

# Вестник Российского фонда фундаментальных исследований

№ 1 (113) январь–март 2022 года

**Основан в 1994 году**

Зарегистрирован Комитетом РФ по печати, рег. № 012620 от 03.06.1994

Сетевая версия зарегистрирована Роскомнадзором, рег. № ФС77-61404 от 10.04.2015

**Учредитель**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Российский фонд фундаментальных исследований»**

Главный редактор В.Я. Панченко,  
заместители главного редактора В.В. Квардаков и В.Н. Фридлянов

**Редакционная коллегия:**

В.П. Анаников, В.Б. Бетелин, К.Е. Дегтярев, И.Л. Еременко,  
В.П. Кандидов, П.К. Кашкаров, В.П. Матвеев, Е.И. Моисеев,  
А.С. Сигов, В.А. Ткачук, Р.В. Петров, И.Б. Федоров, Д.Р. Хохлов

**Редакция:**

Е.Б. Дубкова, И.А. Мосичева

**Адрес редакции:**

119334, г. Москва, Ленинский проспект, 32а

Тел.: (499) 995-16-05

e-mail: [pressa@rfbr.ru](mailto:pressa@rfbr.ru)





# Russian Foundation for Basic Research Journal

N 1 (113) January–March 2022

**Founded in 1994**

Registered by the Committee of the Russian Federation for Printed Media, 012620 of 03.06.1994 (print)

Registered by the Roskomnadzor FS77-61404 of 10.04.2015 (online)

**The Founder**  
**Federal State Institution**  
**“Russian Foundation for Basic Research”**

Editor-in-Chief V. Panchenko,  
Deputy chief editors V. Kvardakov and V. Fridlyanov

**Editorial Board:**

V. Ananikov, V. Betelin, K. Degtyarev, I. Eremenko,  
V. Kandidov, P. Kashkarov, V. Matveenko, E. Moiseev,  
A. Sigov, V. Tkachuk, R. Petrov, I. Fedorov, D. Khokhlov

**Editorial staff:**

E. Dubkova, I. Mosicheva

**Editorial Address:**

32a, Leninskiy Ave., Moscow, 119334, Russia  
Tel.: (499) 995-16-05  
e-mail: [pressa@rfbr.ru](mailto:pressa@rfbr.ru)

# «Вестник РФФИ»

## № 1 (113) январь–март 2022 года

### КОЛОНКА ТЕМАТИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА

О редакторе тематического блока академике А.Л. Семёнове .....	6
Аннотация тематического блока .....	9
<i>А.Л. Семёнов</i>	
Фундаментальные основания программы «Цифровая трансформация школы» (Хартия цифрового пути школы). Краткое изложение .....	20

### ТЕМАТИЧЕСКИЙ БЛОК: ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ШКОЛЫ

Каким становится образование? .....	23
<i>Е.В. Волкова, И.В. Дворецкая, М.К. Кабардов, М.М. Лобаскова, П.А. Оржековский, Г.У. Солдатова, А.А. Твардовская</i>	
Личность, расширенная цифровыми средствами .....	38
<i>А.Н. Архангельский, В.Н. Дубровский, М.Ю. Лебедева, А.В. Микляева, А.А. Муранов, О.А. Фиофанова</i>	
Право ребенка на цифровой мир .....	52
<i>Л.В. Баева, М.Д. Бузоева, Н.А. Заиченко, Т.А. Рудченко, А.С. Соловейчик</i>	
Школа и учитель .....	60
<i>И.Ю. Владимиров, Г.В. Волянец, М.Ю. Карганов, С.Н. Поздняков</i>	
Содержание образования .....	70
<i>Ю.С. Вишняков, А.В. Гиглавый, Б.Л. Иомдин, В.И. Исмагуллина, С.А. Ловягин, С.И. Монахов, И.Н. Сергеев, Н.А. Соловейчик</i>	
Цифровая платформа образования .....	87
<i>О.Ю. Бахтеев, Ф.М. Гафаров, В.В. Гриншкун, О.В. Дятлова, С.Г. Косарецкий, В.А. Кудинов, А.Г. Леонов, А.Н. Сергеев, С.В. Щербатых</i>	
Результаты и оценивание .....	104
<i>М.Ю. Демидова, Е.Ю. Карданова, Р.Б. Курпьянов, В.И. Снегурова, Р.С. Сулейманов, Д.А. Федерякин</i>	
Родители, воспитание, безопасность, мораль и этика цифрового мира .....	114
<i>Е.В. Викторова, В.Л. Назаров, С.А. Румянцев, А.И. Медведев</i>	
Создатели нового в образовании .....	122
<i>Т.А. Бороненко, С.А. Куркин, М.Л. Левицкий, В.В. Миронов, В.В. Рубцов</i>	

**"RFBR Journal"**  
**№1 (113) January–March 2022**

**THEMED ISSUE EDITOR'S COLUMN**

About the Editor of the Themed Section RAS Academician A.L. Semenov ..... 8

Abstract of the Themed Section..... 14  
*A.L. Semenov*

Fundamental Foundations of the Program “Digital Transformation of the School”  
 (Charter of the School’s Digital Way). Summary ..... 20

**THEMED SECTION:  
 DIGITAL TRANSFORMATION OF SECONDARY SCHOOL**

What Is the Education Becoming? ..... 23  
*E.V. Volkova, I.V. Dvoretzkaya, M.K. Kabardov, M.M. Lobaskova, P.A. Orzhekovsky, G.U. Soldatova, A.A. Tvardovskaya*

Digitally Enhanced Personality ..... 38  
*A.N. Arkhangelsky, V.N. Dubrovsky, M.Yu. Lebedeva, A.V. Miklyaeva, A.A. Muranov, O.A. Fiofanova*

The Right of a Child to the Digital World ..... 52  
*L.V. Baeva, M.D. Buzoeva, N.A. Zaichenko, T.A. Rudchenko, A.S. Soloveychik*

School and Teacher ..... 60  
*I.Yu. Vladimirov, G.V. Volynets, M.Yu. Karganov, S.N. Pozdnyakov*

The Content of Education..... 70  
*Yu.S. Vishnyakov, A.V. Giglavy, B.L. Iomdin, V.I. Ismatullina, S.A. Lovyagin, S.I. Monakhov, I.N. Sergeev, N.A. Soloveychik*

Digital Education Platform ..... 87  
*O.Yu. Bakhteev, F.M. Gafarov, V.V. Grinshkun, O.V. Dyatlova, S.G. Kosaretsky, V.A. Kudinov, A.G. Leonov, A.N. Sergeev, S.V. Shcherbatykh*

Results and Evaluation ..... 104  
*M.Yu. Demidova, E.Yu. Kardanova, R.B. Kupriyanov, V.I. Snegurova, R.S. Suleimanov, D.A. Federiakin*

Parents, Upbringing, Safety, Morality and Ethics of the Digital World..... 114  
*E.V. Viktorova, V.L. Nazarov, S.A. Rummyantsev, A.I. Medvedev*

Creators of the New in Education ..... 122  
*T.A. Boronenko, S.A. Kurkin, M.L. Levitsky, V.V. Mironov, V.V. Rubtsov*



## О редакторе тематического блока академике Алексее Львовиче Семёнове



- *Заведующий кафедрой математической логики и теории алгоритмов МГУ им. М.В. Ломоносова*
- *Директор Института кибернетики и образовательной информатики им. А.И. Берга ФИЦ ИУ РАН*
- *Член Бюро Отделения математических наук (ОМН) РАН*
- *Председатель Комиссии ОМН РАН по вопросам преподавания математики в средней школе*
- *Председатель Научно-методического совета по информатике ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений»*
- *Главный редактор журнала «Доклады Российской академии наук. Математика, информатика, процессы управления»*
- *Член редакционных коллегий ряда журналов: «Вестник кибернетики», «Вопросы образования», «Информатика в школе», «Информатика и ее применения», «Искусственный интеллект и принятие решений», «Квант», «Математика в школе», «Чебышёвский сборник», «Pattern Recognition and Image Analysis, Advances in Mathematical Theory and Applications» и др.*
- *Chair of the Department of Mathematical Logic and Theory of Algorithms, Lomonosov MSU*
- *Director of Axel Berg Institute of Cybernetics and Educational Computing of RAS*
- *Member of the Bureau of the Department of Mathematical Sciences (DMS) of the Russian Academy of Sciences (RAS)*
- *Chairman of the DMS RAS Commission on Teaching Mathematics in Secondary Schools*
- *Chairman of the Scientific and Methodological Council for Informatics of the Federal Institute of Pedagogical Measurements*
- *Editor-in-Chief of the journal «Reports of the Russian Academy of Sciences. Mathematics, Computer Science, Control Processes»*
- *Member of the Editorial Boards of journals: «Bulletin of Cybernetics», «Educational Studies», «Computer Science in School», «Computer Science and its Applications», «Artificial Intelligence and Decision-Making», «Quantum», «Mathematics at School», «Chebyshevskii Sbornik», «Pattern Recognition and Image Analysis, Advances in Mathematical Theory and Applications», et al.*



## About the Editor of the Themed Section

Alexei Semenov was born in 1950 in a family of engineers. After graduating from Moscow School No. 7, then he studied at Moscow State University at the Department of Mechanics and Mathematics and then at graduate school at the Department of Mathematical Logic. In 1975 by defending his dissertation “On definability in some decidable theories” he became Candidate of Physical and Mathematical Sciences.

In 1984 at Steklov MIAN he defended his doctoral dissertation “Logical theories of one-place functions on natural series”.

Alexei Semenov is a prominent specialist in the field of mathematical logic, cybernetics, theoretical informatics, and education. Since September 1, 2018, he is the Head of the Department of Mathematical Logic and Theory of Algorithms of the Faculty of Mechanics and Mathematics of Moscow State University; since 2015 he is Director of the Berg Institute of Cybernetics and Educational Informatics at Russian Academy of Science.

Alexei Semenov has been an Academician of the Russian Academy of Education since November 19, 2010, and a full member of the Russian Academy of Sciences in the Department of Mathematical Sciences since December 29, 2011.

Alexei Semenov is the author of more than 400 scientific papers in mathematics, computer science and education.

The contribution of A.L. Semenov to the theory and practice of school education in the country is fundamental. Starting as a teacher at public school,

he taught then at the Kolmogorov boarding school at Moscow State University (SUNC MSU). For 20 years (1993–2013) he headed the Moscow Institute of Open Education, in 2001, as part of the institute, he recreated Moscow School No. 179 as the School of N.N. Konstantinov. From 2013 to 2016 he was Rector of the Moscow State Pedagogical University (MPGU).

A.L. Semenov was the organizer of the authors team and co-author of the first computer science textbook for all schools in the country, led the authors teams of textbooks in mathematics and computer science for primary and secondary schools. From 2012 to 2018, he was Editor-in-Chief of the “Quantum (Kvant)” journal. Alexei L. Semenov was one of the developers of educational standards for the schools: for Moscow in 1996; for Russian Federation in 2004 and 2009. He is Head of the FIPI Scientific and Methodological Council for the State Final Attestation in Mathematics and member of the FIPI Scientific and Methodological Council for the State Final Attestation in Informatics.





разования (эти категории, конечно, пересекаются). Безусловно, он будет меняться: хотелось бы не отставать от изменений в окружающем нас мире. Вместе с тем нам кажется, что в этом тексте удалось отразить какие-то вечные черты и идеалы образования наряду с будущими перспективами, ради которых «Хартия цифрового пути школы» и создавалась.

Диалог, формирующий Хартию, отразился и в работе коллективов Программы, и в текстах настоящего выпуска. Текст Хартии как документа, объединяющего участников конкурсной программы, к которому уже присоединились многие деятели образования, мы помещаем в конце нашей аннотации. Хартия открыта для дальнейшего развития.

Выделим ряд связанных с этим ключевых моментов.

1. Цифровизация позволяет человечеству вернуться к образовательным целям и ценностям, более вечным и важным, чем информационные революции печатной книги, цифровых технологий, искусственного интеллекта. Эти цели и ценности были в свое время отодвинуты общественными потребностями: религиозной индоктринацией, индустриализацией общества и др. Однако альтернативное видение всегда сохранялось. Достаточно вспомнить речь Василия Осиповича Ключевского «Два воспитания», ставящую под вопрос европейскую модель, принесенную в российскую жизнь и российское образование Петром I. Таких примеров множество. Индустриальная модель школы, реализованная в СССР в тридцатые годы как очевидная необходимость, была воспроизведена после войны и часто ностальгически вспоминается сегодня. Однако революция искусственного интеллекта, по существу синонимичная цифровой революции, эту необходимость отменила. Содержание и методы образования самовоспроизводятся инерционно: меня так учили, и я так учу.

При этом становится всё более необходимым и возможным учитывать в работе школы качества детской личности, о которых говорится в Хартии и которые во многом приходили в противоречие с системой образования.

Об этих качествах идет речь во многих проектах Программы: в большинстве случаев эти проекты сосредоточены на выявлении фундаментальных закономерностей на основании научного эксперимента.

От такого выявления до практического использования обычно проходят поколения. Однако в силу того, о чем уже несколько раз сказано выше, осознавая насущную необходимость цифровой трансформации школы, многие исследователи сочетали в своей деятельности экспериментальное исследование с

практическим выходом в сегодняшнее школьное образование.

2. Лев Семёнович Выготский когда-то открыл нам представление о том, что мы сегодня называем расширенной, обогащенной, дополненной личностью человека. Следуя Выготскому, мы видим это расширение во включении в личность человека инструментов письма, графики, вычисления, карты, компаса, часов, очков, микроскопа и др. Сегодня список можно продолжать и расширять цифровыми системами алгебраических вычислений и многоязыкового общения. Принципиально важно, что эти средства, интегрируясь в нашу личность, меняют наши способы мышления, коммуникации, действия во всех жизненных ситуациях, в том числе и тех, в которых они непосредственно не участвуют. Обдумывая текст, мы уже заранее учитываем инструменты его создания. Более того, без инструментов многие движения нашей души уже оказываются неосуществимыми. Видный деятель современного российского образования Евгений Ямбург любит вспоминать, что он начал писать книги (а написал он их уже десяток) именно благодаря тому, что получил в подарок ноутбук.

Представление о расширенной личности необходимо нам для того, чтобы осмыслить наше место в мире. Когда-то Фрейд, пропагандируя свои достижения, говорил о великих революциях:

- Коперника, переместившего Человека из Центра Мироздания;
- Дарвина, лишившего Человека звания Венца Творения;
- наконец, самого Фрейда, который потеснил Разум Человека как источник его власти над помыслами, действиями и Судьбой.

Сегодня мы говорим о революции Тьюринга: наша черепная коробка перестала быть единственным на Земле вместилищем интеллектуаль-



это не снимает вопроса о тщательном объективном научном мониторинге и исследовании психофизиологических показателей детей, интенсивно использующих цифровые технологии (а это сегодня – большинство наших детей). Проведенное в рамках Программы исследование показывает действительно тревожные признаки вредного влияния домашних компьютерных игр, но отсутствии таких признаков при применении компьютера в школе с соблюдением элементарных правил гигиены зрения.

5. Сложность, изменчивость, непредсказуемость современного мира одновременно с экспоненциальным ростом знаний о нем делают приоритетными для образования освоение системы ориентации и моделей поведения, способности и готовности к выбору, адаптивности и преадаптивности (способности к принятию решений и действию в неожиданной и непредсказуемой ситуации), восприимчивости к обратной связи. Традиционная школа, признавая важность достижения этих качеств личности, тем не менее, концентрировалась на дополнительных к ним качествах, которые во многом, особенно в школьных условиях, становятся уже не дополняющими, а противостоящими. Так, например, умение быстро и безошибочно, *не задумываясь*, выполнять инструкцию, противостоит умению делать выбор, учитывать неожиданность, непривычность вопроса. Требование выполнять работу самому, не подсказывать, не списывать, противостоит ситуации коллективной работы, обращения к эксперту, характерной для «общества знания». Цифровые технологии позволяют эти противоречия разрешить. Ученик, повторяя путь человечества, сам изобретает важнейшие способы деятельности, постепенно открывает во всё большей полноте большие идеи, составляющие основу его ориентации в мире. Самостоятельно пройденные, сформированные им элементы образования становятся частью его расширенной личности, эта личность знает, где и что у нее «лежит», к какому конкретному алгоритму и знанию ей нужно обратиться в той или иной неожиданной ситуации для достижения непредставимой ранее цели.

6. «Взрослый» мир цифровых технологий вне школы существенно усилил эффекты «многозадачности», модели «поведения Юлия Цезаря» – человека, осуществляющего несколько интеллектуальных активностей одновременно. И практический опыт, и наша интуиция нам подсказывают, что это, как правило, малоэффективно, а часто и контрпродуктивно: человек, работающий в многозадачном режиме, в результате затрачивает больше времени и расходует намного больше внутренней энергии, чем если бы он выполнял свои дела по-

следовательно. Как показали исследования в рамках Программы, эти правдоподобные представления не вполне подтверждаются. Наши дети, которых мы часто обвиняем в рассеянности, неусидчивости, «клиповости» мышления, в массе вырабатывают модели деятельности, где им удается реализовать многозадачность с общим повышением эффективности работы. Данное психологическое исследование, наряду с другими в рамках Программы, например, анализирующими восприятие экранных текстов или стратегии поиска информации, лишь намечает контуры огромного пласта работ по психологии цифрового учения. Читайте об этом в статье «Каким становится образование» Е.В. Волковой, И.В. Дворецкой, М.К. Кабардова, М.М. Лобасковой, П.А. Оржековского, Г.У. Солдатовой, А.А. Твардовской. Далее идут вопросы трансформации содержания образования: что такое фундаментальные знания школьных дисциплин, каково их положение и приложение в современном цифровом мире (статья Ю.С. Вишнякова, А.В. Гиглавого, Б.Л. Иомдина, В.И. Исмагуллиной, С.А. Ловягина, С.И. Монахова, И.Н. Сергеева и Н.А. Соловейчика «Содержание образования»).

7. Если «посмотреть со стороны», кажется очевидным, что математика лежит в основе и центре цифрового мира. И это правда: революция искусственного интеллекта, всех цифровых технологий началась в математике и продолжает подпитываться ее плодами, ставить перед ней всё новые и новые задачи. Создание новых цифровых технологий, в частности программирование, стало небывалой по масштабам сферой человеческой деятельности. Эта деятельность, как и разработка математических моделей реальности, – математическая, и требует развития соответствующих способностей (расширенной) личности. В то же время образователь-



ное сообщество отмечает падение интереса школьников и студентов к математике, падение их математической квалификации. Этому есть, видимо, ряд причин. Среди них – и «потребительское отношение» к математике и цифровым технологиям: «Машина всё сделает – посчитает, примет решение, даст рекомендацию». Отмечая бесспорную роль компьютера в современном мире, нужно увидеть «дьявола» в словечке «всё». Другая причина, очень существенная в нашем контексте, – это сама система образования. Возможно, именно в математике, в силу ее центрального положения в цифровой цивилизации, наиболее быстро, заметно и разрушительно растет пропасть между школой и окружающим миром. Сегодня школьник, показав своему смартфону (*очевидной* части его расширенной личности) уравнение из задачника (или, что еще более важно, составленное им самим как модели реального процесса) немедленно получает его решение в численном, аналитическом и графическом выражении на экране того же смартфона. Не менее поразительно, что в век больших данных, во всё большей степени определяющих решения в окружающем нас обществе, в экономике и политике, мы предлагаем школьникам осваивать статистику, появившуюся в школе в начале XXI века, аккуратно строить «столбчатые диаграммы» в клетчатой тетради с помощью карандаша и линейки. Это положение дел привело преподавателя высшей школы и школьного учителя к необходимости создания собственного школьного учебника по математической статистике для расширенной личности, построенного на идее применения этого раздела математики как цифрового инструмента принятия решений в жизни личности и общества. Это лишь один из многих результатов Программы, касающихся математики и других школьных предметов. Говоря о математике, стоит упо-

мянуть и общую проблематику математического моделирования в школе, и продвижение в задаче проектирования будущих вариантов итоговой аттестации в контексте развития всего математического образования.

8. Другим поразительным примером пропасти между школой и жизнью оказывается предмет «Русский язык». В официальных концептуальных документах подчеркивается важность развития в школе коммуникативных способностей учащихся как цели изучения этого предмета и роль цифровых технологий в его изучении. Однако если идти по цепочке «концепция – программа – учебник – реальный образовательный процесс», то мы видим полное исчезновение этих «важнейших деталей». На уроках русского языка и литературы мы почти не учим коммуникации, устной и письменной, на этих уроках до недавнего времени (об этом уже шла речь выше) не использовали цифровых технологий. Дети занимаются заучиванием правил, правописанием и разбором литературных произведений. Что касается технологии, то, задавая вопрос учителям литературы три года назад: «Разрешаете ли вы детям писать сочинение на компьютере?», мы получали обескураживающий ответ: «А зачем?» При этом ответ на последний вопрос был очевиден уже тогда: принципиально реальней и проще творчески работать над текстом, приводить точные цитаты, избегать «помарок», сдавать работу учителю, получать и использовать его рецензию, дорабатывать текст. Последние месяцы ситуация изменилась радикально. Трудно избежать дурного литературного клише: «как по мановению (цифровой) волшебной палочки», хотя, к сожалению, скорее «по дуновению» эпидемии. Сегодня на тот же вопрос о сочинении учителя отвечают: «А как же иначе?» На попытку возразить: «Но ведь дети, наверное, используют spell-чекер и могут списать реферат из интернета» – слышишь ответы: «Нас интересует в первую очередь смысл, самостоятельность мышления и умение формулировать свои мысли», «Наша задача, в том числе, воспитать правильное отношение к цитированию чужого произведения, а отловить плагиат в цифровом тексте намного проще, чем в рукописном». В Программе такой «цифровой сдвиг» в русском языке и литературе нашел эффективную опережающую поддержку. Эта поддержка также распространяется и на детей, испытывающих трудности в чтении и письме.

9. Затронутую тему языковой креативности развивает исследование трансмедийного подхода к изучению литературы. Трансмедийность здесь понимается не только как применение различных

медиа. Не менее важно, что прочтение литературного произведения естественно ведет к его воссозданию, трансформации в деятельностной цифровой педагогике. Такой подход становится сегодня всё более распространенным и в мире.

10. Общим, принципиально важным фактором влияния цифровой трансформации на учебную деятельность учащихся, видным в рассмотренных примерах математики и русского языка, является повышение нестандартной, творческой составляющей этой деятельности. Анализ и прогноз здесь очевидны и очевидно же противоречат столь любимым противниками цифровой трансформации – современными луддитами – тезисам о цифровом оглушении, дебилизации, чипизации, «бездумном нажатии на кнопки». Видно, что цифровая трансформация направлена ровно в противоположную сторону. Видно это и на материале других предметов, в том числе – химии. Конечно, и школьное программирование, и конструирование цифровых устройств также дают намного более широкий спектр возможностей для творческого развития личности и проявления самостоятельности мышления, чем большая часть предлагаемых сегодня в школьных курсах заданий на воспроизведение или прямое использование материала учебника, выбор ответа из списка и т. п. Этому посвящен материал Т.А. Бороненко, С.А. Куркина, М.Л. Левицкого, В.В. Миронова, В.В. Рубцова «Создатели нового в образовании».

11. Анализ больших данных – одно из ведущих в XXI веке направлений применения технологий искусственного интеллекта, которое только начинает проникать в сферу школьного образования. Однако уже сейчас можно говорить о

намечающихся перспективах объективизации оценивания и разгрузке учителя – опять-таки об освобождении от наименее творческих рутинных работ, бумажной отчетности (статья М.Ю. Демидовой, Е.Ю. Кардановой, Р.Б. Куприянова, В.И. Снегуровой, Р.С. Сулейманова и Д.А. Федерякина «Результаты и оценивание»).

Есть, наконец, и чисто технологические вопросы, относящиеся к выбору наиболее эффективных решений в существующей и планируемой организации учебных пространств; им посвящена, в частности, работа «Цифровая платформа образования» О.Ю. Бахтеева, Ф.М. Гафарова, В.В. Гринскуна, О.В. Дятловой, С.Г. Косарецкого, В.А. Кудинова, А.Г. Леонова, А.Н. Сергеева и С.В. Щербатых.

Результаты педагогических исследований, представленные в избранных статьях этого выпуска «Вестника РФФИ», внушают уверенность в том, что и современная фундаментальная наука об образовании, и повседневная практика уже многое получили от Программы, получают и будут продолжать получать после ее формального завершения. Важнейшие начатые Программой исследования будут продолжаться.

## Abstract of the Themed Section

A.L. Semenov

Readers are invited to the *Russian Foundation for Basic Research Journal* issue, dedicated to the most urgent task of modern pedagogy – the digitalization of secondary education. In our country in the mid-1980s, with a lead compared to other countries, mass work on the digital transformation of school education began. However, the results of this work were noticeable mainly in the emergence and development of the school computer science course.

The situation changed radically in 2020 when the COVID-19 epidemic swept the world. The implementation of the constitutional right of children to education required the widespread use of digital technologies in all school subjects within the framework of distance learning. At the same time didactic solutions were developed by “trial and error” without any theoretical justification. Parents were not ready either having received a sudden responsibility for organizing the educational process at home. Small but very noisy demonstrations began under the slogans: “Take our children away from us, return them to schools”.

It is hard to resist quoting a recent letter from a

Moscow chemistry teacher that appeared during the second year of remote work. Of course, both the study conditions and the teachers are very different, and this is just one of the reactions:

“We all suffered greatly from the long-distance learning that fell on everyone last year! And now – instead of 5–8 people in the class how it was during pandemic – we finally have full classes! All in place, all together! Everyone comes to class together.

Everyone confidently sends their work to the teacher *via* internet, they all have time to accomplish everything. How to organize a test remotely? Easily: we open the digital learning platform, send the test to the children, in 10 minutes we instantly collect all the work, we get a full log of the results! And that's it – you can continue the lesson! And it only seems to adults that today, like 200 years ago, schoolchildren come to their classes, sit down at their desks and listen to the teacher's story. It's not like that at all anymore! The children turned out to be mobile, active, successful and fun, no matter what format of education they have been offered by the teacher! For them, the main thing is that there is more freedom of choice in the process of their education.

Last year, many children did not participate in the lessons – they felt psychologically uncomfortable, and they simply had to be “rescued”, but today I don't see such children! Lessons are recorded and can be viewed by both the teacher and the children. The tablet, keyboard and messenger turned out to be more convenient than chalk and mountains of notebooks. I haven't heard a single real complaint this year that remote learning has gotten any worse”.

The need for these fundamental studies became obvious even before the start of the epidemic. The RFBR decided to launch the Program “Fundamental scientific support for the processes of digitalization of general education”. The competition “MK 26-914” for participation in the Program

was announced in July 2019. 220 applications were sent to the competition. As a result of expert selection 62 teams from 12 regions of Russia received grant support. By the number of supported applications, the third became Tatarstan (after Moscow and St. Petersburg).

The result of the first two years of the Program's work is not only hundreds of very informative articles and monographs but significant work is already underway to implement the results of the study in the country's schools. This is also an activity for dialogue with society, popularization of research results. Preliminary results of the implementation of the Program are summed up in a series of articles included in this issue of *RFBR Journal*.

We consider one of the most important results to be the *Charter of the School's Digital Way* which was created as part of the work on the program. The current text of the *Charter* emerged as a result of a dialogue between program participants and prominent figures in Russian education (these categories, of course, overlap). Of course, it will change: I would like to keep up with the changes in the world around us. At the same time, it seems to us that this text has managed to reflect some eternal features and ideals of education along with the future perspectives for which the *Charter of the School's Digital Way* was created.

The dialogue forming the *Charter* was reflected both in the work of the Program teams and in the texts of this *RFBR Journal* issue. The *Charter* can be considered as a kind of “guide” to the materials of the release and research of the Program. We place at the end of our abstract the text of the *Charter*, as a document uniting the participants of our program, to which many educational figures have already joined. The *Charter* is open for further development.

Let us highlight the number of key points related to this.

1. Digitalization allows humanity to return to educational goals and values that are more eternal and important than the information revolutions of a printed book, digital technologies, and artificial intelligence. These goals and values were pushed aside in due time by social needs: religious indoctrination, industrial society, *etc.* However, an alternative vision has always been preserved. Suffice it to recall the speech of Vasily Klyuchevsky “*Two Educations*”, which calls into question the European model brought into Russian life and Russian education by Peter I. There are many such examples. The industrial model of the school, implemented in the USSR in the thirties as an obvious necessity, was reproduced after the war and is now often nostalgically remembered today. However, the AI-revolution, essentially synonymous with the digital revolution, has abolished this need. The content and

methods of education self-reproduce inertially: I was taught this way, and this is how I teach.

At the same time, it becomes more and more necessary and possible to take into account in the work of the school the qualities of the child's personality, which are mentioned in the *Charter* and which in many respects came into conflict with the education system.

These qualities are discussed in many projects of the Program: in most cases, these projects are focused on identifying fundamental patterns based on a scientific experiment.

Generations usually pass from such discovery to practical use. However, due to what has already been repeated several times above, realizing the urgent need for the digital transformation of the school, many researchers combined experimental research in their activities with practical access to today's school education.

2. Lev Vygotsky once revealed to us the idea of what we today call the expanded, enriched, augmented personality of a person. Following Vygotsky, we see this expansion in the inclusion in the personality of a person of the tools of writing, graphics, calculations, maps, compasses, watches, glasses, microscopes and other tools. Today the list can be continued and expanded with digital systems for algebraic calculations and multilingual communication. It is fundamentally important that these tools, integrating into our personality, change our ways of thinking, communicating, acting in all life situations, including those in which they are not directly involved. Thinking about the text, we already take into account the tools for its creation. Moreover, without tools, many movements of our soul are already unrealizable. Evgeny Yamburg, a prominent figure in modern Russian education, likes to recall that he started writing books (and he has already written a dozen of them) precisely because he received a laptop as a gift.

The idea of an extended personality is necessary for us in order to comprehend our place in the world. Once Freud, promoting his achievements, spoke of great revolutions:

- Copernicus who moved Man from the Center of the Universe;
- Darwin who deprived Man of the title of the Crown of Creation;
- And Freud himself who pushed the Mind of Man as the source of his power over thoughts, actions and Destiny itself.

Today we are talking about the Turing revolution: our cranium has ceased to be the only receptacle on Earth for intellectual processes, and this "artificial intelligence revolution", as we already see, is the most revolutionary, including in terms of speed and radicalness, in changing our Worldview.

The philosophical and psychological foundations of the digital revolution now underway were once laid by scientists who largely determined our ideas about metaphors of consciousness and teaching – L.S. Vygotsky and about the possibility of mathematical and technological implementation of these metaphors by A. Turing. In the 21<sup>st</sup> century, these ideas were developed by Andy Clark in Great Britain, Michel Serre in France, Russian psychologists and philosophers Joseph Fegenberg, Alexander Asmolov, Galina Soldatova, Maria Falikman, and Albert Efimov. In the context of our Program, this development of our worldview, supported by the development of technology, has absolutely practical implications.

Today it is not so easy to find areas of human activity, except, perhaps, sports, where we would insist on the fact that a person shows certain qualities without resorting to the listed tools, primarily digital ones:

- Conduct calculations on a piece of paper, as a last resort, resorting to accounts;
- Design buildings and machines, drawing a project with a pencil in hand, in extreme cases, resorting to a drawing board and a T-square;
- Remember physical constants, building codes and formulations of laws, in extreme cases, resorting to reference books on the shelf.

It becomes quite obvious: if we want the results and processes of education to have any relation to the life of the child tomorrow and today, we must consider him as an extended personality. It is from such positions that we must design attestation procedures and the entire educational activity of the child, the entire educational process. These issues are discussed in the articles "*Digitally Enhanced Personality*" (by A.N. Arkhangelsky, V.N. Dubrovsky, M.Yu. Lebedeva,



A.V. Miklyaeva, A.A. Muranov, and O.A. Fiofanova) and “*The Right of a Child to the Digital World*” (by L.V. Baeva, M.D. Buzoeva, N.A. Zaichenko, T.A. Rudchenko, and A.S. Soloveychik). Pedagogical psychology poses and solves the problem of student motivation in a new way.

3. The above passage from the “teacher’s report card” does not say anything about the “harm of computers” – a constant newspaper story: as we know, school negativity, often fictional, but often real, is considered by the media as a many times more winning “texture” than positive or just normal work. However, the school and parents need specific recommendations to take into account in order to optimize the ratio of useful and harmful aspects in digital learning. Moreover, it is digital technologies that are increasingly becoming an antidote for families and a preventive tool against the moral, psychological and physiological harm of technologies in the modern world, a means of preventing cybercrime and other antisocial situations.

A wide range of issues that concern parents and the whole society are related to health and hygiene standards in the use of digital technologies at school and at home. These problems are touched upon in the article by I.Yu. Vladimirov, G.V. Volynets, M.Yu. Karganov, S.N. Pozdnyakov “*School and Teacher*”.

One of the basic directions is the formulation and attempt to solve the fundamental epistemological and ethical problems of digitalization which turn out to be vital for today’s school. This is described in detail in the material “*Parents, Upbringing, Safety, Morality and Ethics of the Digital World*” by E.V. Viktorova, V.L. Nazarov, S.A. Rumyantsev, A.I. Medvedev.

4. Part of the extended personality is the idea that everything that happens to us and around us is digitized and stored somewhere. This “somewhere” should be a means of preventing

crime and violations of human rights, inaccessible to inhumane use. Understanding these circumstances is becoming an element of the digital transformation of the consciousness of students and teachers that has begun and is intensively ongoing. Of course, this does not remove the issue of careful objective scientific monitoring and study of the psychophysiological indicators of children who intensively use digital technologies (and this is the majority of our children today). A study conducted under the Program shows indeed alarming signs of the harmful effects of home computer games, and the absence of such signs when using a computer at school with the observance of elementary rules of eye hygiene.

5. The complexity, variability, unpredictability of the modern world, along with the exponential growth of knowledge about it, make it a priority for education to master the system of orientation and behavior patterns, the ability and readiness to choose, adaptability and pre-adaptation (the ability to make decisions and act in an unexpected and unpredictable situation), susceptibility to feedback. The traditional school, recognizing the importance of achieving these personality traits, nevertheless concentrated on additional qualities to them, which in many ways, especially in school conditions, no longer become complementary, but opposing. So, for example, the ability to quickly and accurately, without hesitation, to follow the instruction, opposes the ability to make a choice, take into account the unexpectedness, unusualness of the question. Requirement: do the work yourself, do not prompt, do not write off, opposes the situation of teamwork, turning to an expert, characteristic of the “knowledge society”. Digital technologies allow these contradictions to be resolved. The student, repeating the path of mankind, invents the most important methods of activity himself, gradually discovers in greater and greater fullness the great ideas that form the basis of his orientation in the world. The elements of education that he independently completed become part of his extended personality, this personality knows what and where it “lies”, what specific algorithm and knowledge it needs to turn to in this or that unexpected situation in order to achieve a previously unimaginable goal.

6. The “adult” world of digital technologies outside the school has significantly increased the effects of “multitasking”, the model of “Julius Caesar’s behavior” – a person performing several intellectual activities simultaneously. Both practical experience and our intuition tell us that this, as a rule, is ineffective, and often counterproductive: a person who multitasks, as a result, spends more time and spends much more internal energy than if he did his work consistently. As research within the Program has shown, these plausible

notions are not fully supported by research. Our children, whom we often accuse of absent-mindedness, restlessness, “clip-like” thinking, in the mass development activity models where they manage to implement multitasking with a general increase in work efficiency. This psychological study, along with others within the framework of the Program, for example, analyzing the perception of screen texts or information retrieval strategies, only outlines the contours of a huge layer of work on the psychology of digital learning. You can read about it in the paper “*What Is the Education Becoming?*” by E.V. Volkova, I.V. Dvoretzskaya, M.K. Kabardov, M.M. Lobaskova, P.A. Orzhekovsky, G.U. Soldatova, and A.A. Tvardovskaya. Next the questions of transforming the content of education come: what is the fundamental knowledge of school disciplines, what is their position and application in the modern digital world? This section is represented by study of Yu.S. Vishnyakov, A.V. Giglavy, B.L. Iomdin, V.I. Ismatullina, S.A. Lovyagin, S.I. Monakhov, I.N. Sergeev, and N.A. Soloveychik “*The Content of Education*”.

7. From an outside perspective, it seems clear that mathematics is at the heart and center of the digital world. And this is true: the revolution of artificial intelligence, of all digital technologies, began in mathematics and continues to be fueled by its products, setting more and more new tasks for it. The creation of new digital technologies, in particular programming, has become an unprecedented sphere of human activity. This activity, as well as the development of mathematical models of reality, is mathematical, and requiring the development of the corresponding abilities of the (extended) personality. At the same time, the educational community notes a drop in the interest of schoolchildren and students in mathematics, a drop in their mathematical qualifications. There are apparently a number of reasons for this. Among them is the “consumer attitude” to mathematics and digital technologies: “The machine will do everything – it will calculate, make a decision, give a recommendation”. Noting the indisputable role of the computer in the modern world, you need to see the “devil” in the word “everything”. Another reason, very significant in our context, is the education system itself. Perhaps it is the mathematics, due to its central position in digital civilization, cause the gap between the school and the outside world grows most rapidly, noticeably and destructively. Today, a schoolboy, having shown his smartphone (an obvious part of his extended personality) an equation from a problem book (or, more importantly, compiled by himself as a model of a real process), immediately receives its solution in numerical, analytical and graphical terms on the screen of the same

smartphone. It is no less striking that in the age of big data, which increasingly determines decisions in the society around us, in economics and politics, we offer schoolchildren to master the statistics that appeared in school at the beginning of the 21<sup>st</sup> century, to carefully build “bar charts” in a checkered notebook with using a pencil and ruler. This state of affairs led the teacher of higher education and the schoolteacher to the need to create their own school textbook on mathematical statistics for the extended personality, built on the idea of using this section of mathematics as a digital decision-making tool in the life of the individual and society. This is just one of the many results of the Program related to mathematics and other school subjects. Speaking of mathematics, it is worth mentioning the general problems of mathematical modeling at school, and the progress in the task of designing future options for final certification in the context of the development of the entire mathematical education.

8. Another striking example of the gulf between school and life is the subject “Russian Language”. The official concept papers emphasize the importance of developing the communication skills of students in the school as the goal of studying this subject, and the role of digital technologies in its study. However, if we follow the chain “concept – program – textbook – real educational process”, then we see the complete disappearance of these “important details”. At the lessons of the Russian Language and Literature we almost do not teach communication, oral and written, in Russian, until recently (this was already discussed above), we did not use digital technologies. Children are engaged in memorizing the rules, spelling and analysis of literary works. As for technology, when we asked literature teachers three years ago “Do you allow children to write an essay on a computer?”, we received a discouraging answer “Why?” At the same time, the answer to the last

question was obvious even then: it is fundamentally more real and easier to work creatively on the text, give accurate quotes, avoid “blots”, turn in the work to the teacher, receive and use his review, and refine the text. In recent months, the situation has changed radically. It is difficult to avoid the bad literary cliché: “as if by the wave of a (digital) magic wand”, although, unfortunately, rather “by the whiff” of an epidemic. Today, to the same question about writing, teachers answer: “How could it be otherwise?” To an attempt to object: “But children probably use a spell checker and can write off an abstract from the Internet,” you hear answers: “We are primarily interested in meaning, independence of thinking and the ability to formulate our thoughts”, “Our task, among other things, to bring up the right attitude to quoting someone else’s work and catching plagiarism in a digital text is much easier than in a handwritten one. In the Program, such a “digital shift” in the Russian language and literature has found effective anticipatory support. This support also extends to children with reading and writing difficulties.

9. The topic of linguistic creativity is developed by the study of the transmedia approach to the study of literature. Transmedia here is understood not only as the use of various media. It is equally important that the reading of a literary work naturally leads to its reconstruction, transformation in the activity of digital pedagogy. This approach is becoming more and more common today in the world of pedagogy.

10. A common, fundamentally important factor in the impact of digital transformation on the learning

activities of students, visible in the considered examples of mathematics and the Russian language, is the increase in the non-standard, creative component of this activity. The analysis and forecast here is obvious and obviously contradicts the theses so beloved by the opponents of digital transformation – modern Luddites – the theses about digital stupidity, debilitation, microchipping, “thoughtless pressing of buttons” *etc.* It can be seen that the digital transformation is directed exactly in the opposite direction. This can be seen on the material of other subjects, including chemistry. Of course, both school programming and the design of digital devices also provide a much wider range of opportunities for the creative development of the individual and the manifestation of independent thinking than most of the tasks offered in school courses today for the reproduction or direct use of textbook material, choosing an answer from a list, *etc.* This is the subject of the paper “*Creators of the New in Education*” authored by T.A. Boronenko, S.A. Kurkin, M.L. Levitsky, V.V. Mironov, V.V. Rubtsov.

11. Big data analysis is one of the leading applications of artificial intelligence technologies in the 21<sup>st</sup> century, which is just beginning to penetrate into the field of school education. However, already now we can talk about the emerging prospects for the objectification of assessment and the unloading of the teacher – again, about the release from the least creative routine work, paper reporting (“*Results and Evaluation*” by M.Yu. Demidova, E.Yu. Kardanova, R.B. Kupriyanov, V.I. Snegurova, R.S. Suleimanov, and D.A. Federiakin).

Finally, there are purely technological issues related to the choice of the most effective solutions in the existing and planned organization of learning spaces; and the paper “*Digital Education Platform*”, authored by O.Yu. Bakhteev, F.M. Gafarov, V.V. Grinshkun, O.V. Dyatlova, S.G. Kosaretsky, V.A. Kudinov, A.G. Leonov, A.N. Sergeev, and S.V. Shcherbatykh, deals with those problems as well.

The results of pedagogical research presented in selected articles of this issue of *RFBR Journal* inspire confidence that both modern fundamental science of education and everyday practice have already received a lot from the Program, will receive and will continue to entrust after its formal completion. The most important research initiated by the Program will continue.

# Фундаментальные основания программы «Цифровая трансформация школы» (Хартия цифрового пути школы). Краткое изложение

## **1. Каким становится образование?**

Образование должно опираться на задатки, способности и стремления каждого ребенка: узнавать и создавать новое, общаться, сотрудничать, учиться и учить. Актуализация и развитие этого человеческого потенциала с учетом личностных и когнитивных черт каждого ребенка – всё большая необходимость. В мире ускоряющихся непредсказуемых и необратимых изменений формируются пути становления опережающего, преадаптивного образования.

Мы не можем оставаться в стороне и ждать.

Мы должны не догонять, а опережать события.

## **2. Личность, расширенная цифровыми средствами**

Эволюция человечества строится на расширении возможностей *Homo sapiens* с опорой на развитие и овладение технологиями как культурными инструментами развития. Письмо и книга – яркие примеры. Сегодня личность человека расширена не только пером, часами, подзорной трубой и энциклопедией, но и калькулятором, автоматическим переводчиком, цифровым навигатором, доступом к всемирной паутине и другими цифровыми средствами расширения разума, необычайно увеличивающими мощь человеческого мозга.

Мы оцениваем выпускника системы образования по способности к познавательной, трудовой и иной деятельности как расширенной личности, овладевающей цифровыми средствами и способной делать нравственный выбор в цифровом обществе.

Система образовательных целей, планируемых результатов, стандартов, программ должна адресоваться именно к расширенной личности ученика и учителя.

## **3. Право ребенка на цифровой мир**

Через планшет с выходом в интернет ребенок получает в свое распоряжение богатства и беды всего человечества, культурные инструменты деятельности, коммуникации и образования, свои права и ответственность в цифровом мире.

Цифровой мир расширяет возможности для выбора, открывает новые пути для проб и взросления. Он ставит проблему выбора и ответственности и перед взрослыми, от решений которых зависит судьба ребенка.

Среди учителей и родителей всегда будут те, кто захочет сделать выбор за ребенка, оградив его от реальных или мнимых опасностей цифрового и нецифрового мира. Сегодня по выбору родителей должны существовать школы, где гаджеты запрещены, дети ходят на все уроки, а присутствие онлайн – только по болезни.

## **4. Школа и учитель**

Сегодня школа расширена цифровыми средствами за пределы школьного здания – до Вселенной; школа – это корабль, мастерская, завод, лаборатория, театр, музей, лес и океан. Предназначение школы и учителя – дать ученику мотивацию к активной жизни и учению, помочь ему в организации своей деятельности и сотрудничества со сверстниками и значимыми взрослыми, обеспечить сохранение и укрепление здоровья, выравнивать возможности качественного образования для всех, дать шансы достойного будущего для детей с ограниченными возможностями здоровья и их семей.

Используя и развивая все способности и возможности своей расширенной личности, учитель учится вместе с учениками, дает обратную связь и, самое главное, мотивирует, увлекает учеников.

## **5. Содержание образования**

Ученик – соавтор образования, расширяющего возможности развития его личности. Он самостоятельно и при поддержке учителя не только повторяет путь человечества, но и открывает законы природы, общества и личности, изобретает методы и алгоритмы, осознает большие идеи – основу для его ори-



ентации в мире. Он и осваивает нарождающиеся культурные практики, и участвует в их создании.

Знаниями, умениями и жизненными навыками будет обладать расширенная личность ученика. В будущем многократно сократится необходимость «заучивания» и время, затрачиваемое на достижение ловкости в труде. Готовность к восприятию и созданию нового, самостоятельному поиску и применению знания и способа действия являются основой для творческого развития и преадаптивности личности. Самостоятельно открытые учеником законы и алгоритмы, найденные факты сохраняются им в расширенной развивающейся личности и используются как культурные орудия.

Школа развивает системное и критическое мышление, универсальные действия и цифровые навыки для XXI века, помогает ребенку выбирать и осваивать из сокровища человеческой культуры то, что ему по вкусу, будь то каллиграфия, программирование, акробатика или стихосложение.

### **6. Цифровая платформа образования**

Сегодня существуют разные понимания того, что считать частью цифровой платформы, что – находящимся на ней, а что – доступным через нее. Цифровая, интегрированная реализация следующих функций необходима независимо от того, как мы будем определять их отношение с платформой:

- поддержка групповой коммуникации с возможностью записывать процесс;
- учет ролей ученика, учителя, администратора, родителя; группировки учеников по классам; автоматическое формирование цифровых журналов и дневников;
- формирование истории отдельной работы и записи учебных событий ученика, учителя,

класса; использование этой записи для самоанализа ученика, получения совета тьютора и консультанта; включение ее в большие данные образования;

- проектирование учащимся индивидуального пути достижения образовательных и жизненных целей с выбором из размещенных на платформе; выбор и выполнение заданий, из предлагаемых учителем;
- размещение целей, заданий, инструментов обратной связи и оценивания, других учебных материалов, например, расширенных текстов учебников;
- размещение выходящих за пределы одной школы учебных запросов учеников и предложений учителей, организаций и образовательных программ;
- запись результатов обучения и их динамики, отображение и прогнозирование на основе больших данных образовательного процесса с разной степенью детализации и визуализации – от индивидуального действия учащегося при выполнении работы до положения дел в системе образования страны.

Цифровая платформа помогает учителю избавиться от механической, рутинной отчетности. Она открывает новые возможности для педагогики достоинства и сотрудничества.

### **7. Результаты и оценивание**

Образовательное сообщество и всё общество уходят от экзаменационных и тестовых процедур. Сильные стороны и существенные дефициты человека выявляются на цифровой платформе в процессе образования и применения его результатов. Они становятся основой для принятия решения образовательной организацией или работодателем. Это не исключает возможности демонстрации высшего достижения в условиях экзамена или олимпиады, что может оказаться главным аргументом в продвижении человека.

### **8. Родители, воспитание, безопасность, мораль и этика цифрового мира**

В цифровом мире многие взрослые видят только новые риски для детей и родителей. Но в нем постоянно формируются и новые возможности взаимопонимания, сближения, сотрудничества в семье.

Задача взрослых – содействовать формированию у ребенка представления о видимости всех поступков и сохранении их в цифровой среде. Одновременно – в императиве значимости и неприкосновенности личности другого, защищенности себя от вторжения, возможности раскаяния

и прощения. Принципы цифровой морали, этики и закона, относящиеся к сохранению и использованию информации, еще не созданы, но всё более и более необходимы.

Развитие деструктивных цифровых зависимостей, нарушений высших психических функций ребенка предотвращается вовлечением детей в реальную жизнь, предполагающую гармонию ребенка с виртуальным и реальным миром.

### **9. Создатели нового в образовании**

Предсказать будущее образования невозможно. Его можно совместно создать с опорой на возникающие гуманитарные, коммуникативные технологии и другие достижения современной цивилизации. Идя по следам великого Я.А. Коменского, мы создаем новую науку об учении – цифровую математику и цифровую дидактику.

Авторы учебников, живых своими связями с цифровыми средствами, направленными на овладение человеческой деятельностью, и профессора вузов оттапливаются от опыта своего детства, базируются на достижениях человечества, осознают и формиру-

ют возможности и потребности будущего в настоящем.

Наука получает возможность изучать ускоряющиеся процессы эволюции образования и анализировать большие данные, отображенные в многообразных цифровых платформах.

Мировое образовательное сообщество становится источником опыта критически важных решений и прямого педагогического взаимодействия. Ослабляются географические и языковые барьеры.

Лидеры общества, государства и бизнеса получают возможность реализовать свое видение в конкретном проекте, а цифровые технологии открывают доступ для участия в проекте всем, кто поддерживает гуманистическую идею в нашем трансформирующемся мире.

## Каким становится образование?\*

*Е.В. Волкова, И.В. Дворецкая, М.К. Кабардов, М.М. Лобаскова, П.А. Оржековский, Г.У. Солдатова, А.А. Твардовская*

Образование должно опираться на задатки, способности и стремления каждого ребенка: узнавать и создавать новое, общаться, сотрудничать, учиться и учить. Актуализация и развитие этого человеческого потенциала с учетом личностных и когнитивных черт каждого ребенка – всё большая необходимость. В мире ускоряющихся непредсказуемых и необратимых изменений формируются пути становления опережающего, преадаптивного образования.

Мы не можем оставаться в стороне и ждать.

Мы должны не догонять, а опережать события.

**Ключевые слова:** опережающее образование, преадаптивность, мотивация, развитие, способность учиться и учить.

*\*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты №№19-29-14019, 19-29-14111, 19-29-14136, 19-29-14138, 19-29-14167, 19-29-14177 и 19-29-14181).*

### Механизмы обучения и психического развития как основа обеспечения цифровизации общего образования

Современное общество вступило в новую эру, обусловленную бурным развитием цифровых технологий, имеющих беспрецедентное воздействие на людей и каждый сектор современного общества. Образование находится в центре этих глубинных изменений, которые принимают как экстраординарные возможности учения и обучения, так

и большие риски. Меняется управление, внутренняя архитектура образования, способы учения и обучения.

Фундаментальная проблема цифровизации образования состоит в парадоксальной противоположности эволюционных процессов, ведущих к усилению интеллектуальных возможностей человека, и социальных процессов, связанных с бездумным внедрением технологий искусственного интеллекта, ведущих к «цифровому слабоумию».

Чтобы предсказать будущую природу общего образования в мире, где искусственный интеллект становится его важной частью, необходимо изучение и описание фундаментальных механизмов обучения и психического развития современных подростков в разных образовательных средах.



**ВОЛКОВА**  
Елена Вениаминовна  
Институт психологии РАН



**ДВОРЕЦКАЯ**  
Ирина Владимировна  
НИУ «Высшая школа экономики»



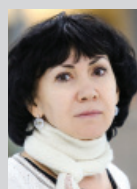
**КАБАРДОВ**  
Мухамед Каншобиевич  
профессор,  
Психологический институт РАО



**ЛОБАСКОВА**  
Марина Михайловна  
Психологический институт РАО



**ОРЖЕКОВСКИЙ**  
Павел Александрович  
член-корреспондент РАО,  
профессор,  
Московский педагогический  
государственный университет



**СОЛДАТОВА**  
Галина Уртанбековна  
академик РАО,  
профессор,  
МГУ им. М.В. Ломоносова



**ТВАРДОВСКАЯ**  
Алла Александровна  
Казанский  
(Приволжский)  
федеральный университет

Научная новизна нашего проекта состоит в анализе механизмов обучения и психического развития подростков с точки зрения триединой природы способностей человека – биологической (в терминах молекулярно-генетических и психофизиологических показателей), психологической (в терминах показателей когнитивно-личностных особенностей подростков) и социальной (в терминах показателей образовательной среды, учебной программы и когнитивно-личностных особенностей учителей).

Научная значимость исследования состоит в оценке локальных системных эффектов влияния социальных и биологических факторов на когнитивно-личностное развитие и успешность обучения подростка.

Полученные в результате исследования данные могут стать основой для разработки и оптимального внедрения технологий искусственного интеллекта в систему общего образования для создания адаптивных вариативных технологий, обеспечивающих персонализацию образовательного пространства.

В исследовании показано, что развитое понятийное мышление и «химическая» направленность ума учащихся сопряжены с выбором учителями интерактивных методов обучения химии, методов проектов и моделирования химических объектов.

Обнаружено, что темпы обогащения сенсорного и собственно химического опыта как основы формирования и развития химических способностей у юношей и девушек различаются.

Нами были выделены три класса когнитивно-личностных особенностей и проведена оценка локальных системных эффектов влияния образовательной среды на психическое развитие и обучение подростков с этими когнитивно-личностными особенностями:

1. Подростки с доминирующей моторной активностью характеризуются высокой потребностью в физической активности и низкой чувствительностью к неудачам. Для них предпочтительны групповые формы обучения с конкретными и ясными инструкциями, в которых учебный материал представлен наглядно и реализована возможность манипуляции с различными предметами, моделями. Пространственное мышление и оперативная логическая память наряду с высокой моторной активностью и низкой эмоциональностью выступают в качестве важных ресурсов успешной учебной деятельности.
2. Подростки с доминирующей интеллектуальной активностью отличаются высокой потребностью в интеллектуальной деятельности, низкой потребностью в общении и чувствительностью к неудачам в психомоторной

и коммуникативной деятельности. Они предпочитают индивидуальную работу и наиболее успешны в ситуациях, когда педагог применяет в качестве основного метода обучения метод кейсов или метод решения задач. В групповых формах обучения часто снижают продуктивность учебной деятельности из-за необходимости перераспределять свои ресурсы между решением учебной задачи и общением. Они предпочитают нестандартные способы решения задач, легко устанавливают разного рода связи и отношения между разными объектами деятельности.

3. Подростки с доминирующей коммуникативной активностью обладают ярко выраженной потребностью в общении и широким набором коммуникативных программ. Они отличаются высокой общей эмоциональностью и чувствительностью к неудачам в интеллектуальной сфере. Для них предпочтительны групповые формы обучения, которые, с одной стороны, требуют высокий уровень коммуникативных способностей, с другой, – выступают в качестве важнейшего ресурса успешной учебной деятельности, который ускоряет протекание познавательных процессов и повышает точность результатов. Они открыты новому опыту, чувствительны к нюансам в деятельности, нуждаются в поддержке и одобрении группы.

Также исследование показало, что целенаправленное формирование разноуровневых концептуальных структур химии как основы понятийного мышления и химических способностей ведет к снижению энергетических затрат в терминах показателей мозговой активности при решении химических задач, что позволяет минимизировать школьные перегрузки и повысить эффективность обучения.



Проект – школе: шесть правил успешной цифровизации образования:

1. Цифровая среда предоставляет образовательный контент в соответствии с законами психического развития.
2. Презентация и трансформация новой информации реализуется в зоне ближайшего развития.
3. База заданий каждого уровня должна быть избыточной. В каждом последующем предъявлении встречаются новые задания.
4. Прерывание цикла предъявления заданий и переход на следующий уровень реализуется при условии достижения высокой точности, скорости и устойчивости выполнения заданий.
5. Образовательный контент предъявляется таким образом, чтобы пользователю нужно было сравнивать, анализировать, синтезировать, выявлять причинно-следственные связи и использовать приобретенные способности в новой ситуации.
6. Цифровая среда обеспечивает интеллектуальные, коммуникативные и психомоторные вариации образовательных траекторий.

Как показывает опыт отечественных и зарубежных разработок, повсеместное внедрение цифровых технологий в образовательный процесс не привело к прорывам в повышении качества образования. Более того, в ряде случаев выявлена отрицательная динамика. Основная причина неэффективности цифровых технологий в преподавании и изучении химии сводится к сведению технологий искусственного интеллекта лишь к набору процедур предъявления контента, контроля и оценки, что не обязательно содействует повышению умственных способностей пользователя. Анализ публикаций

не выявил ни одного исследования, посвященного решению вышеуказанной проблемы. В этом отношении наше исследование уникально.

### **Разработка многоаспектной модели цифровой трансформации в общем образовании**

Целью представляемого проекта является разработка многоаспектной (системной), модели цифровой трансформации общего образования (МЦТО), которая позволяет описывать и изучать динамику цифровой трансформации общеобразовательных организаций с учетом различных сценариев развития системы общего образования и может послужить основой для разработки механизмов мониторинга развития ЦТО и оценки результативности проектов в области информатизации школы.

Предлагаемое междисциплинарное исследование направлено на разработку теоретической модели, позволяющей описывать, изучать и объяснять процессы, которые связаны с проникновением цифровых технологий на разные уровни системы образования.

Построение многоаспектной модели ЦТО и ее верификация на основе эмпирических данных (в том числе с использованием больших данных) позволит ставить и решать задачи изучения и реализации отдельных сценариев развития системы (формальной и неформальной) общего образования, трансформационных процессов в массовой школе; отдельные прикладные задачи, включая мониторинг ЦТО; оценивать эффекты крупномасштабных проектов и программ.

Результаты выполнения данного проекта позволяют вывести понимание и методы оценивания процессов изменения школы в условиях цифровой трансформации на качественно новый уровень.

Отправной точкой для реализации настоящего исследования стала аннотированная библиография, охватывающая несколько десятилетий опыта моделирования процессов внедрения цифровых технологий в школьном образовании. В ходе работы над аннотированной библиографией удалось не только разработать классификацию атрибутов описаний модельных представлений, но и детально описать особенности каждой разработки, что стало заделом для последующего этапа системного моделирования [1].

Изначальная гипотеза исследования состояла в том, что на основе опыта моделирования процессов внедрения цифровых технологий в школе можно построить концептуальную многоаспектную (системную) модель цифровой трансформации общего образования (МЦТО), провалидировать ее и проверить отдельные положения модели на материале решения практических задач школы. В ходе разработки

концепции и структуры модели процессов ЦТО стала очевидной необходимостью рассмотрения и учета следующих важных теоретических концептов:

1. Цифровое обновление, под которым понимается продолжающийся несколько десятилетий процесс изменений, который разворачивается в школе вместе и вслед за внедрением цифровых технологий во все сферы жизни общества. Этот процесс проходит через различные этапы, однако здесь нет единого пути, по которому движутся все школы.
2. Смарт-образование и смарт-школа – цели цифрового обновления. Под смарт-школой понимается школа с персонализировано-результативной организацией образовательной работы, гарантирующей требуемое качество подготовки каждого обучаемого. Под смарт-образованием понимается процесс общего образования (в широком смысле), который осуществляется умными школами под руководством и с поддержкой умной системы образования в умной образовательной среде.

Кроме того, существенным является рассмотрение и учет сценариев развития образования, в которых происходит цифровое обновление на местах.

В настоящее время завершается разработка концепции и обоснование структурно-функциональной модели процессов цифрового обновления [2]. Отдельные положения модели были проверены на эмпирике: так, была предложена методика построения и оценки [3] показателей МЦТО, которая была использована для показателя «Использование ЦТ-поддержанных способов учебной работы» и экспериментально проверена на вторичных опросных данных. Это позволило констатировать недостаточность систематических усилий по обновлению учебной работы в большинстве школ [4]. Кроме того, была обоснована принципиальная возможность использования отдельных показателей для принятия решений на основе больших данных.

Для практики школы открываются следующие возможности использования результатов исследования:

1. Потребность школ в таргетированных рекомендациях и мерах поддержки процессов цифрового обновления может быть удовлетворена через выстраивание системы индивидуализированных рекомендаций и механизмов, опирающихся на показатели МЦТО и использующих комбинированные источники данных.
2. Планирование и управление трансформационными изменениями на уровне школы опирается на проведение самодиагностики, которая позволяет оценить свое состояние, выявить

в окружении школы решающие схожие задачи. Появление и уточнение показателей трансформационных изменений в рамках МЦТО позволит совершенствовать диагностические инструменты и методики их практического использования.

За прошедшие с момента подготовки заявки на исследование два года наметились некоторые тенденции в изучении процессов внедрения цифровых технологий в школьном образовании. Одна из таких тенденций продолжает и усиливает поисковые исследования новых феноменов, имеющие в своей основе эмпирические данные школ и участников образовательного процесса, которые собраны при помощи инструментов самодиагностики.

Вторая тенденция относится к осмыслению центральной роли цифровых технологий в процессе обновления школы: так, темой Глобального мониторинга образования, проводимого под эгидой ЮНЕСКО, в 2023 г. заявлены технологии в образовании. Одновременно с этим консорциум «Rethinking and Redesigning National Smart Education Strategy», созданный по инициативе Пекинского педагогического университета, разрабатывает систему индикаторов для оценки перехода к смарт-образованию на глобальном уровне.

Таким образом, настоящая разработка многоаспектной (системной), модели цифровой трансформации общего образования вписывается в общий контекст фронтальных исследований в области цифрового обновления школы.

#### **Динамика нейрокогнитивного, эмоционального и личностного развития подростков в условиях системной цифровизации школьного образования**

Актуальность проекта продиктована реализацией общенациональной политики, направленной

на успешную социализацию подрастающего поколения и развитие стратегического направления науки и образования. Проведение междисциплинарных исследований (психолого-педагогических, нейро- и психофизиологических) необходимо в целях подготовки и сохранения человеческих ресурсов и обеспечения высокого уровня образования и развития конкурентоспособной молодежи, кадрового и организационно-управленческого потенциала России.

Значимость и научная новизна проекта обеспечивается комплексным подходом к изучению нейрокогнитивных, эмоционально-личностных характеристик учащихся подросткового возраста в условиях системной цифровизации школьного образования.

Основная гипотеза: цифровизация образовательной системы по сравнению с другими известными технологиями требует колоссальных затрат, пересмотра человеческих ресурсов и разработки новой парадигмы, позволяющей смягчить или даже избежать всеобщую дифференциацию (возможно, и дискриминацию) и учитывать половозрастную, индивидуально-типологический, социоэкономический факторы.

Результаты исследования выявляют индивидуальные характеристики степени легкости или трудности, сопряженные с процессом освоения образовательной программы, адаптации к цифровой образовательной среде школьников подросткового возраста, положительные и отрицательные стороны цифровизации учебного процесса.

Результаты лонгитюдного междисциплинарного системного анализа позволяют разграничить два взаимосвязанных понятия:

- цифровая экономика, охватывающая все деловые, культурные, экономические и социальные операции, совершаемые в интернете и с помощью цифровых коммуникационных технологий;

- человеческий фактор – человеческий капитал, которым обладает активно действующий субъект с его конфигурацией способностей и возможностей.

Цифровая образовательная среда (ЦОС) стала реальностью. Системная цифровизация школьного обучения требует формирования новых компетенций у участников образовательного процесса, адаптации к ней и определяет изменения в нейрокогнитивном, эмоциональном и личностном развитии.

В ходе исследования было выявлено отношение к трансформации школьного образования, динамика представления подростков о школе будущего в разных исторических эпохах. Так, представления подростков XXI века больше зависят от их опыта взаимодействия с новыми технологиями, базового уровня образовательной среды, социальной и культурной ситуаций и условий жизни подростков, от наполненности информационного пространства сведениями о возможных вариантах и сценариях будущего.

Проведенный в 2021 г. опрос администрации школ и учителей [5] выявил интенсивность использования цифровых технологий в обучении (при различном техническом оснащении школ); долю педагогов, считающих цифровизацию обучения необходимой; сферы, развитию которых ЦОС не способствует (сюда относятся навыки общения онлайн, эмоциональные и личностные особенности ученика, кроме когнитивных). Отмечено положительное влияние ИТ на способность понимания и отрицательное – на зрение, слух, осанку, моторику, коммуникацию и речь. Это подтверждает основную гипотезу о разработке новой парадигмы взаимодействия в ЦОС. Исследование особенностей влияния новых условий получения образования на совладание с трудными ситуациями показало, что младшие подростки обращаются к гаджетам и Интернету в ситуациях, вызывающих у них напряжение или ставящих их в тупик.

Динамика готовности подростков справляться с трудными ситуациями по критериям «наличие или отсутствие реакции беспомощности», «поиск выхода из трудной ситуации или отказ от него» в 2020/21 гг. показывает, что подростки в 2020 г. обнаруживают бóльшую готовность преодолевать трудные ситуации с учением, чем в 2021 г.

Цифровые технологии оказывают влияние не только на процессы эффективности усвоения учебной программы школьниками, но и на процессы становления их личности и психофизиологическое развитие.

Исследование уровня школьной тревожности, уровня личностной и реактивной тревожности

у школьников в 1996, 2008 и 2020 гг. обнаружило ряд достоверных различий по показателям тревожности у детей, обучавшихся в разные годы, и различия структуры взаимосвязи этих показателей.

Дано представление о новой – цифровой – среде существования человека наряду с предметной, социальной и социокультурной, и о необходимости выявления закономерностей развития детей в условиях цифровой среды, разработки развивающих и безопасных средств и способов помощи им в этой среде.

Анализ уровня развития когнитивных функций и личностных особенностей школьников двух типов образовательных учреждений – с традиционным типом обучения и с использованием цифрового обучения – выявил различия в уровне развития указанных психологических характеристик.

В связи с эпидемией коронавируса обстановка серьезно изменилась: детям и родительской обществу нужна помощь. Они в растерянности, необходим серьезный диалог между родителями, учителями и администрацией. Учителя, родители, ученики, администрация школ являются субъектами образовательной деятельности; они являются агентами и объектами изменений.

Результаты проекта обнаруживают реальные трудности в освоении цифровой образовательной среды, способствуют пониманию связанных с ним проблем, определяют адаптивные возможности и разграничивают то, что способствует, а что мешает формированию новых компетенций у участников образовательного процесса, адаптации к ЦОС и определяет изменения в нейрокогнитивном, эмоциональном и личностном развитии подростков в условиях системной цифровизации школьного образования.

Всесторонний взгляд на системную цифровизацию образования, позволяет выработать рекомендации и оказать реальную помощь учителям.

Социологи, психологи, культурологи свидетельствуют о появлении новой цифровой реальности, в которой внезапно оказался человек. Оценка ее влияния на личность, психику, систему отношений между людьми имеет противоречивый характер: от скорее негативного до в большей мере позитивного.

Критики считают, что цифровизация может привести к катастрофическим изменениям всего образа жизни людей и психики человека. Одним из последствий является деонтологизация пространства человеческой жизни на субъективном, социальном, образовательном, профессиональном, культурном уровнях. Реальность становится ускользающей для человека (особенно ребенка), виртуальный мир субъективно кажется ему более субстанциональным, чем предметный. Анализ литературы показал, что другими опасностями цифровизации являются

подмена культуры мышления, понимания, переживания технологической памятью, ориентированной на оперирование информацией и облегченное ее потребление, возрастание возможности манипулирования личностью.

### **Когнитивные и психофизиологические механизмы чувства числа**

Математические или числовые способности являются важным предиктором академических достижений во многих академических сферах, таких как физика, биология, химия, а также важным предиктором выбора образовательных и профессиональных траекторий, связанных со STEM (Science, Technology, Engineering, Math). Один из основных конструктов, который рассматривается как возможный базовый предиктор математических (числовых) способностей – это несимволическое чувство числа (Approximate Number Sense) – способность приблизительной и быстрой оценки количества без использования символов (Dehaene, 2001). За последние двадцать лет существенно возросло количество исследований, связанных с изучением несимволического чувства числа. Одно из основных направлений исследований базируется на оценке связи несимволического чувства числа с символическими математическими навыками (Chen & Li, 2014; Schneider *et al.*, 2017). Результаты исследований в рамках этого направления достаточно противоречивы. В ряде исследований обнаружена связь между несимволическим чувством числа и математическими достижениями (Chen & Li, 2014; Schneider *et al.*, 2017). В достаточно большом количестве исследований зависимости между несимволическим чувством числа и математическими достижениями не обнаружено (Sasanguie *et al.*, 2014; Тихомирова Т.Н., Ковас Ю.В., 2012; Rodic *et al.*, 2015; Göbel *et al.*, 2015).



*al.*, 2014). Возможно, это противоречие связано с недостаточным пониманием механизмов, которые стоят за умением индивида определять количество объектов без их подсчета, а также с особенностями измерения этого конструкта в различных исследованиях.

В настоящее время разрабатывается теория о возможном существовании двух систем приблизительной оценки количества: с опорой на визуальные параметры и независимо от них, однако надежных эмпирических данных о функционировании этих двух систем и их связи с математическими достижениями не существует.

Основной гипотезой проекта является предположение о гетерогенности системы несимволической репрезентации количества, а именно, о наличии двух параллельных подсистем оценки количества без использования символов: прямой и через оценку визуальных параметров.

В целом, работа направлена на анализ когнитивных механизмов функционирования несимволического чувства числа как возможного предиктора математических достижений. Результаты исследования позволяют сформулировать практические рекомендации для разработки компьютерных тренажеров для развития разных аспектов несимволического чувства числа в рамках цифровизации общего образования.

Для решения задач проекта впервые в России мы проанализировали результаты исследований психофизиологических механизмов несимволической оценки количества. Это позволило нам обнаружить отсутствие единой точки зрения в понимании механизмов осуществления несимволической оценки и сделать вывод о том, что две системы могут иметь как разную временную динамику, так и включать в себя разные пространственные зоны. Таким образом, только сочетание временных и пространственных методов позволит оценить непосредственно пси-

хофизиологические механизмы несимволической оценки количества. На основе проведенного обзора литературы впервые в мировой практике нами была разработана экспериментальная парадигма с использованием электроэнцефалографии и fNIRS-томографии для оценки различий временных и пространственных характеристик мозговой активности в процессе обработки количественной информации без использования символов в разных условиях взаимодействия количественных и визуальных параметров. Для осуществления этой оценки мы намерены сравнить активацию, возникающую в процессе решения специально сформулированных нами задач, когда активируется либо непосредственная система оценки количества, либо система с опорой на визуальные параметры, в зависимости от предъявленных наборов стимулов. Исследование направлено на выявление психофизиологических механизмов функционирования и связи двух подсистем оценки количества в разных условиях доступа к сравнению визуальных свойств массивов сравниваемых объектов, таких как гомо- или гетерогенность, отдельный или смешанный формат предъявления.

За два года исследования был проведен сбор поведенческих данных, были исследованы несимволическое чувство числа, когнитивный контроль, объем визуально-пространственной рабочей памяти 899 школьников четвертых–девярых классов из России и Киргизии. Опираясь на анализ результатов исследования, можно говорить о том, что оценка количества с опорой на визуальные свойства не является единственным возможным способом оценки количества. В случае затруднения сравнения визуальных параметров индивид способен оценивать количество непосредственно, в меньшей степени отвлекаясь на нерелевантные визуальные свойства.

Впервые получены данные о том, что вклад различных визуальных параметров в оценку количества может различаться в зависимости от условий предъявления сравниваемых множеств. Также впервые получены данные о возрастных изменениях в эффекте визуальных параметров в разных условиях.

При проведении анализа поведенческих данных была обнаружена возрастная динамика связи показателей несимволического и символического чувства числа, в частности, для оценки в более доступных условиях связь с показателем несимволического чувства числа с символическим уменьшается с возрастом, в то время как в условиях затрудненной оценки визуальных параметров связь остается неизменной.

Настоящее исследование включает в себя новейшие психологические методики, направленные на оценку когнитивных способностей. Разработанная пара-

дигма психофизиологического эксперимента основана на методах картирования мозга. В настоящий момент проведено нейрофизиологическое исследование с помощью метода электроэнцефалограммы (ЭЭГ) 25 подростков, проведен предварительный анализ данных, который позволит оценить мозговые механизмы двух систем несимволической оценки количества в различных условиях, а именно их временную динамику и мозговую топографию. Совместное использование психологических и психофизиологических методов в исследованиях структуры несимволического чувства числа, его связи с рабочей памятью, с когнитивным контролем и математическими достижениями подростков способствует развитию междисциплинарных направлений когнитивной психофизиологии и психологии развития.

Понимание когнитивных и психофизиологических механизмов чувства числа позволит определить его роль в системе когнитивных способностей и позволит решить в последующем ряд прикладных задач. В частности, становится возможным раскрыть возможные пути формирования символических числовых навыков, таких как понимание концепции числа, арифметические навыки, понимание позиционного принципа числа, понимание концепции числовой линии и роли несимволической репрезентации количества в их развитии. Модель функционирования системы оценки количества позволяет выработать возможные способы развития точности несимволической репрезентации количества как через тренировку способности оценки визуальных параметров, так и через развитие возможностей прямой оценки количества. Это дает новые возможности работы с детьми, испытывающими трудности в освоении математики. Создание надежного инструмента для оценки точности двух подсистем оценки количества дает возможности диагностики детей на разных этапах обучения с целью выявления возможных причин возникновения трудностей в освоении математики.

### **Цифровизация динамических параметров развития креативного и репродуктивного мышления в учебной деятельности**

Цель проекта – диагностика мышления учеников на предметном содержании, формирование у учеников креативного мышления при выполнении на уроках кратких творческих заданий и решении экспериментальных творческих задач в условиях кружковой работы.

Помощь учителю в развитии креативной метакомпетентности каждого ученика призвана оказывать компьютерная система «Creo Datum».

В процессе исследования была сформулирована гипотеза о том, что креативное развитие каждого обучающегося возможно, если:

- составить систему заданий на предметном содержании школьного курса, которые можно использовать на уроках;
- разработать на предметном содержании школьного курса систему экспериментальных задач для использования во внеурочной работе;
- создать концептуально-математическую модель цифровизации креативных и репродуктивных мыслительных действий обучающихся;
- разработать компьютерную систему, помогающую учителю в цифровизации креативных и репродуктивных действий обучающихся в процессе решения творческих задач и при построении графиков креативного развития каждого ученика.

В ходе реализации проекта нами были разработаны концептуально-математическая и психолого-педагогическая модели цифровизации динамических параметров функционирования и развития креативного и репродуктивного мышления в учебной деятельности и осуществлена их экспериментальная апробация и корректировка; разработана система цифровой кодификации динамических параметров креативного и репродуктивного мышления в учебной деятельности и подготовлена критериальная база для оцифровки динамики креативного мышления по показателям дивергентности, конвергентности и оригинальности.

На предметном содержании конкретной школьной дисциплины (химии) разработана система творческих (нетиповых) заданий, обеспечивающих актуализацию и развитие качеств креативного и критического мышления обучающихся, и количественную оценку развития креативного мышления обучающихся не-

посредственно в учебном процессе на уроках химии; построена система экспериментальных предметно-творческих задач по химии, требующих от обучающихся актуализации теоретических знаний и практических познавательных-исследовательских умений при выполнении опытов.

Был проведен статистический анализ цифровых следов функционирования и развития креативного мышления школьников на уроках химии.

Проект позволил определить принципы цифровизации креативных мыслительных действий обучающихся при решении экспериментальных предметно-творческих задач по химии и схемы цифровизации вариантов решения учащимися каждой экспериментальной задачи.

На предметном содержании конкретной школьной дисциплины (химия) определены принципы построения системы типовых (репродуктивных) задач и критериальная база, обеспечивающая количественную оценку развития репродуктивного мышления в учебной деятельности.

Использование статистических методов корреляционного анализа позволило осуществить сопоставление показателей динамики развития креативного и репродуктивного мышления обучающихся с образовательными результатами их учебной деятельности по основным школьным дисциплинам естественнонаучного цикла.

Созданная программно-компьютерная система «Geo Datum», позволит педагогу организовывать процесс решения учащимися творческих задач и осуществить автоматизированный мониторинг мыслительных действий; разработанные дополнительные модули системы «Geo Datum» призваны обеспечить цифровизацию динамических параметров креативного и репродуктивного мышления как в условиях «короткого» решения задач на уроках химии, так и в условиях «длительного» решения во внеурочной деятельности.

Для конкурентного развития экономики Российской Федерации необходима конкурентная система образования. В связи с этим правительству поручено обеспечить вхождение России по качеству общего образования в число десяти ведущих стран мира. Определяется качество системы образования с помощью тестирования функциональной грамотности обучающихся, которая проверяется по шести направлениям: математическая грамотность, читательская грамотность, естественнонаучная грамотность, финансовая грамотность, глобальные компетенции, креативное мышление. Следует отметить, что развитие у обучающихся креативного мышления во многом определяет их результаты по каждому из вышеперечисленных направлений и выступает одной из ключевых метапредметных компетентностей.

Методические принципы и технологические решения, разработанные в рамках проекта для курса химии, могут быть масштабированы на другие естественнонаучные дисциплины школьного образования. В связи с этим создаваемая система «Geo Datum» может быть наполнена творческими заданиями по ряду школьных предметов, что предполагает привлечение к работе специалистов по разным школьным предметам, готовых работать с системой «Geo Datum».

В исследованиях, посвященных творческому развитию обучающихся на предметном содержании, можно выделить два этапа. Первый этап характеризуется предложением разнообразных творческих задач с использованием содержания школьных предметов естественнонаучного цикла. В качестве примера можно привести целый ряд отечественных и зарубежных авторов: Разумовский В.Г., Лисичкин Г.В., Бетанели В.И., Оржековский П.А., Давыдов В.Н., Титов Н.А., Ходаков Ю.В., Janke B., Raabe H., Mattson W., Pickering M. и др. Этот этап осуществлялся в 60–90-х гг. XX века и стал необходимым условием для успешной реализации следующего.

Второй этап исследований творческого развития учеников на предметном содержании получил начало в XXI веке. Во многом этот период связан с диагностикой креативного мышления или тесно связанной с ним функциональной и, в частности, естественнонаучной грамотности обучающихся. Последнее направление активно развивается сегодня в международном проекте PISA. Авторы составляют диагностические задания на предметном содержании школьных дисциплин и оценивают, насколько ученики обладают готовностью успешно взаимодействовать с изменяющимся окружающим миром, а также возможностью решать различные

(в том числе нестандартные) учебные и жизненные задачи (например, Басюк В.С., Ковалева Г.С., Пентин А.Ю.).

В настоящее время ряд зарубежных педагогов занимается разработкой тестов на креативное мышление с использованием содержания естественнонаучных школьных предметов. В качестве примера можно привести исследование австрийского педагога профессора К. Хайма и его коллег (Haim K., Aschauer W., Weber Ch.). Они разработали систему диагностики стратегий дивергентного мышления в постановке естественнонаучных проблем. Диагностика выполнена в виде онлайн-теста и обеспечивает время обработки три минуты на элемент.

### Многозадачность в структуре цифровой социализации

Для школьников как передового отряда человечества по освоению смешанной офлайн-онлайн-реальности жизнь становится всё более многозадачной, а медиамногозадачность автоматически превращается в почти безальтернативный и массовый *modus vivendi*. Несмотря на значимость, данный феномен пока изучен недостаточно. Цифровизация образования, усиливающая в учебном процессе условия, характерные для многозадачности, повышает актуальность исследований и разработки технологий развития эффективных стратегий многозадачности (МЗ) и медиамногозадачности (ММЗ).

Цель проекта – исследование структуры и функций многозадачности и медиамногозадачности как формата деятельности, а также когнитивных, личностных, социальных и образовательных факторов его эффективности у учеников начальной и основной ступени общего образования.

Проводятся исследования основных характеристик ММЗ и ее коррелятов у детей и подростков; дневниковое исследование распространенности ММЗ, связи ММЗ с содержанием деятельности и ее субъективной эффективностью у подростков; анализ представлений педагогов и родителей о МЗ и цифровизации образования; лонгитюдное исследование динамики ММЗ и эффективности деятельности подростков; сравнительные исследования эффективности непроизвольной и направленной деятельности в формате ММЗ, а также по формированию навыков успешной учебной деятельности школьников в условиях ММЗ; исследование организации деятельности школьников в виртуальной и дополненной реальности (VR/AR) в условиях ММЗ. Предполагается комплексный анализ когнитивных, личностных, социальных и педагогических детерминант. Это позволит получить новые данные о феномене МЗ в структуре социализации

школьников, условиях и механизмах формирования стратегий эффективной многозадачности в учебном процессе, а также предложить рекомендации педагогам на основе анализа полученных в проекте эмпирических результатов.

Было проведено аналитическое исследование феноменов МЗ и ММЗ, систематизированы результаты современных эмпирических исследований; систематизированы исследования метапознания как фактора формирования осознанной МЗ и ММЗ. В процессе экспериментального исследования ( $N=154$ ) была эмпирически верифицирована распространенность использования школьниками 7–16 лет медиамногозадачного формата при решении учебных задач. Выделено несколько типов поведения в условиях ММЗ и продемонстрировано, что как линейные, так и нелинейные стратегии поведения могут приводить к определенному уровню эффективности деятельности. ММЗ связана не с полом, а с возрастом: чем старше школьники, тем больше они склонны работать в режиме ММЗ. Выявлено, что для подростков ММЗ более естественная и произвольная стратегия деятельности и связана с лучшими показателями развития ряда когнитивных функций, в то время как в младшем школьном возрасте ММЗ характеризуется скорее повышенной импульсивностью и недостаточностью когнитивного контроля, что не способствует продуктивности выполнения учебных задач. Это позволяет выделить адекватные когнитивному развитию возрастные периоды ограничения или развития формата ММЗ в учебном процессе.

Исследование повседневной активности подростков в офлайн-, онлайн- и смешанной реальности проводилось посредством дневникового метода и объективных оценок экранного времени (приложение на смартфонах) ( $N=125$ ). Показано, что распространенная высокая пользовательская активность и гиперпод-



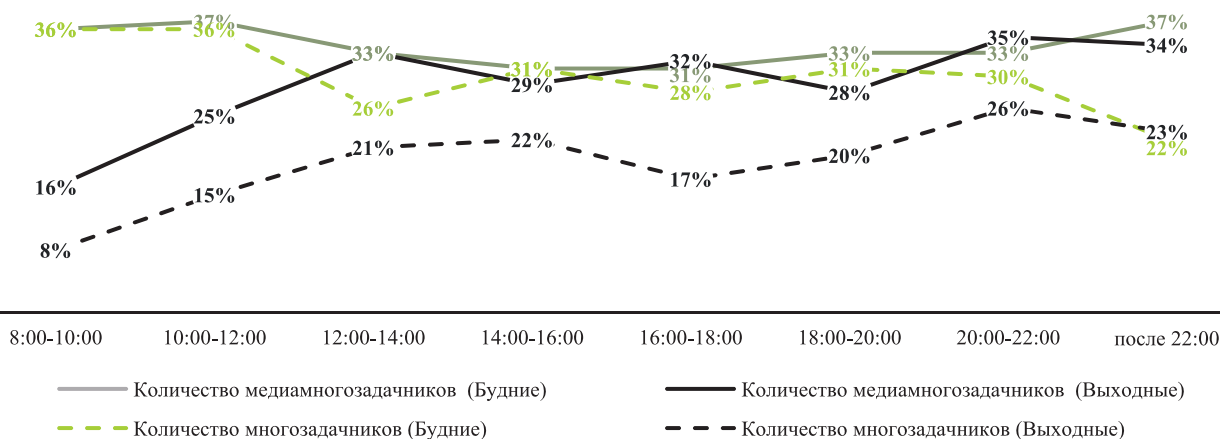


Рис. 1. Количество многозадачников и медиамногозадачников по будним и выходным дням в разные отрезки времени, %.

ключенность часто недооцениваются подростками, а ММЗ субъективно оценивается как эффективный формат, использование которого возрастает от выходных к будням, когда учеба дополняется поисково-познавательной онлайн-активностью и онлайн-общением (рис. 1).

Исследование отношения к цифровизации образования и многозадачности у учителей ( $N=131$ ) и родителей ( $N=152$ ) показало, что высокий уровень использования интернета и активное применение ряда цифровых инструментов в образовательном процессе учителей сочетается с относительно невысоким уровнем цифровой компетентности. Высокая пользовательская активность и переживание смешанной реальности для родителей менее характерны по сравнению с учителями, но цифровая компетентность приблизительно одного уровня. Большинство родителей и учителей прибегают к формату МЗ и позитивно к нему относятся в повседневности. При этом учителя скорее негативно оценивают использование ММЗ в образовательном процессе как учеником, так и учителем. Родители более оптимистично относятся к ММЗ, считая, что эффективность ребенка на уроке повышается; они чаще учителей испытывают положительные эмоции от такого формата у детей.

Нами разработана серия экспериментальных исследований по оценке эффективности органи-

зации деятельности в условиях ММЗ, сопряженной с использованием в образовании дополненной реальности; по сравнению эффективности непроизвольной и направленной деятельности ученика в формате МЗ; по формированию у школьников эффективных стратегий организации учебной деятельности в условиях ММЗ. Результаты исследований представлены в курсе лекций для руководителей школ России в рамках проекта «Цифровая трансформация школы», организованного Министерством просвещения, Фондом новых форм развития образования и РАНХиГС ( $N>11\ 000$ ).

3 февраля 2021 г. была проведена конференция «Поколение цифровой социализации: взламывая стереотипы». Участниками серии научно-практических семинаров стали свыше 2 700 педагогов.

Результаты проекта представлены в 27 научных докладах и 13 публикациях.

Полученное в рамках проекта научное знание позволит педагогам лучше понять мифы и реальность, возможности и трудности, которые привносит цифровизация общего образования для когнитивного и личностного развития детей и подростков; учесть позитивные эффекты и сгладить риски в обучении, связанные с неизбежностью использования школьниками формата ММЗ в цифровом контексте и существующими установками к нему со стороны педагогов; выработать конструктивные стратегии интеграции цифровых технологий, в том числе дополненной и виртуальной реальности, в образовательный процесс; может использоваться для выстраивания продуктивного диалога и взаимодействия по поводу цифровой трансформации процесса образования между школой и родителями; стать основой для разработки соответствующих программ повышения квалификации педагогов. Разработка схем по развитию навыков метапознания и осознанной ММЗ позволит развивать критическую оценку школьниками своих стратегий обучения и повысить

их академическую успеваемость при использовании цифровых форматов обучения.

Исследования в области изучения ММЗ носят отрывочный и противоречивый характер и посвящены главным образом изучению связи ММЗ с личностными чертами и когнитивными функциями. ММЗ связана с добросовестностью (Toyama *et al.*, 2021), потребностью в познании и поиском ощущений (Lim *et al.*, 2016). Неоднозначны данные о связи ММЗ с когнитивными функциями (внимание, память, мышление, когнитивный контроль и метапознание) (Uncapher *et al.*, 2017; Carrier *et al.*, 2015). Их работа оценивается через продуктивность деятельности и академическую успеваемость – результаты исследований зачастую показывают негативное влияние ММЗ. Но есть данные, согласно которым развитие метапознания (напр., в VR (Zumbach *et al.*, 2020)) повышает продуктивность ММЗ (Perry *et al.*, 2019). Для изучения ММЗ в контексте оптимизации образования представляется перспективным применение технологии AR (Schmitz, 2014), позволяющей использовать развлекательные элементы в обучении, что повышает мотивацию учащихся (Shatte *et al.*, 2014).

### **Изучение возможностей развития когнитивной регуляции посредством физических упражнений в дошкольном возрасте**

Стремительный технологический прогресс приводит к тому, что современные дети всё больше времени уделяют пассивным занятиям (видеоигры, интернет, телевидение), и снижает продолжительность физической активности. К тому же сейчас мы наблюдаем тенденцию к форсированию детского развития, когда родители делают акцент именно на познавательных занятиях, тогда как физическому развитию детей уделяется значительно меньшее внимание. При этом множество зарубежных исследований, проведенных за последние 10–15 лет, показывают, что физическая активность играет существенную роль в развитии когнитивных функций и саморегуляции у детей и подростков.

В данном проекте впервые на российской выборке организовано и проведено эмпирическое исследование взаимосвязи развития регуляторных функций с физическими навыками в дошкольном возрасте. Планируется проведение исследования, в котором примут участие свыше 700 детей в возрасте пяти-семи лет из Москвы и Казани. Результатом исследования станет понимание специфики взаимодействия регуляторных функций и уровня физической подготовки детей дошкольного возраста, а также понимание возможностей направленного

развития когнитивной регуляции с помощью физической активности. В ходе исследования предполагается разработка комплекса физических упражнений, направленного на развитие «холодных» (контроль деятельности в ответ на относительно неэмоциональные стимулы и сложные когнитивные задания) и «горячих» (контроль деятельности во время эмоционального возбуждения) регуляторных функций, имеющих большое значение в развитии детей, их дальнейшем обучении и социализации. Полученные результаты лягут в основу разработки рекомендаций и материалов, направленных на просвещение родителей и сотрудников сферы образования с целью развития саморегуляции и физической подготовки детей дошкольного возраста и пропаганды здорового и активного образа жизни.

Анализ отечественных и зарубежных исследований позволил выявить две группы показателей физической активности детей дошкольного возраста, имеющие взаимосвязь с регуляторными функциями, и двойственную связь между уровнем развития регуляторных функций и физической активностью: дошкольники с более высоким уровнем развития регуляторных функций с большей вероятностью будут систематически и продолжительно заниматься спортом в школе; у детей, занимающихся спортом в детском саду, регуляторные функции более развиты, чем у их «неспортивных» сверстников. На основании проведенного анализа оказалось невозможно однозначно ответить на вопрос о том, какие именно компоненты регуляции больше связаны с физической нагрузкой, а какие меньше, поскольку это зависит от специфики упражнений.

Наше исследование показало, что дети, имеющие высокий уровень общей физической функциональной подготовки, во многом превос-

ходят в показателях регуляторного развития своих сверстников с низким или средним уровнем физической подготовки. Наибольшие различия обнаружены в способности детей контролировать импульсивные побуждения взамен произвольным, в запоминании пространственного расположения новых элементов. Дети с высоким уровнем физической подготовки имеют более высокоразвитую зрительно-пространственную рабочую память. Вполне вероятно, что эти дети представляют выполнение сложного упражнения и выстраивают образ собственных действий до того, как приступают к нему. Также вероятно, что визуализация ситуаций помогает детям не только скоординировать собственные движения, но также и справиться с волнением, что также отражается на результатах. Можно предположить, что физическая функциональная подготовка позитивно сказывается на способности детей выполнять задачи по саморегуляции. Анализ показал, что развитие регуляторных функций у девочек и мальчиков в возрасте пяти-шести лет значительно отличается по ряду параметров. Как и в аналогичных исследованиях, было обнаружено, что девочки показывают более высокие результаты по сравнению с мальчиками в выполнении заданий на когнитивную гибкость и сдерживающий контроль.

Полученные результаты подтверждают предположение о том, что связь между функциональной физической подготовкой и регуляторными функциями имеет двунаправленный характер. Развитые навыки саморегуляции позволяют ребенку демонстрировать более высокие результаты при оценке функциональной физической подготовки за счет запоминания техники выполнения упражнений и формирования мыслительного образа. А занятия спортом развивают у детей

не только умение управлять своим телом, но и отражаются на управлении когнитивными процессами.

Сегодня перед ребенком еще до начала школьного периода обучения представляется возможным погрузиться в цифровой мир. При сопровождении со стороны взрослого это знакомство и овладение цифровыми средствами будет благоприятным и позволит максимально развить способности. Цифровая среда предоставляет огромные возможности, в том числе касающиеся поиска, получения, передачи информации любого рода. Но только высокий уровень развития когнитивных процессов и регуляторных функций, позволит ребенку быть субъектом поиска содержательного контента при соблюдении режима оптимальной физической активности. Кроме того, физические упражнения предполагают соблюдение режима, правил, требуют умения концентрироваться в нужный момент и распределять свои силы. Подобные навыки пригодятся ребенку в управлении собственными ресурсами в учебе в школе. Это частично объясняет роль регуляторных функций как модератора связи между функциональной физической подготовкой и академическими достижениями детей в младшем школьном возрасте.

В ряде зарубежных исследований показано, что у детей, которые систематически посещают спортивные занятия, регуляторные функции более развиты, чем у их сверстников, не имеющих такого опыта. Дети с более высоким уровнем регуляторных функций с большей вероятностью впоследствии будут активно заниматься спортом в школьном возрасте. (Chang *et al.*, 2013; Zeng *et al.*, 2017, Gentile *et al.*, 2020). Согласно исследованиям, для того чтобы спортивные занятия способствовали развитию регуляторных функций, при организации и проведении занятий важно учитывать такие факторы, как уровень стресса ребенка, эмоциональный фон, контакт с тренером (Palmer *et al.* 2017). В ряде исследований было показано, что регуляторные функции выступают модератором связи между функциональной физической подготовкой и познавательным развитием (навыки счета, чтения, письма) (McClelland, Cameron, 2012; Hillman, Schott, 2013; de Greeff *et al.*, 2018).

В России этот вопрос рассматривался с точки зрения интеграции познавательной деятельности и двигательной активности детей дошкольного возраста на занятиях по физическому воспитанию в детском образовательном учреждении, отдельных видов двигательной активности и игровой деятельности (Кахнович и др., 2019; Мищенко, 2019; Сушкова, Лошкарева, 2019; Семенова, 2020; Швец, 2020; Щербак, 2020, 2021).

## Литература

1. **И.В. Дворецкая, А.Ю. Уваров.** Отечественная и зарубежная педагогика, 2020, 1(66(2)), 29.
2. **И.В. Дворецкая, А.Ю. Уваров, В.В. Вихрев** Модели обновления общего образования в развивающейся цифровой среде: Аннотированная библиография, РФ, Москва, Торус Пресс, 2020.
3. **А.Ю. Уваров, В.В. Вихрев, Г.М. Водополян, И.В. Дворецкая, Э. Кочак, И. Левин** Информатика и образование, 2021, №7, С5  
DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-7-5-28.
4. **I.V. Dvoretckaya, A.Yu. Uvarov** В *Lecture Notes in Educational Technology*, Eds Y. Wen et al., Germany, Springer Publ., (in print).
5. **Анкета для администрации школ и учителей**, ФГБНУ «Психологический институт РАО». (<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdSCqKICkI32b6yWhXJeKUKxrmF2Ramyb0rXQwsQcEPPNjCdw/viewform>).

## English

## What Is the Education Becoming?\*

**Elena B. Volkova**

Institute of Psychology,  
RAS  
13/1 Yaroslavskaia Str.,  
Moscow, 129366, Russia  
volkovaev@mail.ru

**Irina V. Dvoretckaya**

National Research University Higher  
School of Economics  
20 Myasnitskaya Str.,  
Moscow, 101000, Russia  
Idvoretckaya@hse.ru

**Mukhamed K. Kabardov**

Professor, Psychological Institute, RAE  
9-4 Mokhovaya Str.,  
Moscow, 125009, Russia  
kabardov@mail.ru

**Marina M. Lobaskova**

Psychological Institute, RAE  
9-4 Mokhovaya Str.,  
Moscow, 125009, Russia  
lobaskovamm@mail.ru

**Pavel A. Orzhekovsky**

RAE Corresponding Member, Professor,  
Moscow Pedagogical State University  
1-1 Malaya Pirogovskaya Str.,  
Moscow, 119991, Russia  
p.a.orzhekovskiy@gmail.com

**Galina U. Soldatova**

RAE Academician, Professor,  
Lomonosov Moscow State University  
11-9 Mokhovaya Str.,  
Moscow, 125009, Russia  
soldatova.galina@gmail.com

**Alla A. Tvardovskaya**

Kazan (Volga Region)  
Federal University  
18 Kremlyovskaya Str.,  
Kazan, 420008, Russia  
taa.80@ya.ru

## Abstract

Education should be based on the inclinations, abilities and aspirations of each child: to learn and create new things, to communicate, cooperate, learn and teach. The actualization and development of this human potential, considering the personal and cognitive traits of each child, is an ever-greater need. In the world of accelerating, unpredictable and irreversible changes the ways of becoming an advanced, pre-adaptive education are being formed.

We cannot stand by and wait.

We must not catch up but get ahead of events.

**Keywords:** advanced education, pre-adaptation, motivation, development, ability to learn and to teach.

\*The work was financially supported by RFBR (projects 19-29-14019, 19-29-14111, 19-29-14136, 19-29-14138, 19-29-14167, 19-29-14177 and 19-29-14181).

## Images &amp; Tables

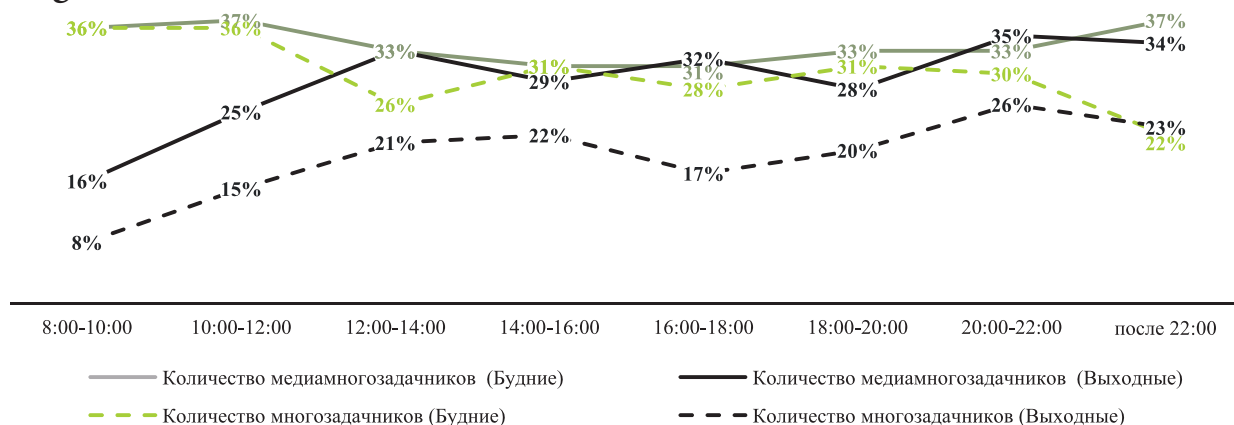


Fig. 1. The number of multitaskers and media multitaskers on weekdays and weekends at different time, %.

## References

1. I.V. Dvoretzkaya, A.Yu. Uvarov *Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika [Domestic and Foreign Pedagogy]*, 2020, 1(66(2)), 29 (in Russian).
2. I.V. Dvoretzkaya, A.Yu. Uvarov, V.V. Vihrev *Modeli obnoveniya obshhego obrazovaniya v razvivayusheysya cifrovoi srede: Annotirovannaya bibliografiya [Models for Renovating General Education in an Emerging Digital Environment: An Annotated Bibliography]*, RF, Moscow, Torus Press, 2020 (in Russian).
3. A.Yu. Uvarov, V.V. Vihrev, G.M. Vodopyan, I.V. Dvoretzkaya, E. Kochak, I. Levin *Informatika i obrazovanie [Informatics and Education]*, 2021, № 7, 5 (in Russian). DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-7-5-28.
4. I. Dvoretzkaya, A. Uvarov *In Lecture Notes in Educational Technology*, Eds Y. Wen et al., Germany, Springer Publ., (in print).
5. *Questionnaire for school administration and teachers*, Psychological Institute of the Russian Academy of Education. (<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdSCqKICKI32b6yWhXJeKUKxrmF2Ramyb0rXQwsQcEPPNjcdw/viewform>).



## Личность, расширенная цифровыми средствами\*

А.Н. Архангельский, В.Н. Дубровский, М.Ю. Лебедева, А.В. Микляева, А.А. Муранов, О.А. Фиофанова

Эволюция человечества строится на расширении возможностей *Homo sapiens* с опорой на развитие и овладение технологиями как культурными орудиями развития. Письмо и книга – яркие примеры. Сегодня личность человека расширена не только пером, часами, подзорной трубой и энциклопедией, но и калькулятором, автоматическим переводчиком, цифровым навигатором, доступом к всемирной паутине и другими цифровыми средствами расширения разума, необычайно увеличивающими мощь человеческого мозга.

Мы оцениваем выпускника системы образования по способности к познавательной, трудовой и иной деятельности как расширенной личности, овладевающей цифровыми средствами и способной делать нравственный выбор в цифровом обществе.

Система образовательных целей, планируемых результатов, стандартов, программ должна адресоваться именно к расширенной личности ученика и учителя.

**Ключевые слова:** расширенная личность, технологии, цифровые средства, цифровое общество, образовательные цели, планируемые результаты.

\*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты №№19-29-14005, 19-29-14016, 19-29-14148, 19-29-14155, 19-29-14199 и 19-29-14217).

### Предметная область «литература» и цифровизация школьного образования: от аналогового мышления к трансмедийному творчеству

Проект «Предметная область „литература“ и цифровизация школьного образования: от аналогового мышления к трансмедийному творчеству» задумывался сначала как узкометодический, то есть отвечающий на постоянный вопрос учительского сообщества: «Как замотивировать школьника на чтение традиционных текстов?». Соответственно, подход был инструментальный; исследовательская группа исходила из того, что нужно проложить новый цифровой путь

к традиционному литературному нарративу, дать ему современный дизайн. В процессе работы стало ясно, что неправильно поставленный вопрос не имеет правильного ответа. Вовлечение в цифровое, трансмедийное творчество предполагает, что школьник не просто облегчает путь в привычное пространство текста (иногда – не облегчает, но трудное оказывается интересным), но занимает авторскую позицию, создает свою вселенную изучаемого произведения. А значит, участвует в тех трансмедийных процессах, в которые вовлечена вся современная цивилизация, а не только гуманитарные области. От фанфиков до геймификации и от виртуальных музеев местных писателей до видеопоззии – в эпоху Четвертой промышленной революции всё расширяет границы текста, в том числе классического. История меняется в процессе рассказывания, и дело не в том, чтобы адаптировать привычное к непривычному, а в том, чтобы сделать сотворчество частью и условием развития.



**АРХАНГЕЛЬСКИЙ**  
Александр Николаевич  
НИУ «Высшая школа  
экономики»



**ДУБРОВСКИЙ**  
Владимир Натанович  
Специализированный  
учебно-научный центр  
(факультет) – школа-интернат  
им. А.Н. Колмогорова МГУ  
им. М.В. Ломоносова



**ЛЕБЕДЕВА**  
Мария Юрьевна  
Государственный  
институт русского языка  
им. А.С. Пушкина



**МИКЛЯЕВА**  
Анастасия  
Владимировна  
Российский государственный  
педагогический университет  
им. А.И. Герцена



**МУРАНОВ**  
Алексей Анатольевич  
АНО «Центр развития  
результативного образования»



**ФИОФАНОВА**  
Ольга Александровна  
Российская академия  
образования

Таким образом, цифровизация приведет не к техническим уточнениям, а к радикальным переменам в самой предметной области «литература», к цифровой индивидуализации образования. Связь с национальной и мировой литературной традицией при этом не будет утрачена, более того, вовлечение в цифровое сотворчество станет продолжением традиционной методической установки, сформулированной М. Рыбниковой почти столетие назад: «от маленького писателя к большому читателю». Однако само представление о том, как работает традиция, как функционирует текст, как соотносятся ядро смысла и его периферия, – изменятся. Предстоят не методические, а методологические сдвиги, за которыми (но это следствие, а не причина) последует и методика. Что потребует *пересмотра теоретической базы*.

На этом пересмотре была сосредоточена работа в первые два года. По итогам работы опубликованы большие статьи; в частности, в журнале «Вопросы образования», входящем в WoS Scopus (Q1-Q2), – статья, посвященная нарративным практикам на уроках литературы (А.А. Новикова, А.Н. Архангельский, 2021), и в журнале «Литература в школе» – статья, в которой рассмотрен медиаэкологический подход к развитию современного литературного образования (А.А. Новикова, Е.С. Романичева, 2021). Проведены в рамках Апрельской конференции НИУ ВШЭ, Московского салона образования и других крупномасштабных проектов международные конференции, с участием исследовательских групп из России, Эстонии, Великобритании, Испании, работающих над той же проблематикой. А.Н. Архангельский и А.А. Новикова приступили к работе над монографией «Transmedia literacy: Школьный литературный канон в контексте цифровизации культуры», которую планируется представить в издательство НИУ ВШЭ

в 2022 г. Практические результаты работы апробированы А.А. Скулачевым, обеспечены разработками сайта, посвященного творчеству Л.Н. Толстого (направлением руководит Ф. Толстая). В 2020–2021 гг. апробацию все эти идеи, принципы и подпроекты проходили в рамках двух смен образовательного центра «Сириус»: театральной (в июне) и литературной (в августе). На материале творчества Л.Н. Толстого, присутствующего почти во всех классах школы, изучалась степень применимости практик цифрового творчества; результаты будут обобщены в статьях, которые готовятся в настоящее время, а также в упомянутой выше монографии.

Учителям и школьным управленцам проект дает возможность:

- системного обновления содержания и методик литературного образования с опорой на методическую традицию и психолого-педагогические исследования;
- переосмысления рабочей программы по литературе в деятельностном ключе, на основе проектного подхода, развития цифровых навыков для жизни;
- включения в систему работы учителей-словесников трансмедийных практик, опирающихся на традиционные творческие работы, но позволяющих актуализировать учебный материал, мотивировать школьников;
- усиления в литературном образовании творческой и мотивационной составляющей;
- включения в поле литературного образования жанров современной медийной культуры.

Разрабатываются практические рекомендации по использованию цифровых сервисов на уроках литературы, по отдельным жанрам трансмедийного творчества (лонгрид, буктрейлер и др.), пособие для школьников по системе работы с электронными ресурсами, примерная образовательная программа с цифровыми приложениями.

Подобное междисциплинарное научное исследование предпринимается впервые, но тема нашего исследования находится в широком научно-практическом контексте, различными смежными проблемами занимаются исследователи медиа, педагоги, нейропсихологи, лингвисты и др. Наиболее близкие нам подходы использует в своих проектах несколько зарубежных научных групп: «Трансмедийная грамотность» под руководством К.А. Сколари (Университет Барселоны), «Трансмедиа в образовании» под руководством К. Херреро (Университет Манчестера), «Культура как образование: трансмедиа и цифровые технологии в культурной автокоммуникации» под руководством П. Торопа (Университет Тарту) и международный шведско-бразильский проект

«Трансмедийное образование», ориентированный на работу со школами португалоговорящих стран. Для российской научной среды наши подходы на данном этапе уникальны.

В России сегодня только начала осмысляться ситуация чтения в условиях «постграмотности». М.Ю. Гудова (Екатеринбург, УФУ) предложила возможную теоретическую рамку исследования. Исследователи из ПИ РАО (Москва), ГосИРЯ (Москва) занимаются проблемой восприятия текста с экрана. Важно отметить, что в процессе представления дизайна и итогов исследований, их авторы стремятся развести и уточнить термины «электронное чтение», указывая на три структурообразующих свойства именно цифрового текста: гипертекстовость, интерактивность и мультимодальность.

Отдельно надо сказать о работе коллектива под руководством Е.И. Казаковой (СПбГУ), который, занимаясь проблемами педагогики текста, активно изучает тексты новой природы и их образовательный потенциал. Также разрабатывает проблемы, связанные с формированием навыков мультиграмотности, которую исследователи понимают как «интегративную личностную характеристику, благодаря которой ученики успешно осваивают опыт полимодальной коммуникации и формируют способность совмещать в процессе познания несколько способов (модусов) освоения мира, используя потенциал вербальных и невербальных средств взаимодействия с информацией».

### **Перспективные направления и формы использования компьютерных технологий в школьном курсе математики**

Проект направлен на теоретическое обоснование и методическое обеспечение применения цифровых технологий (в первую очередь, интерактивных математических систем – ИМС) в освоении математического содержания. Особое внимание обращается на экспериментально-исследовательскую и проектную деятельность учащихся как в рамках традиционных разделов курса математики, так и в новой для российских школ области математического моделирования реальных явлений и процессов методами прикладной математики и междисциплинарных исследований.

Для решения фундаментальной проблемы создания методологии применения цифровых технологий в освоении математического содержания в проекте разрабатывается и систематически апробируется методическое обеспечение для использования ИМС и преподавания междисциплинарно-прикладных аспектов математики и основ математического мо-

делирования в общем образовании при различных формах организации учебной деятельности. Также создается и апробируется пилотная коллекция наиболее удачных образцов цифровых учебных материалов и сценариев работы с ними.

Массовый переход на дистанционное обучение в условиях пандемии потребовал сместить акценты на это направление, уделить значительное время непосредственному общению с учителями, их ознакомление с разрабатываемыми цифровыми ресурсами.

Актуальность и значимость решаемых задач обусловлена отсутствием достаточного количества методических и дидактических материалов по применению современных цифровых технологий в реальном процессе обучения, что оставляет их невостребованными подавляющим большинством российских учителей.

На основе отечественного и зарубежного опыта применения цифровых технологий в преподавании школьникам классических математических дисциплин – геометрии и алгебры, а также элементов теории вероятностей и математической статистики и пока еще редких в российских школах прикладной математики и математического моделирования:

- выделены типы и тематика интерактивных учебных материалов, позволяющие в наибольшей степени раскрыть потенциал ИМС как инструмента обучения, сформулированы методические основы и созданы сценарии для нескольких коллекций моделей;
- составлены и апробированы оригинальные программы курсов по основам прикладной математики и математического моделирования: курса для подготовки педагогов к преподаванию по этой тематике и нескольких курсов для школьников, как на базе моделей ИМС, так и использующего разнообразное программное обеспечение для обработки данных;

- сформулированы методические и функциональные требования к инструментарию ИМС для изучения вероятностно-статистической линии школьного курса математики;
- разработан универсальный формат виртуальных лабораторий;
- изучены психологические барьеры по отношению к использованию различных цифровых средств в учебном процессе и пути их преодоления.

Теоретические результаты практически реализованы в виде коллекций интерактивных математических моделей по алгебре, планиметрии, стереометрии, теории вероятностей и пилотного модуля по математическому моделированию в форме виртуальных лабораторий, а также альбомов подвижных чертежей к задачку по планиметрии и др. Подготовлены проект учебного модуля «Введение в анализ данных» для студентов бакалавриата педагогических вузов и первые главы учебного пособия по математическому моделированию, рассчитанному на учащихся по программам углубленной подготовки по математике, информатике и физике.

Проанализирован опыт массовой организации дистанционного обучения с применением систем управления обучением в условиях сложной эпидемиологической ситуации в России. В частности, изучалась организация дистанционных занятий по математике с использованием ИМС в учреждениях среднего общего и профессионального образования, востребованность электронных образовательных ресурсов по различным общеобразовательным предметам в школах и колледжах. Предложены принципы разработки дистанционных учебных курсов по математике для школы, реализующих возможности современных. Проанализированы различные виды проверяемых цифровых заданий по математике и их пригодность для создания интерактив-

ных учебных курсов. Разработаны и апробированы учебные материалы на основе ИМС для подготовки к итоговой государственной аттестации учащихся 11-го класса.

Выявлены как факторы, способствовавшие успешному переходу от очной к дистанционной форме обучения, так и проблемы, с которыми столкнулись преподаватели и учащиеся при этом переходе.

По результатам исследований опубликовано 10 статей, четыре статьи приняты к печати; получена государственная регистрация программы «1С: Математический конструктор. Виртуальные лаборатории»; сделано более 20 докладов на конференциях и семинарах.

Проводимые коллективом исследования реализованы в виде различных материалов, предназначенных непосредственно для применения в учебном процессе.

Это новые задания и демонстрационные модели в формате ИМС, скомпонованные в виртуальные лаборатории и альбомы интерактивных чертежей, разработанные с учетом многолетнего опыта преподавания с использованием ИМС в школе, на курсах повышения квалификации учителей, в педагогических вузах, в том числе с учетом современных потребностей дистанционного обучения. Они могут применяться как в рамках обычных школьных курсов математики, так и в работе факультативов и кружков. Особое внимание в нашей работе уделяется подготовке материалов по теории вероятностей и анализу данных, как учебных моделей, так и пособия по этой тематике.

Продолжается разработка курса по математическому моделированию для школы; в настоящее время подготовлены лекции и учебные задания на один триместр.

Первые ИМС появились за рубежом более 30 лет назад. За эти годы на их основе создан огромный массив цифровых учебных материалов. В многочисленных статьях, на конференциях демонстрируется положительный эффект применения ИМС на уроках математики. Есть страны, где ИМС разрешено использовать на выпускных экзаменах. Подавляющее большинство материалов, разработанных за рубежом, российским учителям использовать почти невозможно как из-за языкового барьера, так и из-за разницы в программах, обозначениях и т. п. Большая работа в этом направлении выполняется и в России, в том числе участниками нашего коллектива. Но нужно еще много сделать, чтобы ее результаты стали доступны всем заинтересованным участникам учебного процесса.

Математическое моделирование явлений реальной жизни как междисциплинарное направление



в российской школе, за исчезающе малым исключением, отсутствует, в то время как за рубежом, особенно в таких странах как Китай и США, это направление давно и успешно развивается, а в некоторых странах включено в школьную программу. Наша работа должна сыграть важную роль в преодолении этого разрыва.

### **Текст в цифровой образовательной среде: исследование стратегий чтения и параметров, влияющих на качество цифрового чтения**

Проект направлен на фундаментальное исследование процесса чтения учебного текста в цифровой образовательной среде на выборке российских учащихся средней и старшей школы.

Цифровизация школ и массовое внедрение в образовательный процесс медиатекстов, не похожих на тексты бумажных учебников, делает необходимым объективное исследование того, как школьники читают с экрана и какие свойства текста на это влияют.

Исследования убедительно показывают, что цифровое чтение опирается на иные когнитивные механизмы, чем чтение бумажного источника. Наиболее распространено предположение, что цифровое чтение носит поверхностный характер – происходит читательское «обмеление», ослабевают компетенции аналитического чтения [1, 2]. Однако анализ эмпирических свидетельств показывает, что в некоторых условиях чтение в цифровой среде может быть не менее, а иногда и более эффективным, чем чтение бумажное [3, 4]. Основная цель нашего исследования – обнаружить факторы, которые способствуют успешному решению читательских задач в цифровой среде.

Гипотеза проекта состоит в том, что на эффективность цифрового чтения влияют три группы факторов: факторы читателя, факторы текста и факторы установки на чтение. В ходе проекта, таким образом, мы ищем ответы на вопросы: 1) какие навыки и стратегии должны быть сформированы у успешного «цифрового читателя»; 2) какими признаками должен обладать эффективный цифровой учебный текст и 3) каким образом должна быть сформулирована читательская задача, способствующая эффективному учебному чтению.

Для решения поставленных задач проводится серия экспериментальных процедур: сбор данных о движении глаз во время чтения цифрового текста, записей устных комментариев читательского поведения, анкетирование и интервью.

В результате проекта будет составлена карта стратегий чтения цифрового текста. Прикладным ито-

гом проекта станут рекомендации по обучению эффективным стратегиям цифрового чтения и по созданию учебных текстов для цифровых образовательных ресурсов.

На первом этапе проекта был проведен анализ эмпирических исследований цифрового чтения. Было установлено, что эффективность цифрового чтения зависит от целого комплекса факторов, что не позволяет однозначно говорить о преимуществе бумажного формата перед цифровым.

Опрос показал предпочтение учениками 7–11-х классов цифрового чтения, которое не распространяется на чтение художественной литературы. Были обнаружены корреляции между выбором формата, возрастом школьника и его читательской самооценкой. Они позволяют увидеть потенциал цифровых текстов: так, неохотно и неуверенно читающие школьники больше других видят преимущества цифрового формата перед бумажным.

Второй этап был посвящен подробному изучению портрета эффективного цифрового читателя и стратегиям цифрового чтения. Было проведено качественное исследование методами «мысли вслух» и структурированного онлайн-наблюдения. Оно позволило выявить когнитивные и метакогнитивные стратегии, которыми пользуются успешные читатели при работе с цифровым текстом. Особый интерес представляют такие стратегии, как предварительная оценка ценности текста, отслеживание отступления от цели чтения и возврат к ней, выбор вида и траектории чтения в зависимости от разных факторов, а также применение поддерживающих стратегий.

Были описаны специфические стратегии цифрового чтения, такие как опора на особенности структуры и визуальной организации цифрового текста и «делегированием» поискового чтения компьютеру (Ctrl+F).

Исследование подтвердило выводы о нелинейности цифрового чтения, которое не всегда является приметой бесцельного блуждания



по тексту, а часто выступает следствием осознанного применения читательских стратегий.

Качественное исследование стратегий, характеризующих компетентного цифрового читателя, было дополнено исследованием с использованием технологии айтрекинга. В нем приняли участие 89 учеников 9–11-х классов, которые были отнесены экспертами к категории «опытных» читателей. По нашей гипотезе, опытные читатели смогут адаптировать стратегии цифрового текста к учебной задаче, что приводит к лучшему пониманию текста.

Анализ данных показал разницу в стратегиях чтения в зависимости от возраста читателя и тематики текста. Ученики девятых классов демонстрировали более тщательную проработку всех текстов, в то время как одиннадцатиклассники лучше адаптировали свое читательское поведение к поставленной задаче. Было обнаружено влияние установок на чтение на читательское поведение. При аналитическом чтении, в отличие от поискового, наблюдались возвраты к абзацам, содержащим ключевую для выполнения задания информацию.

При этом анализ данных показал сильное влияние индивидуальных психофизических качеств читателя на процесс чтения, что подтверждает гипотезу о значимости фактора читателя. Так, некоторые ученики прибегали к нестандартному выполнению задачи, обращаясь к вопросам без предварительного знакомства с текстом. Для получения более точных результатов будет реализован следующий этап эксперимента с увеличением выборки.

В условиях пандемии школа окончательно признала значимость цифровых материалов, но еще не сформировала четкое понимание, как они должны создаваться и применяться. Результаты исследования цифрового чтения могут стать серьезным подспорьем для трансформации дидактики.

Изучение цифрового чтения значимо для школы и как инструмент диагностики, и как материал для создания и адаптации учебных и методических материалов для нескольких типов школьной «аудитории».

Для учителя данные исследований будут полезны при оценке индекса успешности учащегося и для переосмысления подходов к подаче теории, выбору и составлению заданий.

Учащемуся и его представителям ценны данные о том, какие ключевые навыки необходимы для восприятия и усвоения информации в цифровой среде. Рекомендации по развитию читательских навыков особенно актуальны в условиях массовой цифровизации и поиска оптимального пути самостоятельного коннективистского образования мотивированных школьников.

Цифровым текстом в большинстве работ признается текст, обладающий гипертекстуальностью (нелинейностью), интерактивностью и мультимодальностью [5–8]. Исследователи обнаруживают, что процесс чтения цифрового текста строится по специфичным стратегиям и опирается на иные когнитивные механизмы обработки информации, чем работа с печатным текстом [9, 10]. Отмечается, что ведущими стратегиями при чтении с экрана являются просмотр, сканирование, поиск ключевых слов [11]. В результате экспериментов, проведенных преимущественно на материале английского языка, ученые не пришли к единогласию в вопросе влияния цифрового формата на понимание цифрового текста в сравнении с текстом на бумаге [12]. Однако такая специфическая характеристика цифрового чтения, как возможность читателя управлять процессом чтения и конструировать таким образом собственный текст, позволяет сделать вывод о необходимости изменения способа обучения чтению с экрана, который должен базироваться на стратегическом подходе.

### **Эффективные стратегии онлайн-поиска информации детьми и подростками в процессе решения учебных задач**

Проект направлен на изучение стратегий онлайн-поиска учебной информации, которые используют школьники (5–9-й классы) в процессе выполнения учебных заданий, направленных на нахождение в интернете материалов, дополняющих сведения, представленные в учебниках.

Актуальность исследования обусловлена широкой распространенностью соответствующего типа учебных заданий в современной образовательной практике, которая реализуется на фоне отсутствия целенаправленного обучения школьников навыкам

онлайн-поиска, которые сделали бы их поисковую активность более эффективной. Результаты опроса школьников показывают, что более чем в 95% случаев они осваивают навыки онлайн-поиска на ранних этапах цифровой социализации самостоятельно, во внеучебных ситуациях, и впоследствии переносят их на онлайн-поиск учебной информации, где они оказываются не в полной мере релевантными задачам учебной деятельности и не всегда позволяют качественно усваивать новый материал.

На первом этапе исследования была сформулирована гипотеза о том, что эффективный онлайн-поиск учебной информации детерминирован особенностями организации их познавательной деятельности (кодирования и обработки информации, регуляции познавательной активности), а также характеристиками их психофизиологического потенциала.

В ходе исследования была сформулирована дополнительная гипотеза о том, что влияние факторов, определяющих эффективность онлайн-поиска, опосредуется видом технического устройства, которые используются для его осуществления (компьютер/ноутбук, смартфон или планшет).

Исследование проводится в формате лабораторного эксперимента, в ходе которого моделируется выполнение учебных заданий, связанных с онлайн-поиском дополнительной информации.

Результаты исследования не позволили в полной мере подтвердить основную гипотезу нашего исследования. Мы обнаружили некоторое влияние особенностей кодирования и обработки информации, а также отдельных характеристик психофизиологического потенциала на процессуальные характеристики онлайн-поиска (прежде всего, на скорость выполнения поисковой задачи, количество просмотренных страниц и объем обработанной информации), однако нам не удалось обнаружить их влияния на показатели эффективности онлайн-поиска. Вместе с тем показано, что эффективность онлайн-поиска определяется стилевыми характеристиками регуляции собственной познавательной активности. На наш взгляд, этот результат имеет особое значение для педагогической практики, поскольку указывает на то, что эффективность онлайн-поиска в процессе выполнения учебных заданий не детерминирована жестко индивидуальными особенностями субъекта поиска, определяя лишь процессуальные характеристики онлайн-поисковой активности. Применительно к решению практических задач это означает, что эффективный онлайн-поиск может осуществляться любым школьником, вне зависимости от стилевых характеристик его когнитивного функционирования, кото-

рые складываются на относительно ранних этапах онтогенеза.

На первый план выходит задача формирования метакогнитивного потенциала, в логике возрастного развития приходящаяся на период средней и старшей школы.

Вторая гипотеза, сформировавшаяся в ходе реализации исследования, нашла в его результатах более полное подтверждение. Так, было показано, что одни и те же школьники, используя разные технические устройства для выполнения онлайн-поисковых заданий в контексте учебной активности, демонстрируют разные процессуальные и результирующие характеристики онлайн-поиска. Это проявляется в первую очередь в упрощении формулировок поисковых запросов, а также в изменении баланса между скоростью онлайн-поиска, объемом обработанной информации и качеством ее усвоения.

В целом, полученные результаты позволяют признать, что наиболее релевантным инструментом онлайн-поиска дополнительной учебной информации является компьютер или ноутбук (в сравнении со смартфоном; использование планшета в этом контексте не изучалось в связи с относительно низкой распространенностью применения данного вида устройств школьниками изучаемого возрастного диапазона).

Результаты исследования показывают, что стихийное освоение возможностей информационного онлайн-поиска школьниками не позволяет гарантировать их эффективного использования в процессе выполнения учебных заданий. Необходимо организованное обучение школьников наиболее эффективным стратегиям онлайн-поиска учебной информации, что в первую очередь включает формирование навыков формулирования и уточнения поискового запроса, отбора информации, которая релевантна поисковой задаче, а также способов работы с этой информацией для того, чтобы она была усвое-

на. Такие навыки должны носить метапредметный характер. В настоящее время ведется работа по подготовке методических рекомендаций по формированию соответствующих навыков у школьников 5–9-х классов.

Исследования онлайн-поиска активно ведутся с 1990-х гг. преимущественно в зарубежной науке, прежде всего, в предметном поле инженерных и психолого-педагогических наук. Онлайн-поиск как элемент образовательной активности изучается большей частью в процессуальном аспекте, то есть в аспекте анализа поисковых действий, совершаемых обучающимися в процессе поиска. Вместе с тем, в контексте образовательной деятельности ключевое значение имеет результат поисковой активности, выражающийся в возможности их использования за пределами поисковой задачи.

В литературе нам не удалось найти «готовых» критериев эффективности онлайн-поиска учебной информации, которые учитывали бы не только процессуальный, но и результирующий аспекты. Критерии результативности онлайн-поиска были разработаны нашим коллективом самостоятельно с опорой на сведения о том, каким образом происходит оценка результативности онлайн-поиска в сферах, не связанных с образованием.

### **Фундаментальные основы цифровой трансформации начального общего образования**

Российская школа находится на пороге очень серьезных перемен. Необходимость качественных изменений образования связана с тем, что развитие цифровых технологий и телекоммуникационных систем меняет способы, которыми фиксируется, передается и создается знание, а также формируются навыки. Эти изменения дети ощущают на себе с рождения, они декларируются в директивных документах, но всё еще не учитываются в практике начального общего образования.

Важной задачей начального общего образования является формирование ключевых универсальных навыков XXI века, таких как умение учиться, коммуникативность, креативность, способность работать в коллективе, преадаптивность – готовность к изменениям, которые ещё не произошли.

Приоритетом современного образования является формирование способности найти нужные человеку знания, сформировать навыки и умения и использовать их.

Уже в рамках начального образования, целенаправленно в курсе математики и информатики, а также в ходе другой образовательной деятельности должны формироваться цифровые компетенции в результате освоения и использования цифровых ресурсов (источников, инструментов, сервисов) современного общества. Использование этих ресурсов существенно повышает эффективность работы учащихся и снижает их учебную нагрузку.

Ожидаемым результатом проекта является описание моделей формирования содержания и организации образовательного процесса начального общего образования в условиях широкого использования цифровых технологий, разработка прототипа системы цифровых инструментов и заданий для курса математики и информатики начального общего образования, являющегося инструментарием развития универсальных компетенций XXI века.

В рамках первого года исследования был проведен подробный анализ существующих федеральных государственных образовательных стандартов начального общего образования, примерных программ начального общего образования и реальной практики организации образовательного процесса в начальном образовании в организациях, имеющих достаточно высокий уровень обеспеченности средствами цифровых технологий. Был проанализирован международный опыт цифровизации образования, ориентированного на детей в возрасте до 10 лет.

На основе результатов проведенного анализа описаны примерные требования к результатам и возможные модели организации образовательного процесса начального общего образования в условиях его цифровизации.

Также описаны общие требования к системе цифровых инструментов, необходимых для реализации предложенных моделей организации образовательного процесса и частные требования к цифровым инструментам и заданиям, используемых в курсах Математики и информатики, Русского языка и Литературы, требования к цифровым инструментам, необходимым для эффективной организации проектной деятельности.

В ходе исследования были выявлены и описаны возможности эффективной реализации модели персонализации образовательного процесса в условиях цифровизации в начальном общем образовании, описана возможная модель организации персонализированного образовательного процесса и общие требования к цифровым инструментам, обеспечивающим ее реализацию.

В рамках второго года исследования проработаны прототипы цифровых инструментов и заданий для начального общего образования, используемых в рамках изучения курсов Математика и информатика, Русский язык, Литература, а также в рамках межпредметной проектной деятельности для формирования предметных и метапредметных компетенций, в том числе компетенций XXI века.

Также подготовлена рабочая версия рекомендаций по организации образовательного процесса начального общего образования в условиях его цифровизации. При подготовке рекомендаций использовался опыт организации дистанционного образования в период ограничений, вызванных пандемией, связанной с вирусом COVID-19.

Рабочая версия рекомендаций по организации образовательного процесса начального общего образования в условиях его цифровизации создавалась параллельно с апробацией использования разработанных моделей в условиях реального образовательного процесса в условиях очной, дистанционной и смешанной его организации. Особое внимание на втором этапе уделялось вопросам согласованного формирования у учащихся начальной школы навыков владения всеми современными инструментами письма (традиционное письмо карандашом или ручкой на бумаге, цифровое письмо с использованием клавишной клавиатуры, виртуальной клавиатуры и голосового ввода). Наиболее активно прорабатывались вопросы обучения письму с использованием клавишной клавиатуры одновременно с традиционным письмом ручкой, интеграции двух способов письма в изучение Русского языка в начальной школе.

Рассматривались вопросы формирования основ функциональной грамотности (ОФГ), так как они определяют готовность обучающегося выполнять задания с учебной информацией различного типа вне предметного контекста. Очевидно, что в условиях перехода к обучению в цифровой образовательной среде неотъемлемым условием достижения ОФГ является способность ребенка свободно оперировать с различными компьютерными форматами, выполняя задания в цифровой форме.

Также рассматривались вопросы использования цифровых инструментов в начальном общем обра-

зовании. Показана важность обучения их использованию для решения ключевой задачи начальной школы по формированию компетенций, необходимых для дальнейшего успешного обучения в основной и средней школе, формирования «цифровой грамотности».

В рамках исследования был рассмотрен ряд зарубежных и российских подходов к понятию «цифровая грамотность»: DigComp 2.0, UK Essential Digital Skills Framework, NETS-S, Northstar Digital Literacy Assessment, концепция «Универсальных компетенций XXI века» НИУ ВШЭ, РОЦИТ и Аналитического центра НАФИ. Все проанализированные подходы в том или ином виде включают компонент «Технологии», являющийся неотъемлемой частью практически всех других компонент, включаемых в понятие цифровой грамотности: «Поиск», (поиск, оценка, интеграция информации), «Понимание» (понимание и интерпретация сообщений в различных форматах), «Создание» (создание сообщений, данных и контента), «Коммуникации» (передача сообщений и общение).

Все компоненты подразумевают использование цифровых инструментов, и, по нашему мнению, первоначальные навыки по каждому компоненту должны быть получены в начальной школе.

Наше исследование прежде всего относится к разделу Хартии цифрового пути школы «Личность, расширенная цифровыми средствами». По нашему мнению, система образовательных целей, планируемых результатов, стандартов, программ уже в начальной школе должна адресоваться к расширенной личности ученика и учителя. Для успешного обучения в основной и средней школе выпускника начальной школы должен овладеть приемами использования цифровых средств в учебной и иной деятельности, уметь делать выбор в цифровом обществе.



## Методология анализа больших данных в образовании и ее интеграция в программы профессиональной подготовки педагогов

Аналитика данных становится новым инструментом для доказательного развития образования и индивидуализации образования. Отсутствие систематизированных методологических подходов и технологий анализа образовательных данных не позволяет разработать компетентностно-ориентированные программы повышения квалификации педагогов и руководителей образования.

На основе исследования будут разработаны методология и методы анализа данных об образовании и развитии человека, структурированные по объектам и задачам педагогической и управленческой аналитики; методологические принципы проектирования компетентностно-ориентированных программ повышения квалификации педагогов и руководителей общеобразовательных организаций в логике «Педагогика, основанная на данных» и «Управление образованием на основании данных», что создаст условия компетентного анализа данных с целью обоснованных педагогических и управленческих решений.

Будет проанализирована методология мониторингов системы общего образования, задающая структуру анализа данных, будут сформулированы проектные предложения по модернизации методологической и организационно-правовой базы мониторингов общего образования. Будут разработаны предложения по стандартизации подходов к архитектуре данных в цифровых образовательных средах.

Будут изучены профессиональные дефициты педагогов и руководителей образования в аналитике данных, их интерпретации для педагогических и управленческих решений, репрезентации аналитики

данных в публичных докладах, программах развития, образовательных программах.

Будет дан анализ профессиональной деятельности в части трудовых функций и data-компетенций педагогов и руководителей в развивающем образовании в условиях цифровой трансформации образования и развития личности, расширенной цифровыми средствами.

Предполагались три взаимосвязанные гипотезы, задающие рамку исследования:

- 1) для разработки методологии анализа больших данных в образовании достаточно методологически адаптировать методы Data-Science и интегрировать в отраслевую специфику образования, обозначив методологические принципы пользования для субъектов образовательной аналитики;
- 2) для разработки методологии анализа больших данных нужно структурировать виды данных, собираемых в различных технологических сервисах в виде цифровых следов человека, в виде данных оценки качества образования, мониторингов систем образования и т. п. – это позволит создать структурно-функциональную модель анализа данных в образовании;
- 3) для интеграции методологии анализа больших данных в программы подготовки педагогов и руководителей образования достаточно внести изменения в профессиональные стандарты и институционализировать data-компетенции.

Все три гипотезы были углублены и дополнены в связи с тем, что:

- образование как человекоориентированная система не развивается по законам технических систем. Был обоснован методологический подход Data-Anthropo и принципы анализа данных в человекоцентрированных системах;
- меняются представления о результатах образования, о предельной онтологии человека в сфере образования, о временных лагах и способах конвертации образовательных данных при переходе на следующий уровень образования или квалификации в профессии. Следовательно, создание эталонной модели аналитики данных в образовании невозможно. Но возможна прогностическая характеристика законов ее развития на основании выявленных тенденций;
- правовых норм в виде обновленных профстандартов недостаточно. Было решено использовать потенциал культурных норм и силу профессиональных сообществ образовательной и управленческой практики, а также федеральных учебно-методических объединений,



университетов и фондовых институтов развития для поддержки новых образовательных программ развития data-компетенций.

Разработана методология анализа данных в образовании, создана классификация методов. Проведено исследование среди педагогов и руководителей образования регионов России на предмет обращения к источникам в технологической инфраструктуре данных, использования анализа данных в педагогической и управленческой деятельности, их отражения в публичных докладах школ, органов управления образованием, в совершенствовании образовательных программ и педагогических методик (рис. 1).

Совместно с оператором Национальной системы управления данными – Аналитическим центром при Правительстве Российской Федерации – организован круглый стол, где представлены результаты исследований по созданию стандарта архитектуры данных цифровой образовательной среды.

Общественно-профессиональное обсуждение результатов исследования анализа данных на разных уровнях управления образованием организовано на круглом столе с участием региональных руководителей образования и педагогов-экспертов.

Для педагогов и управленцев образованием ценным результатом стала монография [13], раскрывающая практику применения анализа данных, методы анализа данных относительно структурированных педагогических и управленческих задач. На примере конкретных наборов данных представлены примеры аналитики.

Охарактеризована структура data-компетенции, которая используется в разработке моделей компетенций образовательных программ.

Разработаны программы магистратуры и дополнительного профессионального образования

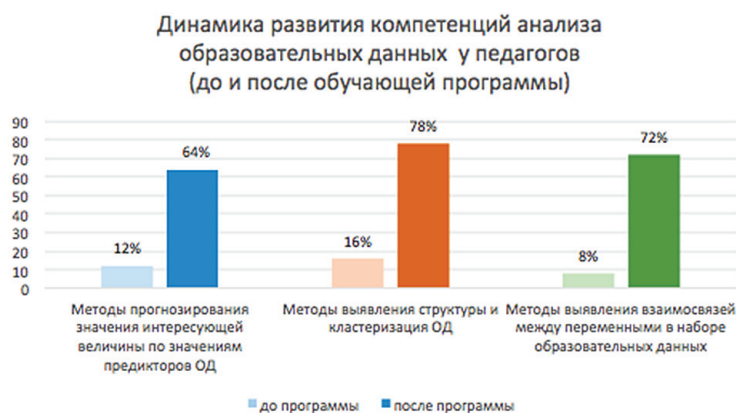


Рис. 1. Динамика развития компетенций анализа образовательных данных у педагогов.

«Педагогика, основанная на данных», «Управление образованием на основе данных» (dpo.apkpro.ru, dpo.mos.ru, lms-dpo.ranepa.ru/).

Разработан Ed-Tech продукт «Конструктор data-компетенций» (получен патент №2020622411).

Организован ежегодный конкурс кейсов по анализу данных и доказательному развитию образования в двух номинациях [14].

Организована ежегодная научно-практическая конференция по большому данным в образовании.

Системы аналитики стран характеризуются по параметрам: правовые регламенты, виды данных, использование для решений. Страны, реализующие политику развития человеческого потенциала, организуют анализ данных на основе гуманитарной (природа данных связана с деятельностью человека – это цифровые следы субъектов образовательной деятельности) и институциональной (природа данных связана с условиями образования) методологий. Эти две переменных в данных сопоставляются в поиске корреляционных связей для доказательной образовательной политики [15, 16].

Страны, реализующие политику открытости данных, разъясняют пользователям этические протоколы работы с данными.

Страны с развитой технологической инфраструктурой аналитики интегрируют для обработки данные институционального, национального и международного уровней оценки результатов, связанные со школьными системами оценки качества, национальными экзаменами и результатами международных исследований качества: это позволяет своевременно производить «сонастройку» систем мониторинга образования и оценочных инструментов.

## Литература

1. **L.E. Annette, K.D. Lafreniere**  
*Pers. Individ. Differ.*, 2017, **115**, 154.  
DOI: 10.1016/j.paid.2016.02.043.
2. **P. Delgado, L. Salmerón**  
*Learn. Instr.*, 2021, **71**, 101396.  
DOI: 10.1016/j.learninstruc.2020.101396.
3. **О.Е. Антипенко**  
*Психология, социология и педагогика*, 2016, №1. (<https://psychology.snauka.ru/2016/01/6239>).
4. **Z. Aydemir, E. Öztürk, M.B. Horzum**  
*ESTP*, 2013, **13**(4), 2272.
5. **G. Kress, T. van Leeuwen**  
*B Multimodal Discourse: The Modes and Media of Contemporary Communication, An Arnold Publication Ser.*, UK, London, Cappelien, 2001, 142 pp.
6. **J.T. Schugar, H. Schugar, C. Penny**  
*IJTTL*, 2011, **7**(2), 174.
7. **W. Sutherland-Smith**  
*Prospect*, 2002, **17**(1), 55.
8. **M. van Os**  
*Master Thes. (Book and Digital Media Studies)*, NL, Leiden, Leiden University, 2014, 72 pp.
9. **С.Р. Оганов, А.Н. Корнев**  
*В Чтение в цифровую эпоху: Сб. мат. VIII Международной научно-практической конференции Российской ассоциации дислексии*, РФ, Москва, 2018, с. 20–24.
10. **J. Coiro, E. Dobler**  
*Read. Res. Quart.*, 2007, **42**(2), 214. DOI: 10.1598/RRQ.42.2.2.
11. **Z. Liu**  
*J. Doc.*, 2005, **61**(6), 700. DOI: 10.1108/00220410510632040.
12. **V. Clinton**  
*J. Res. Read.*, 2019, **42**(2), 288. DOI: 10.1111/1467-9817.12269.
13. **О.А. Фиофанова**  
*Анализ больших данных в образовании: методология и технологии*, РФ, Москва, Дело, 2020, 200 с.
14. *Положение о II Всероссийском конкурсе кейсов по анализу данных в образовании и доказательному развитию*, РФ, Москва, 2021. (<https://iim.ranepa.ru/upload/iblock/a84/Polozenie-o-Vserossiyskom-konkurse-keysov-po-analitike-obrazovatelnykh-dannykh.pdf>).
15. **О.А. Фиофанова**  
*Ценности и смыслы*, 2020, №1(65), 71.
16. **О.А. Фиофанова, Е.С. Топоркова**  
*J. Adv. Pharm. Edu. Res.*, 2020, **10**(3), 90.

English

## Digitally Enhanced Personality\*

**Alexander N. Arkhangelsky**  
National Research University  
Higher School of Economics  
11 Pokrovsky Blvd,  
Moscow, 109028, Russia  
arhangelskiy@inbox.ru

**Maria Yu. Lebedeva**  
Pushkin State  
Russian Language Institute  
6 Ac. Volgin Str.,  
Moscow, 117485, Russia  
m.u.lebedeva@gmail.com

**Alexey A. Muranov**  
Center for the Development  
of Effective Education  
40 Bolshoy Blvd, Skolkovo,  
Moscow, 121205, Russia  
muranov2000@gmail.com

**Vladimir N. Dubrovsky**  
Kolmogorov Boarding School of  
Lomonosov Moscow State University  
11, Kremenchugskaya Str.,  
Moscow, 121352, Russia  
dvn18@yandex.ru

**Anastasia V. Miklyaeva**  
Herzen State Pedagogical  
University of Russia  
48 Moika River Emb.,  
Saint-Petersburg, 191186, Russia  
a.miklyaeva@gmail.com

**Olga A. Fiofanova**  
Russian Academy of Education  
8 Pogodinskaya Str.,  
Moscow, 119121, Russia  
fiofanova@mail.ru

## Abstract

The evolution of mankind is based on the expansion of the capabilities of *Homo sapiens* based on the development and mastery of technology as cultural tools for development. A letter and a book are prime examples. Today the human personality has been expanded not only with a pen, a watch, a spyglass and an encyclopedia but also with a calculator, an automatic translator, a digital navigator, access to the World Wide Web and other digital means of expanding the mind which tremendously increase the power of the human brain.

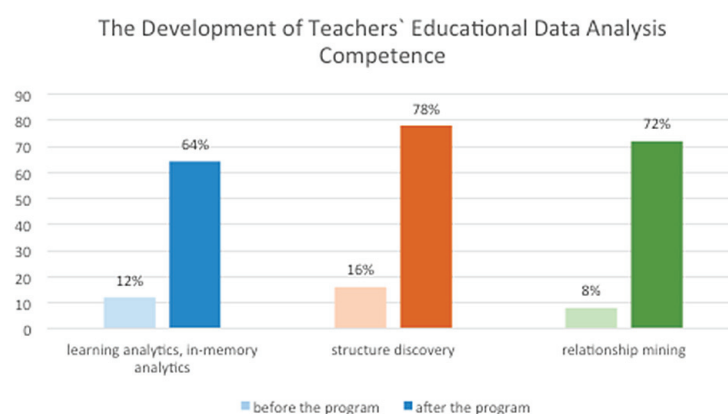
We evaluate graduates in terms of their ability to engage in cognitive, labor, and other activities as an extended personality who masters digital means and is able to make a moral choice in a digital society.

The system of educational goals, planned results, standards, programs should be addressed specifically to the extended personality of the student and teacher.

**Keywords:** extended personality, technologies, digital means, digital society, educational goals, planned results.

*\*The work was financially supported by RFBR (projects 19-29-14005, 19-29-14016, 19-29-14148, 19-29-14155, 19-29-14199 and 19-29-14217).*

## Images & Tables



**Fig. 1.** The Development of Teachers' Educational Data Analysis Competence.

## References

1. **L.E. Annisette, K.D. Lafreniere**  
*Pers. Individ. Differ.*, 2017, **115**, 154.  
DOI: 10.1016/j.paid.2016.02.043.
2. **P. Delgado, L. Salmerón**  
*Learn. Instr.*, 2021, **71**, 101396.  
DOI: 10.1016/j.learninstruc.2020.101396.
3. **O.E. Antipenko**  
*Psikhologiya, sociologia i pedagogika [Psychology, Sociology and Pedagogy]*, 2016, №1. (<https://psychology.snauka.ru/2016/01/6239>).
4. **Z. Aydemir, E. Öztürk, M.B. Horzum**  
*ESTP*, 2013, **13**(4), 2272.
5. **G. Kress, T. van Leeuwen**  
In *Multimodal Discourse: The Modes and Media of Contemporary Communication, An Arnold Publication Ser.*, UK, London, Cappelien, 2001, 142 pp.
6. **J.T. Schugar, H. Schugar, C. Penny**  
*IJTTL*, 2011, **7**(2), 174.
7. **W. Sutherland-Smith**  
*Prospect*, 2002, **17**(1), 55.
8. **M. van Os**  
*Master Thes. (Book and Digital Media Studies)*, NL, Leiden, Leiden University, 2014, 72 pp.
9. **S.R. Oganov, A.N. Kornev**  
In *Reading in the Digital Age: Proc. VIII International Scientific and Practical Conference of the Russian Dyslexia Association [Chteniye v tsifrovuyu epokhu: Sb. mat. VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii Rossiyskoy assotsitsii disleksii]*, RF, Moscow, 2018, pp. 20–24 (in Russian).
10. **J. Coiro, E. Dobler**  
*Read. Res. Quart.*, 2007, **42**(2), 214. DOI: 10.1598/RRQ.42.2.2.
11. **Z. Liu**  
*J. Doc.*, 2005, **61**(6), 700. DOI: 10.1108/00220410510632040.
12. **V. Clinton**  
*J. Res. Read.*, 2019, **42**(2), 288. DOI: 10.1111/1467-9817.12269.
13. **O.A. Fiofanova**  
*Analiz bolshih dannykh v obrazovanii: metodologiya i tekhnologii [Big Data Analysis in Education: Methodology and Technologies]*, RF, Moscow, Delo Pub. House, 2020, 200 pp. (in Russian).
14. *Polozhenie o II Vserossiyskom konkurse keysov po analizu dannykh v obrazovanii i dokazatelnomu razvitiyu [About the II All-Russian Competition of Cases on Data Analysis in Education and Evidence-Based Development]*, RF, Moscow, 2021 (in Russian). (<https://iim.ranepa.ru/upload/iblock/a84/Polozhenie-o-Vserossiyskom-konkurse-keysov-po-analitike-obrazovatelnykh-dannykh.pdf>).
15. **O.A. Fiofanova**  
*Cennosti i smysly [Values and Meanings]*, 2020, №1(65), 71 (in Russian).
16. **O.A. Fiofanova, E.S. Toporkova**  
*J. Adv. Pharm. Edu. Res.*, 2020, **10**(3), 90.

## Право ребенка на цифровой мир\*

Л.В. Баева, М.Д. Бузоева, Н.А. Заиченко, Т.А. Рудченко, А.С. Соловейчик

Через планшет с выходом в интернет ребенок получает в свое распоряжение богатства и беды всего человечества, культурные инструменты деятельности, коммуникации и образования, свои права и ответственность в цифровом мире.

Цифровой мир расширяет возможности для выбора, открывает новые пути для проб и взросления. Он ставит проблему выбора и ответственности и перед взрослыми, от решений которых зависит судьба ребенка.

Среди учителей и родителей всегда будут те, кто захочет сделать выбор за ребенка, оградив его от реальных или мнимых опасностей цифрового и нецифрового мира. Сегодня по выбору родителей должны существовать школы, где гаджеты запрещены, дети ходят на все уроки, а присутствие онлайн – только по болезни.

**Ключевые слова:** права и ответственность, проблема выбора, опасность, цифровой мир, гаджеты.

\*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты №№19-29-14007, 19-29-14060 и 19-29-14208).

### Оценка влияния цифровизации образовательного и социального пространства на человека и разработка системы безопасной коммуникативно-образовательной среды

Целью данного проекта, реализуемого в Астраханском государственном университете, стало исследование рисков процесса цифровой трансформации образования и выработка системных мер для обеспечения безопасности учащихся в цифровой среде обучения (ЦОС) и коммуникации. В рамках проекта выявлены и оценены риски цифровизации образовательной среды и коммуникации, дана их систематизация и характеристика, проведена выработка комплекса инструментов и принципов по их профилактике и преодолению.

Проект направлен на создание комплексной теории безопасной коммуникативно-образовательной среды; научное обоснование системы руководств для педагогов, обучающихся и родителей для преодоления рисков цифровой среды; создание базы данных «Атлас рисков в информационно-коммуникативной среде», программ для ЭВМ «Построение цифрового портрета социально-коммуникативных и когнитивных навыков обучающегося» и «Диагностика психоэмоционального состояния обучающегося для индивидуализации цифровой среды обучения».

Создается модульная система институционально-коммуникационной безопасности для образовательной среды, включающая технико-технологический, управленческий, психолого-педагогический, ценностно-мотивационный, когнитивно-информационный и этико-нравственный модули.

Проект реализуется по трем основным направлениям: оценка рисков, создание отдельных инструментов для их преодоления и построение комплексной теории безопасности для ЦОС. Эмпирическую базу составили экспертный опрос преподавателей 20



**БАЕВА**  
Людмила Владимировна  
профессор,  
Астраханский государственный университет



**БУЗОЕВА**  
Марианна Дзембатовна  
Московский государственный лингвистический университет,  
Издательский дом  
«Первое сентября»



**ЗАИЧЕНКО**  
Наталья Алексеевна  
профессор,  
Санкт-Петербургский кампус Высшей школы экономики



**РУДЧЕНКО**  
Татьяна Александровна  
ФИЦ «Информатика и управление» РАН



**СОЛОВЕЙЧИК**  
Артём Симонович  
главный редактор  
ИД «Первое сентября»



университетов мира, фокус-группы с педагогами, массовые интернет-опросы, анкетирование родителей.

Согласно первоначальной гипотезе, основные риски в условиях цифровизации образования для учащихся связывались с ослаблением когнитивных и коммуникативных навыков, *soft skills*, отсутствием возможности распознать и противостоять манипуляторному воздействию, незрелостью цифровой этики коммуникации.

Проведение исследования совпало с форсированным переходом обучения на онлайн-формат, что подтвердило гипотезу и позволило выявить новые виды угроз безопасности. Были диагностированы риски в ЦОС, систематизированные в пять основных кластеров:

- *информационный*, связанный с внедрением ЦОС с позиции основных сервисов безопасности информации – доступности (что стало играть первоочередную роль), конфиденциальности, целостности, аутентичности и неотказуемости;
- *когнитивный* (ослабление памяти на фоне информационного перенасыщения, нарушения концентрации внимания, недостатки в организации и подборе методов обучения);
- *витальный* (увеличение «экранного времени» и воздействие на ЗОЖ);
- *социальный* (ослабление *soft skills*, навыков социализации, адаптации);
- *поведенческий* (формирование аддикций, фрустрация, депрессивность).

В каждом из кластеров были описаны различные виды рисков, уязвимостей и угроз, которые нашли отражение в созданной базе данных «Атлас рисков цифровизации», актуальной для педагогов и родителей (получено свидетельство Роспатента).

По результатам эмпирических исследований была составлена ментальная карта рисков цифровизации

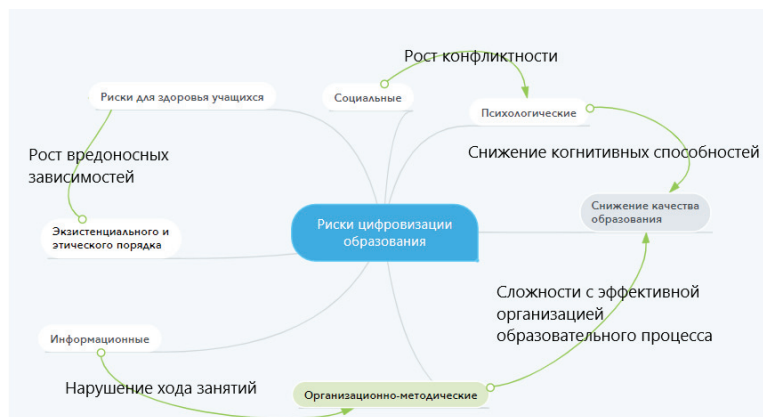


Рис. 1. Ментальная карта рисков цифровизации образования.

образования и выявлены взаимозависимости между различными видами рисков (рис. 1).

По мере перехода на онлайн-обучение было выявлено, что одной из самых значительных проблем цифровизации образования становится цифровое неравенство (около трети учащихся в мире не имели полноценного доступа к образовательным ресурсам в силу ряда ограничений – технических, семейных, бытовых, социальных и др.). Отмечено, что цифровая эксклюзия становится потенциальным источником социального неравенства и углубления поляризации общества.

Для изучения современных практик по обеспечению безопасности при переходе на онлайн-обучение была разработана матрица параметров безопасности. На основе этой матрицы был проведен контент-анализ порталов образовательных организаций в мире и в России в сфере защиты от рисков в информационной среде; выявлены и описаны наиболее успешные кейсы по разработке методических материалов и руководств, направленных на цифровую гигиену, защиту от киберугроз, снятие социальных, этических, эмоциональных рисков [1].

Также были составлены руководства для учащихся и педагогов, электронная анкета, позволяющая педагогам оперативно выявлять негативные аспекты реализации цифрового образования и корректировать образовательный процесс с целью их нивелирования. Для преодоления ряда социальных рисков была создана система распознавания психоэмоционального профиля обучающегося, опирающаяся на методику «7 радикалов» (зарегистрирована программа ЭВМ). Цель программы – предсказывать наиболее значимые рискогенные факторы, в том числе связанные с программированием поведения (саморазрушительное, агрессивное, аддиктивное поведение, утрата самоконтроля и др.) и подбором наиболее эффективных форм обучения с учетом индивидуализации образовательных траекторий учащихся для снижения рисков когнитивной сферы.

Далее на основе объединения современных теорий информационной безопасности и цифровой культуры будут разработаны научно-методические материалы для учебного модуля «Этика и безопасность в цифровой среде» и завершена разработка системы комплексной модульной безопасности ЦОС. Разработанные в рамках проекта база данных «Атлас рисков в цифровой среде» и программа для ЭВМ «Идентификация и управление рисками при использовании цифровой образовательной среды» могут быть применены педагогами школ для распознавания уязвимостей и рисков в ЦОС, их преодоления и профилактики. Разработанные рекомендации и руководства для педагогов и учащихся по техническим, когнитивным, правовым, этическим, коммуникативным, психологическим параметрам безопасности могут быть применимы для снижения негативных последствий перехода на дистанционные цифровые методы обучения. Была разработана электронная анкета, позволяющая педагогам оперативно выявлять негативные аспекты реализации цифрового образования и корректировать образовательный процесс с целью их нивелирования.

Исследованиям цифровизации школьного образования и оценки рисков посвящены труды Johnston J., Barker L.; Gable, G., Sedera, D., Chan, T.; Hui-Chun Chu; Traxler J.; Driver P.; Gaskell A.; Ghosh S., Nath J., Agarwal Sh., Nath A.; Thompson P.; Lister M.C.; Ragad M. Tawafak, Awanis BT Romli и др. Ими даны характеристики когнитивного, личностного (психоэмоционального), социального воздействия ЦОС на обучающихся (как положительного, так и негативного). Среди российских исследователей выделяется научная школа академика А.Л. Семёнова (А.Ю. Уваров, Г.М. Водопьян и др.), а также труды Аетдиновой Р.Р., Акчелова Е.О., Бургановой Л.А., Батеновой Ю.В., Вербицкого А.А., Войскунского А.Е., Галаниной Е.В., Герасимовой А.Ю., Карповой Д.Н., Никитиной К.С., Никулиной Т.В., Стариченко Е.Б. и др. Исследователи в России и в мире диагностируют социальные, экзистенциальные, правовые риски ЦОС, обосновывают, что эта проблема становится всё более явной и требующей внимания.

#### **Анализ потребностей и препятствий цифровизации в системе общего образования**

Исследование направлено на анализ потребностей и препятствий цифровизации в системе общего образования. Актуальность исследования определяется тем фактом, что система образования должна обеспечить России переход в цифровую эпоху,

ориентированную на новые типы и формы труда.

Цифровизация образования направлена на подготовку, начиная со школы, граждан, которые свободно владеют мобильными и интернет-технологиями, ориентированы на непрерывное обучение (повышение квалификации), в том числе с использованием всех возможностей, которые представляют цифровые технологии. Цифровые технологии сегодня – это уже среда существования человека, которая открывает возможность обучения в любое удобное время, проектирования индивидуальных образовательных маршрутов. Однако в настоящее время мало проводится теоретических и практико-ориентированных научных исследований, посвященных анализу объективных условий и предпосылок формирования самой модели цифровой трансформации сферы образования. Уровень значимости и научная новизна данного исследования определяется тем, что предметом его выступают существенные характеристики и закономерности развития информационного пространства в современной системе общего образования России, объективные условия и научные предпосылки формирования фундаментальной модели цифровой трансформации социальной сферы образования [2].

Исследование является междисциплинарным, включает в себя методы нескольких предметных областей (социологии, педагогики, методологии образования, информационных технологий).

Научная новизна проекта основана в том числе на применении краудсорсинговых методов для решения задач:

- сформировать модель «запросов» выявления существенных параметров, обеспечивающих эффективность цифровой трансформации института школы;
- сформировать механизмы сбора первичных данных по

потребностям, текущему состоянию, ближайшим перспективам и препятствиям цифровой трансформации в общеобразовательных организациях субъектов Российской Федерации;

- построить аналитическую и прогностическую модель цифровизации школы, использующую представительный сбор данных;
- провести сбор данных;
- осуществить фундаментальный анализ полученных данных.

Ожидаемые значимые результаты исследования позволят сформулировать предложения по стратегии и прогноз развития процессов цифровизации сферы образования России.

В настоящем проекте, базирующемся на исследовательской парадигме, разрабатывается сценарная модель на основе гипотезы о том, что технологии цифровизации позволяют эффективнее решать ключевые задачи современной российской школы, не решаемые или плохо решаемые на основе традиционных подходов. Среди таких задач:

- устранение перегрузки учителей рутинными требованиями, высвобождение их времени для творческой работы;
- преодоление ограниченности доступных в школьном обучении образовательных ресурсов;
- освоение способов применения современных цифровых технологий в образовательном процессе.

Это также касается вопросов перестройки педагогических методик общеобразовательной школы, в частности внедрения игровых, проектных, коллективных методик на основе использования цифровых инструментов.

Одним из факторов, затрудняющим процесс выстраивания на государственном уровне макропроцессов цифровизации, является отсутствие

точного понимания реальных потребностей и ожиданий самих субъектов процесса – педагогических и административных работников общеобразовательных организаций. Поэтому сегодня важной и актуальной задачей является необходимость сформировать модель «запросов» для выявления существенных параметров использования цифровых ресурсов и технологий, которые смогут обеспечить эффективность цифровой трансформации института школы, в максимальной степени соответствуя «ожиданиям» системы общего образования.

На первом этапе исследования сформирован инструментарий (опросные формы, руководства по заполнению форм) и механизм сбора первичных данных для получения и анализа информации от общеобразовательных организаций, имеющих государственную аккредитацию и реализующих образовательные программы общего образования. Определены формы информирования и сбора первичных данных с использованием электронных средств коммуникации.

Проведен сбор данных от образовательных организаций по планам исследования на 2020–2021 гг. и их первичная обработка, включая кластерный анализ и предварительную классификацию первой группы школ по показателям и факторный анализ для определения структуры влияния и взаимосвязи факторов внутри кластеров.

В ходе исследования получены ответы от 14 761 респондента. Из них 58.7% были из городских школ, 41.3% из школ, расположенных в сельской местности. Были исследованы «запросы» педагогов различных типов образовательных организаций. Среди них гимназии и лицеи, школы (как с углубленным изучением предметов, так и не имеющие программ углубленного обучения). На основании сбора первичных данных, непосредственно полученных в организациях системы общего образования России, проанализированы особенности процесса цифровизации школы, сформулированы основания для разработки модели цифровой трансформации.

По ходу первого этапа исследования получены следующие результаты:

- сформированы основания модели «запросов» выявления существенных параметров, обеспечивающих эффективность цифровой трансформации института школы;
- разработана система первичных показателей и инструментарий сбора первичных данных от общеобразовательных организаций субъектов России, проведен сбор первичных данных;
- сформирована база данных, проведена верификация и первичная обработка данных респондентов;

- сформирована структура кластеров школ по степени развития процессов цифровой трансформации;
- для кластеров построена модель, описывающая влияние факторов на интенсивность процессов цифровой трансформации;
- предварительно выделены наиболее значимые позитивные и негативные факторы, влияющие на динамику и эффективность процессов цифровизации.

Анализ материалов исследований показывает, что ключевой проблемой, существенно сдерживающей цифровизацию системы общего образования, ключевым препятствием является отсутствие нормативного обеспечения данного процесса. Существующие федеральные государственные образовательные стандарты общего образования не предполагают сколь-либо существенного учета цифровизации общества. Используемые на всех этапах процесса государственной аттестации учащихся материалы и регламенты совсем не предполагают возможность использования цифровых технологий учащимися.

Выявление препятствий цифровизации в системе общего образования обеспечивает возможность их последующего устранения. Цифровизация системы образования должна обеспечить возможность учащимся и учителям через планшет и другие цифровые устройства с выходом в интернет получить в свое распоряжение богатства и беды всего человечества, культурные инструменты деятельности, коммуникации и образования, свои права и ответственность в цифровом мире.

#### **Управление развитием образовательных отношений субъектов в начальной школе в условиях цифровизации**

Цель нашего междисциплинарного проекта – разработка управленческих решений, обеспечивающих наиболее эффективный переход начальной школы к работе в условиях цифровизации образования.

Исследование проводилось в логике: от методологии – к эксперименту. Методология включает исследование проблемы образовательных отношений и ценностей на стадии цифровой трансформации школы, а теория – описание изменений образовательных ритуалов и анализ субъектного поведения учителя.

Составная часть проекта – исследования цифровой риторики вокруг проблем школьного образования и цифрового неравенства школ; отношение родителей к цифровизации школы и акценты цифровизации в международных практиках.

Осуществлена организация учебных действий на цифровой платформе и проведена апробацию моделей и методик на образовательных площадках.

В рамках эксперимента были разработаны, адаптированы и проверены:

- управленческая модель учебного процесса, реализуемого на цифровой образовательной платформе, в различных социальных контекстах: мегаполис, региональный центр, малый город, сельское поселение;
- модель управления цифровыми учебными практиками (ЦУП) в условиях персонализации обучения с учетом смены образовательных ритуалов в процессе цифровой трансформации;
- концепция управления персонализированными учебными траекториями в логике самообучения;
- программа повышения квалификации для школьных команд.

Участниками проекта была издана коллективная монография, адресованная разным целевым аудиториям.

Результаты экспериментальной работы в 2020/21 учебном году масштабированы до 3 000 человек в девяти регионах России.

Подтверждены рабочие гипотезы исследования:

- использование ЦУП в учебном процессе меняет содержание и формы ролевого взаимодействия;
- индивидуальный прогресс обучающихся в цифровой среде качественно и количественно зависит от действий взрослых субъектов;
- использование ЦУП требует от учителей и школьных администраторов новых компетенций по управлению учебным процессом на основе мониторинга текущих результатов и аналитики учебных данных;



— наличие измеряемых данных о результатах детей способствует диалогу между школой и родителями.

Был разработан пакет документов для включения ЦУП в учебный процесс на уровне образовательных организаций и кластеров, включающий: концепт ЦУП и конкретных тренинговых программ; карту пользования цифровой платформой для начальной школы; рекомендации по педагогическому сопровождению учебных действий на цифровой платформе; примерные программы для встраивания ЦУП в регулярный учебный процесс; видеоматериалы по ЦУП для педагогов и родителей.

Полезными для школ могут оказаться разработанная в формате образовательного сервиса активная ЦУП – информационный тренинг; алгоритмы анализа цифрового следа действий различных субъектов на цифровой платформе; тренинговые программы для всех параллелей начальной школы; а также содержательные подходы к формированию цифровых навыков и умений в начальной школе [3].

Отдельным фрагментом нашего исследования представлены результаты анализа международной практики цифровизации образования. Наиболее ценные, контекстные теме проекта, выводы приведем ниже.

Одной из основных причин недостаточного использования ИКТ в классе является низкая уверенность педагога в собственных навыках, при этом интеграция ИКТ в методики и структуру урока зависит от того, насколько стратегия учителя ориентирована на ученика, на его свободу в постижении материала.

Исследование, проведенное в Таиланде на выборке ( $N=1\ 857$ ) педагогов направления STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics), показало положительную взаимосвязь между личной уверенностью учителя в своих силах и его уверенностью в собственном владении ИКТ со структурой преподавания в классе.

В исследовании, проведенном среди учителей в Нидерландах ( $N=1\ 609$ ), предложена их типологизация в зависимости от представления о подходах к преподаванию и использованию технологий: «учитель, применяющий личностно-ориентированный подход и использующий технологии», «учитель, настроенный критично к использованию технологий в школе», «учитель, испытывающий дискомфорт в применении технологий», «учитель, не принимающий личностно-ориентированное обучение», «учитель с ярко выраженной критической позицией».

Ряд публикаций также обнаруживает, что на аттитуды, знания и навыки учителей влияет, прежде всего, организационная культура школы: чтобы педагоги начальной ступени образования активно использовали технологии на своих уроках, необходимы ИКТ-компетентные лидеры и соответствующая техническая поддержка.

Многие исследования указывают на так называемый «конфликт девайсов», когда учителя преподают и одновременно всё еще сами обучаются использованию ИКТ в преподавании.

Социальные установки учителей в отношении ИКТ влияют на частоту их применения в классе. Их уверенность и вера в то, что технологии важны для обучения – самые главные факторы, влияющие на интеграцию ИКТ в процесс обучения, эти же факторы влияют и на то, с какой степенью уверенности ИКТ применяют учащиеся.

Высокий уровень владения определенными, даже самыми сложными навыками ИКТ со стороны учителя не всегда отражают его положительное отношение к внедрению цифровых навыков в школьное обучение.

Технологии могут быть причиной фрустрации, если учитель не готов к «технологически обоснованной педагогике». Такую фрустрацию ученые называют «технострессом». Он определяется как «современный синдром адаптации, вызванный неспособностью справляться с новыми компьютерными технологиями адекватным образом». Снижению «техностресса» способствует как административная, так и коллегальная поддержка, а также общий уровень педагогического технологического контент-знания.

Учителя лучше осваивают ИКТ, если коммуницируют друг с другом и открыты к обмену и к передаче опыта: коллективное действие способно к большей трансформации, чем индивидуальное. Освоение цифровых навыков со стороны учителей требует к окружающей их среде – она должна быть поддерживающей и благоприятной, тогда технологии не будут восприниматься как источник стресса, а будут способствовать профессиональному саморазвитию и позитивным изменениям.



## Литература

1. С.А. Храпов, Л.В. Баева  
Вопросы философии, 2021, №4, 17.
2. В.П. Кашицин, А.С. Соловейчик, Н.А. Соловейчик, М.Д. Бузоева  
Ученые записки РГСУ, 2020, №3(156), 102.
3. Д.Д. Рубашкин  
В Цифровой дебри образовательных отношений: монография, под общ. ред. О.Е. Лебедева, Н.А. Заиченко, РФ, Санкт-Петербург, ИПЦ СЗИУ РАНХиГС, 2021, с. 56–72. (<https://rffi.1sept.ru/file/2021/11/deec3cbf-ccdd-4deb-9096-471878fa625a.pdf>).

## English

# The Right of a Child to the Digital World\*

**Lyudmila V. Baeva**  
Professor,  
Astrakhan State University  
20a Tatishchev Str.,  
Astrakhan, 414056, Russia  
baevaludmila@mail.ru

**Marianna D. Buzoeva**  
Moscow State Linguistic University  
38-1 Ostozhenka Str.,  
Moscow, 119034, Russia,  
«September the 1st» Publishing House  
4 Platovskaya Str.,  
Moscow, 121151, Russia  
mb@1sept.ru

**Natalya A. Zaichenko**  
Professor,  
National Research University  
Higher School of Economics  
(Campus in Snt. Petersburg)  
17A Promyshlennaya Str.,  
Snt. Petersburg, 198099, Russia  
zanat@hse.ru

**Tatiana A. Rudchenko**  
FRC «Computer Science and Control»,  
RAS  
44-2 Vavilov Str.,  
Moscow, 119333, Russia  
rudchenko1@yandex.ru

**Artem S. Soloveychik**  
Editor-in-Chief  
of the «September the 1st»  
Publishing House  
4 Platovskaya Str.,  
Moscow, 121151, Russia  
as@1sept.ru

## Abstract

Through a tablet with Internet access a child has at his disposal the wealth and misfortune of all mankind, cultural tools of activity, communication and education, his rights and responsibilities in the digital world.

The digital world expands the possibilities for choice, opens new ways to try and grow up. It poses the problem of choice and responsibility to adults whose decisions influence the fate of the child.

Among teachers and parents there will always be those who want to make a choice for the child, protecting him from the real or imaginary dangers of the digital and non-digital world. Today, at the choice of parents, there should be schools where gadgets are prohibited, children go to all classes and online presence is only due to illness.

**Keywords:** rights and responsibility, choice problem, danger, digital world, gadgets.

\*The work was financially supported by RFBR (projects 19-29-14007, 19-29-14060 and 19-29-14208).

## Images & Tables

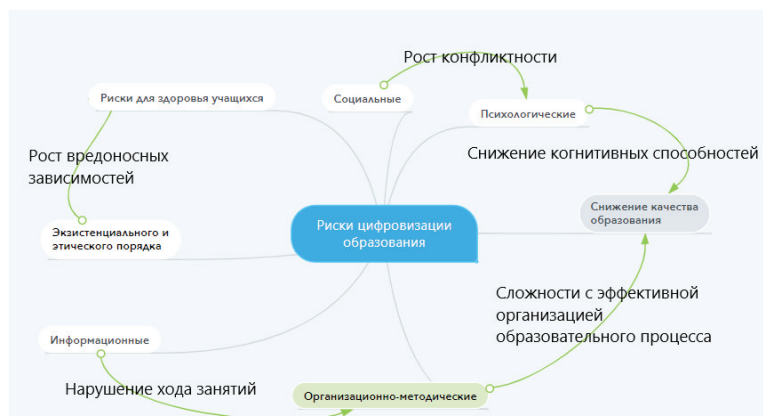


Fig. 1. The mind map of the risks of education digitalization.

## References

1. **S.A. Hrapov, L.V. Baeva**  
*Voprosy Filosofii [Philosophy Problems]*, 2021, №4, 17 (in Russian).
2. **V.P. Kashitsin, A.S. Solovejchik, N.A. Solovejchik, M.D. Buzoeva**  
*Uchenye zapiski RGSU [RSSU Scholarly Notes]*, 2020, №3(156), 102 (in Russian).
3. **D.D. Rubashkin**  
In *Tsifrovoy debyut obrazovatelnykh otnosheniy: monografiya [Digital Debut of Educational Relations: Monograph]*,  
Eds O.E. Lebedeva, N.A. Zaichenko, RF, Snt. Petersburg, IPC SZIU RANHiGS, 2021, pp. 56–72 (in Russian). (<https://rffi.1sept.ru/file/2021/11/deec3cbf-ccdd-4deb-9096-471878fa625a.pdf>).

## Школа и учитель\*

И.Ю. Владимиров, Г.В. Волынец, М.Ю. Карганов, С.Н. Поздняков

Сегодня школа расширена цифровыми средствами за пределы школьного здания – до Вселенной; школа – это корабль, мастерская, завод, лаборатория, театр, музей, лес и океан. Предназначение школы и учителя – дать ученику мотивацию к активной жизни и учению, помочь ему в организации своей деятельности и сотрудничества со сверстниками и значимыми взрослыми, обеспечить сохранение и укрепление здоровья, выравнять возможности качественного образования для всех, дать шансы достойного будущего для детей с ограниченными возможностями здоровья и их семей.

Используя и развивая все способности и возможности своей расширенной личности, учитель учится вместе с учениками, дает обратную связь и, самое главное, мотивирует, увлекает учеников.

**Ключевые слова:** цифровые средства, предназначение школы, мотивация, сотрудничество, качественное образование, учиться вместе с учениками.

\*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты №№19-29-14098, 19-29-14104, 19-29-14141 и 19-29-14189).

### Разработка модели психологических и содержательных трудностей в решении творческих (олимпиадных) задач

Основной задачей проекта является построение модели психологических и содержательных трудностей в решении олимпиадных математических задач. Модель представляет собой системное описание предикторов таких трудностей и предназначена для решения широкого круга задач психологического сопровождения математического образования: построение индивидуальных образовательных траекторий и оптимизации обучения решению нестандартных задач; формирование у педагогов, учеников и их родителей представлений о психологических закономерностях решения задач; организация анализа процесса решения математи-

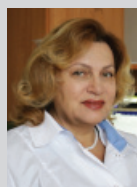
ческих задач учеником и предоставление ему обратной связи о его индивидуальных особенностях, трудностях и ресурсах совладания с трудностями.

Проект разрабатывается с учетом современных представлений когнитивной психологии о процессах и механизмах решения творческих задач, представлений о закономерностях усвоения знаний, практического опыта подготовки учащихся к решению задач повышенной сложности.

Теоретической базой проекта являются психология мышления, разрабатывающая общую теорию творческого решения [1–3], и математическая психология, цель которой – выявление психологических механизмов обучения математике и математической деятельности [4, 5]. В основу разрабатываемой модели положено представление С. Ольссона о механизмах решения творческой задачи и трудностях, возникающих в процессе решения. В качестве ключевых трудностей рассматриваются: приверженность привычному способу решения, сложность изменения видения проблемы, возникновение состояния тупика. Данные соотнесены с представлениями математической психологии о предикторах успеха и трудно-



**ВЛАДИМИРОВ**  
Илья Юрьевич  
Институт психологии РАН



**ВОЛЫНЕЦ**  
Галина Васильевна  
НИКИ педиатрии  
имени академика  
Ю.Е. Вельтищева РНИМУ  
им. Н.И. Пирогова  
Минздрава России



**КАРГАНОВ**  
Михаил Юрьевич  
профессор,  
НИИ общей патологии  
и патофизиологии



**ПОЗДНЯКОВ**  
Сергей Николаевич  
Санкт-Петербургский  
государственный  
электротехнический  
университет «ЛЭТИ»  
им. В.И. Ульянова

стей в оперировании математическим знанием. Эти предикторы относятся к двум основным группам: эмоционально-регуляционные особенности (математическая тревожность, мотивация) [5, 6] и когнитивные особенности (параметры рабочей памяти, характеристики познавательной активности, формирование ключевых математических понятий) [4, 7, 8].

Исследование включает три этапа:

- интервью с экспертами и формальный анализ базы сведений о решениях задач Всероссийской олимпиады по математике с 2005 по 2019 г. (данные о 360 учениках и результатах решения 4 324 задач);
- сбор данных о психологических коррелятах ошибок в решении и междисциплинарный анализ ошибок;
- формулировка основных принципов модели (систематизация предикторов успешности решения и ошибок), стандартизация содержательно-психологического анализа ошибок в решении задач, подбор и апробация эвристик работы с трудностями.

В ходе работы нами использованы количественные (кластеризация данных успешности решения и корреляционное исследование связи индивидуальных характеристик с ошибками решения) и качественные (исследовательское интервью с экспертами и совместный анализ протоколов решения педагогами-математиками и психологами) методы.

Ключевая гипотеза, которая проверяется нами в ходе реализации проекта, состоит в наличии устойчивого перечня трудностей творческих (олимпиадных) задач и связанных с ними индивидуальных характеристик «решателя», предсказывающих его ошибки и его успешность в решении. Полученные результаты в целом подтверждают сделанное предположение.

Выявлены и систематизированы основные трудности решения творческих (олимпиадных) математических задач:

- невозможно подобрать нужную абстракцию или определить идею, на которой задача построена;
- невозможно подобрать метод решения к имеющейся идее или абстракции;
- невозможно удержать в рабочей памяти нужное количество шагов или необходимые параметры;
- использование расчетов различного принципа для реализации решения;
- задача с несколькими трудностями в рамках задачного пространства, особенно в случае, если для решения важна последовательность их «вскрытия»;
- изменение привычной формулировки задачи, даже в том случае, если метод решения и заложенная абстракция остаются неизменными.

Выявлены и описаны характеристики «решателя», связанные с успешностью решения и возникновением трудностей в решении задач. Они объединяются в два крупных кластера:

- когнитивные характеристики (концентрация и удержание внимания, планирование, ограничение ресурса рабочей памяти, потери при вычислении, сложность отказа от найденного способа, специализация);
- эмоционально-регуляционные характеристики: эффекты оптимума мотивации, тревожность, волнение, эффекты незнакомой обстановки и соревновательный эффект.

На основе анализа интервью экспертов и анализа решений составлен «портрет» успешного «решателя» творческих (олимпиадных) математических задач:

- стремление обобщить полученные знания, организовать их в определенную систему;
- развитая рабочая память и горизонт планирования, позволяющие оперировать несколькими сложными элементами и планировать решение;
- высокая концентрация внимания и способность к переключению между задачами;
- умение выбирать наилучший метод и абстракцию под условия задачи;
- владение разнообразными математическими методами, отсутствие тотальной специализации;
- уверенность в выполняемых действиях, умение обосновать целесообразность выполняемых шагов;
- умение отказаться от шаблонного представления о задаче;
- умение получать удовольствие от решения задач.

Полученные в ходе реализации проекта результаты важны как для развития олимпиадного движения, так и для совершенствования преподавания

математики в школе. Отметим три основных направления их применения:

1. *Просвещение.* Формирование у педагогов представления о закономерностях решения творческих задач и трудностях, связанных с данным процессом.

2. *Сопровождение.* Результаты позволяют конструировать инструментарий для построения индивидуальных траекторий обучения, методов выявления индивидуального профиля трудностей и ресурсов их преодоления.

3. *Гуманизация процесса и мотивация развития учащихся.* На данный момент все результаты говорят о том, что успех в олимпиадах определяется не столько задатками способностей или, наоборот, «дрессурой», а является результатом умения обнаруживать собственные сильные и слабые стороны и работать с этим знанием как с инструментом.

### **Разработка системы определения степени ограничений в социально значимых категориях жизнедеятельности у детей разного возраста**

Под ограничениями жизнедеятельности у детей понимается отклонение от нормы деятельности ребенка в различные возрастные периоды вследствие нарушения функционального состояния организма, которое ограничивает его способность выполнять определенный комплекс интегрированной деятельности. К социально значимым категориям жизнедеятельности детей, в соответствии с Международной классификацией функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ), относятся: мобильность, общение, самообслуживание, обучение и применение знаний, ориентация, способность контролировать свое поведение. Механизм определения степени ограничений в различных категориях жизнедеятельности необходимо разработать. Чтобы определить ограничения жизнедеятельности у детей, необходимо учитывать еще и возраст формирования тех или иных навыков.

Существует тесная взаимосвязь различных категорий жизнедеятельности. Нередко трудно учесть влияние сочетанности целой серии показателей, связанных с нарушениями различных функций на способность ребенка к выполнению определенного комплекса действий в разные возрастные периоды. Для определения степени ограничений жизнедеятельности была разработана балльная система.

Цель работы – создание универсальной компьютерной программы по определению степени ограничений в социально значимых категориях жизнедеятельности у детей разного возраста на основе МКФ. Ее можно будет использовать в образовательных, социальных и медицинских учреждениях

для определения индивидуализированного подхода к разработке стратегии и тактики развития ребенка, повышения его активности и участия в общественной жизни.

Проведено тестирование по разработанной программе ЭВМ 182 школьников (сплошное исследование) и 200 детей школьного возраста с патологией органов пищеварения.

Среди 22 условно здоровых детей шести-семи лет, которые поступали в первый класс (сплошное исследование), незначительные ограничения жизнедеятельности (в пределах 5–24% от возрастной нормы) определялись у 16. Имеющиеся нарушения не были связаны с каким-либо заболеванием и относились к необученности ребенка: недостаточно развита мелкая моторика рук – 50%; нарушения зрительного восприятия – 40%; нарушения слухового восприятия – 25%; нарушена передача информации с помощью письма – 40%; нарушена передача информации с помощью формальных символов – 30%; нарушение способности контролировать свое поведение – 20%. Имеющиеся нарушения требовали дополнительных целенаправленных занятий со школьным психологом и педагогом. Повторное тестирование детей в конце первого учебного года показало, что имеющиеся нарушения сопровождались (по трехбалльной оценке педагога – «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно») «удовлетворительными» или «неудовлетворительными» результатами оценки способности письма, чтения и счета. Скорость чтения была снижена у 13 из 22 детей (59%), пересказ прозы – у 16 (73%), декламация стихотворений – у 13 (59%), запоминание – у 14 (64%), осмысление прочитанного – у 16 (73%). Скорость письма была снижена у 12 из 22 детей (55%); у 8 детей (36%) отмечался неразборчивый почерк; 11 детей (50%) при письме делали много ошибок; у 21 ребенка (95%) был нарушен процесс письменного изложения; 19 детей (86%) не могли хоро-



шо письменно сочинять; 17 учеников (77%) не могли хорошо производить сложные вычисления, из них 6 детей не могли производить простые вычисления; 12 детей (55%) были неусидчивы на уроках.

В более старшем возрасте (2–4 класс) из 55 детей хорошая скорость чтения была у 29 (53%); хорошо пересказывали прозу 31 ученик (55%); хорошо декламировали стихотворения 42 ученика (76%); 35 (64%) – хорошо запоминали прочитанное; 42 (76%) могли хорошо осмыслить прочитанное. Скорость письма была снижена у 3 учеников (5%), а у 2 (4%) отмечался неразборчивый почерк; 18 учеников (33%) делали много ошибок при письме; 21 (38%) хорошо излагали в письменном виде, а 24 (44%) – хорошо сочиняли в письменном виде; 20 учеников (36%) могли хорошо производить сложные вычисления.

Также проводилось тестирование учеников 10–11 классов (рис. 1).

Опубликовано шесть статей в рецензируемых журналах (база SCOPUS), выпущено шесть учебных пособий и монография «Дети и школа: подробно о главном». Сделано восемь докладов на всероссийских конференциях и конгрессах с международным участием.

Проведенное исследование балльной системы определения степени ограничений жизнедеятельности и разработанная компьютерная программа позволяют выявить имеющиеся нарушения у детей, начиная с дошкольного периода и далее при обучении в школе. Это даст возможность психологам и педагогам провести индивидуализированно таргетные реабилитационные мероприятия с целью улучшения процесса обучения и улучшения возможности применения знаний у детей разного возраста. Для использования программы не требуется дополнительного обучения, она автоматически выдает заключение с описанием имеющихся нарушений. Любой педагог может проте-

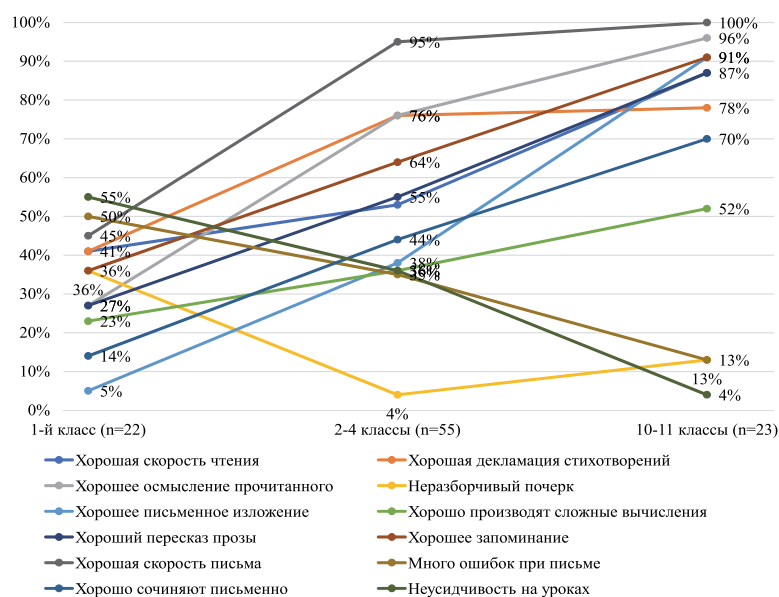


Рис. 1. Обучение и применение знаний детьми в разные возрастные периоды.

стировать ученика и определить, что мешает учащемуся хорошо писать, читать и т. д. Тестирование с помощью разработанной программы занимает 30–40 минут. Можно проводить тестирование удаленно, что позволяет ученику и его родителям провести тестирование самостоятельно. Программу можно установить на сайте школы или на домашнем компьютере.

Взаимосвязь процесса образования и ограничений жизнедеятельности у детей мало изучена как в России, так и за рубежом. Проводятся сравнительные исследования процесса обучения и успеваемости детей с инвалидностью и детей без ограничений жизнедеятельности, а также психосоциальное состояние школьников и их семей. Показаны первичные и вторичные эффекты инвалидности, которые определяют дисбаланс успеваемости среди учащихся с инвалидностью и не инвалидов, а также влиянию стигмы на образовательный маршрут и траекторию жизненного пути инвалидов. В России всё больше общеобразовательных учреждений принимает за основу принципы инклюзивного образования, осуществляя психолого-педагогическое сопровождение детей с ограничениями жизнедеятельности. Данная тенденция прослеживается и в специализированных учебных заведениях, где наиболее активно применяются различные методики и технологии обучения детей-инвалидов. Это дает им шанс на достойное и полноценное образование и интеграцию в жизнь общества. Балльная система определения степени ограничений в социально значимых категориях жизнедеятельности у детей впервые разработана в России участниками проекта.

### Инструментальная оценка влияния цифровизации образования на физиологический баланс организма

Современное образование, как и современная цивилизация, немислимо без цифровых средств обучения. Но вместе с внедрением цифровых средств обучения появляется опасность чрезмерной интенсификации учебных нагрузок, предположительно нарушающих естественные механизмы физиологического развития организма, и, следовательно, требующих правильных сочетаний работы и отдыха, гиподинамии и движений, умственной и физической деятельности. Определение пределов стабильности, то есть способности системы выполнять свои функции в условиях действия переменных внешних факторов, представляет собой важнейшую задачу. Практически нет таких функциональных состояний целого организма, стабильность и эффективность которых зависит только от одной системы. Определение общего уровня активности адаптационных систем организма может быть объективно установлено только при многопараметровых динамических исследованиях.

В нашем исследовании использован не имеющий аналогов программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий одновременное исследование функций регуляции обмена веществ, кардио-респираторной системы и психомоторного статуса. Предлагаемый подход позволяет не только экспертировать применяемые образовательные технологии с точки зрения их влияния на уровень функциональных резервов организма детей, но и прогнозировать потенциальные риски от воздействия факторов образовательной среды и своевременно вносить требуемые коррективы.

Целью исследования было:

- оценить состояние физиологического баланса школьников и выделить факторы образовательной среды, оказывающие негативное воздействие на величину адаптивного ресурса организма;
- выявить индивидуальную чувствительность или устойчивость организма к цифровым образовательным нагрузкам.

Были проанализированы данные обследования более 4 500 школьников 66 образовательных учреждений Москвы. Соответствие протокола исследования, проведенного с информированного согласия родителей либо законных представителей обучающихся, международным (включая Хельсинкскую декларацию в редакции 2013 г.) и российским законам о правовых и этических принципах научных исследований с участием человека было подтверждено решением

Комитета по этике ФГБНУ «НИИ общей патологии и патофизиологии», протокол №1 от 22.01.2019 г. Объем школьной компьютерной нагрузки оценивали учителя на основании действовавших во время проведения обследований гигиенических правил и нормативов. Внешкольные компьютерные нагрузки также оценивали учителя на основании анкетирования родителей.

Были получены следующие основные результаты:

- по физическому развитию: существует корреляционная связь между уровнем внешней компьютерной нагрузки и индексом массы тела (ИМТ) у мальчиков. Связь между уровнем урочной компьютерной нагрузки и ИМТ отсутствует. Наиболее вероятной причиной возрастания ИМТ и изменения его сезонной динамики в условиях цифровизации и компьютеризации обучения является вынужденное снижение двигательной активности детей;
- по сердечно-сосудистой системе: внедрение компьютерных технологий в образовательную среду в урочное время в пределах гигиенических нормативов сопровождается повышением в границах нормы величины систолического артериального давления (АД) у девочек в конце второго и четвертого классов, у мальчиков – в начале и в конце четвертого класса. Превышение гигиенических нормативов в два и более раз не оказывает дополнительного влияния на уровень АД, однако провоцирует сдвиги в функционировании систем автономной регуляции. Описанные сдвиги, по нашему мнению, отражают развитие адаптивного ответа в организме детей в ответ на изменение образовательной среды [9];

- по психомоторике: существует связь между общим (школьным и внешкольным) уровнем компьютерной нагрузки и показателями психомоторной координации. Наиболее явные различия в показателях психомоторики обнаружены в самом начале школьного обучения – в октябре, в первом классе: у детей с минимальным уровнем компьютерной нагрузки показатели скорости и точности были наихудшими. Скоростные показатели в группах детей (особенно мальчиков) с высокой компьютерной нагрузкой имеют сезонную вариабельность в виде улучшения к концу учебного года. Точностные показатели психомоторики, наоборот, при повышении уровня общей компьютерной нагрузки теряют вариабельность и снижаются. Выявленные изменения можно рассматривать как позитивный адаптивный ответ в виде формирования новых двигательных навыков;
- по направленности обменных процессов: интегральная оценка методом лазерной корреляционной (ЛК) спектроскопии рото-глоточных смывов показала, что школьная компьютерная нагрузка в рамках гигиенических норм не оказала воздействия на частоту встречаемости разных ЛК спектров, характеризующих метаболические процессы и/или их нарушения.

В вопросах обеспечения безопасности цифровизации образования основное внимание необходимо уделить проблемам повышения физиологической устойчивости обучающихся, поскольку прогресс современных компьютерных средств во многом уже определил их безопасность как источников физических воздействий. Главное негативное последствие учебных нагрузок

заключается в появлении так называемого общего утомления организма (снижение умственной и физической работоспособности, нарушение регуляции ритма сердца, дыхания, психомоторики). Подобные функциональные сдвиги чаще всего мало связаны с конкретными заболеваниями и сопутствуют самой нагрузке, в силу чего фиксируются службами здравоохранения только в том случае, когда приводят к патологии. Снижение функциональных резервов организма, как проявление общего утомления, и ранняя коррекция такого состояния должна быть составляющей образовательного процесса, что может иметь долгосрочные последствия для сохранения физиологического баланса организма и предотвращения развития заболеваний.

Цифровизация образования оказывает воздействие на различные аспекты состояния организма обучающихся как стрессорный фактор, вызывающий адаптивный ответ растущего и развивающегося организма. Как показано коллегами, в начальной и средней школе внедрение в учебный процесс компьютерных программ, направленных на решение когнитивных задач, способствует развитию невербального интеллекта, навыков чтения и математики (Sánchez-Pérez *et al.*, 2019). Информационные технологии обладают значительным потенциалом для повышения у школьников мотивации к усвоению навыков здорового образа жизни и гигиены (Toratti *et al.*, 2020). С другой стороны, время, затрачиваемое на учебные занятия с компьютером, увеличивается в будние и выходные дни, что сопровождается сокращением таких же занятий без использования компьютера и приводит к гиподинамии и набору избыточной массы тела вплоть до ожирения (Velázquez-Romero *et al.*, 2020). Подобные начальные сдвиги зафиксированы и в нашем исследовании.

#### **Изучение взаимосвязи концептуальных математических понятий, их цифровых представлений и смыслов как основы трансформации школьного математического образования**

Цель проекта – развитие теории информационной среды обучения, разработанной частью коллектива проекта в середине 90-х годов прошлого века, в которой были выделены и проанализированы различные формы представления математических знаний и сделан прогноз о роли инструментальных средств в формировании базовых математических понятий и методов. За рубежом также были проведены исследования, которые, с одной стороны, подтвердили правильность разработанной теории, с другой стороны, развили ее. Актуальным стало согласование

исследований, ведущихся за рубежом, с понятийным аппаратом, используемым авторами теории, и учет произошедших изменений в среде обитания (в том числе обучения) человека.

В качестве ключевых задач проекта можно выделить следующие:

- соотнесение понятий недавно завершившегося в Европе проекта ReMath по анализу трансформации математического образования в условиях цифровизации среды с отечественной терминологией и верификация его выводов на сложившемся под влиянием социально-исторических условий состоянии математического образования в России;
- изучение роли цифровых артефактов в представлении математических понятий и описание множества таких расширений, которые могут быть использованы для введения новых математических идей по более «коротким путям»;
- изучение роли учителя в новых условиях и изучение возможностей для создания информационного пространства, объединяющего людей, являющихся квалифицированными специалистами в математике, интересующихся поиском новых представлений математических идей посредством цифровых ресурсов и потенциально способных выступать в роли учителей в условиях изменения образовательной системы.

В ходе первого этапа исследования были сформулированы следующие рабочие гипотезы:

- появление нового научного направления – экспериментальной математики, – основанного на системах компьютерной математики, открывает возможности для поддержки продуктивной деятельности при изучении математики;
- адаптация методик успешно существовавшего «бескомпьютерного» преподавания математики обуславливает развитие новых средств поддержки обучения математике, которые сохраняют важные виды интеллектуальной деятельности;
- изучение возможности расширения форм поддержки работы с задачами, с тем чтобы поддержать этап постановки задач, ввести в состав решения моделирование и конструирование, постановку подзадачи верификацию гипотез ученика;
- быстрое развитие цифровых ресурсов открывает возможность для внедрения технологии «общество как школа», основанное на расширении «горизонтальных связей» для педаго-

гического влияния специалистов, в том числе студентов университетов на внеклассную деятельность школьников в области информатики и дискретной математики.

Нами были выполнены исследования, связанные с изучением выдвинутых гипотез и разработкой элементов компьютерной поддержки, которая стимулирует продуктивные технологии обучения математике:

- показана возможность введения элементов экспериментальной математики в школу для изучения закономерностей больших целых чисел (в работах Н.А. Вавилова);
- обоснована целесообразность введения в преподавание элементов постановки задач и моделирования (Ю.Б. Сениченков);
- исследованы возможности поддержки конструктивных задач для введения в школу элементов дискретной математики (С.Н. Поздняков, А.С. Чухнов) и роль конструктивных задач в начальном курсе геометрии (С.Г. Иванов, В.А. Рыжик).
- изучены возможности использования заданий по программированию и работе с имитационными моделями для введения математических понятий (Н.Н. Паньгина);
- изучены возможности использования горизонтальных связей для реализации технологии «общество как школа» (С.Ф. Адлай, Е.А. Толкачева, С.Б. Энтина);
- для монографии «Информационная среда обучения» подготовлен анализ новой ситуации в технологиях поддержки продуктивного обучения, обусловленной появлением богатой цифровой среды (М.И. Башмаков, С.Н. Поздняков).

В ходе реализации проекта были разработаны программы и учебные материалы по курсам «Экспериментальная



математика в курсе школьной алгебры», «Экспериментальная математика в курсе школьной геометрии», «Экспериментальная математика в курсе школьной информатики».

Проведены курсы экспериментальных исследований по теории чисел на базе Образовательного центра «Сириус».

Подготовлены материалы для реализации начального курса экспериментальной геометрии на основе среды GeoGebra, согласованного с концепцией учебника по геометрии (авторы А.Д. Александров, А.Л. Вернер, В.И. Рыжик).

Проведена проверка материалов по дискретной математике и теоретической математике в рамках внеклассной деятельности, дистанционного конкурса «Конструируй, исследуй, оптимизируй» и олимпиады по дискретной математике и теоретической информатике, основанной на конструктивных задачах и поддержанных средствами манипулирования математическими артефактами и верификацией гипотез.

Создан «Студенческий университет ИТ-ЛЭТИ» для взаимного обуче-

ния студентов и школьников важным аспектам дискретной математики и информатики. Разработана концепция синхронных лабораторий (вуз – школа) для изучения алгоритмической математики через техническое конструирование в соответствии с парадигмой «обучения по требованию».

Результаты исследования хорошо коррелируют с результатами зарубежных исследователей. Так средства динамической геометрии активно используются в школах разных стран и изучаются с различных точек зрения. Особенности проведенного исследования состоят в составе задач и преемственности с известными отечественными учебниками.

Что касается экспериментальной математики в изучении алгебры, то проведенные исследования возможностей познакомить школьников с реальными математическими результатами в области теории чисел являются пионерскими.

Средства для конструирования решений и верификации постепенно входят в практику работы с задачами за рубежом, прежде всего в информатике. Особенностью проведенного исследования является сочетание различных компьютерных представлений (артефактов) математических понятий. Созданы оригинальные методические материалы по конструктивным задачам. Получили дальнейшее развитие «самопроверяемые» задачи, не имеющие аналогов в работах зарубежных исследователей.

## Литература

1. **А.М. Матюшкин**  
*Мышление, обучение, творчество*, РФ, Москва, Изд. МПСИ, Воронеж, Изд. НПО «Модек», 2003, 781 с.
2. **Я.А. Пономарев**  
*Психология творчества*, РФ, Москва, 1976, 303 с.
3. **S. Ohlsson**  
*Deep Learning. How the Mind Overrides Experience*, UK, Cambridge, Cambridge University Press, 2011, 540 pp.
4. **А.Н. Кричевец, А.Ю. Швари, Д.В. Чумаченко**  
*Психология. Журнал Высшей школы экономики*, 2014, 11(3), 55.
5. **М.Н. Ashcraft**  
*В Mathematics Anxiety. What Is Known and What Is Still to Be Understood*, Eds I.C. Mammarella, S. Caviola, A. Dowker, UK, London, Routledge/Taylor & Francis Group, 2019, pp. 1–19. DOI: 10.4324/9780429199981-1.
6. **A. Devine, F. Hill, E. Carey, D. Szűcs**  
*J. Educ. Psychol.*, 2018, 110(3), 431. DOI: 10.1037/edu0000222.
7. **Т.Н. Тихомирова, С.Б. Малых**  
*Психологический журнал*, 2018, 39(6), 47.
8. **I.J. Deary, S. Strand, P. Smith, C. Fernandes**  
*Intelligence*, 2007, 35(1), 13. DOI: 10.1016/j.intell.2006.02.001.
9. **Н.Б. Панкова, И.Б. Алчинова, О.И. Ковалева, М.А. Лебедева, Н.Н. Хлебникова, А.Б. Черепов, Л.А. Носкин, М.Ю. Карганов**  
*Физиология человека*, 2021, 47(6), 43.



English

# School and Teacher\*

**Ilya Yu. Vladimirov**  
 Institute of Psychology, RAS  
 13/1 Yaroslavskaya Str.,  
 Moscow, 129366, Russia  
 kein17@mail.ru

**Galina V. Volynets**  
 Veltischev Research and Clinical Institute  
 for Pediatrics of Pirogov Russian National  
 Research Medical University,  
 Russian Ministry of Health  
 2 Taldomskaya Str.,  
 Moscow, 125412, Russia  
 volynec\_g@mail.ru

**Mikhail Yu. Karganov**  
 Professor,  
 Research Institute of General Pathology  
 and Pathophysiology  
 8 Baltiyskaya Str.,  
 Moscow, 125315, Russia  
 mkarganov@mail.ru

**Sergey N. Pozdnyakov**  
 St. Petersburg Electrotechnical  
 University "LETI"  
 5 Professor Popov Str.,  
 Snt. Petersburg, 197022, Russia  
 pozdnkov@gmail.com

## Abstract

Today the school is digitally extended beyond the school building to the universe; a school is a ship, a workshop, a factory, a laboratory, a theatre, a museum, a forest and an ocean. The purpose of the school and the teacher is to give the student motivation for active life and learning, help him organize his activities and cooperate with peers and significant adults, ensure the preservation and promotion of health, equalize the opportunities for quality education for all, give chances for a decent future for children with disabilities health and their families.

Using and developing all the abilities and possibilities of his extended personality the teacher learns together with the students, gives feedback and, most importantly, motivates and captivates the students.

We must not catch up but get ahead of events.

**Keywords:** digital tools, purpose of the school, motivation, collaboration, quality education, learning with students.

\*The work was financially supported by RFBR (projects 19-29-14098, 19-29-14104, 19-29-14141 and 19-29-14189).

## Images & Tables

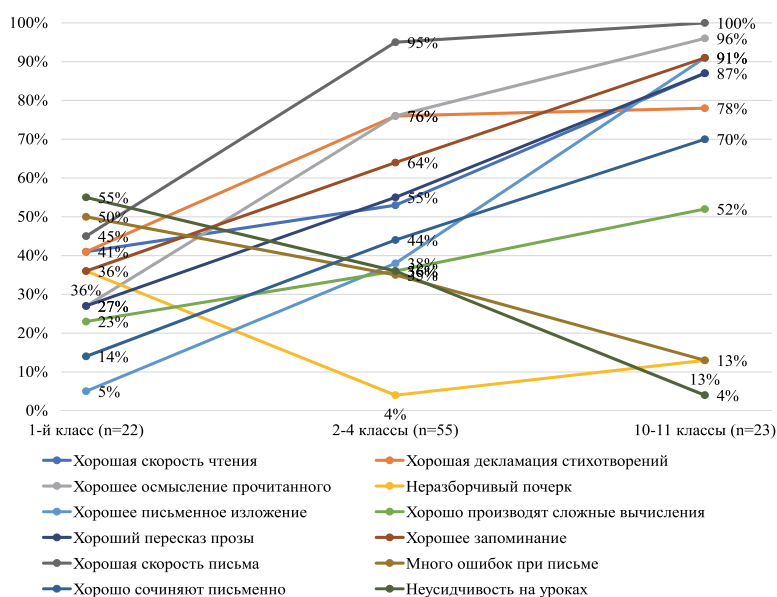


Fig. 1. Teaching and applying knowledge by children in different age groups.

## References

1. **A.M. Matyushkin**  
*Myshlenie, obuchenie, tvorchestvo [Thinking, Learning, Creativity]*, RRF, Moscow, MPSI Publ. House, Voronezh, "Modek" Publ. House, 2003, 781 pp. (in Russian).
2. **Ya.A. Ponomarev**  
*Psikhologiya tvorchestva [Psychology of Creativity]*, RF, Moscow, Nauka, 1976, 303 pp. (in Russian).
3. **S. Ohlsson**  
*Deep Learning. How the Mind Overrides Experience*, UK, Cambridge, Cambridge University Press, 2011, 540 pp.
4. **A.N. Krichevec, A.Yu. Shvarc, D.V. Chumachenko**  
*Psychology. J. Higher School of Economics [Psikhologiya. Zhurnal Vysshey shkoly ekonomiki]*, 2014, **11**(3), 55 (in Russian).
5. **M.H. Ashcraft**  
*In Mathematics Anxiety. What Is Known and What Is Still to Be Understood*, Eds I.C. Mammarella, S. Caviola, A. Dowker, UK, London, Routledge/Taylor & Francis Group, 2019, pp. 1–19. DOI: 10.4324/9780429199981-1.
6. **A. Devine, F. Hill, E. Carey, D. Szűcs**  
*J. Educ. Psychol.*, 2018, **110**(3), 431. DOI: 10.1037/edu0000222.
7. **T.N. Tihomirova, S.B. Malykh**  
*Psihologichesky zhurnal [Rus. Psychological J.]*, 2018, **39**(6), 47 (in Russian).
8. **I.J. Deary, S. Strand, P. Smith, C. Fernandes**  
*Intelligence*, 2007, **35**(1), 13. DOI: 10.1016/j.intell.2006.02.001.
9. **N.B. Pankova, I.B. Alchinova, O.I. Kovaleva, M.A. Lebedeva, N.N. cKhebnikova, A.B. Cherepov, L.A. Noskin, M.Yu. Karganov**  
*Human Physiology [Fiziologiya cheloveka]*, 2021, **47**, 638. DOI: 10.1134/S0362119721060086.

## Содержание образования\*

Ю.С. Вишняков, А.В. Гиглавый, Б.Л. Иомдин, В.И. Исмагуллина, С.А. Ловягин, С.И. Монахов, И.Н. Сергеев, Н.А. Соловейчик

Ученик – соавтор образования, расширяющего возможности развития его личности. Он самостоятельно и при поддержке учителя не только повторяет путь человечества, но и открывает законы природы, общества и личности, изобретает методы и алгоритмы, осознает большие идеи – основу для его ориентации в мире. Он осваивает и нарождающиеся культурные практики и участвует в их создании.

Знаниями, умениями и жизненными навыками будет обладать расширенная личность ученика. В будущем многократно сократится необходимость «заучивания» и время, затрачиваемое на достижение ловкости в труде. Готовность к восприятию и созданию нового, самостоятельному поиску и применению знания и способа действия являются основой для творческого развития и преадаптивности личности. Самостоятельно открытые учеником законы и алгоритмы, найденные факты сохраняются им в расширенной развивающейся личности и используются как культурные орудия.

Школа развивает системное и критическое мышление, универсальные действия и цифровые навыки для XXI века, помогает ребенку выбирать и осваивать из сокровища человеческой культуры то, что ему по вкусу, будь то каллиграфия, программирование, акробатика или стихосложение.

**Ключевые слова:** соавтор образования, открывать законы природы, большие идеи, самостоятельный поиск знаний, творческое развитие.

\*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты №№19-29-14032, 19-29-14127, 19-29-14172, 19-29-14192, 19-29-14215, 19-29-14224 и 19-29-14234).

**Анализ разработки, цифровизации и внедрения содержания общего образования, базирующегося на результатах фундаментальных исследований (фундаментальное ядро содержания общего образования)**

Скорость развития современной науки такова, что и без того

существенный разрыв между фундаментальными знаниями и содержанием общего образования стал стремительно увеличиваться в последнее время. Необходимо провести исследования и найти решения, в первую очередь цифровые, которые бы обеспечили возможность непрерывного переосмысления содержания общего образования с точки зрения современной фундаментальной науки.

Актуальность исследования проистекает из стремительного изменения структуры знаний в резуль-



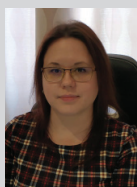
**ВИШНЯКОВ**  
Юрий Саввич  
Российская академия наук



**ГИГЛАВЫЙ**  
Александр Владимирович  
Школа №1533 «ЛИТ»



**ИОМДИН**  
Борис Леонидович  
Институт русского языка им. В.В. Виноградова РАН



**ИСМАГУЛЛИНА**  
Виктория Игоревна  
Психологический институт РАО



**ЛОВЯГИН**  
Сергей Александрович  
АНОО «Хорошевская школа»



**МОНАХОВ**  
Сергей Игоревич  
директор Института прикладной русистики Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена



**СЕРГЕЕВ**  
Игорь Николаевич  
профессор, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова



**СОЛОВЕЙЧИК**  
Наум Артемович  
генеральный директор Издательского дома «Первое сентября»

тате актуальных фундаментальных исследований. Школа не успевает за этими знаниями. Решить эту проблему одноразовым действием не удастся, потому что наука не только не стоит на месте, но и ускоряется. Необходимо найти возможность непрерывно обновлять содержание общего образования результатами фундаментальных исследований, чтобы выпускники школ обеспечивали приток студентов – будущих молодых ученых – с современным концептуальным сознанием.

Модернизация концептуальных подходов к открытию механизмов перманентного обновления фундаментального ядра содержания общего образования – задача, возникающая всякий раз, когда накопленные наукой знания перестают соответствовать стержневому содержательно-методическому аппарату общего образования.

Фундаментальное ядро содержания общего образования – базовый документ, необходимый для создания базисных учебных планов, программ, учебно-методических материалов и пособий. Его основное назначение в системе нормативного сопровождения стандартов – определить систему ведущих идей, теорий, основных понятий, относящихся к областям знаний, представленным в средней школе; состав ключевых задач, обеспечивающих формирование универсальных видов учебных действий, адекватных требованиям стандарта к результатам образования. Теоретическая основа Фундаментального ядра общего образования – ранее сформулированные в отечественной педагогике и психологии идеи: «ядра» и «оболочки» школьных курсов (А.И. Маркушевич); выделения «объема знаний» по предмету (А.Н. Колмогоров); культурологического подхода к формированию содержания образования (М.Н. Скаткин, И.Я. Лернер, В.В. Краевский); системно-деятельностного подхода (Л.С. Выгот-

ский, А.Н. Леонтьев, Д.Б. Эльконин, П.Я. Гальперин, Л.В. Занков, В.В. Давыдов, А.Г. Асмолов, В.В. Рубцов).

Проект «Анализ разработки, цифровизации и внедрения содержания общего образования, базирующегося на результатах фундаментальных исследований (фундаментальное ядро содержания общего образования)» посвящен разработке современного содержания общего образования на основе результатов исследований, выполняемых в рамках конкурса РФФИ «Фундаментальное научное обеспечение процессов цифровизации общего образования». Эта Программа РФФИ объединила 62 коллектива из 15 регионов страны, выигравших конкурс заявок на проведение фундаментальных исследований по цифровой трансформации образования. Однако для того, чтобы это объединение стало действительно работой взаимодействующих коллективов, которые взаимно дополняют и обогащают друг друга, нужна соответствующая информационная и координационная работа. В первую очередь нужен фундаментальный научный анализ проблематики каждого из коллективов, их исследовательских подходов, имеющегося задела. Цифровые технологии позволили в рамках данного проекта, анализировать всю информацию, имеющуюся в заявках и проектных планах коллективов, провести интервью, выявляющие фундаментальные установки участников исследований.

На первом этапе проекта была выработана методология анализа процессов изменения содержания образования в цифровой среде и разработан механизм сбора первичных данных. Ключевую роль сыграли видеointервью участников исследования, позволившие выявить исследовательские установки, основные гипотезы, провести рефлексию и наметить пути взаимодействия между коллективами.

Задачей второго года являлась организация взаимодействия коллективов исследователей проектов, получивших гранты РФФИ. Важнейшим результатом стал механизм сбора первичных данных научно-педагогических коллективов, включенных в программу РФФИ «Фундаментальное научное обеспечение процессов цифровизации общего образования». Его основой является специализированный портал, объединяющий ресурсы всех проектов РФФИ по указанному направлению. На портале организовано взаимодействие коллективов исследователей всех проектов, получивших гранты РФФИ и представление основных результатов проектов.

Указанный интернет-ресурс содержит:

- краткое описание каждого проекта;
- состав научных коллективов;
- данные об участниках проектов – членах научных коллективов;

— данные об организациях, на базе которых эти исследования проводятся.

На этом ресурсе идет работа мастерских по развитию «Хартии цифрового пути школы».

Компьютерные технологии используются в школах в том или ином объеме в мире и в России уже более 40 лет, однако системной цифровой трансформации школьного образования не произошло ни в одной стране мира. Дети в школе, в отличие от мира за ее стенами, по-прежнему пишут карандашами или ручками в тетрадках и заучивают информацию вместо того, чтобы осваивать цифровые средства для коммуникации, поиска и применения знаний [1]. Учителя не собирают большие данные о реальной работе учащихся и не используют для их анализа системы искусственного интеллекта. Значительные ресурсы тратятся на закупку компьютеров и программного обеспечения, а не на обучение учителей. При этом отсутствуют комплексные программы исследования основных сторон и аспектов цифровой трансформации школы. Это делает Программу РФФИ по цифровой трансформации школы уникальной.

Новизна Программы и данного исследования определяется тем, что, с одной стороны, возможность цифровой трансформации образования и обеспечение инфраструктуры для такой трансформации определяется ФГОС общего образования и Примерными основными образовательными программами, с другой стороны, без системной цифровой трансформации школы эффективность образовательного процесса существенно снижается в условиях резкого перехода к дистанционным (по необходимости – цифровым) технологиям в условиях самоизоляции, вызванной эпидемией COVID. Наше исследование прежде всего относится к разделу Хартии цифрового пути школы «Содержание образования». Цифровая трансформация предполагает трансформацию (но не отказ от) Фундаментального ядра – важнейшей составной части системы общего образования, исходящей, в частности, из тезиса о необходимости разделения проблемы обобщенных требований к результатам образования и проблемы конкретного содержания систем общего среднего образования. При формировании Фундаментального ядра необходимо учитывать, что знаниями, умениями и жизненными навыками будет обладать расширенная личность ученика. В будущем многократно сократится необходимость «заучивания» и время, затрачиваемое на достижение ловкости в труде. Готовность к восприятию и созданию нового, к самостоятельному поиску и применению знания и способа действия являются основой для творческого развития и преадаптивности личности.

### **Исследование сетевых архитектур коллективной проектно-исследовательской деятельности в ИКТ-насыщенной информационной образовательной среде**

Перед инновационной школой, ориентированной на развитие ИКТ-компетентности учителей и обучающихся, встает задача поиска образовательных инвариантов ИКТ-компетентности. Такие инварианты определяются на основе долгосрочных стратегических тенденций развития ИКТ-индустрии.

Обучение школьников алгоритмике и технологиям программирования, методам творческой работы с цифровым контентом и освоению технологий социального взаимодействия, применяемых в цифровой экономике, позитивно воспринимается обществом. Через такую школу всё общество приобретает опережающие знания о целях и ходе инновационных процессов. Во многих успешных школах России получает распространение педагогика сотрудничества с широким применением цифровых технологий.

При этом большинство возникающих в этом процессе проблем обусловлено нейтральностью физической инфраструктуры интернета по отношению к распространяемому контенту.

Существующие возможности навигации в обширном пространстве контента и информационных сервисов не обеспечивают формирования у обучающихся желания изобретать и строить модели реальности, экспериментировать с математической реальностью и просто увлеченно рассуждать.

Впервые в истории образования наиболее яркие образовательные результаты десятков тысяч обучающихся представлены за последние годы в доступной для глубокого анализа цифровой форме. Возникает широкое поле для метакогнитивных исследований.



Решение проблемы создания в образовательной среде школы инструментов для совместной работы со стабильно развивающимся междисциплинарным и модульным контентом требует проведения также фундаментальных исследований в сфере педагогического проектирования образовательных процессов самой различной природы.

Подтверждена гипотеза о продуктивности использования методологии открытых информационных систем (ОИС) в решении задач разработки структуры, содержания и межпредметных связей как в инженерном (математика-информатика-технология), так и в социально-экономическом блоке учебного плана. Ключевыми свойствами ОИС методологии являются интероперабельность, стандартизуемость, масштабируемость, мобильность и дружелюбность по отношению к пользователю.

В ходе исследования использованы данные регулярных статистических наблюдений и открытые данные о государственных закупках программно-аппаратных комплексов в сфере общего образования. Проведен также статистический анализ сложившихся в стране образовательных сетевых сообществ.

Результаты исследования свидетельствуют о расширении сферы действия инновационных социальных технологий в молодежной среде. Активизируется развитие метапрофессиональных гибких навыков (soft skills) в сфере исследовательской и проектной деятельности учащихся, расширяется функционал образовательных социальных сетей.

Анализ результатов исследовательской и проектной деятельности учащихся в образовательных сетевых сообществах показывает, что процесс формирования междисциплинарных компетенций учащихся отражает:

- развитие оригинальности мышления, способности предлагать нестандартные поста-

новки и подходы к решению исследовательских и творческих задач с опорой на комплексное применение инструментов и методов ИКТ;

- развитие способности к инсайту (неожиданному пониманию возникшей проблемы и нахождению ее решения), особенно актуальной в программировании и компьютерном моделировании процессов и явлений;
- развитие пронизательности, способности к выявлению взаимосвязей в изучаемых системах знаний;
- развитие гибкости мышления, способности отбрасывать стереотипные решения и анализировать широкий круг альтернатив при выборе пути решения проблемы.

Сегодня как в России, так и в мире сформирована пирамида конкурсов – от школьных до всероссийских и международных. Здесь важно сотрудничество школ с вузами и ИКТ-бизнесом, когда вырабатываются общепринятые критерии и возникают экспертные сообщества. Любой конкурс проектов может стать виртуальной командой, если взять за правило коллективное обсуждение его результатов с участием жюри. Здесь может найти применение инструментарий рекомендательных и репутационных систем.

В условиях создания цифровой образовательной среды развитие культуры инженерного труда учащихся происходит путем взаимодействия проектных образовательных инициатив в школах с движением WorldSkills, в также с появляющимися в стране инициативами технологического волонтерства.

Профессиональная подготовка молодых педагогов в России приобретает всё более разнообразные формы. Необходим анализ этого разнообразия с акцентом на комплекс из четырех направлений рабочих программ общего образования (математика, информатика, технология и экономика).

Среди ожидаемых результатов цифровой трансформации среднего образования выделяется повышение уровня индивидуализации образования (в отношении как вариативности содержания, так и разнообразия форм образовательного процесса в совокупности с индивидуальными для учащихся стилями обучения). Так, значимый эффект применения компьютерного моделирования в образовании наступает тогда, когда ученик сам создает модель и делает ее доступной для других, а не пользуется уже готовой.

При организации совместной деятельности полезен механизм транзакций – согласованного изменения состояния отношений двух и более сторон. В нашем случае транзакцией является минимальный шаг образовательного процесса – образовательное

событие. В классах старшей ступени возникает необходимость группировать исследования и проекты по предметным областям и видам образовательных событий. Таким образом, создаются условия для сотрудничества учащихся, учителей и тьюторов в социальных сетях.

Как в России, так и в других развитых странах мира сложилась образовательная инфраструктура, ориентированная на исследовательскую и проектную деятельность учащихся.

Первым действенным стимулом этой деятельности для учащихся школ России явилась Олимпиада программы «Шаг в будущее». С ее появлением связан важный этап развития новой формы олимпиадного движения в России и странах СНГ. Впоследствии этому примеру последовали другие ведущие вузы страны. Затем организаторы конкурсов научных и инженерных проектов учащихся школ России установили творческие связи с организаторами аналогичных мероприятий в странах Евросоюза, США и КНР.

Единообразие требований к уровню работ, представляемых на конкурсы, сделали их надежной методической моделью для развития проектно-исследовательской деятельности учащихся в условиях цифровой трансформации образования.

#### **Автоматическое определение сложности слов в текстах для детей разного возраста**

Цель нашего проекта – создать механизм оценки сложности литературы для детей разного возраста. Для достижения этой цели необходимо решить две задачи: оценить сложность каждого отдельного слова в таких текстах и оценить сложность текста в целом.

Вычисление семантической сложности слова – задача, которая давно ставится в лингвистике применительно к самым разным областям: теоретическая семантика, лексикография, преподавание, корпусная лингвистика и компьютерная лингвистика. Решение фундаментальной задачи создания метрики семантической сложности слов позволило бы решить также и ряд прикладных задач, связанных с цифровизацией образования и повышением качества преподавания русского языка и литературы. Сейчас список слов, значение которых поясняется в специальных сносках, составляется, по-видимому, на усмотрение редактора конкретного учебника. Отсутствие единой метрики семантической сложности слов русского языка приводит к несовершенству таких списков, отсутствию в них слов, неизвестных или малоизвестных ученикам, и слов, которые ученики часто понимают не-

правильно. Кроме того, сложность слов, составляющих текст, непосредственно влияет и на сложность для понимания самого текста.

Оценка сложности текста – задача, не менее интересная с точки зрения потенциальных приложений. Особенно важной представляется оценка сложности учебных текстов для школьников. Такие тексты должны быть, с одной стороны, понятными читателю заданного возраста, а с другой, не слишком простыми и скучными. Поиск таких текстов вручную может быть очень долгим и, в силу меняющихся обстоятельств, должен происходить регулярно. Автоматизация же оценки читабельности текста существенно упростила бы задачу составителей учебников и учителей.

Таким образом, ожидаемые результаты реализации проекта – это а) метрика семантической сложности слов для детей различных возрастов и б) алгоритм оценки сложности текста, учитывающий его морфологические, синтаксические и лексические характеристики.

Мы провели несколько серий экспериментов, направленных на сбор данных о сложности отдельных слов и текстов, близких подросткам. В результате нами были собраны данные о сложных и обманчиво знакомых (коварных) словах, список источников текстовой информации, используемых школьниками, и списки наиболее популярных среди школьников книг.

Помимо сбора материала мы разработали прототип модели семантической сложности слова [2]. Созданная модель опирается на модель ментальных соседей слов: слов, схожих с данным в орфографическом, фонетическом или словообразовательном смысле [3]. Поиск ментальных соседей был частично автоматизирован (библиотека на языке Python доступна по адресу [https://github.com/morozowdmitry/mental\\_neighbours](https://github.com/morozowdmitry/mental_neighbours)). Результаты работы были представлены на кон-

ференции МНСК-2021 [4]. Поиск ментальных соседей тесно связан с определением однокоренных слов. Для поиска однокоренных был создан программный модуль ([https://github.com/morozowdmitry/cognate\\_words](https://github.com/morozowdmitry/cognate_words)). Однако качество работы модуля пока не позволяет полноценно использовать его для автоматизации поиска ментальных соседей. Во многом это связано с недостаточным размером имеющегося списка однокоренных слов. В перспективе мы планируем расширить этот список и улучшить модель.

Во второй год исследований наибольших успехов удалось добиться в изучении сложности художественных текстов. В ходе экспериментов первого года нами был создан Корпус текстов нового поколения, включивший в себя тексты различного происхождения. Однако в контексте образования, пожалуй, главный интерес представляют художественные тексты. Для исследования сложности таких текстов мы создали два корпуса: Корпус рекомендованной литературы, состоящий из текстов, рекомендованных в качестве внеклассного чтения Министерством просвещения, и Корпус читаемых книг, включающий книги, которые чаще всего упоминались школьниками в ходе наших экспериментов. Создание таких корпусов позволит заметно улучшить оценку частотности слов в словарном запасе подростков. Кроме того, в совместном проекте со старшеклассниками мы создали компьютерную игру «Вокабулярист: кто знает больше слов», в которой планируется собирать данные об известности слов школьникам разного возраста.

На материале собранных корпусов мы обучили ряд моделей машинного обучения, оценивающих сложности текста. В качестве базового решения мы использовали алгоритм «случайный лес», обученный на WoW-векторах. Для улучшения качества решений мы расшири-

ли пространство признаков и сравнили несколько различных моделей, в том числе нейросетевых, например ruBERT [5]. Лучшего результата удалось достичь с использованием ансамбля свёрточных сетей на статических эмбедингах, итоги работы которых комбинировались с вычисленными значениями характеристик текста (средней частотности слов, доли уникальных слов, частеречного состава текста, наличия пунктуации и т. д.). Результаты нашей работы представлены в публикациях [4, 6].

Уже сейчас можно воспользоваться нашим Корпусом нового поколения для определения частотности слов в текстах, близких подросткам. Корпусы рекомендованной и популярной литературы могут быть использованы как источники учебных текстов заданного уровня сложности. При этом создание таких корпусов весьма трудозатратно, поэтому разрабатываемый нами алгоритм автоматической оценки читабельности может играть роль первичного фильтра, значительно снижая количество необходимых лингвистических экспериментов. После расширения выборки, оптимизации модели ментальных соседей и повышения качества алгоритма поиска однокоренных слов алгоритм оценки сложности слов может быть использован для выявления сложных и обманчиво понятных слов и автоматической генерации пояснений к ним. Созданная нами игра «Вокабулярист: кто знает больше слов» способствует пополнению словарного запаса, привлекает внимание школьников к этой области и собирает большие объемы информации о том, какие слова менее известны школьникам.

Изучение сложности слов и текстов в целом активно развивается, чему способствует появление новых инструментов (в том числе нейросетевых) и корпусов текстов с разметкой сложности. Наиболее активно развиваются подходы к оценке читабельности. Среди работ, посвященных русскому языку, следует упомянуть Ivanov *et al.*, 2018 (создание корпуса учебных текстов, размеченных по сложности), Isaeva, Sorokin, 2020 (оценка влияния лингвистических характеристик текста на сложность) и Glazkova *et al.*, 2021 (сравнение классических и нейросетевых подходов к задаче оценки сложности текста) [7–9]. Измерение семантической сложности отдельных слов осложняется отсутствием единого подхода к формализации этого явления. Разные авторы определяют сложность слова как количество его значений [10], как среднюю сложность текстов, в которых оно используется [11], как количество возможных его переводов на какой-либо другой язык [12], как восстановимость его значения из контекста.

### Влияние уровня цифровизации школьной среды на динамику гендерных различий в представлениях о естественнонаучных и технических специализациях

Процессы цифровизации затрагивают все сферы общественной жизни – от экономики до социально-психологических стереотипов. Для снижения рисков, связанных со стремительным изменением технологического уклада, необходимо понимание того, как цифровизация может влиять на общественные и социальные процессы, в том числе такой социальный феномен как гендерный разрыв. Этот феномен приобретает всё большее значение в социально-экономической сфере современного технологического общества. Современный технологический мир нуждается в интеллектуальном потенциале и преодолении гендерного разрыва. В целом ряде исследований показаны существенные различия между мужчинами и женщинами в представленности в профессиях STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). Понимание природы этого явления и преодоление гендерного разрыва приобретает всё большую актуальность, связанную с цифровизацией нашей жизни, в том числе и профессиональной. Наш проект направлен на изучение динамики взаимосвязи гендерных различий в представлениях о STEM-специализациях и когнитивно-мотивационных особенностей школьников в зависимости от уровня цифровизации школьной среды. Для решения задачи мы исследуем представления о сфере STEM у старшеклассников в России и Киргизии – странах с очень похожей системой образования, но разным уровнем цифровизации. Мы оцениваем особенности познавательной сферы учащихся и их личностных особенностей, а также их связь с выраженностью гендерных стереотипов. Все эти характеристики оцениваются в ходе лонгитюдного исследования, позволяя отследить динамику изменений у одних и тех же учащихся на протяжении двух лет. Исследование позволит оценить те барьеры, которые препятствуют девочкам выбирать профессию и строить успешную карьеру в STEM-областях.

Если оценивать уровень цифровизации школ с помощью международного индекса DESI (The Digital Economy and Society Index, индекс цифровой экономики и общества), то даже в тех школах, где цифровизации уделяется заметное внимание, общий уровень ее внедрения остается средним (в наших данных максимум по этому индексу был равен 15 из 24 возможных баллов).

В школах с более низким уровнем цифровизации стереотипы о том, что «у девочек обычно меньше

знаний и навыков, необходимых для того, чтобы заниматься техническими и естественными науками» встречаются заметно чаще, как среди мальчиков, так и среди девочек (среди мальчиков чаще). Такая тенденция является неблагоприятной для экономики и человеческого капитала, потому что отталкивает девушек от выбора STEM-областей как места своей будущей карьеры, тем самым снижая количество будущих работников в этих областях.

Девочки чаще, чем мальчики, соглашаются с тем, что в их окружении можно заметить гендерные стереотипы, связанные со STEM-областями. При этом, несмотря на то, что между мальчиками и девочками не наблюдается различий в выраженности познавательных способностей, девочки в среднем чувствуют себя при оценке своего академического потенциала менее уверенно, чем мальчики, что вместе с наличием стереотипов становится дополнительным барьером для выбора STEM-дисциплин в качестве своей будущей карьеры.

В школах со средним уровнем цифровизации мальчики, в отличие от девочек, также отмечают более высокий интерес к STEM-дисциплинам среди своих друзей и одноклассников, что может способствовать развитию гендерных стереотипов в такой среде.

Цифровизация – это один из процессов, связанных с увеличением роли STEM-областей в нашей жизни. А задача школы – создание для детей условий, которые помогли бы им стать успешными в будущем.

Данное исследование выявило несколько проблем, решение которых требует специального внимания.

Так, представляются необходимы усилия по цифровизации школ. В настоящее время недостаток цифровизации (согласно индексу DESI) наблюдается не в наличии оборудования или технологий, а в их доступности для самостоятельного использования школьниками (рис. 1).



Процесс цифровизации школ должен сопровождаться работой по снижению выраженности гендерных стереотипов о неспособности девочек быть успешными в STEM-дисциплинах (рис. 2). В настоящее время такие стереотипы наблюдаются как среди педагогического состава школ, так и среди самих школьников.

Для увеличения количества школьников, выбирающих для будущей карьеры цифровые области экономики, можно вводить специальные тренинги, направленные на уровень уверенности школьниками в своих способностях. Особую роль такие тренинги могут играть для девочек. Среди девочек также стоит повышать уровень интереса к STEM (например, за счет популяризации среди школьниц таких проектов, как «Женщины в цифровой экономике» (<https://www.eawf.ru/projects/proekty-soveta-evraziyskogo-zhenskogo-foruma/zhenshchiny-v-tsifrovoy-ekonomike-proekt-stem>)).

Для успешного решения связанных со стереотипами проблем целесообразен комплексный подход, включающий в себя ряд шагов по внедрению STEM-образования, таких как повышение понимания обучающимися этих дисциплин, а также их подготовку к более эффективному применению полученных знаний и развитие STEM-грамотности. Не только внимание к потребностям цифровизации образовательной среды, но и повышение уровня STEM-грамотности может стать тем необходимым условием для уменьшения гендерного разрыва в выборе STEM-направлений в качестве карьерного пути.

Гендерный разрыв в STEM-областях как фактор, негативно влияющий на процесс цифровизации общества и снижающий качество человеческого капитала в цифровой экономике, является проблемой не только для России, но и для большинства развитых

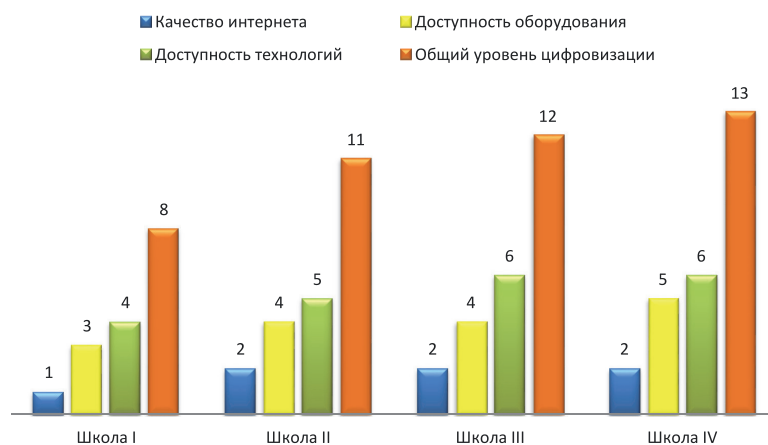


Рис. 1. Оценка уровня цифровизации школ (индекс DESI).

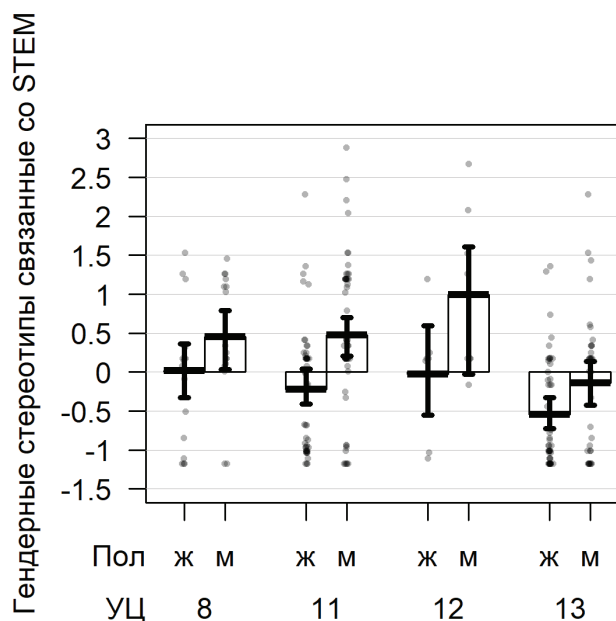


Рис. 2. Влияние уровня цифровизации и пола школьников на различия в представлениях о гендерных стереотипах, связанных со STEM-направлениями (УЦ – уровень цифровизации школы, индекс DESI). Положительные значения шкалы указывают на большее согласие со стереотипами.

стран мира. В последние годы эта проблема всё больше привлекает внимание исследователей. Так же как и в других странах, наиболее талантливые школьники стремятся выбирать профессии, связанные с цифровой экономикой для своей будущей карьеры, при этом девочки сталкиваются с большим количеством барьеров на пути к успешному профессиональному развитию в STEM-областях, чем мальчики. Экспериментально было доказано наличие эффективных способов снижения стереотипов. Снижение выраженности стереотипов необходимо для успешного ответа на возникающие в настоящее время вызовы, связанные с цифровизацией как российского общества, так и ростом роли STEM-областей в экономическом развитии во всем мире.



### Оптимизация содержания школьного естественнонаучного образования для обеспечения процесса цифровизации общего образования

Проект направлен на оптимизацию содержания естественнонаучных предметов в условиях цифровизации процессов обучения и оценки образовательных результатов в системе общего образования.

Его актуальность определяется глобальной тенденцией цифровизации образования, диктующей необходимость трансформации содержания предметного обучения, интеграции в него цифровой грамотности, современных научных идей и глобальных контекстов, компетентного подхода и персонализированного обучения.

Научная новизна исследования заключается в создании концепции современной структуры содержания естественнонаучных предметов, оптимальной с точки зрения формирования цифровых компетентностей, субъектной позиции учащегося, возможности упорядоченного сбора цифрового следа, использования алгоритмов анализа больших данных и искусственного интеллекта в целях повышения индивидуализации и результативности образовательного процесса.

Гипотеза исследования: цифровизация (в первую очередь специальное платформенное решение) может повысить эффективность изучения естественных наук, обеспечив упорядочивание содержания с помощью модульной структуры, больших идей, метапредметных понятий и глобальных контекстов; интеграцию терминологии различных предметов; инструменты навигации и формирование регулятивных учебных умений; автоматизацию оценивания и формирование оценочной самостоятельности; индивидуализацию, дифференциацию и персонализацию учебного процесса; поддержку онлайн-обучения.

Планируемые результаты проекта:

- целостная система основных научных идей и глобальных контекстов, упорядочивающих структуру предметного содержания основного общего образования по физике, биологии, химии, географии;
- упорядоченная структура и описание образовательных результатов этих предметов, построенные на основе линий развития научных понятий и компетенций;
- требования к оценочным материалам и методика их разработки, интегрирующие предметные знания, современные научные идеи и компетенции XXI века;
- требования к цифровой платформе, оптимизирующие процесс сбора и анализа данных

об образовательном процессе каждого учащегося в целях использования алгоритмов искусственного интеллекта.

Сформулированы принципы оптимизации содержания естественнонаучного образования:

1. Все естественнонаучные предметы объединены единой концепцией с общей методологией и понятийной структурой за счет больших идей, универсальных понятий и глобальных контекстов.
2. Для описания образовательных результатов используется единая стандартизированная структура.
3. В цифровой среде отражаются все стороны образовательного процесса.
4. На уроках постоянно применяется доступный учащимся цифровой инструментарий.
5. Исследовательский подход используется во всех естественнонаучных предметах.
6. Гибкие навыки формируются в контексте изучения предметного содержания.

Показано, каким образом цифровизация способна обеспечить глубокую трансформацию содержания предметов. При этом цифровая платформа организует проектирование изучения предмета в технологии обратного дизайна: результаты – оценочные средства – планирование учебного процесса; задает методологическую рамку переработки содержания; предлагает планировать содержание каждого учебного курса в модульном формате; в каждом предметном модуле предъявляет учащимся большую идею и проблемный вопрос; создает условия для индивидуализации, дифференциации и персонализации обучения; обеспечивает возможность самостоятельного движения к учебным целям; обеспечивает прозрачность оценки образовательных результатов; аккумулирует данные, пригодные для аналитики и оценки

умения учиться; ориентирует разработчиков учебных материалов на создание заданий, нацеленных на формирование метапредметных умений в контексте освоения содержания предмета.

Выделены подходы, позволяющие интегрировать формирование и оценку метапредметных умений, а также естественнонаучной и цифровой грамотности в содержание обучения естественным наукам. К ним, в первую очередь, относятся учебные исследования и проекты, интегрированные в рабочие программы по предметам.

Определены возможности формирования цифровой грамотности при изучении естественных наук, учитывающее уникальный потенциал естественнонаучных предметов.

Разработана и прошла апробацию модель организации содержания учебного предмета, состоящая из системы учебных ориентиров, больших идей и разноуровневых целей; содержательного, процессуального, результативно-оценочного блока.

Отработана технология проектирования содержания предметов от конечных целей обучения.

Результаты исследования опубликованы в шести статьях. Сделан ряд докладов на российских и международных конференциях.

Разрабатываемая в проекте система больших научных идей, метапредметных понятий и глобальных контекстов может помочь школе выстроить эффективно работающую систему межпредметных связей, углубляющую понимание предметов.

Упорядоченная структура и уровневое описание образовательных результатов, построенные на основе линий развития научных понятий и компетенций может помочь школе целенаправленно формировать умение учиться.

Требования к оценочным материалам и методика их разработки, интегрирующие предметные знания, современные научные идеи

и компетенции XXI века, дают возможность школе более эффективно реализовывать ФГОС, в том числе в той его части, которая касается формирования универсальных учебных действий.

Опираясь на рекомендации проекта, школа может выбрать для себя цифровую платформу, наиболее соответствующую образовательным задачам, в том числе дающую возможность школе без снижения успеваемости переходить на онлайн-обучение.

В ситуации обилия информации важную роль играет ее упорядочивание, выделяющее в ней самые значительные элементы, обобщающие и объединяющие вокруг себя всё остальное, – так называемые «большие идеи».

В современном мире на первый план выходит не количество знаний по естественным наукам, а умение ими пользоваться – естественнонаучная грамотность: умения объяснять, исследовать и аргументировать.

Цифровая платформа может стать инструментом, который задает трансформацию естественнонаучного образования, меняя все стороны учебного процесса: образовательные результаты, содержание образования, формы организации и способы оценки результатов.

В связи с использованием цифровых платформ широкое распространение на Западе получило персонализированное обучение, предоставляющее учащимся возможность выбора содержания, темпа и способов предъявления результатов учебной работы в зависимости от личных интересов, способностей и склонностей.

#### **Изучение терминологических подсистем современных школьных учебников на русском языке с помощью моделей анализа семантики естественных языков Word2Vec и нейронных сетей**

Цель проекта – анализ состава и особенностей функционирования терминологической лексики в учебниках для средней школы России с помощью методов и средств компьютерной лингвистики.

Количество терминов из разных областей знания, которое должен усвоить школьник, никогда не подвергалось оценке. По предварительным подсчетам, только в части предмета «русский язык» ученик в 5–11 классах средней школы должен уяснить содержание, распознавать и уметь употреблять около 1 000 терминов и терминологических сочетаний.

Таким образом, общее число единиц специальной лексики по школьным дисциплинам измеряется тысячами. В то же время сопоставительные харак-

теристики состава и функционирования терминов в учебниках для разных школьных предметов не изучены. Не ясна корреляция между терминологической плотностью учебного текста в школьных учебниках по разным предметам и местом, занимаемым этими предметами в учебных планах.

Традиционным способом вычленения терминов из специальных текстов является их просмотр и «ручное» формирование соответствующих перечней. Этот способ плохо приложим к большим массивам данных и не отражает ни частотность употребления терминов, ни специфику их семантических или синтагматических связей.

Реализация проекта предусматривает создание полнотекстового корпуса на материале текстов школьных учебников 5–11 классов, включенных в Федеральный перечень Министерства просвещения, автоматическое вычленение и стратификацию терминов при помощи методов дистрибутивной семантики, создание и обучение глубокой нейросети, способной по поданной на вход группе векторных представлений терминов определить учебную дисциплину, уровень обучения и учебную тему.

Результаты исследования могут представлять теоретический интерес в перспективе развития терминоведения и иметь практическое применение при создании школьной учебной литературы разных типов.

В ходе реализации проекта были созданы:

- полнотекстовый корпус учебников на русском языке по основным учебным дисциплинам (21 дисциплина, 212 учебников, общий объем корпуса 14 370 000 слов);
- комплект обученных дистрибутивно-семантических моделей по каждой из представленных основных учебных дисциплин;
- компьютерный алгоритм автоматического извлечения из корпуса единиц собственно терминологической и специальной лексики, их разграничения и группировки терминологической лексики по тематическим кластерам;
- комплект из 87 карт, визуализирующих взаимное расположение терминов и специальной лексики в пространстве двухмерной плоскости с целью наглядного представления полученных результатов.
- полнотекстовый корпус специальных научных текстов на русском языке по областям знания, соответствующим рассматриваемым учебным дисциплинам (10 950 000 слов);
- программный алгоритм, позволяющий автоматически вычленять в терминосистемах специальных научных текстов и школьных учебников общие кластеры терминов, соответ-

ствующие основным тематическим разделам анализируемых областей знания, и сопоставлять наполненность этих кластеров;

- были выявлены существенные отличия структуры и наполненности терминосистем школьных учебников от терминосистем специальных научных текстов; результаты этого анализа могут быть впоследствии использованы при создании новых учебников и совершенствовании уже существующих – с целью приведения терминологической базы школьников в большее соответствие с актуальным научным дискурсом на русском языке;
- разработан программный алгоритм, позволяющий автоматически осуществлять тематическое моделирование текстов школьных учебников и определять значимость отдельных терминов и специальных лексем для основных учебных тем;
- были исследованы основные этапы формирования терминосистем соответствующих областей знания, выявлены многочисленные случаи перегруженности некоторых ступеней обучения терминами, не образующими единой терминосистемы, что существенно затрудняет процесс их усвоения учащимися;
- были проанализированы междисциплинарные связи между терминологемами и понятиями разных областей знания, смоделирован процесс формирования у современного школьника, обучающегося на русском языке, единой терминологической картины мира, складывающейся из терминологических подсистем отдельных областей знания [13].

Результаты исследования имеют значение для специалистов по мето-

дикое школьного обучения и авторов школьных учебников и учебных пособий. На основе полученных данных становится возможным уточнение принципов их составления, способствующее лучшему усвоению учащимися терминов конкретной области знания. Так, возможно гармонизировать текстовое поведение понятийно коррелирующих терминов, например, в отношении частотности их употребления, и тем самым способствовать их системному усвоению; уменьшить количество нетерминологических лексем, уподобленных в своем текстовом поведении терминам, и тем самым уменьшить тематическую монотонность учебного текста, которая ослабляет его дидактическую эффективность; соотносить термины, используемые в школьном обучении, с терминологическим составом, актуальным для собственно научных текстов соответствующей предметной сферы, и уменьшить разрыв между школьным и собственно научным знанием.

Использованный подход, предполагающий соединение статистического и дистрибутивно-семантического методов анализа, является новаторским инструментом извлечения терминологии и моделирования терминологических подсистем, особенно применительно к учебной литературе. Этот подход показал высокую эффективность и обладает значительным потенциалом.

Решение поставленных перед исследовательским коллективом задач стало возможным, в том числе, благодаря созданию не имеющих аналогов в России и за рубежом полнотекстовых корпусов учебной литературы на русском языке по всем основным дисциплинам и уровням обучения школьной программы и специальных научных текстов на русском языке по областям знания, соответствующим рассматриваемым учебным дисциплинам.

Созданный в ходе реализации проекта программный алгоритм ([https://zenodo.org/record/4079198#.YUokmS\\_](https://zenodo.org/record/4079198#.YUokmS_)

с7BJ) может быть использован для автоматического вычленения терминологии из любого корпуса учебников. Таким образом, результаты проекта являются легко масштабируемыми и открывающими принципиально новые направления и перспективы.

### **Формирование и реализация фундаментальных моделей взаимодействия между содержанием государственной итоговой аттестации по математике и процессами цифровой трансформации образования**

Важнейшей задачей, решаемой в рамках проекта, является изучение взаимной обусловленности содержания государственной итоговой аттестации и содержания школьного курса математики.

Изучаются перспективы использования государственной итоговой аттестации как инструмента формирования представлений учителей математики о преподавании школьного курса и о роли математики и математического образования в современном мире.

В связи с этим ставится задача: усовершенствовать форму и содержание итоговой аттестации по математике в соответствии с потребностями ключевых участников цифровой трансформации образования, а также изучить представления основных участников образовательного процесса, связанные с цифровой трансформацией основных процессов в жизни современного общества.

Для решения поставленных задач необходимо объединение усилий специалистов не только в различных областях математики (от элементарной до высшей), но и в области методики ее преподавания и общей педагогики, организации и проведения выпускных и вступительных экзаменов, олимпиадной и кружковой деятельности, а также в области работы с компьютерными системами и базами данных.

Результаты исследований по данному проекту открывают возможности:

- для совершенствования существующей системы государственной аттестации школьников по итогам основного и среднего образования, внедрения новых ее форм и методов, повышению ее качества и расширению ее содержания;
- для разработки методических и учебных материалов, позволяющих в полной мере раскрыть потенциал учащихся в условиях цифровой трансформации образования;
- для исследования механизмов усиления мотивации учащихся к более полному и основательному изучению математики и ее приложений, к математическому моделированию процессов окружающей действительности;



- для формирования принципиально новых моделей взаимодействия между учителем и учеником.

Проведен анализ всех доступных материалов государственной итоговой аттестации, изучен зарубежный опыт ее организации и предложены конкретные модели расширения формата цифровых ответов, применяемых в аттестации по математике. Исследования различных стран вариантов аттестации выпускников школ по математике показывают, что к настоящему моменту не выработано сколько-нибудь определенной, единой (а тем более идеальной) формы такой аттестации. В разных странах она проводится по-разному, с разной степенью вариативности тем и типов заданий предстоящего экзамена. При этом в российских экзаменах наблюдается как раз довольно сильная их фиксация.

Группой проекта разработан и предложен новый, существенно более вариативный по сравнению с традиционным формат государственной итоговой аттестации, отвечающий задачам математического образования в современном мире. К таким задачам, в частности, относится подготовка всех учащихся к решению принципиально новых, незнакомых им задач различной сложности. Это дает возможность, с одной стороны, приблизить содержание школьной математики к потребностям современного мира, с другой стороны, избежать опасности «натаскивания» на задачи реальных экзаменов, исходя из заранее публикуемых демонстрационных вариантов.

Были организованы и проведены две Летние школы (конференции) для учителей математики по совершенствованию системы государственной итоговой аттестации и методическим проблемам математического образования с привлечением ведущих педагогов, методистов и ученых МГУ. Участники проекта принимали активное участие в подготовке Всероссийского съезда учителей и преподавателей математики и информатики (18–19 ноября 2021 г.), посвященного обсуждению состояния и перспектив развития всех ступеней российского образования.

Важнейшими научными результатами работы по проекту можно считать следующие:

- сформирован пакет возможных реальных форматов ответов в заданиях аттестации по математике, поддерживающих высокое разнообразие заданий;
- в качестве первого шага в процессе постепенного перехода итоговой аттестации к новым продуктивным формам начато широкое обсуждение перспективных версий государственной итоговой аттестации на различных интернет-площадках, эти

версии получили одобрение Научно-методического совета ФИПИ;

- проведены критический анализ используемых математических заданий, их сравнение со вступительными испытаниями в вузы Российской Федерации и других стран; анализ выявил существенные проблемы в материалах отечественного ЕГЭ;
  - проведен широкий опрос школьных учителей о современном состоянии и перспективах развития ЕГЭ по математике, служащий основанием для будущих выводов о необходимости внесения соответствующих изменений в организацию ЕГЭ и в содержание предлагаемых заданий;
  - разработаны материалы, которые могут быть использованы для внутришкольной аттестации, в самообразовании учащихся, в дополнительных вступительных испытаниях, отличающиеся широтой охвата тематики и разнообразием заданий и способствующие более широкому и глубокому изучению ими школьного курса математики, не ограниченному специфическими задачами ЕГЭ, а соответствующие лучшим традициям отечественной олимпиадной математики.
- Результаты проведенной работы частично опубликованы или реализованы:
- в виде статей в журнале «Математика в школе»;
  - на порталах «Цифровая трансформация школы», Семинара «Школьное математическое образование: содержание и аттестация», Летней школы Механико-математического факультета МГУ и др.;
  - при подготовке задач олимпиад «Ломоносов» и «Покори Воробьевы горы!» Московского университета по математике.



Результаты могут быть реализованы в виде образовательных стратегий и мероприятий, направленных:

— на более качественное, глубокое и широкое освоение математики школьниками с целью их более результативной подготовки как к выпускным, так и к вступительным экзаменам по математике или к математическим олимпиадам, а также к возможности успешно продолжать дальнейшее образова-

ние с использованием математического аппарата и уверенно применять полученные знания на практике;

— на повышение квалификации школьных учителей математики с целью более качественного преподавания ими школьной математики, более эффективного проведения экзаменов, математических олимпиад и других аттестационных мероприятий, соревнований и конкурсов;

— на постепенную модернизацию отечественной школьной математики в соответствии с задачами цифровой трансформации образования.

## Литература

1. **В.П. Кашицин, А.С. Соловейчик, Н.А. Соловейчик, М.Д. Бузоева**  
Ученые записки РГСУ, 2020, №3(156), 102.
2. **Б.Л. Иомдин, Д.А. Морозов**  
В Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: По мат. ежегод. межд. конф. «Диалог» (РФ, Москва, 17–20 июня 2020), РФ, Москва, РГГУ, 2020, Вып. 19(26), Т. 2, с. 1011–1024.  
([https://www.dialog-21.ru/media/5219/\\_-dialog2020scopus\\_rev2plusdoi.pdf](https://www.dialog-21.ru/media/5219/_-dialog2020scopus_rev2plusdoi.pdf)).
3. **Д.А. Морозов**  
Маг. дис. (прикл. мат. и информ.), Московский физико-технический институт, РФ, Москва, 2020, 42 с.
4. **Д.А. Морозов**  
В Мат. 59 Межд. науч. студ. конф., Секц. Литературоведение. Прикладная лингвистика. Языкознание (РФ, Новосибирск, 12–23 апреля 2021), РФ, Новосибирск, Издательско-полиграфический центр НГУ, 2021, с. 76–77.  
(<https://e-lib.nsu.ru/reader/bookView.html?params=UmVzb3VyY2UtNjc5NQ/cGFnZTAwMDA>).
5. **Yu. Kuratov, M. Arkhipov**  
Adaptation of Deep Bidirectional Multilingual Transformers for Russian Language, 2019, arXiv:1905.07213, 7 pp.  
DOI: 10.48550/arXiv.1905.07213.
6. **Б.Л. Иомдин, Д.А. Морозов**  
Русская речь, 2021, №5, 55. DOI: 10.31857/S013161170017239-1.
7. **А. Glazkova, Yu. Egorov, M.A. Glazkov**  
В Analysis of Images, Social Networks and Texts: Proc. 9<sup>th</sup> Int. Conf. AIST 2020, (RF, Moscow, Skolkovo, October 15–16, 2020), Revised Selected Papers, Eds W.M.P. van der Aalst, V. Batagelj, D.I. Ignatov et al., Switzerland, Cham, Springer Nature Switzerland AG, 2021, pp. 120–134.  
DOI: 10.1007/978-3-030-72610-2\_9.
8. **U. Isaeva, A. Sorokin**  
В Recent Trends in Analysis of Images, Social Networks and Texts: 9<sup>th</sup> Int. Conf. AIST 2020, (RF, Moscow, Skolkovo, October 15–16, 2020), Revised Suppl. Proc., Eds W.M.P. van der Aalst, V. Batagelj, A. Buzmakov et al., 2020, pp. 65–77.  
DOI: 10.1007/978-3-030-71214-3\_6.
9. **V. Ivanov, M. Solnyshkina, V. Solovyev**  
В Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: По мат. ежегод. межд. конф. «Диалог» (РФ, Москва, 30 мая – 2 июня 2018), РФ, Москва, РГГУ, 2018, Вып. 17(24), с. 267–283.  
([https://www.dialog-21.ru/media/5217/\\_-dialog2018scopus.pdf](https://www.dialog-21.ru/media/5217/_-dialog2018scopus.pdf)).
10. **J. Raukko**  
В A Man of Measure: Festschrift in Honour of Fred Karlsson on his 60th Birthday, Spec. Suppl. SKY J. Linguistics, 2006, 19, pp. 357–361.
11. **J. Mikk, H. Uibo, J. Elts**  
В Text as a Linguistic Paradigm: Levels, Constituents, Constructs: Festschrift in Honour of Luděk Hřebíček, Ser. Quantitative Linguistics, Vol. 60, Ed. L. Uhlířová, FRG, WVT, Wissenschaftlicher Verlag Trier, 2001, pp. 187–195.
12. **I. Dan, Melamed**  
В Proc. SIGLEX Workshop: Tagging Text with Lexical Semantics: Why, What, and How? (USA, Washington, D.C., April 4–5, 1997), USA, NJ, Somerset, ACL, 1997, pp. 41–46.
13. **С.И. Монахов, В.В. Турчаненко, Е.А. Федюкова, Д.Н. Чердаков**  
В Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: Мат. V Межд. науч. конф. (РФ, Красноярск, 21–24 сентября 2021), В 2-х ч., ч. 2, под ред. М.В. Носкова, РФ, Красноярск, СФУ, 2021, с. 209–215.  
(<https://bik.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/b74/free/i-489634964.pdf>).



Images & Tables

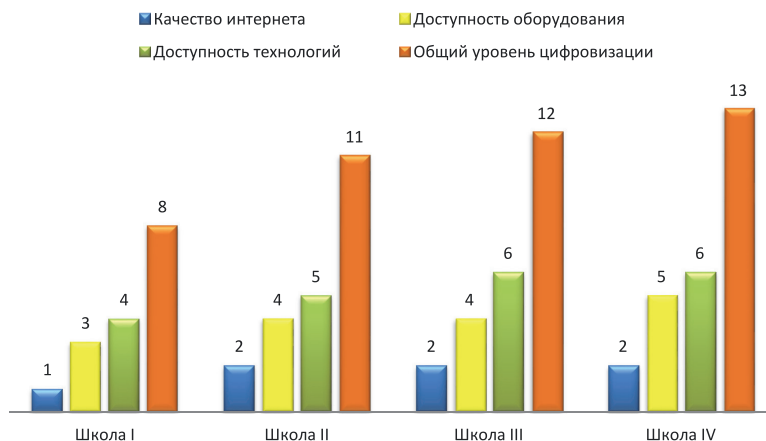


Fig. 1. The digital level of the school's environment (Digital Economy and Society Index).

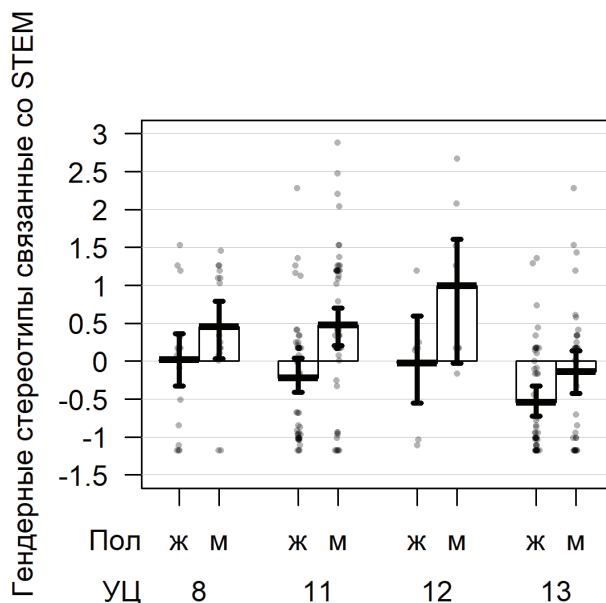


Fig. 2. Digital level of the schools and differences in perceptions of gender stereotypes associated with STEM in boys and girls (DL – the level of digitalization of the school, Digital Economy and Society Index). Positive scale values indicate greater agreement with stereotypes.

References

1. V.P. Kashitsin, A.S. Solovejchik, N.A. Solovejchik, M.D. Buzoeva *Uchenye zapiski RGSU [RSSU Scholarly Notes]*, 2020, №3(156), 102 (in Russian).
2. B.L. Iomdin, D. A. Morozov *In Proc. Computational Linguistics and Intellectual Technologies: Annual Int. Conf. "Dialogue"* (RF, Moscow, June 17–20, 2020) [Kompyuternaya lingvistika i intellektualnye tekhnologii: Po materialam ezhegodnoy mezhdunarodnoy konferentsii "Dialogue"], RF, Moscow, RSHU Publ., 2020, Iss. 19(26), Vol. 2, pp. 1011–1024 (in Russian). ([https://www.dialog-21.ru/media/5219/\\_-dialog2020scopus\\_rev2plusdoi.pdf](https://www.dialog-21.ru/media/5219/_-dialog2020scopus_rev2plusdoi.pdf)).
3. D.A. Morozov *Master Thes. (Appl. Math. Comp. Sci.)*, Moscow Institute of Physics and Technology, RF, Moscow, 2020, 42 pp.
4. D.A. Morozov *In Mat. 59 Mezhd. nauch. stud. konf., Sekts. Literaturovedenie. Prikladnaya lingvistika. Yazykoznanie: (RF, Novosibirsk, April 12–23, 2021) [Proc. 59<sup>th</sup> Int. Sci. Stud. Conf., Sec. Literary Criticism. Applied Linguistics. Linguistics]*, RF, Novosibirsk, NSU Publ. House, 2021, pp. 76–77 (in Russian). (<https://e-lib.nsu.ru/reader/bookView.html?params=UmVzb3VyY2UtNjc5NQ/cGFnZTAwMDA>).
5. Yu. Kuratov, M. Arkhipov *Adaptation of Deep Bidirectional Multilingual Transformers for Russian Language*, 2019, arXiv:1905.07213, 7 pp. DOI: 10.48550/arXiv.1905.07213.
6. B.L. Iomdin, D.A. Morozov *Russian Speech [Russkaya rech]*, 2021, №5, 55 (in Russian). DOI: 10.31857/S013161170017239-1.

7. **A. Glazkova, Yu. Egorov, M. A. Glazkov**  
In *Analysis of Images, Social Networks and Texts: Proc. 9<sup>th</sup> Int. Conf. AIST 2020*, (RF, Moscow, Skolkovo, October 15–16, 2020), *Revised Selected Papers*, Eds W.M.P. van der Aalst, V. Batagelj, D.I. Ignatov et al., Switzerland, Cham, Springer Nature Switzerland AG, 2021, pp. 120–134.  
DOI: 10.1007/978-3-030-72610-2\_9.
8. **U. Isaeva, A. Sorokin**  
In *Recent Trends in Analysis of Images, Social Networks and Texts: 9<sup>th</sup> Int. Conf. AIST 2020*, (RF, Moscow, Skolkovo, October 15–16, 2020), *Revised Suppl. Proc.*, Eds W.M.P. van der Aalst, V. Batagelj, A. Buzmakov et al., 2020, pp. 65–77.  
DOI: 10.1007/978-3-030-71214-3\_6.
9. **V. Ivanov, M. Solnyshkina, V. Solovyev**  
In *Proc. Computational Linguistics and Intellectual Technologies: Annual Int. Conf. "Dialogue"* (RF, Moscow, May 30 – June 2, 2018) [*Kompyuternaya lingvistika i intellektualnye tekhnologii: Po materialam ezhegodnoy mezhdunarodnoy konferentsii "Dialogue"*], RF, Moscow, RSHU Publ., 2018, Iss. 17(24), pp. 267–283 (in Russian).  
([https://www.dialog-21.ru/media/5217/\\_-dialog2018scopus.pdf](https://www.dialog-21.ru/media/5217/_-dialog2018scopus.pdf)).
10. **J. Raukko**  
In *A Man of Measure: Festschrift in Honour of Fred Karlsson on his 60th Birthday, Spec. Suppl. SKY J. Linguistics*, 2006, **19**, pp. 357–361.
11. **J. Mikk, H. Uibo, J. Elts**  
In *Text as a Linguistic Paradigm: Levels, Constituents, Constructs: Festschrift in Honour of Luděk Hřebíček*, *Ser. Quantitative Linguistics*, Vol. 60, Ed. L. Uhlířová, FRG, WVT, Wissenschaftlicher Verlag Trier, 2001, pp. 187–195.
12. **I. Dan. Melamed**  
In *Proc. SIGLEX Workshop: Tagging Text with Lexical Semantics: Why, What, and How? (USA, Washington, D.C., April 4–5, 1997)*, USA, NJ, Somerset, ACL, 1997, pp. 41–46.
13. **S.I. Monakhov, V.V. Turchanenko, E.A. Fedyukova, D.N. Cherdakov**  
In *Informatizatsia obrazovania i metodika elektronmogo obuchenia: cifrovye tekhnologii v obrazovanii: Materialy V Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii (RF, Krasnoyarsk, September 21–24, 2021) [Informatization of Education and e-Learning Methodology: Digital Technologies in Education: Proc. V Int. Sci. Conf.]*, in 2 Vols, Vol. 2, Ed. M.V. Noskov, RF, Krasnoyarsk, SFU Publ., 2021, pp. 209–215 (in Russian).  
(<https://bik.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/b74/free/i-489634964.pdf>).

## Цифровая платформа образования\*

О.Ю. Бахтеев, Ф.М. Гафаров, В.В. Гриншкун, О.В. Дятлова, С.Г. Косарецкий, В.А. Кудинов, А.Г. Леонов, А.Н. Сергеев, С.В. Щербатых

Сегодня существуют разные понимания того, что считать частью цифровой платформы, что находящимся на ней, а что – доступным через нее. Цифровая, интегрированная реализация следующих функций необходима независимо от того, как мы будем определять их отношение с платформой:

- поддержка групповой коммуникации с возможностью записывать процесс;
- учет ролей ученика, учителя, администратора, родителя; автоматическое формирование цифровых журналов и дневников;
- формирование истории отдельной работы и записи учебных событий ученика, учителя, класса; включение ее в большие данные образования;
- проектирование учащимся индивидуального пути достижения образовательных целей с выбором из размещенных на платформе; выбор и выполнение заданий из предлагаемых учителем;
- размещение целей, заданий, инструментов обратной связи и оценивания, других учебных материалов;
- размещение выходящих за пределы одной школы учебных запросов учеников и предложений учителей, организаций и образовательных программ;
- запись результатов обучения; отображение и прогнозирование на основе больших данных образовательного процесса с разной степенью детализации.

Цифровая платформа помогает учителю избавиться от рутинной отчетности. Она открывает новые возможности для педагогики достоинства и сотрудничества.

**Ключевые слова:** цифровая платформа, групповая коммуникация, цифровой журнал, цифровой дневник, самоанализ, результаты обучения.

\*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты №№19-29-14009, 19-29-14057, 19-29-14064, 19-29-14082, 19-29-14100, 19-29-14115, 19-29-14146, 19-29-14188 и 19-29-14190).



**БАХТЕЕВ**  
**Олег Юрьевич**  
Вычислительный центр  
им. А.А. Дородницына  
ФИЦ ИУ РАН



**ГАФАРОВ**  
**Файль Мубараквич**  
Казанский  
(Приволжский)  
федеральный университет



**ГРИНШКУН**  
**Вадим Валерьевич**  
профессор, академик РАО,  
Московский городской  
педагогический университет



**ДЯТЛОВА**  
**Ольга Вадимовна**  
Институт психологии РАН



**КОСАРЕЦКИЙ**  
**Сергей Геннадьевич**  
директор Центра общего  
и дополнительного образования  
им. А.А. Пинского Института  
образования НИУ ВШЭ



**КУДИНОВ**  
**Виталий Алексеевич**  
профессор,  
Курский государственный  
университет



**ЛЕОНОВ**  
**Александр Георгиевич**  
ФНЦ  
Научно-исследовательский  
институт системных  
исследований РАН



**СЕРГЕЕВ**  
**Алексей Николаевич**  
Волгоградский  
государственный  
социально-педагогический  
университет



**ЩЕРБАТЫХ**  
**Сергей Викторович**  
профессор,  
и.о. ректора Елецкого  
государственного университета  
им. И.А. Бунина



### Методы и технологии анализа текстовых штампов и именованных сущностей на основе массивов выпускных сочинений

Проект посвящен анализу школьных сочинений и выявлению различных штампов внутри них.

Одной из особенностей школьных сочинений является наличие строгих критериев их оценки. Наличие этих критериев позволяет учащимся упростить задачу написания сочинений, используя различные штампы. Примерами таких штампов могут являться отсылки к известным литературным произведениям, известные цитаты и пр.

Предполагается проанализировать большую коллекцию школьных сочинений для поиска и выявления подобных штампов, а также анализа распределения этих штампов по различным образовательным учреждениям.

Целью проекта является разработка инструментов для выявления штампов в текстах школьных сочинений, а также их применение на больших коллекциях текстов.

В основе предлагаемых методов лежат алгоритмы машинного обучения, учитывающие контекст фраз и предложений, базирующиеся на дистрибутивной гипотезе и вероятностных моделях порождения текста.

Ожидаемыми результатами проекта является получение набора штампов, используемых в школьных сочинениях и подробный анализ их распределения в различных учебных заведениях. Эти результаты помогут улучшению процедуры проведения письменных работ в школах, а также позволят выявить возможные недостатки критериев оценки работ.

Коллектив проекта состоит из выпускников МГУ, МФТИ, НИУ ВШЭ и имеет значительный задел по заявляемой теме проекта. Ранее коллектив принимал участие в разработке методов обнаружения текстовых заимствований, обнаружения автоматически сгенерированных текстов в больших коллекциях документов, а также определении жанровых характеристик текстов и многих других.

В рамках проекта за эти два года планировалось разработать и апробировать метод поиска штампов в коллекции школьных документов, а также провести кластеризацию полученных текстовых фрагментов.

При разработке алгоритма поиска текстовых штампов в школьных сочинениях мы столкнулись с проблемой: классические подходы к поиску подобных структур направлены на анализ непосредственного текста сочинения.

В то же время в большинстве случаев школьные сочинения пишутся учеником от руки, что вносит дополнительные требования к разрабатываемому

методу: метод поиска должен работать не только с документами, содержащими текст сочинения, но и с изображениями, являющимися сканами сочинений, написанных от руки. Несмотря на успехи в области распознавания печатного текста, применение данных методов для рассмотренной задачи затруднительно. Основной проблемой для подобных методов поиска является невозможность адаптироваться к большому числу вариантов почерка. Поскольку сочинения пишутся разными людьми, то дообучение системы распознавать особенности почерка автора отсутствует, что также усложняет задачу. Другой проблемой методов поиска, основанных на распознавании текста, является требование к наличию разметки. Такая разметка должна содержать соответствия между регионом изображения и соответствующим ему текстом. Получение подобной разметки является трудозатратным и встречается в открытом доступе крайне редко.

Для решения рассматриваемой в проекте задачи было предложено сопоставлять с текстом числовую последовательность для дальнейшего сравнения полученных последовательностей. Метод поиска заключался в выделении слов в изображении с дальнейшим извлечением графических признаков. При таком подходе анализируемый текст характеризуется последовательностью признаков. Получение этих признаков значительно проще, чем распознавание самих слов в изображении. В рамках проведенного эксперимента с текстом сопоставлялись нормализованные длины извлеченных из изображения слов.

Полученная последовательность является инвариантной по отношению к почерку автора, а также может использоваться как для рукописных, так и для машиночитаемых текстов. Для сопоставления полученных последовательностей между собой рассматривался набор мето-

дов выравнивания последовательностей и временных рядов.

В рамках второго года исследований была произведена доработка предложенного метода, разработан алгоритм кластеризации штампов с использованием предложенных методов. Также был проведен анализ возможности применения разработанного метода для поиска совпадающих текстовых фрагментов различной длины. В рамках экспериментов было показано, что разработанный алгоритм позволяет находить совпадающие текстовые фрагменты в сочинениях небольшой длины, от ста слов. В то же время длина использованного фрагмента должна занимать значительную часть сочинения: не менее 75%.

Проведенное исследование является актуальным для процессов цифровизации общего образования. Актуальность обусловлена наличием больших библиотек школьных сочинений, которые могут использоваться школьниками в качестве источников заимствования при написании собственного сочинения. Представленной проблеме посвящен ряд научных публикаций, как зарубежных, так и российских авторов. Тем не менее, на текущий момент не существует автоматических методов анализа сочинений на наличие корректных и некорректных цитирований, штампов, а также заимствований.

Таким образом, современная школа при использовании результатов проекта получит инструмент для упрощения анализа используемых школьником текстовых фрагментов в своем сочинении. В первую очередь полученный инструмент будет полезен проверяющим школьные работы экспертам, а также учителям при анализе и проверке домашних заданий в форме сочинений.

Основные работы в области поиска и анализа совпадающих фрагментов в школьных и студенческих сочинениях сфокусированы на анализе машинописного текста. Так,

в ряде зарубежных материалов, посвященных анализу студенческих работ, была предложена автоматизированная система для сбора и анализа эссе, написанных на английском языке. Методы, описанные в подобных работах, не применимы к нашей задаче из-за разницы в обработке рукописных и печатных текстов. Авторы работ, посвященных методам распознавания рукописных изображений с применением алгоритмов компьютерного зрения, указывают на проблему нехватки данных для обучения подобных систем. Предложенный в проекте метод поиска сочинений, напротив, не требует каких-либо размеченных данных и может достаточно качественно использоваться на многих языках, для которых получение размеченной выборки проблематично.

### **Цифровая модель формирования индивидуальной траектории профессионального развития учителя на основе больших данных и нейросетей (на примере Республики Татарстан)**

Проект отражает актуальные тенденции перехода к доказательной образовательной политике и развития цифровых технологий в современном образовательном пространстве как одного из базовых условий эффективного достижения целей национального проекта «Образование» и реализации стратегии научно-технологического развития Российской Федерации. Исследование является междисциплинарным и объединяет усилия как представителей гуманитарных (педагогов, социологов и психологов), так и технических наук (математиков и специалистов в области программирования и информационных технологий). В проекте осуществляется интеграция технологий анализа больших данных, машинного обучения, сбора и анализа цифровых следов в образовательные организации.

Гипотезой исследования выступило предположение о возможности разработать эффективную цифровую предиктивно-прескриптивную модель, позволяющую проектировать индивидуальную траекторию профессионального развития учителя, и предположение о том, что данная модель должна быть построена на основе данных о закономерностях комплексного влияния компонентов образовательной среды (как то: социально-экономические и инфраструктурные характеристики, характеристики деятельности образовательной организации, показатели учебного процесса, социально-демографические и квалификационные характеристики учителей).

К настоящему времени на основе анализа больших данных об образовательном процессе в школах и организациях (более миллиарда единиц цифровых

следов) выделены закономерности влияния компонентов образовательной среды на результативность профессиональной деятельности учителей. На базе технологий искусственного интеллекта (машинного обучения и нейросетей) осуществляется разработка и апробация цифровой модели, которая на основе интеллектуального анализа разнообразных факторов образовательной среды позволит прогнозировать успешность профессиональной деятельности учителей и проектировать эффективные индивидуальные траектории их профессионального развития.

На данный момент проведено исследование имеющегося массива образовательной информации по учащимся [1] и педагогам общеобразовательных организаций Республики Татарстан за период с 2009 по 2020 гг., собранной в информационной системе «Электронное образование в Республике Татарстан». На основе анализа больших данных (более 1 000 000 000 цифровых следов, более 500 000 учеников, более 120 000 педагогов) установлены механизмы и закономерности комплексного влияния компонентов образовательной среды на успешность профессиональной деятельности учителей начальной школы и учителей-предметников в общеобразовательной организации. В число компонентов входят: учебно-методическое обеспечение, стаж, пол, возраст, образование, повышение квалификации, учебная нагрузка, содержание занятий, успеваемость учеников, характеристики учебных заведений. Полученные результаты выступают основаниями при разработке цифровой модели формирования индивидуальной траектории профессионального развития учителя с использованием нейросетей.

К настоящему времени разработаны и проходят апробацию нейросетевые модули, направленные на анализ и прогнозирование успешности профессиональной деятельности учителя на основе выделенных механизмов и закономерностей. Модули разработаны на базе различных типов нейронных сетей: перцептронов, рекуррентных нейронных сетей и сверточных нейронных сетей. На данном этапе разработаны и проходят апробацию основные алгоритмы обучения нейросетевого модуля информационно-аналитической системы в рамках создания цифровой модели формирования индивидуальной траектории профессионального развития учителя. Обучение нейронных сетей осуществляется на больших данных, извлеченных и структурированных из системы «Электронное образование в Республике Татарстан». На данный момент максимальная точность прогноза предложенных модулей составляет 73%.

Также разработана и проходит апробацию нейросетевая модель для прогнозирования индивидуальной образовательной траектории учеников (про-

гноз средних оценок по различным предметам и предсказание вероятности перехода ученика в 10 класс). Данная модель «обучена» на основе динамики академической успешности учеников, характеристик педагогов и образовательных учреждений.

Основные перспективы развития проекта видятся в повышении предсказательной точности разработанных моделей за счет совершенствования алгоритмов обучения, процедур дополнительного обучения модулей, включения в анализ дополнительных факторов и компонентов.

Технологическое воплощение проекта будет представлено цифровой предиктивно-прескриптивной моделью, построенной с использованием алгоритмов машинного обучения и нейросетей, которая позволит проектировать эффективную индивидуальную траекторию профессионального развития учителя. Данная модель в настоящий момент разрабатывается на базе закономерностей влияния различных компонентов образовательной среды, выделенных в процессе реализации первого и второго этапов проекта.

Результаты исследования позволят анализировать индивидуальные траектории обучения учащихся и деятельности педагогов, выявлять причинно-следственные связи между процессом обучения и результатами обучения в конкретной школе, исследовать возможные причины неуспеваемости учеников с учетом компонентов образовательной среды и предлагать возможные варианты управления образовательным процессом для повышения эффективности профессиональной деятельности учителей в образовательных учреждениях.

Профессиональная успешность учителя – интегральный показатель, который включает в себя значительное число как внешних, так и внутренних факторов. К настоящему времени имеются данные по влиянию личностных качеств качества учителя (ценностно-смысловые ха-

рактеристики, креативность и др.), квалификации, стажа, восприятия учениками и т. д. Вместе с тем данные исследования, как правило, противоречивы и отражают противоположные результаты, полученные на разных выборках, которые не отличаются значительным объемом. Исключением выступают исследования Дж. Хетти, где метаанализ строился на больших данных (более 86 миллионов учеников). Были выделены следующие факторы: образование, стаж, аттестация, повышение квалификации.

Вместе с тем комплексный анализ факторов успешности профессиональной деятельности учителя вызывает затруднения, что связано с большим количеством факторов и сложностью их структурирования. Решение – использование больших данных посредством цифровой образовательной среды.

#### **Фундаментальные основы применения иерархических структур в работе с большими данными для построения индивидуальных образовательных траекторий с учетом личностных особенностей школьников**

Одним из наиболее значимых эффектов, приобретаемых на фоне внедрения информационных и телекоммуникационных технологий в образование, по праву можно считать возможность по-разному учить студентов и школьников, учитывая широкий набор критериев и параметров. Неслучайно в настоящее время всё чаще, говоря о дифференциации, индивидуализации и персонализации обучения и даже воспитания, всё большее количество исследователей изучают возможность построения индивидуальной образовательной траектории обучающихся на основе применения специализированных баз данных и электронных ресурсов. При этом преимущества, которыми обладают современные технологии, создают

прочную основу для практической реализации соответствующих подходов к образованию.

Фундаментальная проблема исследования заключается в определении способов моделирования системы подходов к применению иерархических структур для построения индивидуальной траектории обучения, предусматривающих развитие модели на основе работы с большими данными и с учетом личностных особенностей школьников.

Научная новизна проекта состоит в разработке содержания, методов и средств для формирования индивидуальных образовательных траекторий учащихся основной школы, выявлении и обосновании критериев и показателей эффективности индивидуализированной работы школьников с цифровыми ресурсами, основанными на иерархических структурах, применении иерархических структур для построения индивидуальных образовательных траекторий с учетом личностных особенностей школьников.

Научная значимость исследования состоит в выявлении специфики применения иерархических структур в работе с большими данными для построения индивидуальных траекторий обучения.

Сформированная система подходов к построению таких траекторий, реализованных на основе предложенных алгоритмов и ресурсов, может быть использована в качестве основы для проведения последующих этапов научной работы в виде опытно-экспериментального исследования.

Важными результатами, полученными в 2021 г., можно считать авторский междисциплинарный подход к разработке содержания, методов и средств для формирования индивидуальных образовательных траекторий учащихся основной школы, алгоритмов и базы данных для индивидуализированной работы школьников с цифровыми ресурсами, применение иерархических структур для построения индивидуальных образовательных траекторий с учетом личностных особенностей школьников. В соответствии с поставленными задачами построена модель системы подходов к применению иерархических структур для построения индивидуальной траектории обучения, описывающая, в том числе, и специфику применения технологии «большие данные» [2].

В ходе решения основных задач проекта:

- определены условия применения иерархических структур для построения индивидуальной траектории обучения, за счет чего сформирован список параметров, применяемых для построения индивидуальных образовательных траекторий;
- развита модель применения иерархических структур в работе с большими данными для построения индивидуальных образова-



- тельных траекторий с учетом личностных особенностей школьников. Такая модель отражает, в том числе, и основания для классификации цифровых ресурсов, применяемых для индивидуализированной деятельности обучающихся;
- разработаны и описаны алгоритмы и средства для формирования индивидуальных образовательных траекторий учащихся основной школы, в том числе сформированы алгоритмы и базы данных для индивидуализированной работы школьников с цифровыми ресурсами, основанные на иерархических структурах;
  - созданы образцы построения индивидуальных образовательных траекторий с учетом личностных особенностей школьников, реализованных на основе предложенных алгоритмов и ресурсов;
  - выявлены критерии и показатели эффективности индивидуализированной работы школьников с цифровыми ресурсами, основанной на иерархических структурах.

В ходе исследования были разработаны методические рекомендации для учителей по применению иерархических структур для построения индивидуальных образовательных траекторий с учетом личностных особенностей школьников. Эти рекомендации опубликованы в двух новых монографиях «Применение иерархических структур в работе с большими данными для построения индивидуальных траекторий обучения» и «Методы и средства применения иерархических структур для построения индивидуальных образовательных траекторий с учетом личностных особенностей школьников». В совокупности с двумя монографиями, изданными в 2020 г., эти книги составляют библиотеку по тематике исследований, работа над которой будет продолжена.

Также было проведено экспериментальное обоснование возможности и целесообразности применения иерархических структур для построения индивидуальных образовательных траекторий с учетом личностных особенностей школьников и экспериментальное обучение школьников на основе подобных траекторий. Для обеих серий экспериментов осуществлен статистический анализ полученных результатов, проведена апробация предложенных подходов и разработок на научных семинарах и конференциях в России и за рубежом.

Как показывает опыт отечественных и зарубежных разработок, научных работ и статистических данных, собранных в рамках международных исследований (исследование PISA) как международными организациями (ОЭСР), так и отдельными странами (Россия, Финляндия, Канада, США, Франция и другие), обоснование возможности и преимущества выделения

фундаментальных основ применения иерархических структур (с подчеркиванием значимости использования такого вида графов в системе общего образования) в рамках работы с большими данными для построения индивидуальных образовательных траекторий с учетом личностных особенностей школьников является уникальным.

### **Конструирование образовательных траекторий: перенос по аналогии и Модель радиуса действия**

Основная проблема технологий адаптивного обучения состоит в трудности моделирования поведения ученика и учета данной модели при расчете образовательных траекторий. В нашем проекте мы изучаем перенос научения: на основе данных о научении на одном материале анализируем результаты научения на другом материале.

Нами был проведен обзор исследований переноса научения в рамках психологии, педагогики и технологий адаптивного обучения [3].

Мы описываем три подхода к определению переноса научения:

- как влияние сходства задач,
- как самостоятельно формируемый навык и
- как функциональная система.

В рамках первого подхода изучается структура задач и ментальная репрезентация решателя; для моделирования научения используется размеченная структура заданий или действий пользователя в заданной структуре (IRT, ВКТ).

В рамках второго подхода изучается перенос как learning to learn – научение учению. Применяются методики, способствующие саморегуляции научения и формированию нужных навыков и технологии intelligence tutoring systems – ITS. Недостаток подходов: исследователь задает классификацию задач или мыслительных процессов, использует метакогниции для вычислительных моделей.



Третий подход исключает этот недостаток. Изучается структура опыта восприятия и действия субъекта с задачей (perception-action loop); действия (enactment) как взаимосвязанные компоненты функциональной системы, обеспечивающей выполнение деятельности.

В настоящее время мы имеем теоретическую модель научения, основанную на системном подходе, рассматривающую работу функциональных систем, обеспечивающих формирование индивидуального опыта субъекта. Модель анализирует действия обучающегося, динамику научения, не прибегая к интерпретации и классификации типов мыслительных процессов.

Создана собственная компьютерная система для проведения онлайн-исследований обучения (<https://github.com/FourthRome/Bandura>), отвечающая требованиям к цифровым следам в соответствии с теоретической моделью. Система отлажена, позднее она может быть встроена в адаптивные системы обучения, поскольку мы собираемся встроить модель, предъявляющую задачи в соответствии с целями обучения (следующим шагом развития).

Был проведен эксперимент с целью проверки гипотезы о том, что индивидуальный опыт (функциональные системы), обеспечивающий выполнение деятельности, может быть сходным при выполнении сходных задач. В этом мы видим суть переноса по аналогии. Была построена вычислительная модель, обучающаяся на данных одного курса и прогнозирующая ключевой результат научения на другом похожем курсе для каждого обучающегося персонально. Видеопрезентация работы системы и эксперимента представлена на странице <https://rffi.1sept.ru/project/19-29-14115/video>.

В будущем авторы планируют не только прогнозировать, но и моделировать опыт обучающегося; выработать теоретическую позицию относительно того,

что считать следующим шагом развития учащегося, и создать вычислительную модель, предъявляющую задачи, отвечающую данной позиции; провести исследование на школьниках при решении алгебраических задач по аналогии с проведенным экспериментом.

За первый год проекта:

- проанализированы исследования переноса научения в областях когнитивной психологии мышления и научения, педагогики, технологии адаптивного обучения;
- обоснована теоретическая модель научения, основанная на системном подходе, рассматривающем научение в терминах формирования индивидуального опыта;
- проведено пилотное исследование, позволившее выявить различные критерии успешности научения, характеристики опыта научения, которые способствуют тому или иному критерию успешности, описать требования к измерениям переноса научения.

Второй год проекта был посвящен:

- поиску инструмента для проведения онлайн-исследований, который бы удовлетворял требованиям к цифровым следам в соответствии с теоретической моделью. Рассматривали системы LMS Moodle, Edx, Pavlovia для PsychoPy;
- созданию собственной мини-LMS на ASP.NET Core (Blazor) (<https://github.com/FourthRome/Bandura>). При необходимом расширении функционала система может стать инструментом для проведения онлайн-исследований обучения. Может быть оформлено интеллектуальное право на систему.
- проведению эксперимента в системе. Испытуемым в онлайн-режиме предлагалось обучиться оптимальным методам сложения и умножения. Требовалось решать арифметические примеры «в строчку», не прибегая к трудным вычислениям в уме и используя методы, которыми они обучились.

Проверялась гипотеза о сходстве научения при решении задач на сложение и умножение у каждого индивида: мы полагаем, что два сходных вида деятельности может обеспечиваться сходным индивидуальным опытом (в этом суть переноса). Мы выделяли характеристики этапности решения задач: за сколько итераций человек решает задачу (Block Count – BC) и сколько чисел он использует наглядно для решения (Number Count – NC). Данные характеристики также можно трактовать как индивидуальную сложность выполнения задач.

Мы обнаружили корреляции между сложением и умножением по данным показателям.

Затем построили модель, основанную на линейной регрессии и классификации, которая обучается на данных по сложению и предсказывает  $NC$  для умножения. Данный результат говорит в пользу подтверждения нашей гипотезы о сходстве научения на двух сходных обучающих материалах, даже несмотря на более высокую сложность выполнения задач на умножение, чем сложение.

Далее сравнили внутрисубъектный или межсубъектный прогноз. Модель, построенная для каждого индивида отдельно, оказалась в 2/3 случаев лучше, чем усредненная по всей выборке аналогичная модель, применяемая к данному индивиду. Результат говорит об индивидуальных различиях научения. Однако для 1/3 испытуемых усредненная модель работает немного лучше или аналогично персонализированной. Поэтому результат требует уточнения.

Результаты исследований нашего проекта могут быть применены в школьной практике в системах адаптивного онлайн-обучения, а именно: как теоретическая модель научения с обозначенными требованиями к цифровым следам, выделению измерительных характеристик, позицией по отношению к анализу и интерпретации результатов; как компьютерная система, отвечающая поставленным задачам; как вычислительная модель и подходы, которые позволяют прогнозировать результаты научения, соответствующие теоретической модели. При успехе будущей работы проекта модель позволит предъявлять задачи, соответствующие целям обучения и следующему шагу развития.

Основное преимущество нашего подхода к изучению научения состоит в том, что мы не используем диагностику типов мышления (поведения, способностей и прочее) с целью выделить измеряемые характеристики, которые в большинстве работ в сфере адаптивного обучения составляют анализируемые цифровые следы для моделей учащегося. Мы выделяем «действия» субъекта в процессе научения, не задавая метакогнитивных интерпретаций, и строим вычислительные модели на основе подобных базовых единиц поведения.

#### **Развитие мотивации и самоэффективности школьников в изучении естественных наук через занятия в онлайн-кружках (по программам дополнительного образования естественнонаучной направленности)**

В последние годы международные сравнительные исследования качества образования свидетельствуют о высоком уровне читательских умений и математической грамотности российских

школьников. Однако ситуация с естественнонаучной грамотностью остается проблемной. Исследование PISA-2015 выявляет большее снижение индекса удовлетворенности изучением естественнонаучных предметов российских школьников в сравнении с их сверстниками в странах-конкурентах за период с 2006 по 2015 г.

Одним из продуктивных способов решения этой проблемы может стать развитие мотивации и уверенности школьников в собственных возможностях, вовлеченности в изучение предметов естественнонаучного цикла, укрепления их самоэффективности в этих предметах. Цифровизация открывает для этого новые возможности. Влияние цифровой среды, ее характеристик и инструментария на мотивацию и вовлеченность в процесс обучения находится в фокусе актуальных исследований, в том числе исследований мотивирующей цифровой среды и различных аспектов цифровой коммуникации, которые воздействуют на мотивацию участия и имеют положительную корреляцию с образовательными и учебными достижениями [4].

Настоящее фундаментальное исследование решает проблему значительного дефицита качественных работ и эмпирических исследований влияния цифровой среды, в том числе на образовательные эффекты, развитие мотивации и самоэффективности. Исследование позволит продолжить концептуальную разработку темы в актуальном фокусе эффективной учебной среды (effective learning environment), а также в более широкой рамке формирования базовых психологических функций в условиях трансформации образовательной экосистемы.

Важнейшие характеристики, влияющие на институциональное развитие образовательной экосистемы – СЭС, гендер, возраст и место проживания участников образователь-

ного процесса – будут использованы в качестве контекстных параметров для изучения потенциала дополнительного образования в цифровой среде, в том числе в контексте актуальной образовательной повестки, направленной на проектно-исследовательское обучение, эффективную кооперацию и коммуникацию, персонализацию и геймификацию, которые в полной мере способствуют развитию мотивации и самоэффективности.

По данным анализа результатов исследования PISA-2015, уровень мотивации российских школьников к изучению естественных наук и их естественнонаучная грамотность являются довольно низкими по сравнению со странами-лидерами. При этом было выявлено, что внутренняя мотивация тесно связана с образовательными результатами учащихся как в России, так и в других странах. Интересно, что в целом повышение мотивации для российских школьников связано с меньшим приростом академических достижений в этой области, чем для представителей других стран. Это вызывает дополнительные вопросы о том, что именно препятствует повышению естественнонаучной грамотности в России. Одним из вероятных объяснений является устаревшее содержание российских программ образования в области естественных наук. Одновременно с этим в России была обнаружена одна из самых сильных взаимосвязей между естественнонаучной грамотностью и мотивацией, ориентированной на академические достижения. Это делает актуальным проведение экспериментальных исследований для оценки потенциальной возможности влияния программ повышения данного вида мотивации на рост естественнонаучной грамотности в российском контексте.

Нами были разработаны программы обучения школьников в рамках дополнительного онлайн-образо-

вания по шести естественнонаучным предметам: химии, физике, географии, биологии, экологии и астрономии. Среда обучения и содержание программ были созданы с учетом проанализированного опыта лучших образовательных продуктов и зарубежных и российских исследований. Организована система поддержки учащихся при работе на онлайн-платформах в виде индивидуального сопровождения обучения школьников тьюторами. Положено начало формированию цифровой среды и налаживанию взаимодействия между Институтом образования НИУ ВШЭ и школами – участниками проекта по сопровождению и ведению обучения школьников. Подготовлены инструменты для замера изменения уровня мотивации и самоэффективности российских школьников при изучении естественных наук.

По предварительным результатам стартового анкетирования и опыту начала обучения школьников, выделены ключевые проблемы и трудности внедрения онлайн-обучения в отдаленном регионе России. Были выявлены серьезные риски цифрового разрыва в доступе к инструментам обучения в формате онлайн. Стартовые показатели уровня мотивации и самоэффективности учащихся довольно сильно различаются среди представителей разных школ, вовлеченность детей в изучение естественных наук в начале работы показывает очень низкий уровень. Выявлены трудности в связи с недостаточной цифровой грамотностью школьников, которые нельзя оставлять без внимания при внедрении систем онлайн-обучения. По завершении обучения планируется анализ ключевых барьеров, которые снижают вовлеченность учащихся в работу онлайн-кружков, а также проведение сбора качественной информации и формулирование рекомендаций относительно преодоления возникших барьеров.

После завершения исследования и анализа основных данных для проверки гипотезы о влиянии онлайн-кружков на формирование мотивации и самоэффективности учащихся будут сформированы рекомендации, касающиеся организации дополнительного онлайн-образования с целью повышения мотивации и вовлеченности учащихся к изучению предметов естественнонаучного цикла. В работе будут описаны основные трудности, с которыми могут столкнуться школы и учащиеся при внедрении дистанционных форматов работы, и предложены возможные способы их преодоления. Будет также выявлено, насколько эффективно внедрение дистанционных форматов работы для повышения мотивации и самоэффективности учащихся.

### Совершенствование содержания общего образования на основе использования интеллектуальных систем для цифрового мониторинга образовательного процесса

Интенсивное применение информационных технологий на всех уровнях образования, развитие технологий онлайн-обучения, образовательная активность в виртуальном пространстве приводят к тому, что обучаемый формирует образовательный результат и оставляет в образовательном пространстве цифровой след – массив данных о результатах своей образовательной деятельности.

Изучение цифрового следа позволяет осуществлять моделирование характерных физиологических, психологических и когнитивных особенностей обучаемого и применять эти модели для прогнозирования, программирования и управления желаемым качеством жизни. Анализ цифрового образовательного следа позволяет оперативно получать срезы интересов обучаемых, делать материалы и продукты мобильными, учитывать образовательные потребности обучаемых при проектировании и разработке основных образовательных и учебных программ, принимать оптимальные управленческие решения.

Таким образом, целью проекта можно считать выявление системы теоретических и методологических положений, определяющих принципы построения и использования интеллектуальных систем цифрового мониторинга для совершенствования содержания общего образования.

В рамках проекта в 2019–2021 гг. на основе анализа исследований в области педагогики, психологии, искусственного интеллекта, больших данных, интеллектуального анализа данных получены следующие результаты.

Обоснована целесообразность использования интеллектуальных систем цифрового мониторинга образовательного процесса, базирующихся на анализе цифрового следа обучаемых с использованием технологий big data, позволяющих осуществлять обучение по индивидуальным образовательным траекториям. Такие системы обеспечивают для каждого школьника свой набор обучающих элементов, формируя тем самым индивидуальное содержание по каждой изучаемой дисциплине. Кроме этого, в процессе обучения обеспечивается получение контекстной помощи, существенно облегчающей сам процесс обучения и улучшающей показатели освоения дисциплины.

Проведен обзор современной системы теоретико-педагогических, методических и технологических требований и рекомендаций по созданию

и использованию интеллектуальной системы цифрового мониторинга. Сформулированы требования к организации цифрового мониторинга образовательного процесса.

Проведен анализ исследований, посвященных формированию индивидуальных образовательных траекторий школьников в интеллектуальной системе цифрового мониторинга образовательного процесса, обеспечивающих дифференциацию процесса обучения. Сформулированы принципы отбора, адаптации и формализации механизмов учета индивидуальных особенностей обучаемого, а также технологий совершенствования содержания образования.

Осуществлен анализ подходов к разработке теоретической модели интеллектуальной системы цифрового мониторинга, отражающей структуру, содержание и требования к ее отдельным компонентам. Предложено в качестве теоретической модели использовать мультиагентный подход. Для предложенной теоретической модели проведен анализ методов формального описания подсистем и процессов интеллектуальной системы цифрового мониторинга, в результате которого разработаны их математические модели. Разработаны модели, алгоритмы отдельных подсистем интеллектуальной системы цифрового мониторинга, проведена оценка и осуществлен выбор информационных технологий для их практической реализации. Проведено имитационное моделирование подсистем и системы в целом, осуществлена проверка отдельных алгоритмов работы системы за счет обработки результатов мониторинга в школах г. Курска.

Определены подходы к использованию интеллектуальной системы цифрового мониторинга в учебном процессе, а также факторы использования интеллектуальных систем цифрового мониторинга в обучении с учетом психологических особен-



ностей работы педагогов и обучаемых в сети с акцентом на эффективность представления знаний для их последующего освоения; сформулированы дополнительные требования к профессионализму педагогов, зависящие как от объективных, так и субъективных факторов, внутренних и внешних условий внедрения интеллектуальной системы цифрового мониторинга.

Практическая значимость исследования для системы общего образования заключается в том, что разработанная интеллектуальная система цифрового мониторинга будет способствовать повышению уровня информатизации, качества, адаптивности и эффективности учебного процесса.

Использование интеллектуальной системы цифрового мониторинга в учебном процессе школы должно привести к увеличению степени усвоения учебного материала и сокращению времени, необходимого на изучение отдельных тем и разделов, позволит сформировать умения и навыки решения практических задач.

Это достигается за счет формирования индивидуальных образовательных траекторий для каждого обучаемого, работающего с системой, на основе анализа их цифровых следов, что позволяет осуществлять совершенствование учебного материала по изучаемой дисциплине за счет коррекции содержания, форм и методов представления информации.

Использование таких систем становится особенно актуальным в связи с массовым введением дистанционного обучения на основе электронных обучающих сред и систем.

Процессы цифровизации, затрагивающие все без исключения сферы жизнедеятельности человека, особенно актуальны в образовании. Вопросам, связанным с активным применением и влиянием на развитие человека цифровых ресурсов, а также с общей цифровизацией учебно-воспитательного

процесса, в современных отечественных и зарубежных исследованиях уделяется значительное внимание. За последние годы произошел качественный сдвиг в понимании направлений развития педагогических систем в сторону цифровой дидактики. С одной стороны, это обусловлено серьезными изменениями, которые претерпела образовательная среда. С другой стороны, в настоящее время происходит трансформация целей образования, что определяется изменением личностных особенностей обучаемых. Такие факторы, как способность обучаемых к саморазвитию и личностному самоопределению, сформированность их мотивации к обучению и целенаправленной познавательной деятельности, система значимых социальных и межличностных отношений, ценностно-смысловых установок, оказывают существенное влияние на социально-психологические характеристики обучаемых и, как следствие, на целеполагание обучаемого в достижении личностно-значимых образовательных результатов.

#### **Исследование методов применения машинного обучения и нейронных сетей для построения динамических персональных траекторий обучаемых и автоматической верификации правильности выполнения заданий в цифровых образовательных системах**

Как в нашей стране, так и во всём мире активно идут процессы трансформации образовательных программ – от дошкольных до вузовских – с упором на цифровизацию образования. Эти процессы подразумевают в том числе реструктуризацию всего образования, включая использование дистанционных и смешанных форм и технологий обучения. Цифровая трансформация образования не только требует от педагогов «производить» цифровой контент в ускоренном режиме, но и фактически меняет весь учебный процесс, интегрируя офлайн- и онлайн-занятия на базе современных цифровых сред и социальных сетей, а также требует создания и интеграции в цифровые образовательные платформы (ЦОП) инновационных цифровых педагогических программных продуктов с современным адаптивным контентом.

При смешанной (гибридной) форме обучения самостоятельная работа ученика в цифровой образовательной среде поддерживается непрерывным контактом с преподавателем; образовательный процесс фактически становится непрерываемым потоком освоения желаемой компетенции. Для непрерывной адаптации к изменениям окружающей среды образовательным организациям необходимо сохранять баланс между стратегией образования и современ-



ной технологией. Вычислительные мощности современных компьютеров позволяют применить методы машинного обучения и нейронные сети для решения проблем цифровой трансформации образования.

В рамках проекта исследуются современное состояние и актуальность методов построения динамических персональных траекторий учащихся и автоматической верификации правильности выполнения ими задания в различных, в том числе мультимедийных, представлениях, как текстовых, так и графических. При построении цифровых динамических траекторий учитываются факты заимствования решений и соответствие типовым решениям.

Коллектив выдвигал гипотезу о том, что верификация правильности выполнения заданий при построении динамической персональной траектории может быть полностью автоматизирована с использованием методов машинного обучения. Необходимость полностью автоматического тестирования продиктована общим подходом к построению адаптивных персонализированных траекторий, основанном на регулярной проверке знаний обучаемых и получением ими мгновенной обратной связи по результатам проверки. Возникающий объем требующих проверки заданий ограничивает возможность применения персонализированных траекторий без полной автоматизации верификации заданий.

Для построения персонализированных траекторий обучаемые условно были разделены на три класса:

- обучаемые, не обладающие компетенцией самостоятельного обучения и требующие участия человека-педагога для успешного завершения курса;
- обучаемые, способные к самостоятельному обучению и демонстрирующие стабильный результат по итогам обучения (их большинство);
- обучаемые, демонстрирующие стабильно высокие результаты.

Исходя из подобной классификации, система предлагает персонализированные треки для учащихся, чтобы по итогам завершения курса они освоили базовую программу, а относящиеся к третьему классу еще и изучили предмет углубленно, решая задачи, близкие к олимпиадным и проектным.

Основной сложностью при автоматизации проверок заданий является необходимость реализовать в рамках и средствами цифровой обучающей системы обобщенные подходы к созданию верификаторов для широкого круга преподавателей. Особенно остро этот вопрос стоит при применении современных интеллектуальных систем проверки зна-

ний. В рамках исследования была продемонстрирована возможность использования преподавателем подобного средства верификации графических заданий (задач, результат которых является изображением) и технология стилистического детектирования авторства.

Особая проблема - отсутствие поддержки обучаемых при решении задач со стороны преподавателя-человека. Были исследованы методы построения интеллектуальных предметно-ориентированных чат-ботов, которые в диалоговом режиме позволят обучаемым найти ответ на возникающие типовые вопросы без обращения к преподавателю-человеку, и предложена технология создания предметно-ориентированных интеллектуальных чат-ботов без программирования, с использованием текстового описания предметной области.

Областями, требующими особого внимания при применении результатов исследования в школе, являются подходы к классификации обучаемых для построения персонализированных траекторий; взаимодействие обучаемых с интеллектуальным чат-ботом в процессе решения заданий; особенности заимствования решений заданий. Применение ЦОП в школе при построении персонализированного трека позволяет учитывать не только текущие результаты обучения, но и всю историю обучения школьника с первого класса до выпуска из старшей школы, что открывает принципиально новые возможности для улучшения методов персонализации в условиях наличия сквозных многолетних данных по каждому школьнику. Автоматизированное построение персонализированной траектории должно позволить на ранней стадии выявить отстающих школьников, требующих дополнительного внимания, и скорректировать их траекторию обучения, чтобы они показывали стабильные результаты [5]. В случае с хорошо успевающими

школьниками их скорректированная траектория позволит им углубленно знакомиться с предметом и полностью раскрывать свой потенциал.

Применение машинного обучения и нейронных сетей в цифровых образовательных системах продиктовано острой необходимостью в обработке больших объемов данных. Сейчас машинное обучение применяется при построении аналитических инструментов (кривых забывания, кривых обучения, предикторов низкой успеваемости), позволяющих преподавателю своевременно фокусировать внимание на определенных группах учащихся.

Использование типовых заданий, технологии нейронных сетей в сочетании с накоплением исторических данных о сдаче заданий помогут снизить нагрузку на преподавателя при автоматической проверке решений. Такой подход показывает высокую эффективность при проверке графических задач в связи с высоким уровнем развития технологий компьютерного зрения по сравнению с остальными областями искусственного интеллекта. Схожие системы автоматизированной проверки в ближайшем будущем начнут использоваться также и для анализа решений текстовых задач.

### **Теоретико-методологические основы и технологическое обеспечение реализации образовательной деятельности в онлайн-сообществах учащихся школ**

Проект направлен на создание и использование онлайн-сообществ школьников для реализации образовательной деятельности на основе разработки и функционирования веб-платформ как важнейшего элемента современной цифровой образовательной среды. Гипотеза исследования состоит в том, что сегодня такой подход позволит сделать обучение более эффективным, способствовать росту

мотивации в условиях дистанционного обучения; организации внеурочной деятельности, олимпиадного движения, научно-исследовательских обществ учащихся. Исходным основанием проводимого исследования является понимание Интернета как социальной среды, что позволяет рассматривать социальные, коммуникативные, ценностные, педагогические и технологические основы реализации образовательной деятельности в онлайн-сообществе как группе обучающихся (или обучающихся и преподавателей), объединенных общей образовательной целью и взаимодействующих посредством служб и сервисов Интернета.

Исследование призвано ответить на следующие вопросы: Как меняется образовательная деятельность в связи с ее реализацией в онлайн-сообществе учащихся; каковы виды, специфические черты таких сообществ? Каким требованиям должна отвечать веб-платформа сообществ учащихся в цифровой образовательной среде? Каковы технологические и методические особенности ее разработки и функционирования? Каковы основные результаты апробации использования веб-платформы для реализации образовательной деятельности в онлайн-сообществе учащихся?

В результате исследования будет дополнена теория цифровизации образования за счет выявления существенных характеристик онлайн-сообществ учащихся школ в Интернете, определения специфики образовательной деятельности в них, создания и апробации моделей веб-платформ для обучения учащихся, разработки системы онлайн-курсов, их методического и технологического сопровождения.

В течение первого года реализации проекта велась разработка теоретико-методологических основ осуществления образовательной деятельности в онлайн-сообществах учащихся школ. Были уточнены тенденции перехода российской системы общего образования к цифровой школе и сопоставлены с мировыми тенденциями, охарактеризованы дидактические принципы цифрового образовательного процесса в школе.

Также было уточнено понятие сетевого сообщества учащихся школ как группы учащихся, объединенных одной образовательной целью и взаимодействующих с учителем и другими учащимися посредством сети Интернет; определены основания для построения классификаций сетевых сообществ учащихся школ; установлены содержательные и технологические основы реализации образовательной деятельности в онлайн-сообществах учащихся; выявлены особые стратегии поведения учащихся и педагогов в сетевых сообществах.

Уточнена роль учителя в создании веб-платформ онлайн-обучения, определены особенности использования онлайн-инструментов сетевых сообществ в цифровой образовательной среде. Описано понятие и компонентный состав интерактивных сетевых средств обучения в аспекте реализации учебной деятельности в сетевых сообществах учащихся школ. Обоснованы новые требования к технической организации онлайн-платформ учебных сообществ, а также требования к педагогическим технологиям, обеспечивающим реализацию активных форм совместной работы обучающихся с учебными ресурсами цифровой образовательной среды.

В течение второго года реализации проекта велась разработка и апробация модели цифровой образовательной платформы онлайн-сообществ учащихся школ на базе социальной образовательной сети Волгоградского государственного социально-педагогического университета. Выявлены педагогические принципы организации таких сообществ, определены педагогические условия их эффективного функционирования. Проведена систематизация и обобщение опыта использования многомерных дидактических интерактивных инструментов (например, интерактивных плакатов) на веб-платформах.

Разработаны различные теоретические модели образовательной деятельности в онлайн-сообществах учащихся школ. На их основе реализованы практические онлайн-курсы с технологическим и методическим оснащением для обучения истории, математике, физике, информатике (например, информационная безопасность, программирование на языке Python, разработка компьютерных игр для мобильных устройств, дистанционное обучение программированию и робототехнике с использованием визуальных сред, подготовка к ОГЭ и ЕГЭ и др.).

Разработана модель образовательной деятельности в онлайн-сообществах учащихся школ научно-технической направленности, ориентированной на реализацию инновационных экспериментальных и технических разработок.

Результаты исследования применяются в реальной образовательной практике обучения в школе, в частности, как онлайн-курсы:

- «Программирование в среде Python» на основе интеграции системы управления обучением (LMS), социальных сервисов Интернета (Google Colaboratory), сервисов видеоконференций, групповых чатов;
- «Возрождение истории» (3D-моделирование утраченных памятников архитектуры и других объектов социального, экономического или культурного значения);

— «Познавательная физика» (изучение курса физики в 7 и 8 классах);

— «Открытая школа» (разбор сложных вопросов школьных курсов математики, информатики и физики; цель – активизация учебно-познавательной деятельности школьников, поддержание взаимодействия университета со школами региона).

Изучению феномена онлайн-сообществ, пониманию их как группы людей, вовлеченных в совместную деятельность и поддерживающих общение посредством компьютерных сетевых средств, посвящены исследования С.В. Бондаренко, Д.Е. Вышегорцева, Е.В. Закаблукского, Р.В. Кончаковского, С.В. Курушкина, М.В. Сафроновой, В.А. Сергодеева, Н.К. Тальнишних, Д.А. Харченко и др.

Специфике осуществления образовательной деятельности в онлайн-сообществах посвящены работы Н.В. Андреевой, О.Л. Балашова, О.Н. Истратовой, И.В. Кузнецовой, Н.А. Лызь, Д.В. Моглан, Е.Д. Патакина, А.Н. Сергеева, Н.В. Федосеевой, Е.А. Шабалиной.

Исследование обмена знаниями в онлайн-сообществах отражено в работах Meng-Hsiang Hsua, Teresa L. Jub, Chia-Hui Yenc и Chun-Ming Changa. Использование инструментов социальных сетей для организации образовательной деятельности и тьюторской поддержки обучающихся отражено в статьях Jeffrey P. Carpenter, Madeline Craft, Scott A. Morrison, H. Smith Risser, Raven M. Wallace.

### **Организация гибридной интеллектуальной обучающей среды в условиях цифровизации общего образования (на примере математики)**

Широкое использование цифровых и сетевых технологий и сред влияет на способы отбора, содержание, представление, интерпретацию и оценку

математических знаний, личностного развития обучающегося и его компетенций. Актуальны вопросы управления информационно-образовательными системами, которые в полной мере должны обеспечить потребности каждого обучающегося в самоорганизации, самообразовании и самоактуализации при освоении и исследовании сложных знаниевых конструкторов. Адаптация современных достижений науки к школьной математике должна активизировать когнитивные и мотивационные процессы освоения математики в контексте цифровой образовательной парадигмы. Ключевым фактором обеспечения качественного управления информационно-образовательными системами является организация процесса обучения математике сложного знания посредством поиска новых дидактических решений, определения практически значимых дидактических механизмов, повышающих эффективность, интерактивность обучения и объективность оценочных процедур.

Гипотеза исследования состоит в том, что самоорганизация и рост научного и творческого потенциала обучающихся в системе общего образования станут успешными, если:

- будет разработана и внедрена в образовательный процесс интерактивная, гибридная, адаптивная интеллектуальная система обучения математике сложного знания на основе слияния ведущих инновационных дидактических и информационных технологий;
- современные научные достижения будут адаптированы к школьной математике;
- будут обеспечены условия индивидуализации обучения математике, самоактуализации обучающихся на основе личностных предпочтений, симбиоза математического и компьютерного моделирования в процессе освоения сложного математического знания.

Проведены работы по поиску и анализу научных материалов в области применения методов искусственного интеллекта в образовании; прослежена историческая линия создания автоматизированных обучающих систем; проанализирован зарубежный и отечественный опыт внедрения интеллектуальных систем обучения в реальную практику; проведена детальная классификация данных систем по разным критериям; раскрыта сущность управленческой деятельности в условиях интерактивности и адаптивности методов обучения в школе.

Представлена авторская Концепция интеллектуального управления образовательным процессом в условиях гибридной интеллектуальной обучающей среды, ведущая идея которой заключена в необходимости обеспечения развития личностного потенциала каждого школьника в обучении математике.

Наиболее сложным аспектом разработки и внедрения интеллектуальных сред является оптимизация методологических императивов. Поиск новой методологии привел к сформулированной и обоснованной системе базовых и специальных принципов разработки гибридной интеллектуальной обучающей системы по освоению математики сложного знания и динамике роста научного потенциала школьников. В качестве новой методологии были представлены фрактальный и синергетический подходы.

Создана дидактическая модель и функционал интеллектуального сопровождения проектно-исследовательской деятельности школьников в интерактивной триаде «педагог – компьютер – обучающийся» по освоению математики сложного знания с учетом психолого-педагогических составляющих процесса освоения сложного знания и роста научного потенциала школьников.

Разработаны содержание, этапы и технология интеллектуального управления сопровождения проектно-исследовательской деятельности школьников на основе адаптации современных достижений в науке и поддержки гибридной интеллектуальной системой.

Осуществлен мониторинг индивидуально-психологических особенностей старших школьников в условиях применения гибридной интеллектуальной среды. Получены разносторонние оценки готовности обучающихся к проектно-исследовательской деятельности по математике на основе актуализации девяти персонализированных параметров научного потенциала.

Система обоснованных выводов, совокупность полученных теоретических и практических результатов, апробация дидактических решений и эффективных практик подтверждают гипотезу и замысел исследования.



К основным результатам исследования относится разработка с последующим внедрением в реальную практику гибридной интеллектуальной системы сопровождения проектно-исследовательской деятельности школьников по освоению математики сложного знания как совокупности цифрового информационного и образовательного контента структуры и баз данных на основе искусственного интеллекта. Наиболее ценным представляется организационно-методическое обеспечение развития проектно-исследовательской деятельности школьников в гибридной интеллектуальной образовательной среде. Авторы предлагают новую технологию интеллектуального управления процессами реализации проектно-исследовательской деятельности школьников на основе освоения иерархического содержания обобщенных конструкторов сложного знания с проявлением синергетических эффектов в ходе развертывания индивидуальных образовательных маршрутов школьников в обогащенной информационно-образовательной среде.

Сегодня интеллектуальные системы обучения применяются по трем направлениям:

- как обучающие системы, реализующие пошаговые учебные действия;
- как средства оценки результатов обучения математике;
- как исследовательская среда обучения.

Существует много спорных вопросов. Критики автоматизированного обучения полагают, что из-за отсутствия четких инструкций и необходимости самостоятельно открывать принципы предметной научной области данные системы вызывают когнитивную перегрузку, приводят к плохим результатам обучения. Поэтому единого концептуального решения поставленной в исследовании проблемы построения адаптивной интеллектуальной системы сопровождения проектно-исследовательской деятельности школьников по математике в науке нет.

## Литература

1. **Ф.М. Гафаров, Э.Г. Сабирова, Д.В. Авдеева**  
*Роль искусственного интеллекта в образовании*, 2021, 9 с. (<https://rffi.1sept.ru/article/492>).
2. **А.А. Заславский**  
*Иерархическая структура способов применения чатботов при автоматизации построения индивидуальных образовательных траекторий*, 2021, 5 с. (<https://rffi.1sept.ru/file/2021/11/34322e6e-faa3-4dea-8638-18450e483b41.pdf>).
3. **О.В. Дятлова, И.А. Эльман, Р.И. Кривоногов**  
*Ярославский педагогический вестник*, 2021, №5(122), 185. DOI: 10.20323/1813-145X-2021-5-122-185-194.
4. **Ю.Д. Керша, А.С. Обухов**  
*Проблемы современного образования*, 2021, №5, 35. DOI: 10.31862/2218-8711-2021-5-35-48.
5. **Н. Бесишапошников, М. Дьяченко, А. Леонов, К. Мащенко, К. Прокин**  
*Особенности реализации человеко-машинного интерфейса для детей дошкольного возраста в курсе алгоритмики с использованием системы ПиктоМир*, 2020, 1 с. (<https://rffi.1sept.ru/article/159>).

## English

### Digital Education Platform\*

**Oleg Yu. Bakhteev**

Dorodnicyn Computing Centre of RAS  
14 Leninsky Ave.,  
Moscow, 119991, Russia  
akhteev@phystech.edu

**Olga V. Dyatlova**

Institute of Psychology, RAS  
13-1 Yaroslavskaya Str.,  
Moscow, 129366, Russia  
dyatlovaolga@gmail.com

**Alexander G. Leonov**

Scientific Research Institute  
for System Analysis, RAS  
36-1 Nakhimovskiy Ave.,  
Moscow, 117218, Russia  
dr.l@math.msu.ru

**Fail M. Gafarov**

Kazan Federal University  
45 Kremly Str., Kazan, 420008,  
Republic of Tatarstan, Russia  
fgafarov@yandex.ru

**Sergey G. Kosaretsky**

Director of Pinsky Centre of General and  
Extracurricular Education, Institute  
of Education, NRU HSE  
16-10 Potapovsky Lane, Moscow, 101000, Russia  
skosaretski@hse.ru

**Aleksey N. Sergeev**

Volgograd State Social  
and Pedagogical University  
27 Lenin Ave.,  
Volgograd, 400005, Russia  
alexey-sergeev@yandex.ru

**Vadim V. Grinshkun**

Professor, RAE Academician  
Moscow City University  
4 2nd Selskohozyaystvenny Pass.,  
Moscow, 129226, Russia  
vadim@grinshkun.ru

**Vitaly A. Kudinov**

Professor,  
Kursk State University  
33 Radishchev Str.,  
Kursk, 305000, Russia  
kudinov@kursksu.ru

**Sergey V. Shcherbatykh**

Professor, Acting Rector  
of Bunin Yelets State University  
28 Kommunarov Str.,  
Yelets, 399770, Lipetsk reg., Russia  
shcherserg@mail.ru



## Abstract

Today there are different understandings of what is considered part of a digital platform, what is on it and what is available through it. A digital integrated implementation of the following functions is required, regardless of how we define their relationship with the platform:

- support for group communication with the ability to record the process;
- accounting for the roles of the student, teacher, administrator, parent; automatic generation of digital journals and report cards;
- formation of the history of individual work and recording of educational events of the student, teacher, class; including it in the big data of education;
- designing an individual path for students to achieve educational goals with a choice of those posted on the platform; selection and implementation of tasks offered by the teacher;
- placement the goals, assignments, feedback and assessment tools, other learning materials;
- accommodating student learning requests and suggestions from teachers, organizations, and educational programs that go beyond the boundaries of one school;
- recording learning outcomes; displaying and forecasting on the basis of big data of the educational process with varying level of detail.

The digital platform helps the teacher get rid of routine reporting. It opens up new possibilities for pedagogy of dignity and cooperation.

**Keywords:** digital platform, group communication, digital journal, electronic report card, introspection, learning outcomes.

---

*\*The work was financially supported by RFBR (projects 19-29-14009, 19-29-14057, 19-29-14064, 19-29-14082, 19-29-14100, 19-29-14115, 19-29-14146, 19-29-14188 and 19-29-14190).*

## References

1. **F.M. Gafarov, E.G. Sabirova, D.V. Avdeeva**  
*Rol iskusstvennogo intellekta v obrazovanii [The Role of Artificial Intelligence in Education]*, 2021, 9 pp. (in Russian). (<https://rffi.1sept.ru/article/492>).
2. **A.A. Zaslavskiy**  
*Ierarkhicheskaya struktura sposobov primeneniya chatbotov pri avtomatizatsii postroenia individualnykh obrazovatelnykh traektoriy [Hierarchical Structure of Ways to Use Chatbots in Automating the Construction of Individual Educational Pathways]*, 2021, 5 pp. (in Russian). (<https://rffi.1sept.ru/file/2021/11/34322e6e-faa3-4dea-8638-18450e483b41.pdf>).
3. **O.V. Dyatlova, I.A. Elman, R. I. Krivonogov**  
*Yaroslavl Pedagogical Bulletin [Yaroslavsky pedagogichesky vestnik]*, 2021, №5(122), 185 (in Russian).  
DOI: 10.20323/1813-145X-2021-5-122-185-194.
4. **Yu.D. Kersha, A.S. Obuhov**  
*Problems of Modern Education [Problemy sovremennogo obrazovaniya]*, 2021, №5, 35 (in Russian).  
DOI: 10.31862/2218-8711-2021-5-35-48.
5. **N. Besshaposhnikov, M. Dyachenko, A. Leonov, K. Mashchenko, K. Prokin**  
*Osobennosti realizatsii cheloveko-mashinnogo interfeysa dlya detey doshkolnogo vozrasta v kurse algoritmiki s ispolzovaniem sistemy PictoMir [Features of the Implementation of the Human-Machine Interface for Preschool Children in the Course of Algorithms Using the PictoMir System]*, 2020, 1 pp. (in Russian). (<https://rffi.1sept.ru/article/159>).

## Результаты и оценивание\*

М.Ю. Демидова, Е.Ю. Карданова, Р.Б. Куприянов, В.И. Снегурова, Р.С. Сулейманов, Д.А. Федерякин

Образовательное сообщество и все общество уходят от экзаменационных и тестовых процедур. Сильные стороны и существенные дефициты человека выявляются на цифровой платформе в процессе образования и применения его результатов. Они становятся основой для принятия решения образовательной организацией или работодателем. Это не исключает возможности демонстрации высшего достижения в условиях экзамена или олимпиады, что может оказаться главным аргументом в продвижении человека.

**Ключевые слова:** экзамен, тест, применение результатов, цифровая платформа, демонстрация достижений.

\*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты №№19-29-14080, 19-29-14110, 19-29-14216, 19-29-14229 и 19-29-14230).

### Проектирование структуры и содержания цифрового инструментария для оценки учебных достижений по физике в системе общего образования

Цифровизация образования требует научно-методического обоснования цифровизации инструментария для оценки учебных достижений по разным предметам в системе общего образования, в том числе и по физике.

В рамках исследования проверяется гипотеза о том, что цифровой инструментарий для итоговой аттестации по физике за курс среднего общего образования будет обеспечивать получение объективной и надежной информации о качестве учебной подготовки по физике и соответствовать современным требованиям цифровизации образования, если:

- за счет изменения требований к предметным результатам по физике будет разработан конструкт для итоговой аттестации, учитывающий требования цифровизации образования;
- за счет изменения структуры модели заданий будет обеспечен учет использования цифровых компетенций;
- за счет изменения типологии заданий будет обеспечена полнота инструментария по отношению к цифровым ресурсам;

— модель инструментария для итоговой аттестации будет валидна по отношению к предметным результатам по физике, учитывающим цифровые компетентности, обеспечивать дифференциацию обучающихся по группам подготовки и интерпретацию результатов; качество заданий и измерительных материалов будет удовлетворять требованиям к статистическим характеристикам тестовых заданий и педагогических тестов.

Научная новизна исследования заключается в создании концепции цифрового инструментария для оценки учебных достижений по физике, включая оптимизацию предметного содержания с учетом цифровых компетенций. Исследование опирается на методы теоретического анализа, педагогических измерений, моделирования инструментария.

Разработана концепция проектирования цифрового инструмента-



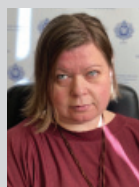
**ДЕМИДОВА**  
**Марина Юрьевна**  
Федеральный институт педагогических измерений



**КАРДАНОВА**  
**Елена Юрьевна**  
Директор Центра психометрики и измерений в образовании НИУ ВШЭ



**КУПРИЯНОВ**  
**Роман Борисович**  
Московский городской педагогический университет



**СНЕГУРОВА**  
**Виктория Игоревна**  
Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена



**СУЛЕЙМАНОВ**  
**Руслан Сулейманович**  
Московский городской педагогический университет



**ФЕДЕРЯКИН**  
**Денис Александрович**  
НИУ Высшая школа экономики

рия для аттестации по курсу физики 10–11 классов. Переход к цифровому инструментарию изменяет содержание оценки и расширяет перечень предметных результатов за счет введения цифровых компетенций. Выделена специальная цифровая компетенция по работе с цифровыми измерительными приборами, которая должна формироваться при обучении физике и включать в себя понимание принципиальной схемы измерения, осуществляемого с помощью цифрового прибора, умения считывать показания, анализировать и преобразовывать информацию.

Проведено обновление предметных результатов с учетом современных тенденций усиления методологической составляющей и широкого использования заданий практико-ориентированного характера. Разработан кодификатор для проведения итоговой аттестации по курсу физики базового уровня, включающий обновленные предметные результаты, группу умений цифровой компетенции по работе с цифровыми приборами и группу пользовательских цифровых компетентностей.

Усовершенствована структура модели задания, используемая в процессе разработки банков заданий. В блок содержательных характеристик внесены указание на цифровые компетенции и на цифровые ресурсы, введена характеристика «уровень освоения предметного результата». Разработаны типологии цифровых заданий по физике: по форме ответа и по видам цифровых ресурсов, используемых в заданиях.

Предложена структура цифрового инструментария для аттестации по физике (в формате ВПР), которая обеспечивает: валидность по отношению к обновленному спектру предметных результатов; дифференциацию обучающихся по четырем уровням подготовки за счет использования заданий разного уровня сложности; интерпретацию результатов по двум направлениям: инди-

видуальная оценка качества предметной подготовки по физике и качество предметной подготовки в образовательной организации.

Разработаны четыре варианта для первичной апробации инструментария. Все задания и варианты прошли две содержательных и текстологическую экспертизы и отвечают требованиям качества, предъявляемым к тестовым заданиям. В апробации приняло участие 992 учащихся 11 классов из 52 образовательных организаций г. Москвы. Анализ результатов апробации показал, что учащиеся хорошо справляются с заданиями на выбор ответа из выпадающего списка, выбор путем выделения элементов ответа или перетаскивания объектов без использования мультимедийных ресурсов; на ожидаемом уровне школьники выполняют задания с использованием видеофрагментов на распознавание физических явлений и описание их свойств. Дефициты касаются использования справочных данных в цифровом формате, выполнения заданий на проверку методологических умений с использованием видеофрагментов различных опытов.

Результаты исследования являются основой для совершенствования содержания образования по физике в условиях его цифровизации. Обновленные требования к предметным результатам по физике с учетом цифровых компетенций целесообразно учесть при обновлении ФГОС СОО, а кодификатор для проведения итоговой аттестации – при разработке новой примерной программы по физике и при проектировании тематических и итоговых оценочных процедур для 10–11 классов различного уровня. Типология цифровых заданий по физике и разработанные модели заданий могут стать основой для обеспечения полноты и валидности конструкта при создании открытых банков заданий по физике (включая банки ОГЭ, ВПР и ЕГЭ) [1].

Полученные результаты позволят учителям совершенствовать аппарат усвоения курса физики с учетом цифровых реалий; использование заданий, разработанных по предложенным в исследовании моделям с применением цифровых ресурсов, позволят изменить подходы к формирующему и тематическому оцениванию, способствовать формированию цифровых компетенций обучающихся.

Использование цифровых процедур оценки учебных достижений рассматривается отечественными учеными преимущественно с точки зрения повышения эффективности и экономичности процедуры тестирования, возможности генерации индивидуальных тестов, автоматической обработки результатов и получения статистических данных для последующего анализа результатов. Оценочные процедуры

в компьютерной форме базируются на конструкте для «бумажного» инструментария и не учитывают в полной мере возможности мультимедийных ресурсов для проверки умений, которые невозможно оценить в бумажном варианте.

Наиболее передовой опыт компьютерного тестирования в естествознании связан с проведением сравнительных международных исследований PIRLS, TIMSS и PISA. Здесь можно отметить использование видеофрагментов, гипертекстов, анимаций процессов, а также важного для физики шаблона для интерактивного параметрического задания: учащийся проводит модельное экспериментальное исследование, может изменять два или три параметра и получать результаты для последующей интерпретации.

### **Использование контекстной информации и информации из цифровой среды оценивания при измерении индивидуального прогресса учащихся начальной школы с помощью цифровых технологий**

Проект направлен на изучение возможностей психометрического моделирования коллатеральной информации (КИ) при анализе данных образовательного тестирования. КИ – это информация, которая не является ответами на задания теста, но сопутствует им: время решения, попытки решения заданий, социально-демографические характеристики респондентов, характеристики заданий и т. д. Эту информацию очень удобно собирать в компьютерном тестировании автоматически.

Включение КИ в психометрическую модель не должно менять оригинальную интерпретацию способности, а лишь только повышать надежность измерения (уменьшать стандартную ошибку оценки параметров модели). Поскольку интерпретация определяется структурой измерительной модели, для обработки коллатеральной информации необходимо выбирать или разрабатывать такие модели, которые сохраняют интерпретацию более простых моделей, ориентированных на обработку только правильности ответов. Например, при включении времени ответов в психометрическую модель время может не быть коллатеральной информацией. Это возможно, если интерпретация используемой модели подразумевает, что «скоростность» респондентов определяет правильность ответов, а изначальная способность – это мера тех различий между респондентами, которые не объясняются скоростью их ответов. То есть из этих различий «уходит» та доля различий, которая связана, например, с тем, что более сильные респонденты могут делать задания быстрее.

Таким образом, анализ коллатеральной информации определяется не только тем, какая именно информация о респондентах собирается, но и способом ее обработки, который задает интерпретацию параметров.

В рамках проекта впервые в психометрике дается формальное определение коллатеральной информации. Мы определили ее, используя контрастный пример – целевую информацию (ответы на задания). В этом свете КИ – это любая информация о процессе тестирования и объектах психометрического измерения, которая не имеет теоретического обоснования; удобна в сборе, особенно в компьютерном тестировании; обрабатывается с помощью психометрических моделей, которые имеют такую же интерпретацию способности, как модели для только целевой информации.

На основе этого определения впервые была проведена систематическая классификация источников КИ. Поскольку структура модели, в которой происходит обработка, является частью определения КИ, одни и те же данные, в зависимости от способа обработки, могут являться как КИ в одной модели, так и видом целевой информации в другой. Это также означает, что классификация моделей, в которых происходит обработка КИ, может задать и классификацию самой КИ. В силу того, что доминирующей парадигмой обработки результатов образовательного тестирования является современная теория тестирования, мы использовали классификацию этих моделей и для КИ. Это позволило нам выделить следующие типы КИ:

- о респондентах (социально-демографические данные, другие латентные характеристики, предыдущие замеры в моделировании образовательного прогресса);
- о заданиях (различные атрибуты заданий – от формата ответа до способа презентации задания);



— о взаимодействии респондентов и заданий (время решения, попытки решения, стратегии решения, процессные данные из журнала событий и т. д.) [2].

Мы также показали, как КИ может быть использована для повышения валидности выводов о респондентах: на этапах от разработки теоретической рамки теста до анализа сценарных заданий и выбора психометрических моделей, используемых для обработки результатов измерения.

Наконец, мы показали, что существуют способы обработки композитных измерений (в которых целевая характеристика является некоторой общей причиной баллов по нескольким более низкоровневым способностям), где части, из которых складывается итоговый композит, служат КИ друг для друга. Здесь мы смогли решить мировую психометрическую проблему, существовавшую с 1937 г. в бифакторном моделировании (моделях, которые одновременно оценивают тестовый балл как по общему фактору-композиту, так и по его частям). Мы показали, что существуют способы сделать конфирматорные бифакторные модели, которые были заданы как ортогональные (то есть ни один балл не мог коррелировать ни с одним другим), полностью косоугольными. Это позволяет полностью правомерно интерпретировать специфические факторы из бифакторных моделей как части общей способности.

Результаты проекта сугубо методологические. Они лягут в основу мониторинговых исследований качества образования нового поколения. Они позволяют повысить надежность образовательных измерений, используя минимальное количество целевых поведенческих индикаторов – выдавать точную оценку уровня способности ученика после ответов всего на несколько заданий за счет использования КИ. Это важно в начальной школе, когда объем допустимой когнитив-

ной нагрузки на учеников очень мал, и длинные тесты могут приводить к «искусственному» занижению уровня способности в силу быстрой утомляемости учеников. Результаты позволяют проводить надежные измерения, соответствующие нормам СанПиН. В средней школе, за счет сокращения длины теста, результаты позволят сохранять мотивацию учеников к тестированию с низкими ставками. Тем не менее, использование этих результатов требует полного использования возможностей компьютерного тестирования и разработки платформ компьютерного тестирования, способных к сбору и обработке такой информации.

Психометрики давно заинтересованы в использовании не только правильности ответов на задания, но и в дополнительных видах информации. Тем не менее, только с повсеместным развитием компьютерных технологий стало возможным массово собирать и использовать всяческие дополнительные виды информации – от социально-демографических характеристик респондентов до процессных данных о решении заданий. Тем не менее, использование такой информации требует осторожности и преодоления большого количества методологических вызовов. Современные исследователи предлагают множество новых моделей для всё более сложных данных. Однако в большинстве случаев эти модели служат как вспомогательные – их структура и интерпретация настолько специфичны, что их применяют почти исключительно только для получения дополнительных свидетельств валидности выводов о респондентах: кластеризации, сравнения, выделения стратегий решения и т. п. Использование коллатеральной информации в соответствии с ее определением является относительно консервативным направлением психометрической практики, тем не менее широко применяющейся, например, в междисциплинарных сравнительных исследованиях качества образования.

#### **Разработка методологии анализа и прогнозирования цифровой персональной траектории развития на основе алгоритмов интеллектуального анализа данных и машинного обучения**

Одной из фундаментальных научных задач образования является задача оценивания образовательных успехов обучающегося. Традиционная система, предполагавшая пятибалльное оценивание, давно устарела, хотя и продолжает применяться в образовательных организациях. Учебные заведения и государство активно обсуждают смену подхода к оцениванию посредством балльных систем и переход



к новым методам. Однако существующая фундаментальная база, предлагающая цифровое портфолио в качестве альтернативы балльно-рейтинговым системам, не в полной мере удовлетворяет современным требованиям рынка труда и социальной сферы, заложенным в программе «Цифровая экономика Российской Федерации». Обучение должно в жизнь требует соответствующего подхода и к системе оценивания сформированности компетенций.

Ответом на современные вызовы становится оценивание посредством персональной траектории развития, фиксирующей достижения человека на протяжении всего жизненного пути. Современные достижения в области информационных технологий позволяют обеспечить данную трансформацию за счет как новых возможностей по фиксации (текст, аудио и видео) достижений человека, так и новых подходов и методов к анализу данной информации (большие данные, data mining).

В то же время вопросы формирования, анализа и прогнозирования цифровых персональных траекторий развития остаются неизученными.

Фундаментальной задачей настоящего исследования является разработка методологии для анализа и прогнозирования цифровой персональной траектории развития.

Применяются междисциплинарные методы, характерные для педагогики, цифровизации образования, искусственного интеллекта.

Научная обоснованность разработанной методики будет гарантироваться применением методов и подходов интеллектуального анализа данных и машинного обучения, доказавших свою эффективность на практике.

Практическая применимость данной методики обеспечивается за счет ее практической апробации в ходе исследования.

За время работы над проектом удалось выполнить следующие исследовательские задачи:

- провести анализ современных и перспективных российских и зарубежных подходов к построению цифровых траекторий развития и подходов к их анализу и прогнозированию;
- определить и формализовать сценарии использования цифровых персональных траекторий развития в образовании;
- разработать концепцию использования методов и подходов интеллектуального анализа образовательных данных и машинного обучения для анализа и прогнозирования цифровых траекторий развития (далее – концепция);
- разработать модель анализа и прогнозирования цифровой персональной траектории развития на основе алгоритмов интеллектуаль-

ного анализа образовательных данных (далее – модель);

- разработать и апробировать программное решение для первичного анализа цифровой персональной траектории развития (далее – программное решение).

В ходе работы были выявлены серьезные проблемы. Так, большинство современных электронных систем управления обучением не позволяют собирать, хранить и обрабатывать детальную информацию о ходе выполнения учебных заданий учащимся (данные о движении мышки, перемещении объектов учебного задания, последовательности выполняемых действий и др.). Сбор и хранение детальной информации о ходе выполнения учебных заданий каждым учащимся требует разработки новых механизмов такого сбора и хранения в силу высокой вычислительной нагрузки и крайне высокой скорости роста объема данных.

Данные проблемы удалось решить за счет разработки новых механизмов сбора, хранения и обработки данных, ориентированных на задачу построения персональной траектории развития учащихся на основе данных об их действиях в электронных системах обучения. Важным аспектом при решении первой проблемы стало взаимодействие с проектом РФФИ №19-29-14230 («Фундаментальные основы построения систем обратной связи и оценивания при помощи цифровых технологий»), в рамках которого разрабатывается цифровая система обучения, позволяющая собирать детальную информацию о ходе выполнения учебных заданий учащимся.

Одним из ключевых результатов исследования стала концепция, которая описывает основных участников, источники данных для построения прогнозных моделей, а также основные точки применения методов машинного обучения, влияющих на принятие учащимися решений о дальнейших шагах.

Важным результатом работы 2021 г. стала разработанная модель, включающая описание методов интеллектуального анализа данных и машинного обучения, используемых для анализа и прогнозирования цифровой персональной траектории развития на основе алгоритмов интеллектуального анализа образовательных данных и машинного обучения и программных инструментов их реализации.

Практическим результатом исследования стало применение разработанного программного решения, что позволило провести анализ траекторий учащихся при прохождении учебных курсов, выявить закономерности и сформировать предварительные рекомендации как для учащихся, так и для разработчиков учебных курсов.

Разработанные на текущий момент концепция и модель позволяют построить на их основе адаптированное под требования современной школы программное решение для анализа и прогнозирования цифровых персональных траекторий развития учащихся.

Реализованные на данном этапе и дальнейшие программные решения могут быть использованы в виде встраиваемых в действующие цифровые системы обучения школы подсистем для обеспечения процесса формирования и управления персонализированным обучением.

Дальнейшие результаты исследования в виде методологии для анализа и прогнозирования цифровой персональной траектории развития позволят системно и комплексно подходить к построению и использованию цифровых персональных траекторий развития в учебном процессе.

По результатам проведенного анализа смежных научных работ можно сделать вывод, что в настоящее время отсутствует целостная методология анализа и прогнозирования цифровой персональной траектории развития. Существующие

исследования, связанные с разработкой новых алгоритмов, направлены на решения частных задач. При этом не представляются требований, условий и ограничений для применения полученных решений. Отсутствие комплексного подхода и методологии позволяет лишь частично решать задачи из области построения цифровых траекторий в образовании. На основе имеющихся точечных решений также не представляется возможным провести разработку конечного продукта и создать программно-техническое решение, направленное на анализ и прогнозирование цифровой персональной траектории развития, учитывающей внешние и внутренние требования участников и заинтересованных сторон образовательного процесса.

### **Электронная система адаптивного тестирования образовательных результатов по математике, информатике и предметам естественнонаучного цикла на основе когнитивных особенностей обучающихся**

Проект направлен на проектирование системы адаптивного тестирования образовательных результатов обучающихся средней школы по математике, информатике и предметам естественнонаучного цикла.

Основная идея проекта заключается в использовании психологических знаний как основы для конструирования тестовых заданий адаптивного теста, когда адаптация осуществляется в двух направлениях, одно из которых связано со спецификой учебного предметного и метапредметного материала, а второе – с когнитивными особенностями обучающихся. Из последних определяющими для адаптации обучающихся являются когнитивные стили и модальности.

Наше видение адаптивного тестирования направлено на выявление образовательных результатов по математике, информатике и предметам естественнонаучного цикла через решение задач, а не только проверку усвоения понятий, как во многих исследованиях; через учет стилевых особенностей, значимых при восприятии предметного содержания и при решении предметных задач, а не только стилия учения. Это позволит выявить образовательные результаты максимально точно.

Продуктом, на получение которого направлен проект, является электронный ресурс, реализующий систему адаптивного тестирования [3].

Актуальность исследования обусловлена отсутствием разработок, посвященных проектированию систем адаптивного тестирования для средней школы с учетом специфики предметного содержания,

которые помимо адаптации к уровню усвоения, воспроизведения учебного содержания, учитывали бы еще индивидуальные когнитивные особенности обучающегося.

В процессе реализации проекта предполагается использование тест-мейкера на этапе выявления когнитивных стилей обучающихся, ориентация на которые целесообразна при конструировании системы адаптивного тестирования, типов тестовых заданий, сконструированных на основе учета когнитивных особенностей обучающихся.

В течение двух лет работы над проектом были проведены исследования, связанные с выявлением влияния стилевых особенностей учащихся на эффективность усвоения предметного содержания и демонстрации достигнутых результатов:

- ведущий канал восприятия (аудиальный, визуальный, кинестетический);
- преобладание интуитивного или логического подхода к решению задач;
- преобладание синтетического или аналитического подхода к решению задач.

Далее был сделан вывод о том, что выделенные стилевые особенности обучающихся коррелируют с формами представления информации в заданиях.

Таким образом, в результате теоретических и экспериментальных исследований были получены выводы, которые позволили выбрать основания конструирования адаптивных тестов, учитывая приоритетную форму представления информации (вербальная, образно-графическая и символная), сложность заданий, время выполнения задания.

Были выделены и описаны уровни сложности тестовых заданий:

- первый уровень сложности (представленные в какой-то определенной форме и не предполагающие перевода информации из одной формы представления информации в другую);
- второй уровень сложности (предполагается использование двух форм представления информации и переход от одной формы к другой);
- третий уровень сложности (использование трех форм представления информации и свободный переход от одной формы к другой).

Разработанная модель системы адаптивного тестирования включает пять блоков: диагностический, концептуальный, процессуальный, нормативный, комбинированный.

Цель диагностического блока – определить приоритетность восприятия информации. Для этого используются готовые методики, не зависящие от предметного содержания, например, «Обзор стиля обучения» Ребекки Л. Оксфорд, опросник сти-

ля учебной деятельности (Learning Styles Questionnaire, LSQ).

В рамках концептуального блока предлагаются задания первого уровня сложности, направленные на диагностику знания фактов.

Процессуальный блок включает задания первого уровня сложности, направленные на диагностику элементарных умений.

Нормативный блок содержит задания второго уровня сложности, направленные на диагностику комбинированных умений.

Комбинированный блок содержит задания, требующие демонстрации более сложных, комплексных, умений. Это задания третьего уровня сложности.

Были разработаны алгоритм предъявления заданий в тесте и технология реализации системы. В качестве основной технологии разработки с целью обеспечения выполнения неблокирующих запросов была выбрана асинхронная программная платформа Node.js. Для размещения прототипа системы были осуществлены работы по подготовке инфраструктуры и хостинга, проектированию базы данных тестовых заданий адаптивного тестирования, развертыванию системы аутентификации и предварительному тестированию.

Также разработаны рубрикатор системы по математике, физике, химии и наборы задач (около 300 заданий).

Диагностика образовательных результатов – то, что традиционно отнимает много времени и сил учителя. Автоматизированное тестирование частично снимает эту нагрузку, но часто не позволяет поставить точный диагноз: что не усвоено учеником, а, самое главное, в чем причина пробела. Основное предположение авторов проекта заключается в следующем: спроектированная система адаптированного тестирования позволит максимально полно и эффективно выявить уровень образовательных резуль-

татов обучающихся и спроектировать индивидуальный маршрут их коррекции за счет комбинации разных оснований адаптации системы. Результатом систематического использования системы тестирования в процессе обучения станет не только констатация уровня достигнутых результатов и выделение имеющихся пробелов, но, в первую очередь, индивидуальные рекомендации для дальнейшей работы. Это, в свою очередь, приведет к повышению успешности учащихся при освоении ими содержания математики, информатики и предметов естественнонаучного цикла.

Аналогов проектируемой системы адаптивного тестирования образовательных результатов нам обнаружить не удалось.

В настоящее время реализуются разные системы компьютерного адаптивного тестирования (КАТ).

Наиболее распространенными и часто реализуемыми подходами при разработке систем адаптивного тестирования являются:

- адаптация по количеству предъявляемых тестовых заданий (доступ к следующему тестовому заданию или блоку тестовых заданий осуществляется только в случае выполнения предыдущего тестового задания или блока тестовых заданий);
- адаптация по времени выполнения теста (ограничение времени выполнения как всего теста, так и отдельных тестовых заданий или блоков тестовых заданий, для которых может быть установлено разное время выполнения);
- по уровню сложности тестовых заданий или вопросов.

Ни в одной из рассмотренных нами систем тестирования когнитивные особенности и форма представления учебного содержания не рассматривается в качестве основания конструирования тестовых заданий.

### Фундаментальные основы построения систем обратной связи и оценивания при помощи цифровых технологий

Проект обращен к проблеме фундаментальной трансформации обратной связи и оценивания в общем образовании. Эта трансформация стала возможной благодаря цифровым технологиям. Обратная связь от учителя к ученику и от ученика к учителю является основой образовательного процесса – социального, как подчеркивает Л.С. Выготский. Без человеческого компонента этой связи образовательный процесс распадается. При этом форматы такой связи, предлагаемые традиционной школой, ущербны по определению. Попытками их «ремонта», усовершенствования становятся безоценочная система, накопительное оценивание, формирующее оценивание, многокритериальное экспертное (rubric-based), аутентичное (authentic), встроенное (embedded) оценивание и другие. Однако стандартная пятибалльная (в реальности же трехбалльная) система по-прежнему преобладает в нашей школе. Построенные на принципах бихевиоризма традиционные системы программированного обучения, как и современные их версии тестовых систем, справедливо критикуются за исчезновение в них именно человеческого компонента, равно как и персонализации, на которую они и должны были бы ориентироваться.

Однако именно цифровые технологии могут принципиально повысить эффективность обратной связи и оценивания в образовательном процессе, а значит и эффективность всего процесса. Решающими при этом оказываются следующие факторы:

- улучшение – подлинный смысл обратной связи, усилия по улучшению работы – адекватны для цифрового объекта;
- синхронизированность коммуникации – учитель получает для рассмотрения работу учащегося, сразу, как только она выполнена, может получить реакцию на свои действия, как только они совершаются;
- возможность работы нескольких учителей с одной работой учащегося;
- цифровая траектория, сохраняющая реальную деятельность, резко снижает вероятность ошибки, фальсификации и так далее.

Все эти возможности должны быть внедрены в каждой современной цифровой платформе персонализированного образования.

К наиболее значимым результатам проекта на настоящий момент можно отнести:

- методические рекомендации по проектированию подсистем хранения и обработки баз



- данных оценочных средств, используемых при оценивании;
- методические рекомендации по проектированию цифровых решений, использующихся при оценивании;
  - методические рекомендации по проектированию цифровых решений, направленных на предоставление обратной связи обучающимся по результатам оценивания;
  - разработку минимальной значимой версии (MVP) многофункционального программного прототипа информационной системы обратной связи и проведения оценивания.

Разработанные методические рекомендации систематизируют научные знания в области проектирования информационных систем и цифровых решений для обратной связи и проведения оценивания и позволяют обеспечить системность и комплексность разработки и применения информационных систем и цифровых решений, использующихся для обратной связи и проведения оценивания учеников школ.

Разработка данных методических рекомендаций стала возможной благодаря проведению комплексного всестороннего анализа предметной области. Так, в первый год работы были проведены:

- анализ современных и перспективных подходов к проведению оценивания учеников школы в Российской Федерации;
- анализ современных и перспективных российских и зарубежных подходов к использованию цифровых решений для обратной связи и при проведении оценивания;
- описание процесса проведения оценивания с применением современных цифровых технологий;
- разработка перечня функциональных возможностей информационных систем, использующихся для обратной связи и проведения оценивания в России и за рубежом;
- анализ перечня функциональных возможностей информационных систем, использующихся для обратной связи и проведения оценивания в России и за рубежом, на предмет выявления минимальных функциональных возможностей для подобных систем.

Ключевой задачей проекта является разработка многофункционального программного прототипа информационной системы обратной связи и проведения оценивания, что позволит провести практическую апробацию разрабатываемой методики.

Используя разработанные методические рекомендации, были реализованы следующие программные классы многофункционального программного про-

тотипа информационной системы обратной связи и проведения оценивания:

- интерфейсы (основная панель рисования, панель навигации по заданиям, панель инструментов);
- инструменты (инструмент сохранения, загрузки заданий, ручка, ластик, заливка, штамп, лапка);
- служебные классы (инструмент истории, набор утилит для расчета координат и положений объектов, для формирования объектов из заданий).

Разработанные программные классы позволяют обеспечить новый подход к оцениванию и обратной связи, основанный на автоматическом анализе информации о ходе и результатах выполнения учебных заданий учащимся.

Разрабатываемый многофункциональный программный прототип информационной системы обратной связи и проведения оценивания может быть интегрирован в цифровую платформу обучения школы или использоваться как самостоятельное цифровое решение.

Разработанные методические рекомендации могут использоваться для проектирования и разработки законченного программного инструментального средства для обратной связи и проведения оценивания учащихся школ.

Дальнейшие результаты исследования в виде методики проектирования информационных систем обратной связи и проведения оценивания могут быть использованы для разработки информационных систем и цифровых решений для обратной связи и проведения оценивания учащихся школ, обеспечивая системный и комплексный подход при проектировании технических решений такого рода.

Проведенный анализ исследований показал, что в настоящее время, несмотря на распространенность систем управления обучением, от-



существует единый подход к использованию, а главное к развитию и разработке таких систем. Нет единой методологии проектирования цифровых решений, использующихся для оценивания и предоставления обратной связи.

## Литература

1. **М.Ю. Демидова, Е.Е. Камзеева**  
В Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: Мат. V Межд. науч. конф. (РФ, Красноярск, 21–24 сентября 2021), Ч. 1, под ред. М.В. Носкова, РФ, Красноярск, СФУ, 2021, с. 135–139. (<https://conf.sfu-kras.ru/DTE-2021/proceedings>).
2. **Д.А. Федерякин, И.Л. Углонова, М.А. Скрыбин**  
*Вестн. Том. гос. ун-та*, 2021, №465, 179.  
DOI: 10.17223/15617793/465/24.
3. **В.И. Снегурова, Н.С. Подходова**  
*Современные проблемы науки и образования*, 2021, №5, 9 с.  
DOI: 10.17513/spno.31168.

English

## Results and Evaluation\*

**Marina Yu. Demidova**  
Federal Institute  
of Educational Measurement  
19-1 Presnensky Val Str.,  
Moscow, 123557, Russia  
79035095808@yandex.ru

**Elena Y. Kardanova**  
Director of the Centre for Psychometrics  
and Measurement in Education,  
NRU Higher School of Economics  
16-10 Potapovsky Lane,  
Moscow, 101000, Russia  
ekardanova@hse.ru

**Roman B. Kupriyanov**  
Moscow City University  
4-1 2nd Selskokhozyastvenny Pass., Moscow,  
129226, Russia  
kupriyanovrb@yandex.ru

**Victoria I. Snegurova**  
A.I. Herzen State  
Pedagogical University of Russia  
48 Riv. Moyka Emb.,  
St. Petersburg, 191186, Russia  
snegurova@bk.ru

**Ruslan S. Suleimanov**  
Moscow City University  
4-1 2nd Selskokhozyastvenny Pass.  
Moscow, 129226, Russia  
mail@ruslan.cc

**Denis A. Federiakin**  
NRU Higher School of Economics  
16-10 Potapovsky Lane,  
Moscow, 101000, Russia  
dafederiakina@hse.ru

## Abstract

The educational community and the whole society are moving away from examination and test procedures. The strengths and significant deficiencies of a person are identified on a digital platform in the process of education and application of its results. They become the basis for decision-making by an educational organization or employer. This does not exclude the possibility of demonstrating the highest achievement in an exam or educational contests which may be the main argument in promoting a person.

**Keywords:** exam, test, application of results, digital platform, demonstration of achievements.

\*The work was financially supported by RFBR (projects 19-29-14080, 19-29-14110, 19-29-14216, 19-29-14229 and 19-29-14230).

## References

1. **M. Yu. Demidova, E. E. Kamzееva**  
In *Informatizatsia obrazovania i metodika elektronogo obuchenia: tsifrovye tekhnologii v obrazovanii: Mat. V Mezhd. nauch. konf. (RF, Krasnoyarsk, September 21–24, 2021) [Proc. V Int. Conf.: Informatization of Education and e-Learning Methodology: Digital Technologies in Education]*, Vol. 1, Ed. M.V. Noskov, RF, Krasnoyarsk, SFU Publ., 2021, pp. 135–139 (in Russian). (<https://conf.sfu-kras.ru/DTE-2021/proceedings>).
2. **D.A. Federyakin, I.L. Uglanova, M.A. Skryabin**  
*Tomsk State University J. [Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta]*, 2021, №465, 179 (in Russian).  
DOI: 10.17223/15617793/465/24.
3. **V.I. Snegurova, N.S. Podhodova**  
*Sovremennye problemy nauki i obrazovania [Modern Problems of Science and Education]*, 2021, №5, 9 pp. (in Russian).  
DOI: 10.17513/spno.31168.

## Родители, воспитание, безопасность, мораль и этика цифрового мира\*

Е.В. Викторова, В.Л. Назаров, С.А. Румянцев, А.И. Медведев

В цифровом мире многие взрослые видят только новые риски для детей и родителей. Но в нем постоянно формируются и новые возможности взаимопонимания, сближения, сотрудничества в семье.

Задача взрослых – содействовать формированию у ребенка представления о видимости всех поступков и сохранении их в цифровой среде. Одновременно – в императиве значимости и неприкосновенности личности другого, защищенности себя от вторжения, возможности раскаяния и прощения. Принципы цифровой морали, этики и закона, относящиеся к сохранению и использованию информации, еще не созданы, но все более и более необходимы.

Развитие деструктивных цифровых зависимостей, нарушений высших психических функций ребенка предотвращается вовлечением детей в реальную жизнь, предполагающую гармонию ребенка с виртуальным и реальным миром.

**Ключевые слова:** взаимопонимание, сотрудничество, неприкосновенность личности, риск, сохранение и использование информации, цифровая зависимость.

\*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты №№19-29-14014, 19-29-14176 и 19-29-14194).

### Информационное воздействие на личность в условиях цифровизации культуры и образования как импрессионг: риски и потенциал

В рамках проекта исследуется одна из фундаментальных проблем взаимодействия человека с цифровой средой – возникновение слабо поддающихся внешнему контролю импрессионговых ситуаций. Научная значимость и новизна проекта состоят в том, что импрессионг является одним из тех феноменов, в случае с которым фундаментальная наука серьезно отстает от социальных практик, не успевая обеспечивать их надежным теоретико-прикладным инструментарием.

Основными задачами исследования являются описание механизма и выявление социокультурных и психологических предикторов подростково-юношеских импрессионгов, возникающих

в условиях цифровизации культуры и образования. Импрессионг трактуется как информационное воздействие среды, оставляющее пролонгированный след в памяти и детерминирующий деятельность личности. Основные рабочие гипотезы исследования состоят в предположении о том, что в условиях цифровизации культуры и образования «цифровые» импрессионги происходят чаще «нецифровых»; предикторами импрессионга могут выступать сочетания социокультурных и психологических факторов его возникновения.

Исследование является междисциплинарным, поскольку предполагает системное изучение механизма



**ВИКТОРОВА**  
Елена Викторовна  
Пензенский государственный университет



**НАЗАРОВ**  
Владимир Лазаревич  
Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина



**РУМЯНЦЕВ**  
Сергей Александрович  
член-корреспондент РАН, профессор, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава России



**МЕДВЕДЕВ**  
Алексей Игоревич  
Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева

импрессинга с использованием психолого-педагогических, социологических и статистических методов. К ожидаемым результатам реализации проекта, кроме фундаментального изучения механизма импрессинга, относятся получение систематизированных данных о рисках его скрытого функционирования, о возможности корректировки импрессинговых воздействий на личность, а также формирование прогноза импрессингового влияния цифровых ресурсов на стремление подростков к определенным видам деятельности.

На текущий момент в исследовании уже достигнуты значительные результаты.

Нами предложен новый взгляд на импрессинг как на один из инструментов программирующей функции культуры: импрессинг представлен как инструмент генерирования новых культурных программ, в отличие, например, от социального импринтинга, участвующего в трансляции уже готовых программ.

Уточнена модель импрессинга. Она включает в себя следующие элементы:

наследственность → критический период онтогенеза → ситуация эмоциональной уязвимости → социокультурное воздействие → впечатление → ценность деятельности (увлечение).

Была раскрыта специфика функционирования импрессинга на индивидуально-групповом уровне – в рамках определенной социокультурной среды (например, семейной, образовательной); описаны структурные компоненты культурной среды, свойства которых имеют значение в возникновении импрессинга: символическая деятельность лиц ближайшего окружения, нормативность поведения, речь.

Удалось разработать типологию импрессингов. На основе теоретико-эмпирического анализа дифференцированы типы импрессингов по отношению к социальной действительности (импрессинг реальной действительности и импрессинг виртуальной действительности), по использованию цифровых средств («цифровой», «нецифровой»), по уровню культуры (импрессинг «высокой» культуры, импрессинг повседневности), по социальным последствиям (позитивный, негативный) и др.

Эмпирическим путем выявлено, что «цифровые» импрессинги не преобладают над «нецифровыми». «Цифровые» импрессинги составляют 11,3% от общего числа импрессингов. Таким образом, первая гипотеза опровергнута. Однако выяснено, что роль цифровой среды велика в реализации результатов импрессинга – реализации деятельности (увлечения), активированной им. В поисках информации



Рис. 1. Обстоятельства, при которых был пережит импрессинг (по данным эмпирического исследования с участием обучающихся в возрасте 11–14 лет).

о своем увлечении 44.2% подростков обращаются к интернету. При этом поддержку в своем увлечении подростки склонны искать не в виртуальной среде, а в реальной – у родителей и друзей [1].

Эмпирически выявлено, что образовательные цифровые ресурсы не обладают потенциалом импрессионга в отличие от коммуникационных и развлекательных ресурсов. Также выявлена такая особенность использования подростками цифровых ресурсов, как синкретичность (неразделенность функций): подростки предпочитают те ресурсы, которые обеспечивают одновременно общение, получение информации, развлечение. Импрессионговый потенциал таких ресурсов наиболее высок по сравнению с другими.

Эмпирически выявлено, что роль образовательной среды в возникновении подростковых импрессионгов невелика: общение с учителем как источник импрессионга отмечается в 2.9% случаев. Импрессионги, пережитые подростками в учебно-воспитательном процессе с использованием цифровых средств, составляют 1.4% (рис. 1).

На основе теоретико-эмпирического анализа выявлены факторы возникновения и реализации потенциала импрессионга, которые обладают прогностическими свойствами и, следовательно, в определенных сочетаниях могут выступать предикторами импрессионга. Описаны социокультурные и социально-психологические факторы, на основе которых сконструированы и в настоящее время подвергнуты эмпирической проверке две группы предикторов импрессионга: общевозрастные и индивидуальные.

Промежуточные результаты исследования позволяют говорить о том, что роль школы и учителей в возникновении подростковых импрессионгов очень незначительна. Еще меньше она в случае с «цифровыми» импрессионгами. Такая ситуация рассматривается нами не только как методическое упущение (потенциал импрессионга не используется), но и как один из факторов отдаления школы от реальной жизни подростков (той, которая действительно увлекает). Исследование нацелено на расширение представлений школьных учителей о механизмах возникновения увлечений подростков, о значении доверительного, свободного, мотивированного использования интернета и цифровых средств в целях реализации подростками своих увлечений, в том числе и в школьной среде. Результаты исследования могут быть применены в дидактических целях учителями-предметниками, в воспитательных целях классными руководителями, школьными психологами в работе с обучающимися и их родителями.

Современные исследования импрессионга в системе социогуманитарного знания малочисленны и носят мозаичный характер; термин, обозначающий его, рассматривается как неоднозначный наряду с одним из синонимов – «социальным импринтингом». Функционирование импрессионга, в том числе в условиях цифровизации культуры и образования, в настоящее время в основном остается вне поля зрения исследователей. Поскольку истоки изучения импрессионга как вариации импринтинга обнаруживаются в зоопсихологии, постольку описание его механизма дается прежде всего в исследованиях психофизиологического и нейропсихологического направлений (Боулби Д., Лири Т., Понугаева А.Г., Прибрам К., Хорн Г.). Отправной точкой изучения импрессионга с применением данного термина являются труды В.П. Эфроимсона. Наиболее масштабное исследование импринтинга как социального феномена предпринято Н.Б. Оконской. Также представлены точки зрения на отдельные аспекты функционирования импрессионга/импринтинга (Морэн Э., Перельман М., Сагатовский В.Н., Шмерлина И.А.).

### **Построение фундаментальной модели цифровой трансформации системы общего образования**

Проект рассматривает цифровизацию образования как ведущий фактор в построении современной региональной системы результативного образования на всех уровнях. Цифровизация обеспечивает форсированную реализацию конструктивных образовательных моделей, позитивных тенденций и целевых задач развития Уральского региона. При этом цифровизация во многом затруднена инертностью среды, непрозрачностью целей, требований и ожиданий для участников процесса.

В результате исследования будет построена общая модель цифровой трансформации общего образования

в рамках персональной траектории развития отдельного обучающегося, работы индивидуального тьютора, педагога, обеспечивающего дифференциацию траекторий в классе, администратора школы, управленца системы образования региона.

Апробация и внедрение модели пройдут в образовательных организациях региона в 2022–2023 гг., будут проводиться мониторинг и анализ цифровой трансформации содержания образования, аттестации, установок и реакций участников образовательного процесса.

Особую важность будет играть формирование и реализация стратегий нейтрализации негативных сценариев взаимодействия участников образовательного процесса между собой и с социумом (буллинг, асоциальное поведение, проявления экстремизма в социальных сетях).

Полученные выводы и результаты найдут применение в других регионах, реализующих модель результативного образования на цифровой платформе, позволят определить основные факторы формирования «цифровой персоны» обучающихся и выработать систему практических рекомендаций для педагогических и управленческих решений.

Изучение практических результатов процесса цифровой трансформации образования, в том числе в условиях экстренного массового перехода на дистантные формы обучения в условиях пандемии COVID-19, во многих случаях продемонстрировало неготовность системы образования к такой трансформации, высокий и растущий уровень сопротивления инновациям на всех уровнях системы образования и при этом растущий технологический, гносеологический и управленческий разрыв между различными уровнями системы, между участниками образовательного процесса разных поколений. Повышается значение специфических для цифровой реальности угроз – для отдельных субъектов или групп (кибербуллинг), для соци-

ального устройства в целом (цифровое неравенство), для сформированной культурной парадигмы (девальвация значения традиционного образования). Анализ существующих документов федерального уровня, манифестирующих государственную стратегию в области ЦТО (в том числе Национальной Стратегии «Цифровая трансформация образования», 2021 г.) продемонстрировал, что это не случайные трудности: в системе управления российским образованием: отсутствовало целостное стратегическое понимание сущности ЦТО, инструментов и средств, необходимых для ее реализации, положительных и отрицательных последствий ее завершения, не были определены принципы взаимодействия с участниками образовательного процесса. В результате реализация ЦТО происходит по инерционному сценарию, причем сопротивление среды присутствует как на уровне рядовых участников процесса, так и в системе управления образованием. Таким образом, сформулированная на первом этапе исследования гипотеза подтверждается: рабочая управленческая модель ЦТО не построена даже на фундаментальном уровне, не говоря о ее опредмечивании в конкретных управленческих решениях.

Исследование продемонстрировало настоятельную потребность российского образования в разработке фундаментальной модели ЦТО, без которой невозможно ни стратегическое планирование в данной области, ни принятие конкретных управленческих решений как на федеральном уровне, так и в регионах и муниципальных образованиях, ни достижение консенсуса по ключевым вопросам ЦТО у большинства участников образовательного процесса. К сожалению, единственный документ федерального уровня, проработка которого адекватна требованиям ситуации – «Методические рекомендации для внедрения в основные общеобразовательные программы современных цифровых технологий» 2020 г. – не является нормативным актом или стратегической программой, новейшая же Национальная стратегия «Цифровая трансформация образования» подготовлена, на наш взгляд, неудовлетворительно. Таким образом, проект не только вводит в научный обиход ряд существенных и репрезентативных данных о реальном состоянии дел в области ЦТО, но и направлен на разрешение ключевой проблемы, препятствующей успешной работе по модернизации российского образования и общества в целом.

С результатами нашего социологического исследования в 2020 г. (24 735 респондентов – педагогов, обучающихся и родителей) и в 2021 г. (18 428 респондентов) при содействии Института развития образования Свердловской области ознакомлены руководители и педагоги школ региона. Материалы



исследования были представлены на научных и научно-практических конференциях педагогов (апрель 2020 г. Российская НПК «Персонализированное образование на цифровой платформе»; апрель 2021 г. НПК «Персонализированное образование: теория и практика»), проведенных при активном участии нашей исследовательской группы. Статьи по тематике проекта были также опубликованы в сборниках материалов ряда международных и российских конференций. На базе кафедры управления образованием Института развития образования региона организованы курсы повышения квалификации для руководителей школ «Управленческие аспекты цифровизации школьного образования» (36 часов). В 2021 г. на данных курсах прошли обучение 52 человека.

Поскольку ситуация экстренного перехода на цифровые формы обучения критична для условий пандемии, она оказалась в центре пристального внимания научно-педагогической общественности. В целом (например, согласно обзору ситуации в мире в монографии *Primary and Secondary Education During Covid-19 Disruptions to Educational Opportunity During a Pandemic*, Ed. Fernando M. Reimers), ситуация в глобальном масштабе развивается по сходному сценарию: более или менее интенсивные и более или менее скоординированные попытки внедрить ЦТО на доковидном этапе дали неоднозначные результаты, продемонстрировав, с одной стороны, глобальную актуальность рассматриваемой проблемы, с другой – явный недостаток последовательности и системного подхода к ее решению.

В рамках нашего исследования детально анализировались национальные и наднациональные стратегии ЦТО США (National Education Technology Plan) и Евросоюза (Digital Education Action Plan). Эти проекты представляют существенный интерес как образцовые в своем роде попытки решить рассматриваемую нами проблему в иных организационных и культурных условиях, однако, ввиду существенных отличий в феноменологии российского образования, большинство решений, предложенных авторами этих проектов, не могут быть заимствованы российским образованием напрямую.

#### **Исследование механизмов и закономерностей биологического и нейрокогнитивного развития детей на принципах междисциплинарного взаимодействия и системной биологии в условиях цифровой трансформации среды**

Данные научных исследований свидетельствуют о негативной тенденции снижения индекса здоровья детей. Вероятно, нам сегодня известны лишь начальные проявления неблагоприятных популяционных

сдвигов в здоровье. Исследования процессов адаптации детей к наиболее стандартным изменениям цифровой среды, в том числе с учетом нормы реакции и резервных возможностей ребенка, не проводились. Большое значение в условиях цифровой трансформации среды приобретает прогнозирование течения и исхода острой и хронической патологии у детей.

Целью междисциплинарного проекта является исследование механизмов и закономерностей биологического и нейрокогнитивного развития детей в условиях цифровой трансформации среды.

Задачами исследования являются: изучение влияния цифровой среды на физическое и нейрокогнитивное здоровье детей;

- изучение особенностей состояния и развития психофизиологических функций детей в условиях цифровой среды с разработкой возрастных нормативов когнитивных функций, психомоторики путем проведения популяционного исследования;
- изучение возможности использования систем мониторинга состояния организма на основе разработок биофотоники для динамической оценки показателей физического и нейрокогнитивного развития;
- исследование влияния физиологического состояния организма на процесс обучения, анализ факторов дестабилизации процесса обучения за счет состояния здоровья, внедрение мониторинга состояния здоровья и персонализированных рекомендаций путем построения индивидуальных образовательных траекторий с использованием цифровых инструментов;
- разработка мобильного приложения для мониторинга и управления состоянием здоровья пациента;

- разработка методической базы контроля физических и психофизиологических характеристик детей;
- научное обоснование выбора факторов риска цифрового влияния для мониторинга здоровья, его оценки и прогноза.

Нами проведено популяционное исследование состояния здоровья 7 800 детей от 3 до 18 лет, проживающих на территории Орловской области, по 99 параметрам. Согласно предварительным данным, показатели состояния здоровья детей Орловской области значительно ниже официальных статистических данных [2].

Исследование нейрокогнитивных функций 300 школьников в возрасте 7–18 лет с использованием стандартизированных тестов, методик и методов машинной обработки и анализа, а также с применением технологии онлайн-тестирования в условиях стандартного режима, различных образовательных и физических нагрузок и цифрового стресса позволили выявить различия в развитии нейрокогнитивных функций у обучающихся разных возрастных групп и по гендерному признаку. Это диктует необходимость пересмотра образовательных технологий, а также создания «когнитивного фенотипа» для формирования индивидуальных образовательных траекторий и адекватных мер помощи обучающимся.

Цифровая зависимость и степень ее проявления у обучающихся была изучена с помощью теста интернет-зависимости Chena до начала и в период пандемии во время дистанционного обучения. Наибольшие отличия в рамках возрастных показателей наблюдались в группе «выраженной интернет-зависимости». Максимальный рост зависимости (до 7%) отмечался в группе обучающихся среднего и старшего школьного возраста, прирост показателя в группе студентов составил 2.1%. Респонденты с аддикцией в 21–34%

случаев отмечали такие состояния, как тревожность, нерегулярное питание, бессонница и др.

Впервые апробированы технологии биофотоники (лазерный анализатор «ЛАЗМА ПФ») для оценки функционального состояния организма и влияния стрессорных факторов физической, цифровой и др. этиологии у 100 обучающихся. Предварительные данные позволяют установить варианты реактивности организма в зависимости от вида и интенсивности воздействия.

Также было проведено исследование качества жизни 1 000 респондентов с использованием международных валидированных методик. На основе полученных результатов сформирована информационная метабаза данных, для обработки которых использованы методы машинного обучения и нейросетевого анализа. Ведется разработка программного исследовательского стенда для обработки данных популяционного исследования и разработка методической базы контроля физических и психофизиологических характеристик детей. Для алгоритмизации формирования управленческих решений начата разработка мобильного приложения для пациента сервиса «Мое здоровье» в интероперабельном формате.

Результаты выполнения проекта позволят повысить информированность педагогов по факторам риска цифрового влияния и развитию цифровой зависимости у детей различного возраста, гендерной принадлежности и исходного состояния здоровья. Помимо этого исследование даст понятный для педагога инструмент, способный оценить степень цифрового влияния на состояние здоровья обучающегося и выстроить для ребенка безопасную индивидуальную траекторию образовательного процесса. Исследование позволит обеспечить методическое сопровождение для всех участников образовательного процесса; повысить уровень санитарного просвещения; усилить приверженность к здоровому образу жизни; улучшить комплаенс к рекомендациям врача; расширить знания обучающихся и помочь в навигации по вопросам охраны здоровья в быстро меняющейся онлайн-среде.

Всё более широкое использование цифровых технологий и устройств вызывает вопросы об их влиянии на здоровье и развитие детей. Несмотря на растущий объем исследований в этой области, методологические аспекты, проблемы качества и трудности с определением того, какие результаты на самом деле вызваны использованием детьми цифровых технологий, остаются спорными.

Результаты научных исследований, проводимых по проблеме состояния здоровья детей, свидетельствует о том, что нам сегодня известны лишь на-



## Images &amp; Tables

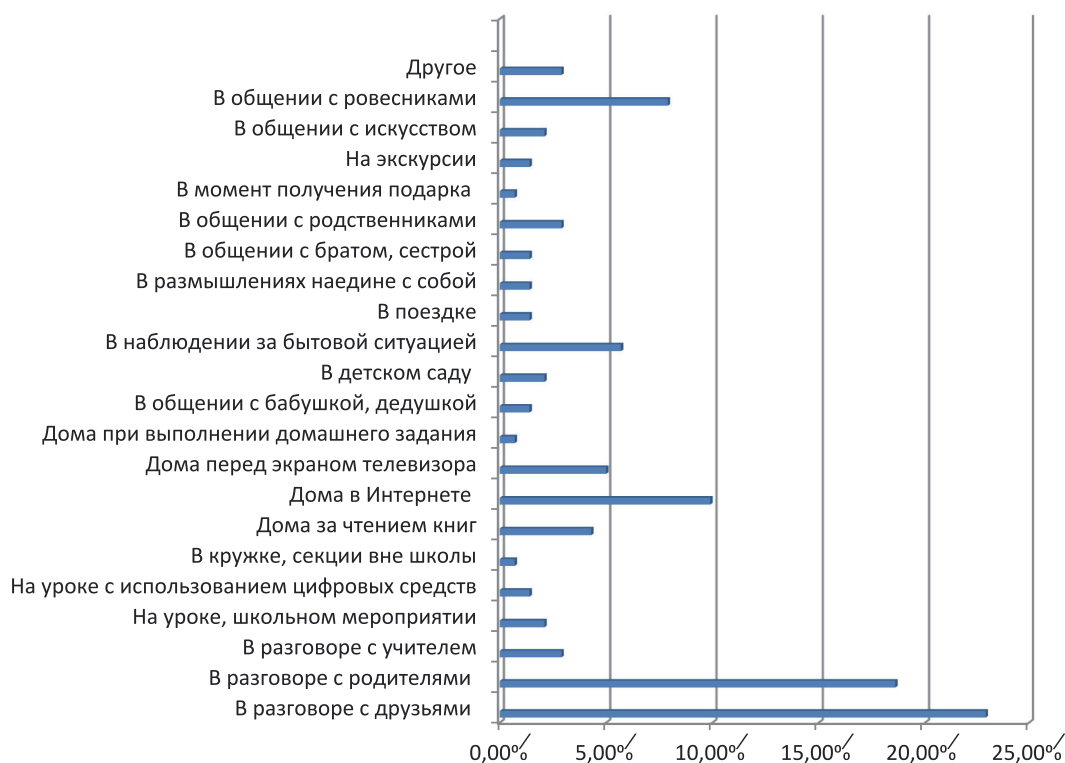


Fig. 1. Circumstances under which impressing was experienced (according to an empirical study involving 11–14 years old students).

## References

1. E.V. Viktorova  
*Int. Res. J.*, 2021, №11(113), part 4, 113 (in Russian).  
DOI: 10.23670/IRJ.2021.113.11.140.
2. A.A. Vashunin, I.A. Snimshchikova, A.I. Medvedev,  
A.D. Chestnikhina  
*Scientific Notes of Orel State University [Uchenye zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta]*, 2021, №3(92), 161 (in Russian).  
([http://oreluniver.ru/public/file/archive/notes\\_3\(92\).pdf](http://oreluniver.ru/public/file/archive/notes_3(92).pdf)).

## Создатели нового в образовании\*

Т.А. Бороненко, С.А. Куркин, М.Л. Левицкий, В.В. Миронов, В.В. Рубцов

Предсказать будущее образования невозможно. Его можно совместно создать с опорой на возникающие гуманитарные, коммуникативные технологии и другие достижения современной цивилизации. Через 440 лет после великого Яна Коменского мы делаем следующий шаг, создавая новую науку об учении: цифровую математику и цифровую дидактику.

Авторы учебников, живых своими связями с цифровыми средствами, направленными на овладение человеческой деятельностью, и профессора вузов, отталкиваясь от опыта своего детства, базируются на достижениях человечества, осознают и формируют возможности и потребности будущего в настоящем.

Наука получает возможность изучать ускоряющиеся процессы эволюции образования и анализировать большие данные, отображенные в многообразных цифровых платформах.

Мировое образовательное сообщество становится источником опыта критически важных решений и прямого педагогического взаимодействия. Ослабляются географические и языковые барьеры.

Лидеры общества, государства и бизнеса получают возможность реализовать свое видение в конкретном проекте, а цифровые технологии открывают доступ для участия в проекте всем, кто поддерживает гуманистическую идею в нашем трансформирующемся мире.

**Ключевые слова:** цифровая дидактика, достижения человечества, эволюция образования, большие данные, педагогическое взаимодействие.

\*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты №№19-29-14101, 19-29-14153, 19-29-14169, 19-29-14171 и 19-29-14185).

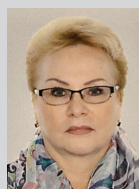
### Персонализация траектории обучения на основе измерения когнитивных и личностных характеристик обучаемого с использованием нейроинтерфейса «мозг–компьютер» и методов искусственного интеллекта

Настоящий проект направлен на решение актуальной фундаментальной научной проблемы, связанной с разработкой физико-математических методов для объективной оценки когнитивного ресурса ребенка в процессе обучения на основе анализа данных биоэлектрической активности головного мозга и развитием педагогической концепции использования полученных данных для персонализации обучения младших школьников.

Исследование проводится на стыке психолого-педагогических наук, информатики, нелинейной физики и нейронауки.

Для осуществления данного исследования необходимо решение следующих задач:

- разработка физико-математического инструментария для объективной оценки личностных характеристик учащихся на основе анализа данных биоэлектрической активности головного мозга с целью получения исходной информации для построения персонали-



**БОРОНЕНКО**  
**Татьяна Алексеевна**  
профессор,  
Ленинградский  
государственный университет  
имени А.С. Пушкина



**КУРКИН**  
**Семён Андреевич**  
Центр технологий компонентов  
робототехники и мехатроники  
Университета Иннополис



**ЛЕВИЦКИЙ**  
**Михаил Львович**  
профессор, академик РАО,  
Российская академия  
образования



**МИРОНОВ**  
**Владимир Валерьевич**  
Сыктывкарский  
государственный университет  
имени Питирима Сорокина



**РУБЦОВ**  
**Виталий Владимирович**  
профессор, академик РАО,  
президент Московского  
государственного психолого-  
педагогического университета



зированной траектории обучения;

- разработка педагогических основ, необходимых для построения персонализированных траекторий обучения;
- выявление адекватных условий и границ применимости созданной технологии в современном образовательном процессе.

Основная гипотеза исследования заключается в том, что по данным биоэлектрической активности головного мозга можно объективно оценивать когнитивный ресурс обучаемого, который взаимосвязан с эффективностью выполнения им поставленных заданий; полученные результаты позволят предложить подходы к персонализации процесса обучения, основанные на знаниях о закономерностях в работе мозга при восприятии, обработке и запоминании информации.

Разработан дизайн эксперимента по регистрации многоканальных электроэнцефалограмм (ЭЭГ) испытуемых в процессе решения когнитивных и стимульных задач. Для взаимодействия со школьником в процессе прохождения им тестов была разработана совместно с педагогами и психологами специальная электронная среда (ЭС), выполненная в близкой для ребенка интерактивной форме. В качестве модельной когнитивной задачи в разработанной ЭС был реализован содержащий таблицы Шульте тест, который является универсальной шаблонной задачей со стандартизированной системой оценки. Проведены эксперименты в соответствии с разработанным дизайном, накоплена база данных, содержащая зарегистрированные ЭЭГ-записи и поведенческие характеристики.

Анализ ЭЭГ показал, что у детей, по сравнению со взрослыми, мощность в дельта-диапазоне выше в лобной и левой теменно-височной зонах. Это отражает повышенную внутреннюю концентрацию для ре-

шения арифметической задачи. Ближе к завершению таблицы у детей было обнаружено снижение мощности ЭЭГ в дельта-диапазоне, сопровождающееся увеличением мощности в бета-диапазоне. Это свидетельствует о привлечении дополнительных ресурсов к визуальному поиску и запоминанию чисел. Таким образом, вначале дети испытывали трудности при работе с двузначными числами, но с течением времени они эффективно сконцентрировали ресурсы на аспектах визуального поиска и запоминания, чтобы повысить эффективность выполнения задания.

Была проанализирована взаимосвязь между характеристиками пространственно-частотно-временной структуры электрической активности мозга и когнитивным состоянием человека. По выявленным особенностям ЭЭГ испытуемые были разделены на три группы. Для испытуемых из каждой группы оценивались показатели, характеризующие их когнитивные способности во время выполнения теста Шульте, а именно: эффективность работы, индикатор вработываемости и психическая устойчивость. Все эти факторы существенно различаются в выделенных группах. На основании полученных результатов сделан вывод о существовании связи между особенностями ЭЭГ и когнитивным состоянием.

В результате развития сформулированной гипотезы обнаружена взаимосвязь между характеристиками отношения энергий мозговых ритмов в различных частотных диапазонах (альфа- и бета-диапазонах) и составляющими когнитивного ресурса обучающегося (уровень внимания, когнитивная усталость, загруженность рабочей памяти и др.), определяющими эффективность выполнения им задания. Это позволяет предложить способы повышения эффективности, основанные на нормализации соотношения энергий мозговых ритмов, например, с помощью выполнения специальных упражнений, направленных на корректировку ритмов, или с использованием биологической обратной связи. Поскольку таблица Шульте задействует многие элементарные когнитивные функции, полученные результаты могут быть перенесены на широкий класс различных когнитивных заданий. Сформулированные идеи будут развиваться на следующем этапе выполнения проекта.

В проекте развивается фундаментальная база и формируется задел для персонализации траектории обучения школьников на основе использования интерфейсов «мозг-компьютер» (ИМК). Выявляются характерные биомаркеры, разрабатываются подходы и методы, необходимые для функционирования систем персонализации обучения. Их применение в школе станет возможным с развитием

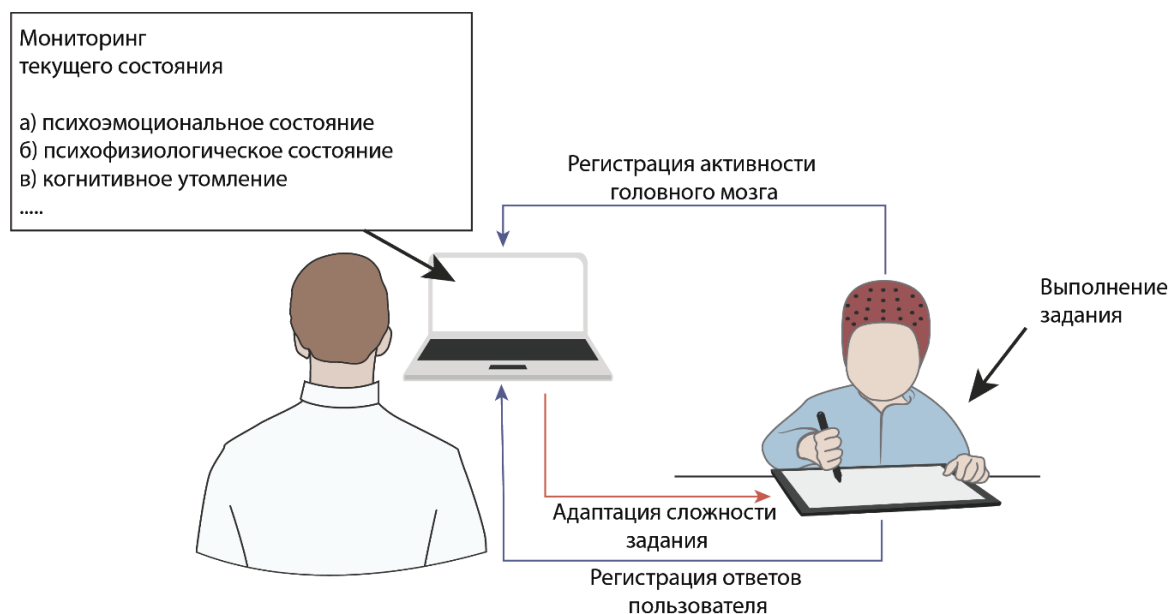


Рис. 1. Качественная иллюстрация концепции предлагаемой системы для персонализации траектории обучения на основе измерения когнитивных и личностных характеристик обучаемого с использованием нейроинтерфейса «мозг-компьютер» и методов искусственного интеллекта.

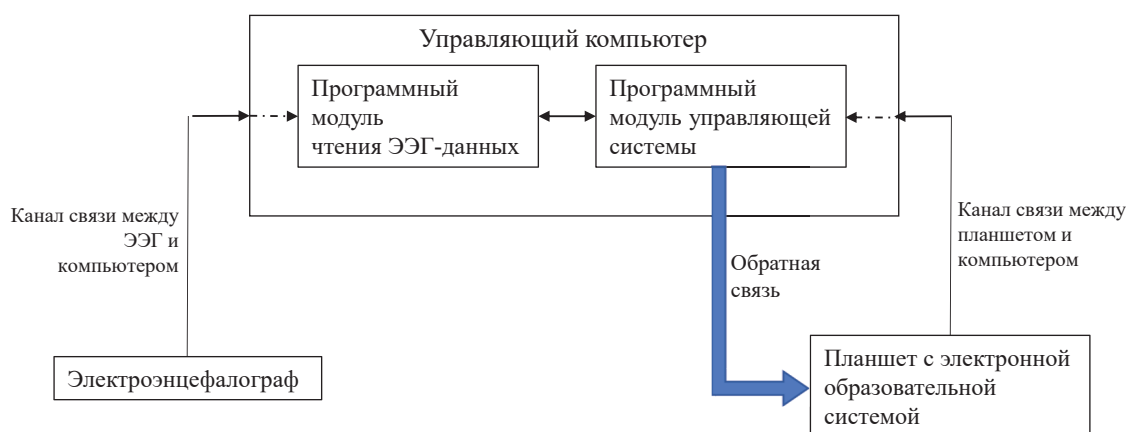


Рис. 2. Функциональная схема предлагаемой системы.

ЭЭГ-модулей, когда последние станут более простыми с точки зрения монтажа. Получаемые в проекте результаты имеют ценность для развития технологий образования в ближайшей и отдаленной перспективе. Полученные результаты дают основания полагать, что даже без использования ЭЭГ-гарнитур возможна разработка сценариев персонализации, направленных на повышение эффективности выполнения заданий учащимися и основанных на корректировке соотношений энергий ритмов активности в мозге за счет выполнения специальных упражнений и/или подачи материала в соответствии с выработанными рекомендациями (рис. 1, 2).

Развитие подходов к применению ИМК для обучения является актуальным и востребованным направлением. Здесь следует отметить обзор по использованию ЭЭГ-систем в исследованиях в образовании [1],

в котором рассмотрено 22 работы, и обсуждены перспективы использования ИМК в следующих областях: чтение, презентация учебных материалов, интерактивное взаимодействие, развлекательно-образовательные программы, электронное обучение, обучение двигательным навыкам и повышение успеваемости. Делается вывод, что ИМК в основном используется для оценки внимания и степени погружения обучающихся. Использованию ИМК в обучении препятствуют значительные погрешности измерений и неудобство использования ЭЭГ-гарнитур. В ближайшем будущем ИМК будут

широко использоваться в сфере образования при условии решения упомянутых выше проблем.

**Фундаментальные основы трансформации содержания и методов общего образования в результате использования учащимися технологии дополненной виртуальности (на примере обучения информатике)**

Проект посвящен выявлению влияния использования технологии дополненной виртуальности (AV) на развитие содержания, методов и средств обучения в основной школе. При этом основной акцент расставлялся на соответствующее развитие школьного курса информатики, который в рамках трехлетнего исследования выступает в качестве апробационного направления внедрения предлагаемых методов, подходов и технологий.

Проект предполагает междисциплинарную интеграцию методов, характерных для дидактики, методики обучения, информатики и информационных технологий, дизайна и визуализации, математического и информационного моделирования, возрастной психологии.

Для осуществления исследования необходимо решение следующих задач:

- определение взаимосвязи способов обучения и использования технологии дополненной виртуальности на примере обучения информатике;
- разработка необходимых учебных задач, оснований для их классификации и виртуальных моделей-образцов.

Основная гипотеза исследования заключается в том, что иммерсивные технологии, в том числе и технологии дополненной виртуальности, содержат огромный дидактический потенциал, который должен быть нацелен прежде всего на повышение качества подготовки учащихся. Такая технология, как было показано в исследовании

2020 г., предоставляющая возможность визуального присутствия реальных объектов с сохранением их физических свойств в виртуальной среде, обладает значительным образовательным потенциалом.

Полученные результаты позволят предложить подходы к использованию указанной технологии, обеспечивающей компенсацию недостатков и объединение достоинств виртуальной реальности, которая не предоставляет возможности детального изучения физических свойств объектов, и дополненной реальности, в рамках которой невозможно обучение в недоступных условиях, не соответствующих реальности.

В настоящее время

- определены и описаны условия использования учащимися технологии дополненной виртуальности, нормативные и методические регламенты обеспечения процесса обучения с использованием указанной технологии (на примере обучения информатике);
- разработаны и отражены графически теоретические модели, в числе которых модель трансформации содержания и методов обучения учащихся основной школы в условиях использования технологии дополненной виртуальности и модель, отражающая взаимосвязь «средство обучения – объект изучения» в рамках использования технологии дополненной виртуальности при обучении школьников информатике;
- на основании положений указанных моделей сформулированы цели, изложены задачи и этапы обучения информатике в основной школе с применением технологии дополненной виртуальности, что нашло отражение в рекомендованном учебном планировании школьного курса информатики с учетом внедрения технологии дополненной виртуальности;
- разработаны учебные задания для опытного обучения школьников, основанного на использовании технологии дополненной виртуальности. Для систематизации подобных задач и заданий выявлены основания для их классификации и разработки систем учебно-познавательных задач для описываемого обучения;
- с аналогичной целью представлены предложения по материально-техническому оснащению учебного процесса по информатике в основной школе с применением технологии дополненной виртуальности, в том числе созданы и апробированы виртуальные модели-образцы для опытного обучения школьников;
- разработаны методические рекомендации для учителей по применению в учебном про-

цессе технологии дополненной виртуальности и разработанной системы учебно-познавательных задач (на примере обучения информатике), включающие критерии и показатели эффективности такого обучения.

Эти и другие полученные результаты будут развиваться на следующем этапе выполнения проекта [2].

Практической значимостью будут обладать разработанные виртуальные модели-образцы, прошедшие апробацию и внедренные в практику работы общеобразовательной школы; методические рекомендации для учителей по применению в учебном процессе технологии дополненной виртуальности и разработанной системы учебно-познавательных задач (на примере обучения информатике); описание целей, задач и этапов обучения информатике в основной школе с применением технологии дополненной виртуальности; разработка учебных заданий для опытного обучения школьников, основанного на использовании технологии дополненной виртуальности.

Понятие иммерсивности первоначально не было связано с образованием. Оно возникло из явлений, происходящих в театральном искусстве. Этот термин впервые применили сотрудники британской компании Punchdrunk. За рубежом иммерсивные технологии приобрели широкую популярность намного раньше, чем в России. Виртуальная, дополненная и смешанная реальность стали привычными образовательными технологиями во многих странах мира, в большей мере в Западной Европе, Америке и Китае. Проведен обзор зарубежных источников (США, Англия, Франция, Германия, Нидерланды, Греция и др.) в области трансформации образования в условиях развития цифровых технологий и их применения в образовании (во всех видах образовательной деятельности). Проекты, связанные с виртуальным моделированием, активно и прочно вошли в учебный процесс зарубежной школы, как средней, так и высшей. Исследователи отмечают, что дополненная реальность – это мощное средство трансформации образования благодаря ее способности накладывать мультимедийные объекты на реальный мир.

### **Формирование цифровой грамотности школьников в условиях трансформации содержания системы общего образования**

Цель исследования состоит в развитии фундаментального содержания школьного курса информатики, направленного на формирование межпредметного понятия «цифровая грамотность» в условиях цифровизации образовательной среды

школы. Именно цифровая грамотность школьников обеспечит готовность личности к овладению цифровыми технологиями, успешному и безопасному осуществлению жизнедеятельности в цифровом мире.

Гипотезой исследования является предположение, что в условиях трансформации содержания системы общего образования школьный курс информатики станет основой для успешного формирования цифровой грамотности школьников, если будет/будут:

- сформирована концептуальная модель понятия «цифровая грамотность», которая уточняет сущность и отражает структуру цифровой грамотности, характеризует компетенции и показатели (индикаторы) ее уровневой оценки школьников с учетом ее межпредметного характера;
- выявлен образовательный потенциал школьного курса информатики в формировании цифровой грамотности обучающихся, определены направления развития содержания школьного курса информатики в эпоху цифровых трансформаций;
- разработаны учебные материалы «Цифра и мы», направленные на формирование мировоззрения обучающихся в области цифровизации всех сфер деятельности, которые последовательно и систематично демонстрируют вызванные цифровыми инновациями изменения;
- дополнено содержание школьного курса информатики разделом «Основы цифровой грамотности и кибербезопасности», который устанавливает логическую связь между компонентами цифровой грамотности и содержательными линиями школьного курса информатики, способствует мотивированному последова-

тельному продвижению обучающегося к овладению цифровой грамотностью,

- актуализировано формирование цифровой компетентности учителя информатики, дающей возможность выступать учителю в роли цифрового наставника обучающихся, успешно выполнять педагогическую деятельность в цифровой образовательной среде и содействовать формированию цифровой грамотности обучающихся.

Сформирована концептуальная модель понятия «цифровая грамотность» [3], позволяющая на системном уровне охарактеризовать данное понятие. В представленной модели описаны критерии и показатели (индикаторы) цифровой грамотности, которые позволяют определять разные уровни владения цифровой грамотностью (базовый, средний, продвинутый).

Дано определение понятия «цифровая грамотность».

В составе цифровой грамотности выделены семь областей: основы аппаратного и программного обеспечения, информационная грамотность, коммуникация и сотрудничество, создание цифрового контента, безопасность, решение проблем, карьерные компетенции. Для каждой области цифровой грамотности описаны индикаторы уровневого оценивания цифровой грамотности (базовый, средний, продвинутый); зафиксированы конкретные характеристики ее деятельностной компоненты на основе праксиологических принципов оценивания деятельности. Данная концептуальная модель предназначена для мониторинга, оценки развития цифровой грамотности с учетом различных уровней ее сформированности.

Выявлен образовательный потенциал школьного курса информатики в формировании цифровой грамотности обучающихся. Доказана фундаментальная роль информатики в формировании цифровой грамот-

ности. Проведенный анализ школьных учебников информатики на наличие всех областей цифровой грамотности определил дидактический потенциал материалов каждого учебника по формированию цифровой грамотности. Сделан вывод, что существующие школьные учебники по информатике содержат базовые материалы, которые позволяют проводить с обучающимися пропедевтическую работу с целью формирования у них нового вида грамотности – цифровой грамотности. Однако системно представленные материалы, направленные на развитие цифровой грамотности обучающихся, в явном виде отсутствуют.

Разработаны теоретические аспекты модернизации содержания школьной информатики на основе современного состояния предметной области «Информатика» в условиях трансформации образования. Даны рекомендации по развитию школьного курса информатики в аспекте дополнения его новым разделом «Основы цифровой грамотности и кибербезопасности». Промоделированы этапы формирования цифровой грамотности при изучении школьной информатики.

Подготовлена монография «Теоретические основы построения концептуальной модели понятия „цифровая грамотность“».

Разработаны учебные пособия для школьников «Цифра и мы», «Основы цифровой грамотности и кибербезопасности», которые направлены на формирование мировоззрения учащихся в области цифровизации всех сфер деятельности.

Проект демонстрирует потенциал цифровых технологий в обучении и саморазвитии школьников, необходимость формирования готовности обучающихся использовать цифровые инструменты в решении практических задач. Также в проекте:

- раскрывается сущность цифровой грамотности как жизненно важного навыка, современного образовательного результата общего образования;
- создается научная основа для успешного формирования цифровой грамотности школьников при изучении школьного курса информатики;
- актуализируется содержание школьного курса информатики в аспекте соответствия получаемых образовательных результатов запросам цифрового общества;
- моделируются этапы формирования и уровневой оценки цифровой грамотности;
- формируется основа для воспитания школьников в цифровой образовательной среде, для становления личностных ценностей в цифровом мире;
- актуализируются требования к уровням владения учителем цифровыми компетенция-



ми, готовность стать цифровым наставником школьников.

Вопросы цифровой грамотности получают научное осмысление в трудах отечественных (Н.Д. Берман, И.В. Гужова, О.В. Ельцова, А.В. Шариков и др.) и зарубежных ученых (M. Akter, D. Belshaw, E. Naque, L. Pangrazio и др.).

Обосновывается роль цифровых технологий в трансформации общего образования и формировании цифровой грамотности школьников при изучении информатики (Ю.Е. Храмов, П.Д. Рабинович, М.Э. Кушнир, T. Palts, M.A. Pedaste и др.). Содержание школьного курса информатики является предметом изучения ученых-специалистов (Л.Л. Босова, С.А. Бешенков, С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун, Е.А. Еремин, О.Ю. Заславская, А.А. Кузнецов, И.В. Левченко, Э.В. Миндзаева, Д.И. Павлов, К.Ю. Поляков, Е.К. Хеннер и др.). Предлагаются концепции новых учебников информатики, в том числе мегаучебников о цифровом мире (А.Л. Семёнов), разрабатываются модели использования цифровых технологий в различных учебных предметах в школе (С.А. Поликарпов, А.Л. Семёнов, М.Ю. Новиков, Б.Е. Стариченко М.А. Федотенко, А.Ю. Федосов).

### **Развитие регулятивных и коммуникативных учебных действий учащихся в условиях цифровизации общего и дополнительного образования**

Актуальность исследования обусловлена процессами цифровой трансформации образования и необходимостью фундаментального исследования процессов влияния цифровой образовательной среды (ЦОС) на формирование метапредметных результатов образования и универсальных учебных действий (УУД), а также обстоятельствами, возникшими в ходе вынужденного перехода системы образования в режим дистанционного обучения в период распространения COVID-19.

Цель проекта – исследование проблемы развития регулятивных и коммуникативных УУД в условиях цифровизации общего и дополнительного образования, научное обоснование и разработка методических подходов по созданию оптимальных условий для дальнейшего развития данных учебных действий в условиях современной ЦОС и дистанционного обучения.

Исследование нацелено на:

- изучение текущего состояния и перспектив цифровой трансформации дополнительного образования детей с учетом ключевых особенностей развития современной цифровой индустрии и реализации Национальной тех-

нологической инициативы и Национального проекта «Образование»;

- выделение сквозных технологий цифровой индустрии и определение соответствия направлений образовательных программ в современных моделях дополнительного образования данным технологиям;
- обобщение опыта образовательной деятельности в современных центрах дополнительного образования.

Практической значимостью будут обладать разработанная и апробированная система мониторинга по определению полноты и эффективности ЦОС и сформированности у учащихся регулятивных и коммуникативных УУД, а также методические подходы по преодолению учащимися образовательных дефицитов их сформированности.

В процессе исследования выделены уровни развития ЦОС и изучена готовность школ к цифровой трансформации. Выявлены следующие риски цифровой трансформации школы: отсутствие целостной системы перестройки образовательного процесса с использованием цифровых технологий; недостаточность и неравномерность развития инфраструктуры; недостаточность цифровых компетенций у педагогических и административных кадров; недостаточная разработанность методических материалов по использованию мобильных, интерактивных и сетевых технологий.

Выявлены перспективные направления развития системы дополнительного образования детей с учетом ключевых подходов к реализации Национальной технологической инициативы. Выделены особенности и описана специфика развития цифровой образовательной среды в современных центрах дополнительного образования («Кванториум», «IT куб», «Точка роста», «Дом научной коллаборации»).

В процессе проведения исследо-

вания соотнесены категории «универсальные учебные действия» и «soft skills» и выделены значимые регулятивные и коммуникативные универсальные действия учащихся, формируемые в условиях цифровизации общего и дополнительного образования; выделены структурные компоненты регулятивных универсальных учебных действий обучающихся в условиях дистанционного обучения (самоорганизация, целеполагание, планирование, прогнозирование, самоконтроль, самооценка и рефлексия), разработан и описан диагностический материал по изучению уровня сформированности регулятивных и коммуникативных УУД. Разработана система мониторинга по определению уровня сформированности у учащихся регулятивных и коммуникативных учебных действий в условиях дистанционного обучения и проведен такой мониторинг.

Установлено, что в условиях дистанционного обучения при сформированности высокого уровня самоорганизации у учащихся средней школы наблюдается высокий уровень регуляции своей деятельности в процессе целеполагания, планирования, прогнозирования, самоконтроля, самооценки и рефлексии. Также установлена корреляционная зависимость между системностью и самостоятельностью выполнения учебных действий обучающихся в период дистанционного обучения. Самоорганизация, саморегулирование и самостоятельность в выполнении учебных действий имеют решающее значение в период дистанционного обучения: обучающиеся испытывают трудности с саморегуляцией, и педагогу необходимо создавать оптимальные условия для формирования необходимых компонентов саморегуляции на всех этапах дистанционного обучения.

Практической значимостью обладает разработанная и апробированная система мониторинга

по определению полноты и эффективности ЦОС и сформированности у учащихся регулятивных и коммуникативных УУД, а также методические подходы по преодолению учащимися образовательных дефицитов сформированности регулятивных и коммуникативных УУД в ЦОС.

Практическая значимость исследования заключается в возможности определения проблемных областей регулятивной и коммуникативной деятельности обучающихся, выделения конкретных действий, затрудняющих процесс дистанционного обучения.

Материалы исследования могут быть востребованы руководителями, методистами, педагогами системы среднего образования при разработке методических рекомендаций для совершенствования процесса обучения в дистанционном режиме.

В настоящее время отечественными исследователями изучаются вопросы технической, методической, организационной готовности системы образования к условиям обучения в дистанционном режиме. С.А. Чернышов дал оценку потенциала дистанционного обучения в текущем образовательном процессе; В.Л. Назаров, Д.В. Жердев, Н.В. Авербух провели комплексный анализ восприятия педагогами, обучающимися и родителями экстренного перехода на дистанционное обучение. Основополагающие идеи развития регулятивных УУД рассмотрены в работах А.Г. Асмолова, А.М. Кондакова, В.В. Козлова. Проблема формирования и развития РУУД в очном режиме обучения в отечественной науке рассматривается достаточно активно (Е.А. Кокконова, Е.А. Баракова, А.А. Маркина, Е.Ю. Драчева, О.В. Кузнецова, О.Д. Петрова, В.Я. Бармина, А.В. Карпов, И.М. Осмоловская, Т.М. Шахова, П.М. Горев, В.В. Утёмов).

В зарубежных исследованиях активно выделяется проблема дистанционного обучения в условиях пандемии COVID-19 (Я. Мейлер, Р. Хуан, М. Чжан, Ю. Шэнь, Ю. Тянь, Х. Цзэн), уделяется значительное внимание развитию саморегуляции обучающихся в условиях дистанционного обучения и выделяются ее компоненты:

- постановка целей; планирование; самопроверка/самоконтроль процессов; регуляция усилий/саморегулирование отношений к обучению (С.Е. Морган, Л. Бол, Дж.К. Гарнер, С. Кокдар, А. Карадениз, А. Бозкурт, К. Буюк, Л. Чмилиар);
- самоорганизация деятельности в режиме дистанционного обучения – управление временем и средой (С.Е. Морган);
- управление физической средой (С. Кокдар, А. Карадениз, А. Бозкурт, К. Буюк);

— управление временем и организацией (Л. Чмилиар).

### **Психологические основы цифровизации учебного сотрудничества младших подростков в процессе решения учебной задачи**

Согласно положениям отечественной психологической науки (культурно-историческая психология и деятельностный подход) основным источником психического развития ребенка является его содержательное взаимодействие с другими детьми и со взрослыми. Доказано, в частности, что продуктивной формой, в которой школа может способствовать развитию младших подростков, является организация их совместной экспериментально-исследовательской деятельности в начальный период изучения основ наук.

Гипотеза проекта состоит в следующем: модель образовательной среды, основанная на применении цифровых средств в качестве инструмента поддержки содержательного сотрудничества, является эффективной для развития у младших подростков предметных и метапредметных результатов в процессе совместной экспериментально-исследовательской деятельности. Исследование расширяет представление о способах организации продуктивных взаимодействий школьников и оценки их влияния на развитие детей 10–13 лет в условиях применения цифровых средств. В нем описаны принципиально различные типы учебных взаимодействий, определены их функции в образовательном процессе, раскрыты требования к организации учебного сотрудничества младших подростков, основанные на применении цифровых средств.

В работе обоснованы модельные образцы цифровой среды, обеспечивающие поддержку эффективного сотрудничества школьников в условиях совместной экспериментально-исследовательской деятельности, а также возможность выполнения диагностических процедур оценки качества продуктивной коммуникации участников при совместном решении учебных задач.

Созданные нами прототипы («Мозаика» и «Составь предложение») и разработанные на их основе макетные версии диагностических и учебных цифровых модулей («Лабиринт» и «Равновесие»), поддерживающих содержательное взаимодействие учащихся в решении учебных задач, позволили в экспериментальных условиях изучить различные приемы организации учебных ситуаций. В результате подтверждена эффективность применения цифровых сред, поддерживающих взаимодействия и сотрудничество, в достижении школьниками необходимых академических результатов.

Диагностический цифровой модуль «Лабиринт» позволяет оценить эффективность продуктивной коммуникации участников в определении стратегии поиска решения логической задачи. Модуль обеспечивает построение участниками траектории прохождения лабиринта таким образом, что ни один из участников не имеет возможности совершить свой ход индивидуально. Для успешного прохождения лабиринта каждый участник должен координировать свои действия с действиями напарника. Полученные в исследовании данные показали наличие зависимости между характером коммуникации партнеров в процессе совместного решения и успешностью прохождения лабиринта.

Применение цифрового учебного модуля «Равновесие» ориентировано на поддержку содержательного учебного взаимодействия детей в условиях освоения ими общих способов решения целого класса задач на равновесие. Компьютерная среда определяет условия для организации совместного учебно-исследовательского действия, направленного на уравнивание различных грузов. Цифровая среда мотивирует и структурирует совместную поисковую деятельность учащихся в освоении и опробовании общего способа оценки и прогноза состояния моделируемого объекта («равновесие грузов»). Осваиваемая при работе с модулем метапредметная компетенция (логическая мультипликация признаков понятия) востребована при освоении ряда понятий математики, физики и других школьных дисциплин.

Значимые положительные сдвиги показателей метапредметных образовательных результатов у учащихся, прошедших экспериментальное обучение, по ряду индикаторов были подтверждены сопоставлением с данными диагностики сформированности таких важных мыслительных действий, как анализ, рефлексия и планирование.

Проведенные исследования также подтвердили уникальные возможности применения цифрового продукта как в реализации логико-содержательного анализа в процессе решения задач, так и в организации содержательной коммуникации в экспериментально-исследовательской деятельности младших подростков.

Цифровая среда «Равновесие» демонстрирует возможности компьютерной поддержки организации учебного действия и содержательных взаимодействий детей и взрослых на уроке. Ее применение создает условия для продуктивной совместной работы учащихся с динамическими моделями: воспроизводится смысловая рамка содержательной дискуссии, опробуются разные способы координации действий, демонстрируются их возможности и ограничения. Работа в среде «Равновесие» обеспечивает условия для освоения учащимися предметных знаний и когнитивных метапредметных образовательных результатов, а также навыков учебного взаимодействия, в том числе, при проведении уроков в дистанционном формате.

Цифровая диагностическая методика «Лабиринт», моделирующая групповое решение учебной задачи в условиях разделения действий участников, позволяет оценить социальные и когнитивные метапредметные результаты, достигнутые

в условиях обучения, такие, как содержательная коммуникация, умение конструктивно взаимодействовать в совместной деятельности; готовность разрешать конфликты, а также умение создавать знаково-символические модели и схемы для решения учебных задач.

В условиях применения цифровой учебной среды пробам и ошибкам в решении конкретно-практических задач противопоставляется целенаправленная совместно-организованная экспериментально-исследовательская деятельность, специфическая для доказавшей свою эффективность технологии учебной деятельности (Д.Б. Эльконин – В.В. Давыдов). В этом направлении перспективными представляются подходы к построению модельных цифровых сред, в которых между участниками распределяются важнейшие понятийно-значимые элементы содержания. Принципиальной здесь становится поддержка таких способов взаимодействия участников совместного действия, которые не позволяют получить нужный результат индивидуально или заимствовать его в готовом виде (Коростелёв, 1980; Рубцов, Мартин, 1988; Коммуникативно-ориентированные образовательные среды: психология проектирования, 1996; Care, Scoular, Griffin, 2016; Graesser *et al.*, 2018; Конокотин, 2021; Крицкий А.Г., 1989).

Разрабатываемый подход существенно отличается от подхода, ориентированного на совместное решение задач (CSCL) на основе разнообразных моделей учебной коллаборации (Андреева, 1980; Матюшкин, 1982; Roschelle, Teasley, 1995; Shute, Ventura, 2013; Hesse *et al.*, 2015; Care, Scoular, Griffin, 2016; Alterman, Harsch, 2017; Stewart, D’Mello, 2018), где организация совместного действия детей традиционно не предусматривает анализ связи с понятийным содержанием решаемой задачи и исследуется вне такой зависимости.

## Литература

1. **J. Xu, B. Zhong**  
*Comput. Hum. Behav.*, 2018, **81**, 340.  
DOI: 10.1016/j.chb.2017.12.037.
2. **А.В. Гриншкун**  
В Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: Мат. V Межд. науч. конф. (РФ, Красноярск, 21–24 сентября 2021), Ч. 1, под ред. М.В. Носкова, РФ, Красноярск, СФУ, 2021, с. 120–124. (<https://conf.sfu-kras.ru/DTE-2021/proceedings>).
3. **Т.А. Бороненко, А.В. Кайсина, И.Н. Пальчикова, Е.В. Федоркевич, В.С. Федотова**  
*Теоретические основы построения концептуальной модели понятия «цифровая грамотность»: Монография*, РФ, Санкт-Петербург, ЛГУ им. А.С. Пушкина, 2021, 230 с. (<https://rffi.1sept.ru/file/2021/11/14f27d31-149d-4a0d-bb90-83cbfd342a5d.pdf>).







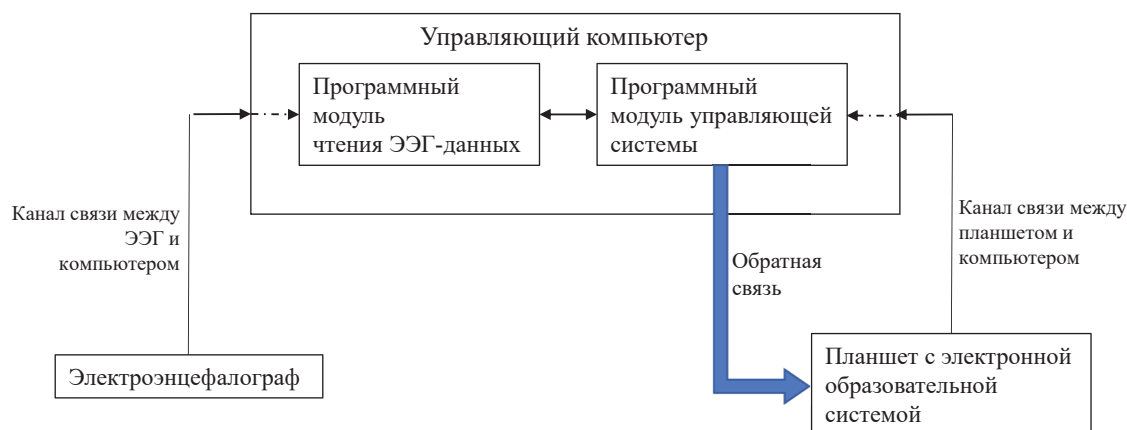


Fig. 2. Functional diagram of the proposed system.

## References

1. J. Xu, B. Zhong  
*Comput. Hum. Behav.*, 2018, **81**, 340.  
DOI: 10.1016/j.chb.2017.12.037.
2. A.V. Grinshkun  
In *Informatizatsia obrazovaniya i metodika elektronogo obucheniya: tsifrovye tekhnologii v obrazovanii: Mat. V Mezhd. nauch. konf. (RF, Krasnoyarsk, September 21–24, 2021) [Proc. V Int. Conf.: Informatization of Education and e-Learning Methodology: Digital Technologies in Education]*, Vol. 1, Ed. M.V. Noskov, RF, Krasnoyarsk, SFU Publ., 2021, pp. 120–124 (in Russian). (<https://conf.sfu-kras.ru/DTE-2021/proceedings>).
3. T.A. Boronenko, A.V. Kaysina, I.N. Palchikova, E.V. Fedorkevich, V.S. Fedotova  
*Teoreticheskie osnovy postroyeniya konceptualnoy modeli ponyatia «tsifrovaya gramotnost»: Monografiya [Theoretical Foundations for Building a Conceptual Model of the Concept of «Digital Literacy»: Monography]*, RF, Saint Petersburg, Pushkin LSU Publ., 2021, 230 pp. (<https://rffi.1sept.ru/file/2021/11/14f27d31-149d-4a0d-bb90-83cbfd342a5d.pdf>).





Подписано в печать 20.06.2022. Формат 60 x 90 1/8.  
Печ. л. 17. Тираж 300 экз.

Отпечатано в ООО «Полиграфическая компания «ЭксПресс»  
603104, Н. Новгород, ул. Медицинская, д. 26, помещение 1  
+7 (831) 278-61-61  
[print@e-xpress.ru](mailto:print@e-xpress.ru)