

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 видеоподобные интервью 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 проницательности, 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/morozowdmity/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). 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 необходимыми 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-tsifrovooy-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).

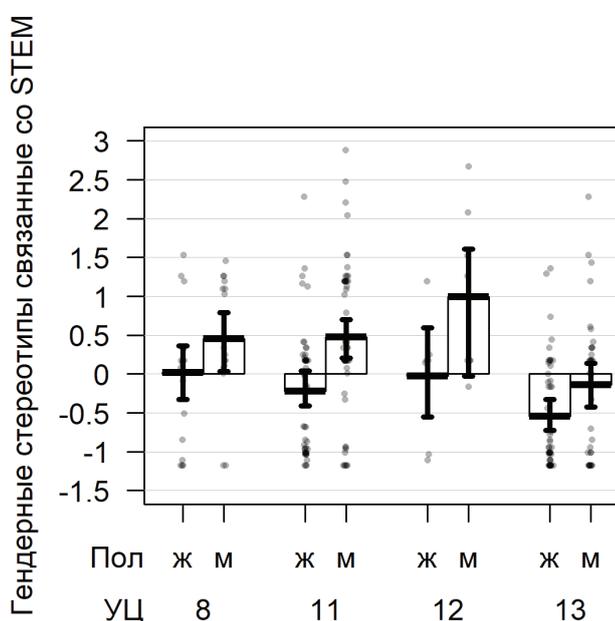


Рис. 2. Влияние уровня цифровизации и пола школьников на различия в представлениях о гендерных стереотипах, связанных со STEM-направлениями (УЦ – уровень цифровизации школы, индекс DESI). Положительные значения шкалы указывают на большее согласие со стереотипами.

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, компетентностного 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 уровень 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-

дике 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_

с7ВJ) 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, повышения 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).
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. 9th 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: 9th 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).
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).

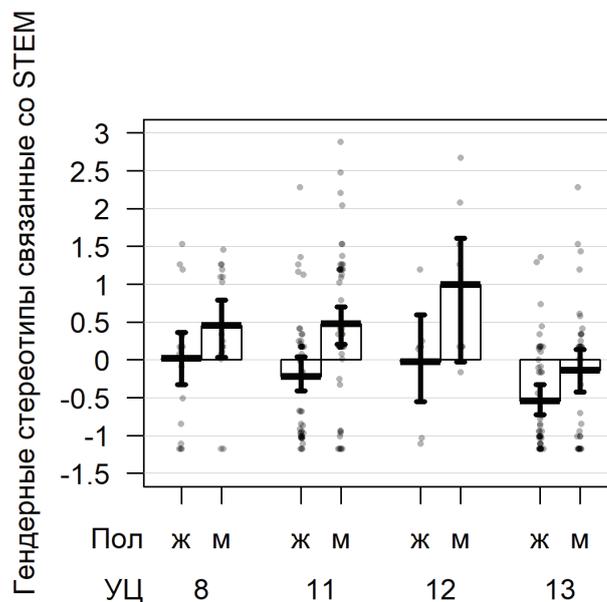


Fig. 2. Digital level of the schools and differences in perceptions of gender stereotypes associated with STEM in boys and girls (DL – the level of digitalization of the school, Digital Economy and Society Index). Positive scale values indicate greater agreement with stereotypes.

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).
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. 59th 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. 9th 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: 9th 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).
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 elektronnoy obucheniya: 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>).