование индивидуальной учебной работы будет проводиться с участием обучаемых, обязательные занятия интегрируются с дополнительным образованием. Школа будет тесно координировать образовательную работу с родителями, организациями дополнительного образования и местным сообществом для обеспечения полноценной жизни, учебы и воспитания детей.

В ходе цифровой трансформации школы приобретают черты *обучающейся организации* [33]. В них формируются системы управления качеством образовательной работы, помогающие каждому обучаемому достигать требуемых образовательных результатов. Руководители образования и педагоги воспринимают изменения в своей работе как нечто обыденное, складывается цифровая экосистема, которая способна выявлять зарождающиеся проблемы/тренды и своевременно реагировать на них в виде пилотных решений и/или масштабных изменений в работе образовательной организации.

3.3. Зрелость цифрового обновления

Сегодня многие говорят о цифровой трансформации образования, не всегда указывая, насколько сложна эта задача. Как показывают результаты мониторинга [34], для большинства школ, которые задержались на этапах компьютеризации и ранней информатизации образования, переход на этап цифровой трансформации образования не актуален. Это очень непростая задача и для тех, кто достиг этапа поздней информатизации. Для выполнения данной задачи еще только предстоит разработать необходимый научно-методический задел. В настоящий момент отсутствуют устойчивые и экономичные модели персонализированно-результативной организации образовательной работы. Надежные методы формирования обновленного педагогического профессионализма, которые в полной мере используют основанные на цифровых технологиях элементы управления высокотехнологичных компаний (гибкий график работы, контроль за успешностью достижения сложно формализуемых результатов интеллектуальной деятельности и т. п.) и отвечают принципам построения «умной школы», все еще разрабатываются. Еще предстоит разработать эф-

* <https://www.summitlearning.org/>

** <https://sberclass.ru/>

*** <http://dt.ranepa.ru/>

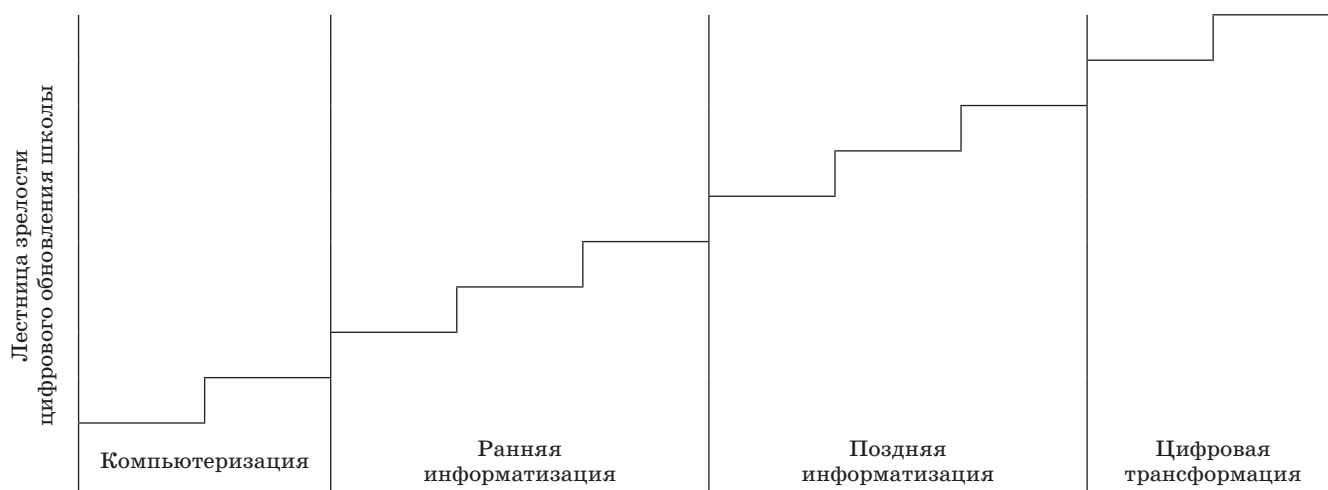


Рис. 13. Четыре ступени цифрового обновления и гипотетические уровни внутри каждой ступени
Fig. 13. Four steps of digital renewal and hypothetical levels within each step

фективные системы доказательно-результативного распространения новых педагогических практик. Все это — необходимые условия для успешного массового перехода общеобразовательных организаций к «умной школе».

Пока условия не созданы, значительное количество школ в ближайшие годы будет продолжать решать задачи информатизации образования. В образовательных организациях будут развиваться два близких, но различных по существу процесса: переход школ со ступени на ступень по мере их цифрового обновления (для тех, кто не достиг этапа цифровой трансформации) и цифровая трансформация (для тех, кто сформировал условия для перехода к этому этапу). Похожее разделение есть и в бизнесе*.

Таким образом, говоря о цифровом обновлении школы, необходимо рассматривать два уровня его оценки: уровень ступеней и уровень обновления внутри каждой ступени (рис. 13).

Указанное разделение имеет не только теоретическое, но и практическое значение. Это разделение может служить основанием для планирования работ по развитию школ, а также для определения видов и объема необходимой школам господдержки. Педагогические коллективы и их руководители должны не только понимать уровень зрелости своей организации, но и иметь набор доступных для нее на этом уровне образцов инноваций с оценкой их стоимости**.

Цифровая трансформация устремлена в будущее, здесь пока нет возможности использовать статистические модели. Поэтому уровни цифровой зрелости на этапе цифровой трансформации могут определяться на основе специально разрабатываемых мето-

дических документов***. Уровни зрелости цифрового обновления на этапах компьютеризации, ранней и поздней информатизации могут определяться с использованием собираемых от школ данных о фактическом состоянии использования ЦТ в школах, как это делается с помощью существующих моделей [7].

Другой способ — непосредственная классификация собираемых данных с использованием формальной нейронной сети, обученной на основе экспертных оценок. Идея такого подхода зародилась в ходе мониторинга цифрового обновления школ России. Мониторинг предполагает выезд в обследуемую образовательную организацию эксперта, специалиста по информатизации образования, в обязанности которого входит организация и сбор социологической информации, а также оценка ее релевантности на основе субъективных наблюдений. Выполнив все процедуры мониторинга, эксперт получает имплицитное представление об уровне зрелости цифрового обновления, на котором находится обследуемая школа. Это представление можно эксплицировать, например, с помощью шкалы, привязанной к четырем этапам цифрового обновления и к описанной выше концептуальной рамке. Далее полученную таким образом оценку нужно сопоставить с результатами анализа эмпирических данных, полученных экспертами во время обследования школ, и результатами опросов участников образовательного процесса. В итоге формируется массив входных данных для алгоритмов машинного обучения, которые позволят построить нейронечеткую систему классификации школ по этапам зрелости цифрового обновления.

4. Заключение: заглядывая в будущее

Итак, мы ввели концепт «цифровое обновление школы» и обсудили его как совокупность взаимосвязанных процессов. Мы выделили описание четырех

* См., например, классификацию зрелости по версии Asatech, которая используется с момента появления термина «Индустрия 4.0»: <https://ru.systemz.io/news/industry-4-0-how-digital-maturity-helps-companies-evolve/>

** Схожее решение обсуждают и в бизнесе, см., например, выступление директора госкорпорации «Ростех»: https://www.cnews.ru/news/line/2019-11-28_metodiku_otsenki-tsifrovoj

*** См., например, типовую стратегию цифровой трансформации от РАНХиГС [35].

этапов (ступеней) цифрового обновления (см. рис. 12) и предложили рассматривать их как ступени зрелости процесса цифрового обновления школы. На предложенной нами структуре мы не вводили описание начального («бумажная школа») и конечного этапа («смарт школа»).

Начальный этап — это развитие школы до появления цифровых технологий, поэтому его изучение представляет в основном исторический интерес.

Конечный этап — развитие школы после завершения ее цифровой трансформации (когда переход к персонализированно-результативной организации образовательного процесса завершился и цифровые технологии рутинно используются во всех сторонах жизни школы) — также остался за рамками нашего описания: нам не удалось идентифицировать в России школ, которые завершили цифровую трансформацию и находятся в процессе дальнейшего развития. Вместе с тем определения «умной школы» и «умной системы образования» требуются исследователям и могут оказаться полезными при формулировании долгосрочных целей цифровой трансформации и стратегий их достижения.

Несмотря на наличие в опубликованных исследованиях определений термина «умная школа» [4], нам не удалось найти описание этого концепта, которое в полной мере отвечает требованиям к таким определениям.

Поэтому мы предлагаем для обсуждения группу определений, которые, как нам кажется, образуют концептуальный каркас для обсуждения представлений об умной школе.

В качестве базовых рассматриваются три связанных концепта:

- «смарт школа (умная образовательная организация)» — *Smart School (SS)*;
- «умная система образования (умная образовательная система страны/региона/муниципального образования)» — *Smart Education System (SES)*;
- «умная образовательная среда» — *Smart Educational Environment (SEE)*.

Эти концепты образуют структуру, которую предлагается рассматривать как единое целое. Такая структура позволяет зафиксировать концепт «умное образование» — *Smart Education (SE)*. Рассмотрение различных диспропорций в этой структуре (что неизбежно происходит на практике) может помочь определить дефициты образовательной политики. На этой основе естественно строится концепт «процесс цифрового обновления школы» — *School's Digital Renewal Process (SDRP)*. Он позволяет обсуждать этапы перехода школы и системы образования от традиционных моделей работы (при всей их вариативности) к моделям SS & SES. Таким образом, на основе предлагаемой структуры естественно строятся все базирующиеся на ней концепты:

- «умное образование» — *Smart Education (SE)*;
- «процесс цифрового обновления школы» — *School's Digital Renewal Process (SDRP)*;

- «цифровая трансформация образования» — *Digital Transformation of Education (DTE)* и др.

При выработке определения концептов мы следовали традиции, согласно которой определение должно отвечать на три вопроса:

- К какой более широкой категории относится определяемый объект или процесс?
- Какова основная функция определяемого объекта или процесса?
- Каковы главные отличительные черты определяемого объекта или процесса?

4.1. Смарт школа (умная образовательная организация) — Smart School (SS)

Smart School (SS) — это образовательная организация (школа), которая, работая в рамках SES, реализует персонализированно-результативную систему организации образовательного процесса и, используя потенциал SEE, доказательно обеспечивает всестороннее развитие *каждого* обучаемого, формирование у него всех требуемых личностных, метапредметных и предметных компетенций, необходимых для полноценного развития и жизни в условиях цифровой экономики.

Главные отличительные черты умной школы:

- SS — основная производственная ячейка (образовательное предприятие) в составе SES (на национальном / региональном / муниципальном уровне);
- SS — обучающаяся организация, что позволяет ей динамично развиваться, рутинно (в повседневном режиме) осваивать и использовать постоянно развивающийся потенциал цифровой образовательной среды, откликаться на меняющиеся социально-экономические условия. SS в штатном (рабочем) режиме, по мере необходимости, корректирует:
 - цели и содержание, а также организационные формы и методы проведения учебной и воспитательной работы;
 - систему персонализированного (личного и профессионального) развития персонала и методической поддержки педагогов;
 - производственные процедуры (бизнес-процессы) и обязанности сотрудников, организационную структуру, образовательную среду и др.;
- SS тесно взаимодействует с местным сообществом (служит его культурным и образовательным центром), органами власти, родителями, представителями бизнеса, поддерживая и развивая местную SEE для повышения образовательного уровня и культурного развития всех членов местного сообщества;
- SS получает от местного сообщества всестороннюю поддержку (моральную, интеллектуальную, кадровую, финансовую, материальную) для достижения требуемых учебных и воспитательных результатов каждым воспитанником и выполнения своих культурно-образовательных функций в местном сообществе.

4.2. Умная система образования (умная образовательная система) — Smart Education System (SES)

Smart Education System (SES) — это образовательная система (муниципального, регионального и национального уровней), функционирующая в SEE, планомерно направляющая и поддерживающая процессы учреждения/закрытия образовательных организаций, их успешного функционирования, развития и превращения в SS. SES включает в себя в том числе органы управления образованием и направляющие их работу законодательные органы, инспекции и методические службы; институты развития образования и подготовки будущих учителей; партнеров и службы поддержки и развития SEE.

Главные отличительные черты SES:

- SES — это обучающаяся организация, которая динамично развивается, рутинно (в повседневном режиме) откликается на требования меняющейся жизни, наращивает, осваивает и использует постоянно развивающийся потенциал цифровой образовательной среды и, по мере необходимости, меняет свою образовательную политику, организационную структуру и методы работы;
- SES участвует в создании и развитии SEE, обеспечивая ее соответствие потребностям обновления образовательной системы, а также становления и развития SS & SES;
- SES ведет работу по замене (преобразованию) традиционных школьных зданий, территорий и их оборудования с тем, чтобы они отвечали требованиям к SEE в SS;
- SES обеспечивает создание и развитие системы мониторинга процессов цифрового обновления образования (школы), что позволяет оценивать ход цифрового обновления образования, результативность принимаемых управленческих решений и программ, оказывать индивидуализированную (целевую) поддержку школам в ходе превращения в SS и дальнейшего их развития;
- SES поддерживает превращение институтов подготовки будущих педагогов в умные образовательные организации, которые готовят будущих педагогов (учителей, воспитателей, администраторов и т. п.) на уровне, который необходим для полноценного участия молодых специалистов в становлении и развитии SS & SES;
- SES поддерживает создание и развитие:
 - цифровых учебных и методических материалов, цифровых инструментов и сервисов, которые отвечают требованиям к целям и содержанию меняющегося общего образования на всех его ступенях;
 - системы персонализированного профессионального развития работающих педагогов, которая обеспечивает освоение и внедрение

высокорезультативных (в том числе использующих цифровые материалы, инструменты и сервисы) организационных форм, методов и технологий учения и обучения.

4.3. Умная образовательная среда — Smart Educational Environment (SEE)

Smart Educational Environment (SEE) — это развивающаяся экосистема, включающая: мультиплатформенные сервисы и цифровые устройства, цифровые учебные и методические материалы, инструменты и сервисы (виртуальная составляющая), образовательные пространства, учебное оборудование, материалы, инструменты и сервисы (физическая составляющая) и социальное окружение (на территории школы и за ее пределами). SEE предназначена для поддержки процессов учения, обучения и воспитания (образовательный процесс), а также успешного функционирования школ и образовательной системы, их трансформации в SS & SES и дальнейшего развития.

Главные отличительные черты SEE:

- SEE (входящие в ее состав порталы персонализированного обучения — PLP) поддерживает становление и развитие персонализированно-результативной организации образовательного процесса (в результате оцифровки всех рабочих процессов учебной и воспитательной работы) и включает в себя:
 - коллекции декомпозированных и операционализированных образовательных результатов (соответствующих требованиям образовательных стандартов), доработанные (уточненные, дополненные) педагогами SS;
 - избыточные и постоянно пополняемые библиотеки цифровых учебных и методических материалов, цифровых инструментов и сервисов, которые покрывают все потребности участников образовательного процесса;
 - инструменты (специализированные CRM-системы) для формирования личных рабочих (учебных) планов каждого участника образовательного процесса (учащихся, учителей, администраторов), историю его действий и свидетельств о достижении его образовательных и производственных результатов;
- SEE обеспечивает информационную поддержку всех бизнес-процессов в SS & SES, обновление централизованных каталогов о выполнении обязанностей всех участников (учащихся, учителей, администраторов) образовательного процесса и готовит на их основе информационные материалы и рекомендации для принятия управленческих решений для руководителей SS & SES всех уровней;
- SEE поддерживает все рабочие процессы, связанные со взаимодействием SS с местным сообществом, включая информирование и каналы обратной связи, предлагает учащимся SS и их родителям сводную информацию обо всех

учебных и воспитательных мероприятиях, в которые вовлечен обучаемый как в школе, так и за ее пределами (дополнительные занятия спортом, музыкой, технологией, театром и др.). SEE предлагает кастомизированные рекомендации учащимся, родителям и педагогам по оценке нагрузки ребенка и построению для него сбалансированного режима дня;

- SEE обеспечивает непрерывный мониторинг процессов цифрового обновления образования в регионе (как составную часть процессов функционирования обучающейся образовательной системы), подготовку информации о его результатах и адресные рекомендации SS по совершенствованию своей работы.

Перечисленные концепты — SS, SES и SEE — образуют концептуальный конструкт (рис. 14), который позволяет строить другие широко обсуждаемые определения. Сформулируем три из них.

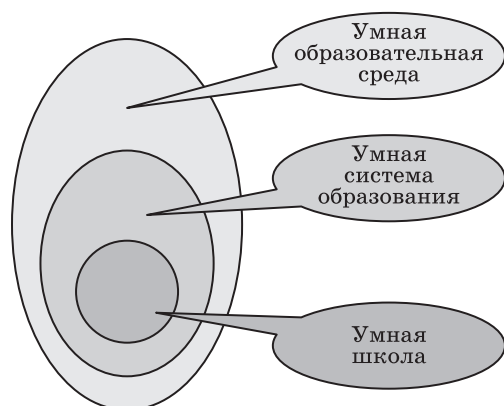


Рис. 14. Базовые концепты умного образования

Fig. 14. Basic concepts of Smart Education

4.4. Умное образование — Smart Education (SE)

Smart Education (SE) — это процесс общего образования (в широком смысле слова) который осуществляется «умными школами» под руководством и с поддержкой «умной системы образования» в «умной образовательной среде».

Главная отличительная черта SE: доказательно-результативная образовательная работа в охватываемой им области (муниципальное образование, регион, страна), которая гарантирует успешную подготовку подрастающего поколения к участию в цифровой экономике, обеспечивает культурное развитие и дополнительную образовательную подготовку всем жителям охватываемой им области.

4.5. Процесс цифрового обновления школы — School's Digital Renewal Process (SDRP)

School's Digital Renewal Process (SDRP) — это процесс изменений в организации и методах осуществления образовательного процесса и всех сторон работы школы, а также в управлении системой образования, институтах и службах поддержки школ, который происходит в условиях перехода общества

от аналоговой («бумажной», «электронной») к цифровой форме представления, обработки и передачи всех видов информации. Он направлен на приведение работы системы образования и школ в соответствие с требованиями меняющегося общества, его культурным, социальным и экономическим развитием.

Главные отличительные черты SDRP:

- SDRP разворачивается по мере массового распространения цифровых технологий, которые стимулируют изменения в экономике, культуре, общественной жизни и образовании, и опирается на цифровые технологии, которые получили массовое распространение;
- SDRP развивается волнообразно, отдельными этапами (по мере того, как развивающиеся цифровые технологии волна за волной проникают в школу). Каждая новая волна увеличивает глубину преобразований в образовательной системе.

4.6. Цифровая трансформация образования — Digital Transformation of Education (DTE)

Digital Transformation of Education (DTE) — заключительный этап SDRP, в ходе которого традиционные школа и система образования трансформируются в SS и SES вслед и вместе с культурными, социальными и экономическими изменениями общества в развивающейся цифровой среде (рис. 15). DTE — длительный процесс изменений школы и массовой культуры, который происходит в развивающейся цифровой среде.

Его главная отличительная черта — движение от традиционного к умному образованию, включая:

- переход от классно-урочной к результативно-персонализированной организации образовательного процесса;
- освоение и широкое использование работниками образования новых педагогических технологий, которые поддерживаются методами процессного управления, автоматизированными информационно-управляющими системами, порталами персонализированного обучения, цифровыми учебно-методическими материалами, цифровыми инструментами и сервисами.

Мы полагаем, что предложенные определения помогут интенсифицировать обсуждение проблем цифрового обновления образования среди педагогов и позволят увидеть его как объективный глубинный процесс, который затрагивает сегодня школы по всему миру.

Предложенная концептуальная рамка также может использоваться при решении различных теоретических и практических задач внедрения ЦТ в сфере общего образования. Одна из задач — сравнительный мета-анализ моделей процесса цифрового обновления школы, которые разрабатывались педагогами за последние десятилетия. Такой анализ ляжет в основу решения двух практических задач: поддержка распространения процессов цифрового обновления школ (см. п. 4.7) и планирование цифрового обновления на уровне школы (см. п. 4.8).

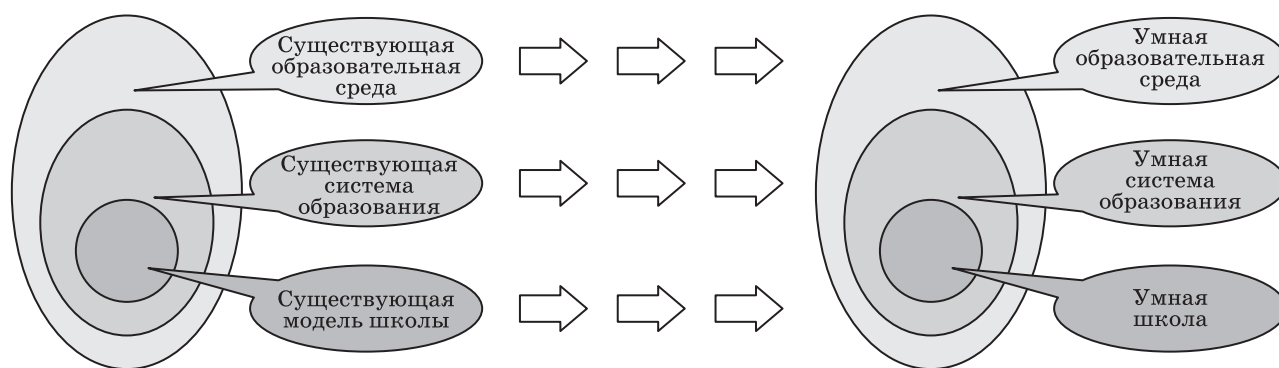


Рис. 15. Процесс цифровой трансформации образования
Fig. 15. The process of digital transformation of education

4.7. Поддержка распространения процессов цифрового обновления школ

Современное состояние развитых систем образования характеризуется множественностью позиций разных акторов, решающих свои задачи. Для согласованности их действий и выработки эффективных решений в области цифрового обновления необходимы инструменты мониторингового типа, которые позволили бы оценивать воздействия на разных уровнях с точки зрения педагогических, организационных и технологических эффектов [16]. Международный опыт показывает, что за счет разворачивания работ в этом направлении достигается широкая общественная поддержка цифровой трансформации [17]. В России подобная работа проводилась в ходе оценки результативности проекта «Информатизация системы образования» более десяти лет назад [36] и показала свою результативность.

4.8. Планирование цифрового обновления на уровне школы

В условиях разворачивающейся цифровой трансформации становится все очевиднее, что нынешней школе присущ особый тип инновационных процессов — *трансформационный* [2]. Для успешного управления таким процессом на уровне школы нужно выстраивать систему непрерывного самосовершенствования персонала. Первый шаг в данном направлении, как правило, — проведение самодиагностики при помощи надежных инструментов [16]. Эти инструменты помогают школе найти другие школы, которые решают схожие задачи развития, создать горизонтальные механизмы обмена опытом (системы стажировки, сетевые профессиональные сообщества), выявить схожие затруднения и совместными усилиями разработать способы их преодоления.

Финансирование

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 19-29-14167 «Разработка многоаспектной модели процессов цифровой трансформации в общем образовании».

Funding

The reported study was funded by RFBR, project No 19-29-14167 “The development of the multidimensional model for the digital transformation of education”.

Список источников / References

1. Гэйбл Э. Цифровая трансформация школьного образования. Международный опыт, тренды, глобальные рекомендации. *Современная аналитика образования*. М.: ВШЭ; 2019. 108 с. Режим доступа: <https://ioe.hse.ru/pubs/share/direct/408113543.pdf>
2. Gable E. Digital transformation of school education. International experience, trends, global recommendations. *Modern Education Analytics*. Moscow, HSE; 2019. 108 p. Available at: <https://ioe.hse.ru/pubs/share/direct/408113543.pdf>
3. Уваров А. Ю., Гейбл Э., Дворецкая И. В., Заславский И. М., Карлов И. А., Мерцалов Т. А., Сергоманов П. А., Фрумкин И. Д. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования. М.: ВШЭ; 2019. 343 с. Режим доступа: https://ioe.hse.ru/data/2019/07/01/1492988034/Cifra_text.pdf
4. Uvarov A. Yu., Gable E., Dvoretzskaya I. V., Zaslavsky I. M., Karlov I. A., Mertsalov T. A., Sergomanov P. A., Frumkin I. D. Difficulties and prospects of the digital transformation of education. Moscow, HSE; 2019. 343 p. Available at: https://ioe.hse.ru/data/2019/07/01/1492988034/Cifra_text.pdf
5. Уваров А. Ю. Цифровая трансформация и сценарии развития общего образования. *Современная аналитика образования*. М.: ВШЭ; 2020. 108 с. Режим доступа: <https://ioe.hse.ru/pubs/share/direct/418229279.pdf>
6. Uvarov A. Yu. The digital transformation and scenarios for the general education development. *Modern Education Analytics*. Moscow, HSE; 2020. 108 p. Available at: <https://ioe.hse.ru/pubs/share/direct/418229279.pdf>
7. Zhu Z.-T., Yu M.-H., Riezebos P. A research framework of smart education. *Smart Learning Environments*. 2016;3(4). DOI: 10.1186/s40561-016-0026-2
8. Lee M., Broadie R. A taxonomy of school evolutionary changes: Evolution within the threads. *IGARSS*. 2014;(1):1–69.
9. Любимов Л. Л. Авторская концепция модернизации общего образования. Без лозунгов, призывов и наставлений, но с ответами на вопросы: Что надо делать? Почему это надо делать? Как это можно сделать? *Современная аналитика образования*. М.: ВШЭ; 2020. 80 с. Режим доступа: <https://ioe.hse.ru/pubs/share/direct/454927275.pdf>
10. Lyubimov L. L. The author's concept of modernization of general education. Without slogans, appeals and instructions, but with answers to the questions: What should be done? Why do you need to do this? How can I do that? *Modern Education Analytics*. Moscow, HSE; 2020. 80 p. Available at: <https://ioe.hse.ru/pubs/share/direct/454927275.pdf>
11. Дворецкая И. В., Уваров А. Ю., Вихрев В. В. Модели обновления общего образования в развивающейся цифровой среде. М.: ТОРУС-Пресс; 2020. 122 с. Режим

доступа: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/428603597.pdf>

Dvoretzskaya I. V., Uvarov A. Yu., Vikhrev V. V. Models of renewal of general education in the evolving digital environment. Moscow, TORUS-Press; 2020. 122 p. Available at: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/428603597.pdf>

8. OECD What makes a school a learning organization? A guide for policy makers, school leaders and teachers. Paris: OECD Publishing; 2016. Available at: <https://www.oecd.org/education/school/school-learning-organisation.pdf>

9. Reis J., Amorim M., Melo N., Matos P. Digital transformation: A literature review and guidelines for future research. In: *Trends and Advances in Information Systems and Technologies. Proc. WorldCIST'18: World Conf. on Information Systems and Technologies*. Cham: Springer; 2018. P. 411–421. DOI: 10.1007/978-3-319-77703-0_41

10. The Open Group Digital practitioner body of knowledge standard. 2020. Available at: <https://pubs.opengroup.org/dpbok/standard/DPBoK.html>

11. Zhang L., Basham J. D., Yang S. Understanding the implementation of personalized learning: A research synthesis. *Educational Research Review*. 2020;(31). DOI: 10.1016/j.edurev.2020.100339

12. Solis B. The 2018–2019 state of digital transformation. Altimeter; 2019.

13. Shen Q., Leitch R. Fuzzy qualitative simulation. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*. 1993;23(4):1038–1061. DOI: 10.1109/21.247887

14. Fishwick P. A. Qualitative methodology in simulation model engineering. *Simulation*. 1989;52(3):95–101. DOI: 10.1177/003754978905200303

15. Forbus K. D. Chapter 9 Qualitative Modeling. *Foundations of Artificial Intelligence*. 2008;(3):361–393. DOI: 10.1016/S1574-6526(07)03009-X

16. Condotta J.-F. Qualitative reasoning. *A guided tour of artificial intelligence research*. Cham: Springer; 2020. P. 151–183. DOI: 10.1007/978-3-030-06164-7

17. Уваров А. Ю. Информатизация школы. Вчера, сегодня, завтра. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний; 2011. 296 с.

Uvarov A. Yu. School informatization. Yesterday, today, tomorrow. Moscow, BINOM. Laboratoriya znaniy; 2011. 296 p.

18. Papert S. Mindstorms: children, computers, and powerful ideas. NYC: Basic Books; 1980. 242 p.

19. Uvarov A., Varlamova J. Anytime, anywhere learning for improved education results in Russia: Case study by the UNESCO-Fazheng project on best practices in mobile learning. UNESCO; 2019. Available at: <https://www.gcedclearinghouse.org/sites/default/files/resources/190151eng.pdf>

20. Sawyer R. K. The new science of learning. *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. Cambridge University Press; 2014.

21. Nolan R. L. Managing the crises in data processing. *Harvard Business Review*. 1979;57(2):115–126.

22. Solis B., Lieb R., Szymanski J. The 2014 state of digital transformation. Altimeter; 2014.

23. Ristic M. E-maturity in schools. *Croatian Journal of Education*. 2017;(19):317–334. DOI: 10.15516/cje.v19i0.3100

24. Marshall S. e-learning maturity model (version two) New Zealand tertiary institution e-learning capability. 2006. Available at: https://www.educationcounts.govt.nz/publications/tertiary_education/e-learning/58139

25. Jugo G., Balaban I., Pezelj M., Begicevic Redjep N. Development of a model to assess the digitally mature schools in Croatia. In: *Tomorrow's Learning: Involving Everyone. Learning with and about Technologies and Computing. Proc. 11th IFIP TC 3 World Conf. on Computers in Education*.

Cham: Springer; 2017. P. 169–178. DOI: 10.1007/978-3-319-74310-3_19

26. Solar M., Sabattin J., Parada V. A maturity model for assessing the use of ICT in school education. *Educational Technology & Society*. 2013;16(1):206–218.

27. Bass J. M. An early-stage ICT maturity model derived from Ethiopian education institutions. *International Journal of Education and Development using ICT*. 2011;7(1):5–25. Available at: <http://ijedict.dec.uwi.edu/viewarticle.php?id=1208>

28. Bryant J., Child F., Dorn E., Hall S. New global data reveal education technology's impact on learning. McKinsey & Company; 2020. Available at: <https://www.mckinsey.com/industries/social-sector/our-insights/new-global-data-reveal-education-technologies-impact-on-learning#>

29. Концепция информатизации образования. *Информатика и образование*. 1988;(6):3–29.

The concept of informatization of education. *Informatics and Education*. 1988;(6):3–29.

30. Уваров А. Ю. Пространство задач информатизации школы. *Информатика*. 2002;(23):2–9.

Uvarov A. Yu. Space of tasks of school informatization. *Informatics*. 2002;(23):2–9.

31. Rogers E. M. Diffusion of innovations. Free Press; 2003. 576 p.

32. Perkins D. Smart schools: From training memories to educating minds. Free Press; 1992. 272 p.

33. Kools M., Stoll L., George B., Steijn B., Bekkers V., Goudard P. The school as a learning organization: The concept and its measurement. *European Journal of Education*. 2020;55(1):24–42. DOI: 10.1111/ejed.12383

34. Дворецкая И. В., Мерцалова Т. А. Российские школы через призму мониторинга цифровой трансформации образования (анализ различительных возможностей инструмента). *Современная аналитика образования*. М.: ВШЭ; 2020. 36 с. Режим доступа: <https://ioe.hse.ru/pubs/share/direct/408107267.pdf>

Dvoretzskaya I. V., Mertsalova T. A. Russian schools through the prism of monitoring the digital transformation of education (analysis of the distinctive capabilities of the instrument). *Modern Education Analytics*. Moscow, HSE; 2020. 36 p. Available at: <https://ioe.hse.ru/pubs/share/direct/408107267.pdf>

35. Стратегия цифровой трансформации: написать, чтобы выполнить. М.: РАНХиГС; 2021. 184 с. Режим доступа: <https://storage.strategy24.ru/files/news/202102/ff00a177b3fa0bb25513e8e59ad097d5.pdf>

Digital transformation strategy: write to accomplish. Moscow, RANEP; 2021. 184 p. Available at: <https://storage.strategy24.ru/files/news/202102/ff00a177b3fa0bb25513e8e59ad097d5.pdf>

36. Авдеева С. М., Уваров А. Ю. Российская школа на пути к информационному обществу: проект «Информатизация системы образования». *Вопросы образования*. 2005;(3):33–53.

Avdeeva S. M., Uvarov A. Yu. Russian school on the way to an information society: project “Informatization of the education system”. *Educational Studies Moscow*. 2005;(3):33–53.

Информация об авторах

Уваров Александр Юрьевич, доктор пед. наук, профессор; руководитель отдела образовательной информатики, Институт кибернетики и образовательной информатики им. А. И. Берга, Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва, Россия; профессор департамента образовательных программ, Институт образования, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1999-1943>; e-mail: auvarov@hse.ru

Вихрев Владимир Васильевич, научный сотрудник, Институт кибернетики и образовательной информатики им. А. И. Берга, Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва, Россия; *ORCID*: <http://orcid.org/0000-0001-7046-2620>; *e-mail*: vvikh@rambler.ru

Водополян Григорий Моисеевич, зам. директора по информационным технологиям, средняя общеобразовательная школа № 550 «Школа информационных технологий» Центрального района города Санкт-Петербурга, Россия; *ORCID*: <http://orcid.org/0000-0002-4627-8310>; *e-mail*: vgm@ort.spb.ru

Дворецкая Ирина Владимировна, научный сотрудник Лаборатории цифровой трансформации образования, Институт образования, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия; *ORCID*: <http://orcid.org/0000-0003-2970-512X>; *e-mail*: idvoretskaya@hse.ru

Кочак Эрен, стажер-исследователь, Институт образования, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия; *ORCID*: <http://orcid.org/0000-0001-8618-9876>; *e-mail*: Eren.coceac@gmail.com

Левин Илья, Ph.D. (Computer Engineering), профессор, Педагогический колледж Тель-Авивского университета, г. Тель-Авив, Израиль; *ORCID*: <http://orcid.org/0000-0002-0298-4547>; *e-mail*: ilia1@post.tau.ac.il

Information about the authors

Alexander Yu. Uvarov, Doctor of Sciences (Education), Professor; Head of the Educational Informatics Department, Institute of Cybernetics and Educational Computing, The Federal Research Centre “Computer Science and Control” of the

Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; Professor at the Department of Educational Programs, Institute of Education, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia; *ORCID*: <http://orcid.org/0000-0003-1999-1943>; *e-mail*: auvarov@hse.ru

Vladimir V. Vikhrev, Research Fellow, Institute of Cybernetics and Educational Computing, The Federal Research Centre “Computer Science and Control” of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; *ORCID*: <http://orcid.org/0000-0001-7046-2620>; *e-mail*: vvikh@rambler.ru

Gregory M. Vodopian, Vice Principal, School 550, Saint Petersburg, Russia; *ORCID*: <http://orcid.org/0000-0002-4627-8310>; *e-mail*: vgm@ort.spb.ru

Irina V. Dvoretskaya, Research Fellow at the Laboratory for Digital Transformation of Education, Institute of Education, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia; *ORCID*: <http://orcid.org/0000-0003-2970-512X>; *e-mail*: idvoretskaya@hse.ru

Eren Coceac, Research Assistant, Institute of Education, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia; *ORCID*: <http://orcid.org/0000-0001-8618-9876>; *e-mail*: Eren.coceac@gmail.com

Ilya Levin, Ph.D. (Computer Engineering), Professor, Department of Mathematics, Science and Technology Education, School of Education, Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel; *ORCID*: <http://orcid.org/0000-0002-0298-4547>; *e-mail*: ilia1@post.tau.ac.il

Поступила в редакцию / Received: 19.05.2021.

Поступила после рецензирования / Revised: 18.06.2021.

Принята к печати / Accepted: 22.06.2021.