

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени
М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Леонов Александр Георгиевич

**Интеграционная методология поэтапного формирования
алгоритмического мышления при обучении информатике и
программированию**

5.8.2 — Теория и методика обучения и воспитания
(информатика, информатика и вычислительная техника)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора педагогических наук

Москва — 2024

Работа выполнена в федеральном государственном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова» механико-математический факультет.

Научный консультант: член-корреспондент РАО, доктор технических наук, профессор, профессор департамента информатики, управления и технологий Московского городского педагогического университета
Григорьев Сергей Георгиевич

Официальные оппоненты:

Уваров Александр Юрьевич
доктор педагогических наук,
институт образования национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», главный эксперт, профессор

Гейн Александр Георгиевич
доктор педагогических наук,
декан института повышения квалификации преподавателей естественных наук при Уральском государственном университете, профессор

Носкова Татьяна Николаевна,
доктор педагогических наук,
Российский государственный педагогический университет им. А.И.Герцена, кафедра цифрового образования, заведующая кафедрой, профессор

Защита состоится «__» декабря 2024 г. в 11.00 часов на заседании диссертационного совета Диссертационный совет МГУ 058.2 на базе федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова» механико-математический факультет по адресу: 19991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, МГУ, д.1, Главное здание, механико-математический факультет.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова» механико-математический факультет. Адрес сайта: <http://math.msu.ru>.

Автореферат разослан «__» _____ 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования.

Обеспечение технологического, научного, производственного и кадрового суверенитета России является важнейшей задачей, решение которой невозможно без цифровой трансформации системы образования, способной обеспечить подготовку высококвалифицированных специалистов. Реалии современности требуют ускоренной подготовки большого числа кадров, обладающих широкими компетенциями в области информатизации всех сфер деятельности. Каждый человек должен не только освоить компетенции, необходимыми для утилитарного использования компьютеров в повседневной жизни, но и обладать определенным *стилем мышления*, то есть особенностями организации мыслительного процесса, чтобы иметь возможность реализовать себя в выбранной профессии в современном мире наполненным множеством новых специальностей, связанных с информатизацией, цифровыми технологиями и программированием.

Решение данной задачи требует интенсификации процессов подготовки будущих специалистов с упором на освоение компетенций в области информационных технологий. Одновременно встает вопрос о снижении возраста начала знакомства с основами алгоритмизации и программирования с целью формирования алгоритмического мышления у каждого члена общества, создания инновационных образовательных курсов и специализированных педагогических программных систем, ориентированных на массовое систематическое обучение не только студентов и школьников, но и дошкольников.

Существующая система современного образования не решает поставленные задачи, не учитывает должным образом интересы всех социальных групп учащихся. В результате имеют место различные уровни подготовки учащихся, особенно поступающих в высшие учебные заведения, что снижает эффективность образовательного процесса в вузах. Многие школьники и студенты не имели возможности освоить основные принципы алгоритмизации и программирования, доступные для изучения в начальной и основной школе. Вместе с тем необходимо отметить, что пропедевтические курсы по основам программирования для студентов, школьников и дошкольников должны иметь сходную понятийную базу и набор практических заданий.

Освоение в раннем возрасте основ алгоритмизации и программирования позволит начиная с дошкольного и младшего школьного возраста сформировать определенный *стиль мышления*, называемый далее *алгоритмическим*, что будет способствовать в соответствующем возрасте повышению общего интеллектуального потенциала, комфортному развитию индивидуума в условиях информационного общества и будущей успешной профессиональной деятельности.

Для решения проблемы унификации процессов формирования алгоритмического мышления у обучаемых различного возраста и подготовки, изначально обладающих различными уровнями ИКТ-компетентности нужно сформировать системный подход для решения поставленной задачи, который здесь назван *интеграционной методологией*.

Степень разработанности темы исследования.

Исследования и разработки в области освоения основ программирования были начаты в СССР еще в начале 1960-х годов. Усилиями С.И. Шварцбурда в Москве и А.П. Ершова в Новосибирске были созданы первые учебные курсы, на которых старшеклассники обучались программированию, теории информации и знакомились с устройством компьютеров.

Выступление академика А.П. Ершова «Программирование - вторая грамотность» в 1981 году на 3-й Всемирной конференции Международной федерации по обработке информации и ЮНЕСКО по применению ЭВМ в обучении в г. Лозанне предопределило цифровую трансформацию системы образования. Школьный предмет «Основы информатики и вычислительной техники» введен в СССР в 1985 году как инновационный курс информатики в 9-10-х классах школы «безмашинного» изучения основных алгоритмов на текстовом учебном *школьном алгоритмическом языке*, так как отсутствовали какие-либо компьютерные средства для написания учениками программ на школьном алгоритмическом языке. Еще до всесоюзного введения курса информатики в новосибирском университете и сибирском отделении АН СССР Г.А. Звенигородским был разработан другой более сложный для новичков текстовый язык программирования Рапира, имеющий «машинную» реализацию в составе учебной системы программирования Школьника. В 1985 году в МГУ имени М.В. Ломоносова под руководством А.Г. Кушниренко и В.Б. Бетелина была разработана «машинная» реализация школьного алгоритмического языка – учебная среда программирования «Е-практикум», затем переименованная в КуМир – «Комплект Учебных МИРов». Цифровая образовательная среда (ЦОС) КуМир явилась педагогическим программным средством, использование которой в учебном процессе позволило существенно понизить возраст первоначального знакомства с основами алгоритмизации и программирования, перенеся предмет Информатика и ИКТ из старшей школы в основную. Школьный алгоритмический язык, также называемый *языком записи алгоритмов*, получил широкое распространение в СССР, что послужило следствием его использования в школах России и в настоящее время.

Первых успехов в разработке и во внедрении отечественного курса информатики добились: Е.П. Велихов, В.Б. Бетелин, С.А. Бешенков, Н.Я. Виленкин, А.Г. Гейн, Ю.М. Горвиц, С.Г. Григорьев, А.А. Дуванов, В.Г. Житомирский, Я.Н. Зайдельман, Г.А. Звенигородский, А.П. Ершов, В.А. Каймин, А.А. Кузнецов, А.Г. Кушниренко, Г.В. Лебедев, В.С. Леднев, В.М. Монахов, Ю.А. Первин, А.Л. Семенов, С.И. Шварцбурд и ряд других исследователей.

Дальнейшее развитие учебного курса информатики было сконцентрировано на изучении основ применения информационных технологий. На протяжении двух десятилетий было разработано, апробировано и внедрено несколько учебников по предмету Информатика и ИКТ. Над курсом работали Л.Л. Босова, А.Г. Гейн, Ю.А. Первин, С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун, А.Г. Кушниренко, Г.В. Лебедев, И.В. Левченко, К.Ю. Поляков, А.Л. Семенов, Т.А. Рудченко, Я.Н. Зайдельман,

Е.К. Хеннер и ряд других исследователей. В учебниках вопросы изучения принципов и методов обработки информации даны в соответствии с принятыми стандартами содержания и сконцентрированы в основной и старшей школе.

Необходимо отметить работы по созданию систематических непрерывных курсов по информатике в школе на основе идей Жана Пиаже и Н.Я. Виленкина. По инициативе Ю.А. Первина был создан сквозной непрерывный курс «Информационная культура» 1–11 класс, реализованный в учебных заведениях в г. Самара, сопровождаемый поддерживающими педагогическими программными продуктами, основанный на *принципах программного управления исполнителями*. *Принцип программного управления* утверждает, что любую работу, которую человек может выполнить, командуя неким объектом (*исполнителем*), можно передать компьютеру, составив программу выполнения того действия (или последовательности действий), которую исполнителю надлежит выполнить. В учебниках «Информатика 1-4» для начальной школы, созданных Т.А. Рудченко, и А.Л. Семеновым, также рассматриваются вопросы программного управления исполнителями.

Образовательная реформа состоящая в введении в 1985 году в школьную программу предмета Информатика была необходима для формирования у подрастающего поколения *операционного стиля мышления*. А.П. Ершов использовал программиста в качестве прототипа носителя операционного стиля мышления как обладающего необходимыми знаниями, умениями и навыками. Следуя А.П. Ершову под *операционным стилем мышления* понимают следующие умения и навыки:

- Планирование, – умение планировать структуру собственных действий;
- Моделирование, – умение строить информационные модели;
- Поиск, – умение организовать поиск информации;
- Навыки структурированного взаимодействия;
- Навыки своевременного использования компьютера.

В операционном стиле мышления подчеркивается *алгоритмическая направленность* этого способа мышления, объединенная с *ИКТ-компетенциями*, то есть навыками и умениями использовать информационные и коммуникационные технологии для получения, обработки, поиска, оценки, производства и распространения информации для успешной работы и жизнедеятельности в информационном обществе.

Практика *алгоритмического мышления*, то есть понимание мышления в узком смысле, как процесс решения задач, выражающиеся в переходе от условий, задающих проблемную ситуацию, к получению желаемого результата, основана на использовании алгоритмов, последовательностей шагов для достижения определённой цели, включающих, но не ограничивающихся процессами *основной задачи программирования*, – конструированием одного формального объекта (исполнителя) на базе другого. Таким образом *алгоритмическое мышление* включает следующие компоненты: моделирование, абстрагирование, декомпозиция, разработка алгоритма, оптимизация, тестирование и отладка. Алгоритмическое мышление необходимо любому члену общества, и востребовано

не только в программировании, так как помогает систематизировать подход к решению задачи, а также способствует развитию критического мышления, навыков и умений анализа и планирования.

Если трактовка термина *программа* зависит от области применимости и контекста, например, как изложение основных принципов, понятий и целей, то в информационной культуре под термином *программа* понимают план будущих действий.

Следуя А.Г. Кушниренко и Г.В. Лебедеву для формирования *алгоритмического мышления* как самостоятельной культурной ценности, необходимо определить замкнутый набор понятий, что не отрицает познавательное значение школьного курса Информатики. При этом по В.Б. Бетелину принцип программного управления может быть понят и осознан учеником только после усвоения достаточно сложной системы научных понятий. Согласно Л.С. Выготскому, осознание любого общего принципа требует комплексного освоения ребенком некоторой системы научных понятий. Принцип программного управления позволяет сформировать такой понятийный аппарат в терминах и образах, понятных ученику вне зависимости от возрастной категории. Последнее позволяет указать возраст дошкольника как сензитивный период, когда ребенок может осваивать основы алгоритмизации и программирования для начала формирования алгоритмического мышления.

Но по Ж. Пиаже, запоминание ребенком системы научных понятий недостаточно для формирования (алгоритмического) мышления. Необходим логико-математический опыт, направленный на действия и операции, совершаемые ребенком с реальными предметами.

Кроме того, система научных понятий не может быть усвоена в короткий промежуток времени. Согласно теории поэтапного формирования умственных действий П.Я. Гальперина в качестве основы для осуществления действий с самого начала используются не только теоретические концепции, но и практические операции. Знания формируются не через предварительное запоминание, а в процессе применения знаний к решению задач. Что говорит о возможности сформировать набор задач, соответствующих возрастным особенностям учеников, успешное решение которых позволит поэтапно, в широком смысле слова, включая длительные временные периоды, усвоить научные понятия и сформировать алгоритмическое мышление.

Поскольку алгоритмы прежде всего знакомы из математики, то перенесение опыта решения математических задач в программирование приводит к следующей схеме образовательного процесса по Л.Н. Ланда от обучения алгоритмам, поиска алгоритмов, общим методам, правилам, набором действий и выбором применимых операций для решения, до постановки перед учеником проблемной ситуации, предполагая, что обучаемым будет самостоятельно придумывать алгоритм, правда последнее может находиться в области актуально недоступного.

Вместе с тем существующие педагогические программные средства позволяют более полно использовать средства вычислительной техники для обучения. Например, возможно применение задач и тестовых материалов для автоматизированной проверки уровня освоения материала при использовании

цифровых образовательных сред программирования, включающих в себя все средства поддержки изучаемых языков программирования, а также целый комплекс иных возможностей, интегрируемых в единую *методическую программную систему*, то есть цифровой педагогический комплекс включающий взаимосвязанные методы и приемы обучения основанные на большом объеме практической работы, использующий цифровые и предметно-цифровые ИКТ-насыщенные ресурсы и различные формы ориентированные на возраст и начальный уровень компетенции учеников. Такая методическая программная система, называемая далее *цифровым программно-методическим комплексом*, позволила бы учащемуся и педагогу получить доступ к любым программным, методическим средствам и ресурсам на любом уровне обучения и в любом возрасте учащихся.

Вышесказанное определяет актуальность заявленной темы исследования **«Интеграционная методология поэтапного формирования алгоритмического мышления при обучении информатике и программированию».**

Проблема исследования с практической точки зрения состоит в необходимости формирования алгоритмического мышления у каждого индивидуума информационного общества, что усложняется различным уровнем компетенции в области алгоритмизации и программирования у обучающихся одной возрастной категории.

Проблема исследования с теоретической точки зрения состоит в необходимости концептуализации алгоритмического мышления.

Объект исследования. Формирование алгоритмического мышления для учащихся разных возрастных категорий при обучении информатики и программированию.

Предмет исследования. Разработка цифровых программно-методических комплексов для системы образования в целях формирования алгоритмического мышления при обучении информатики и программированию.

Цель исследования. Состоит в разработке системного подхода формирования алгоритмического мышления для учащихся широкого возрастного охвата при обучении информатике и программированию, разработке цифровых программно-методических комплексов поддержки преподавания информатики и программирования для автоматизации образовательного процесса, понижения возраста сензитивного периода первичного знакомства с основами программирования, создании концепции цифровых образовательных сред и платформ для имплементации ступенчатого подхода формирования алгоритмического мышления в учебный процесс педагогических вузов.

Гипотеза исследования.

1. Существует набор заданий и понятий, успешное освоение которых приводит к формированию алгоритмического мышления у обучаемых при использовании цифровых программно-методических комплексов, включающих цифровые образовательные среды и платформы.
2. Такой набор заданий является универсальным для успешного формирования алгоритмического мышления у студентов вузов, включая будущих учителей информатики педуниверситетов, школьников и у дошкольников.

3. Сформированное алгоритмическое мышление едино для учащихся всех возрастов.

Указанные объект, предмет, цель и гипотеза исследования потребовали решения следующих **задач исследования**:

1. Проанализировать содержание и способы формирования алгоритмического мышления в общем образовательном процессе индивидуума в историческом контексте.

2. Определить возможность создания набора заданий и понятий, освоение которых позволит поэтапно формировать алгоритмическое мышление у учащихся широкой возрастной группы от дошкольников до школьников и студентов.

3. Выявить закономерности в методике систематического преподавания информатики и программирования в школе, вузах и дошкольных образовательных организациях.

4. Разработать методику понижения возраста первичного знакомства с элементами алгоритмизации и программирования.

5. Создать педагогический инструментарий для повышения эффективности пропедевтических разделов информатики и программирования.

6. Разработать универсальную методику систематического преподавания информатики и программирования для учащихся различного возраста и уровней компетенций.

7. Сформулировать особенности методики раннего преподавания основ алгоритмизации и программирования для дошкольников.

8. Осуществить опытно-экспериментальную работу, создать наполнение курсов для дошкольников, школьников и педагогических вузов по информатике и программированию.

9. Создать цифровой программно-методический комплекс поддержки преподавания информатики и программирования для автоматизации образовательного процесса на всех уровнях обучения от детских садов до вузов.

Научная новизна результатов.

1. Выявлены основные составляющие алгоритмического мышления и возможность его формирования при использовании практики освоения набора заданий и понятий.

2. Сформулирована и проверена методика понижения возраста первичного знакомства с основами алгоритмизации и программирования, способствующая освоению основных научных понятий процедурного программирования дошкольниками для поэтапного формирования алгоритмического мышления.

3. Спроектированы и экспериментально проверены в педагогической практике автоматизированные цифровые и предметно-цифровые образовательные среды для поэтапного формирования алгоритмического мышления студентов вузов, школьников и дошкольников, начиная с 4-ого года жизни.

4. Разработан и экспериментально проверен в педагогической практике цифровой программно-методический комплекс, включающий цифровые образовательные среды и платформы для различного возраста и уровня

компетенции учащихся, существенно повышающих эффективность систематического освоения информатики и программирования.

5. Проведен анализ выборочных результатов раннего знакомства с основами алгоритмизации и программирования в дошкольных образовательных организациях, показывающий существенный прогресс в области алгоритмических навыков и умений.

6. Для рассмотрения и оценки использованы результаты автоматизированного и ручного обследования различных категорий обучающихся: дошкольников, школьников, студентов вузов, включая педагогические университеты.

7. Предложены подходы, повышающие эффективность освоения пропедевтических разделов курса информатики по основам алгоритмизации и программирования с использованием практической деятельности обучающихся.

Теоретическая значимость. Полученные результаты послужили основанием для понимания состава алгоритмического мышления, возможностью определить универсальный набор задач и понятий, необходимых для поэтапного формирования такого мышления при использовании предметно-цифровых и цифровых образовательных сред, начиная с раннего возраста дошкольников. Универсальный набор задач и понятий использованный в педагогической практике с применением цифрового программно-методического комплекса имеет общее ядро применимое в обучении от детского сада до общеобразовательных школ и вузов.

Результаты исследования позволили определить в методике и практике новое направление, существенно изменяющее подход к преподаванию информатики и программирования на всех уровнях образования, включая дошкольное, начальное общее, основное общее, среднее общее и высшее образование.

Спроектирован исследовательский инструментарий, позволяющий автоматизировано оценивать уровень достижений учащихся в процессе прохождения курсов по информатике и программированию, индивидуализировать образовательный процесс обучаемых, используя элементы искусственного интеллекта давать опережающие оценки будущих уровней компетенций учащихся. Исследовательский инструментарий включенный в состав цифрового программно-методического комплекса может быть использован в цифровой трансформации образовательного процесса не только в области преподавания информатики и программирования, но и для естественно-научных и гуманитарных дисциплин, а также в межпредметных курсах.

Практическая значимость.

Сформулированы основные научные понятия, освоение которых необходимо для формирования алгоритмического мышления.

Сформированы наборы практических заданий выполнение которых способствует успешному формированию алгоритмического мышления. Успешное поэтапное освоение такого набора заданий возможно с раннего дошкольного возраста.

Созданы образовательный контент, методика и дидактические приемы для обучения информатике и программированию, которые могут быть использованы для различного возраста и уровней компетенций обучаемых.

Разработаны и экспериментально проверены в педагогической практике авторские цифровые образовательные платформы и среды составляющие цифровой программно-методический комплекс, позволяющие в высоком уровне автоматизации обучать информатике и программированию, позволяющие эффективно и успешно формировать алгоритмическое мышление у обучаемых.

Методология и методы исследования. Проектирование методик и дидактики и разработка платформы высокого уровня интеграции для создания универсальных пропедевтических разделов курса информатики по основам алгоритмизации и программирования как практическое приложение составило основу исследования.

Методологическую основу исследования составили:

теория педагогики (Ж.-Ж. Руссо, К.Д. Ушинский, Я.А. Коменский, И.Г. Песталоцци и др.)

теории деятельности и применения деятельностного подхода в образовании (Л.С. Выготский, П.Я. Гальперин, А.В. Запорожец, Д.Б. Эльконин и др.);

формирования общеучебных умений (Л.Н. Ланда, И.В. Роберт, Р.С. Немов, А.Г. Асмолов, А.М. Пышкало, Н.Н. Поддьяков, И.В. Роберт, А.Н. Поддьяков и др.);

информатизации образования (С.И. Шварцбурд, В.Б. Бетелин, Е.П. Велихов, А.Л. Семенов, С.Г. Григорьев, А.П. Ершов, С.Д. Каракозов, В.В. Гришкун, А.А. Кузнецов, Т.Н. Носкова, А.Ю. Уваров и др.);

теории и методики обучения информатике и ИКТ (В.В. Гришкун, А.А. Кузнецов, С.Г. Григорьев, С.А. Бешенков, Л.Л. Босова, А.Г. Гейн, А.П. Ершов, В.С. Леднев, А.Г. Кушниренко, Г.В. Лебедев, Ю.А. Первин, И.Г. Семакин, А.Л. Семенов, С. К. Ландо, А.И. Сенокосов, Т.Н. Носкова, И.В. Левченко и др.).

На философском уровне методологическую основу исследования составили: системный подход к выявлению основных составляющих алгоритмического мышления, создания методики понижения возраста первичного знакомства с элементами алгоритмизации и программирования, создание методики и дидактических приемов для обучения информатике и программированию, которые могут быть использованы для различного возраста и уровней компетенций обучаемых.

На общенаучном уровне были определены сущностные признаки объекта исследования, позволившие определить границы сензитивного периода для начала формирования алгоритмического мышления.

На конкретно-научном уровне исследования были задействованы методы дидактики.

На технологическом уровне исследования – методы, методики и технологии применения цифровых платформ и сред как основы цифровой трансформации образовательного процесса в Российской Федерации.

В ходе выполнения исследовательских процедур были также задействованы методы наблюдения, изучения и обобщения педагогического опыта воспитателей дошкольных образовательных организаций, учителей и методистов школьных и дополнительных занятий, педагогические инновации в педагогической литературе, ресурсы интернета, материалы конференций и семинаров по теме исследования, а также опыт экспериментальной работы с учащимися разного возраста.

Положения, выносимые на защиту:

1. В условиях развития цифрового общества и формирования потребностей современного человека определены основные компоненты алгоритмического мышления, которые возможно поэтапно формировать с использованием универсального набора заданий и понятий для различных категорий обучающихся от дошкольников, школьников до студентов вузов, включая педагогические университеты.

2. Методика обучения информатике и программированию, включающая универсальный набор задач и понятий в учебный процесс, использующий цифровой программно-методический комплекс имеет общее ядро применимое в обучении от детского сада до общеобразовательных школ и вузов.

3. Использование в пропедевтических курсах текстовых языков программирования с национальной лексикой, близких к естественному языку для учеников - носителей национального языка позволяют вводить эти курсы на раннем этапе образования одновременно с освоением чтения и письма, до того, как обучающиеся изучат английский или другой иностранный язык. Такой национальный учебный алгоритмический язык должен быть интегрирован в цифровую образовательную среду, допускающую адаптацию под языки народов России.

4. Использование современных отечественных педагогических программных средств - цифровых и предметно-цифровых образовательных сред ПиктоМир, ПиктоМир К и КуМир в основном курсе, а также их внедрение в пропедевтические курсы непрерывного образования по алгоритмизации и программированию существенно сокращает время на освоение фундаментальных понятий указанных дисциплин и формирование алгоритмического мышления от дошкольных образовательных организаций, школ и вузов, включая педуниверситеты.

5. Использование цифровой образовательной среды ПиктоМир, интегрированной в цифровую образовательную платформу Мирера (программно-методический комплекс) на начальном курсе преподавания алгоритмизации и программирования, позволяет увеличить объем практики студентов вузов с нескольких задач до нескольких сотен за семестр. Расширение практики будущих преподавателей курса информатики и ИКТ позволяет интенсифицировать и

индивидуализировать подготовку молодых специалистов для информационного общества.

6. Построенная схема связи алгоритмических учебных языков с производственными языками программирования – от языка Пикто (ЦОС ПиткоМир) и школьного алгоритмического языка (ЦОС КуМир) до производственного языка Python, реализованная в цифровых образовательных средах ПиктоМир и КуМир, интегрированная в цифровую образовательную платформу Мирера, используемая в целенаправленной подготовке учителей информатики явилась решающей методикой ускорения освоения предмета обучаемыми и связывающим естественным мостом между учебными пиктографическими языками программирования, блочными и производственными языками программирования. Основу подготовительной программы студентов педагогических университетов составляет обширный набор заданий (более 500 задач в годовом курсе), организующих практическую подготовку студентов с использованием индивидуальных образовательных траекторий. Выполнение заданий студентами оценивается не только по результатам испытаний, но и по процессу решения задач, под контролем омниканальной цифровой образовательной платформой, использующей искусственные нейронные сети.

Достоверность результатов обеспечивается результатами проведенных экспериментов при обучении информатике и программированию дошкольников (более 12000 в течении одного года), школьников и студентов вузов, обсуждения полученных результатов на семинарах и конференциях, а также их публикации.

Результаты экспериментальной работы. Эксперименты проходили в более чем 750 различных дошкольных образовательных организациях и общеобразовательных организациях в рамках программы работы сетевых инновационных площадок ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН по теме «Апробация и внедрение основ алгоритмизации и программирования для дошкольников и младших школьников в цифровой образовательной среде ПиктоМир».

Эксперименты проходили в учебном процессе следующих образовательных организаций: в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова на механико-математическом факультете, в Московском педагогическом госуниверситете (МПГУ), в Государственном университете управления, в НИЦ «Курчатовский институт» с использованием цифровой образовательной платформы Мирера, а также в работе кафедры ДПО ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН при переподготовке специалистов системы дошкольного и школьного и вузовского образования.

Подготовлены десятки электронных курсов для педагогических университетов, вузов, курсов повышения квалификации в рамках образовательной программы кафедры дополнительного профессионального образования ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН. Методические рекомендации по использованию разделов курса информатики по основам алгоритмизации и программированию были использованы в системе основного и дополнительного образования. Основные положения диссертационного исследования были представлены: в публикациях, отражающих комплексную реализацию результатов в дошкольных образовательных организациях, основной и начальной школы, в педагогических

вузах и вузах естественно-научной ориентации; в практической исследовательской деятельности в виде результатов грантов:

Фонда президентских грантов № 22-1-008068 «Дошкольное воспитание: новые ориентиры для педагогов и родителей», 2022-2023 гг.

Фонда президентских грантов № 23-2-003889 Просветительский марафон "В авангарде детства": передача традиционных российских духовно-нравственных ценностей от поколения к поколению, 2023-2024 гг.

РФФИ 18-07-00901 «Исследование и разработка системы распознавания элементов рукотворного интерьера на базе нейронных сетей для построения дополненной реальности и выработки алгоритмов взаимодействия управляемых объектов с реально-виртуальным окружением», 2018-2020 гг.

РФФИ 19-29-14057 «Применение машинного обучения и нейронных сетей для построения динамических персональных траекторий обучаемых и автоматической верификации правильности выполнения заданий в цифровых образовательных системах», 2019-2023 гг.

Результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались на более чем на 90 международных, всероссийских, региональных конференциях, форумах, симпозиумах, семинарах и экспертных совещаниях разного уровня, включая:

Всероссийский съезд учителей математики в МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, 2010, 2021, 2023.

Международная научно-практическая конференция "Информационные технологии в образовании XXI века, г. Москва, 2015.

ИТО-РОИ, Большой московский семинар по методике раннего обучения информатике, г. Москва, 2007, 2009, 2012, 2013.

Всероссийская конференция «Свободное программное обеспечение в высшей школе», г. Переяславль-Залесский, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2016, 2017, 2018, 2019, 2022.

Открытая Всероссийская конференция «Преподавание информационных технологий в Российской Федерации», г. Петрозаводск, 2010.

Международная конференция «Разработка ПО/SECР», г. Санкт-Петербург, г. Москва, 2017, 2018,

Международная конференция "Воспитание и обучение детей младшего возраста" (ЕССЕ), г. Москва, 2018, 2019, 2020.

Международная научная конференция "Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании", г. Красноярск, 2020, 2021, 2022, 2023.

Российско-китайская конференция исследователей образования «Цифровая трансформация образования и искусственный интеллект», г. Москва, 2019.

Международная научно-практическая конференция "Smart Nations: глобальные тенденции цифровой экономики", г. Москва, 2021.

Московский международный Салон образования, г. Москва, 2021, 2022, 2023, 2024.

Computational Methods in Systems and Software 2022 (CoMeSySo2022) conference «Вычислительные методы в системах и программном обеспечении», г. Прага (Чехия), 2022, 2023.

Международный форум по математическому образованию, IFME, ПФУ, г. Казань, 2023, 2024.

Всероссийский образовательный форум "Невская Образовательная Ассамблея", г. Санкт-Петербург, 2023, 2024.

Международная ежегодная научно-практическая конференция "Новые образовательные стратегии в открытом цифровом пространстве, г. Санкт-Петербург, 2022, 2023, 2024.

II Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные проблемы подготовки современного учителя начальных классов», г. Москва, 2024.

Всероссийский педагогический съезд «Моя страна», г. Санкт-Петербург, 2022, 2023, 2024.

Всероссийский научно-практический семинар «Инновационные подходы в естественно-научном образовании. STEAM-образование: от дошкольника до выпускника вуза», г. Нижний Тагил, 2022, 2023, 2024.

Наука и образование в обеспечении устойчивого развития человеческого потенциала в условиях перехода к цифровой экономике, г. Пермь, 2024

Результаты исследования отражены в 110 научных публикациях, в том числе: в 31 статье в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, из них в 17 статьях рекомендованных МГУ имени М.В. Ломоносова, 1 монографии, 10 учебных пособиях и методических рекомендациях.

Опытно-экспериментальной базой исследования являлись площадки всероссийского уровня в дошкольных образовательных организациях, организациях общего образования под эгидой ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, МГУ имени М.В.Ломоносова, а также институт Детства Московского педагогического государственного университета.

Этапы и экспериментальная база исследования.

Этап сбора материалов и постановки проблемы исследования: 1996 – 2006 гг. изучалась степень проработанности проблемы в отечественных и зарубежных материалах исследований, изучался отечественный и зарубежный опыт информатизации образования, анализировались основные направления информатизации учебно-воспитательного процесса в школе и дошкольных учреждениях, в том числе подходы к раннему обучению дошкольников и младших школьников в рамках непрерывного курса по информатике, изучалось современное состояние педагогических программных продуктов, их применимость для оценки компетенций и формирования портфеля достижений учащихся в области Информатики и ИКТ. Изучалась возможность формирования мотивационных личностных ресурсов и алгоритмического мышления в процессе пропедевтического обучения школьников информатике и ИКТ. Проводился анализ педагогической, психологической и культурологической литературы. Был проанализирован опыт подготовки учителей основного и среднего образования,

работающих в классах с уклоном в области информатики в рамках непрерывного школьного курса. Изучались основные направления развития методической системы обучения информатике, программированию и информационным технологиям дошкольников и школьников, и студентов вузов. Разрабатывалась и реализовывалась цифровая образовательная среда КуМир как основа обучения основам программирования новичков, изучались возрастные границы применения педагогического программного средства.

Этап формирования задачи и подбора методик (2007–2016 гг.) характеризуется созданием методических материалов, когда уточнялись основные теоретические положения формирования алгоритмического мышления в рамках раннего обучения дошкольников и школьников в непрерывном курсе по информатике и информационным технологиям, разрабатывалась программа пропедевтического курса по алгоритмике для дошкольных учреждений и для 1-4 классов начальной школы, содержание учебных материалов и методических пособий, разрабатывались и реализовывались компоненты учебно-методических комплексов для дошкольников и младших школьников: цифровая образовательная среда ПиктоМир, модифицировалось педагогическое средство для освоения основ программирования школьниками, цифровая образовательная среда КуМир, цифровые образовательные ресурсы для оценки компетенций и накопления информации по достижениям учащихся, писались учебники и методические пособия, разрабатывались методические и дидактические подходы к преподаванию дошкольного пропедевтического курса информатики и программирования в дошкольных образовательных организациях, организациях общего образования. Результаты отражены в методических пособиях и ряде методических статей. Подготовлены программы повышения квалификации по методике преподавания информатики с использованием ЦОС КуМир и ЦОС ПиктоМир в дошкольных организациях и организациях общего образования для учителей информатики, математики, физики и других предметов.

Этап экспериментальной работы состоял в перенесении результатов исследования в практику основного и дополнительного образования 2017 – 2022 гг. и сопровождался практической исследовательской деятельностью и публикациями о результатах практических работ по вопросам формирования алгоритмического мышления, формирования набора заданий, формулирования основных понятий программирования для раннего знакомства с основами алгоритмизации и программирования. На этом этапе были спроектированы и реализованы педагогические программные продукты: цифровая образовательная среда ПиктоМир-К как элемент ступенчатой поэтапной методологии формирования алгоритмического мышления у студентов педагогических вузов и школьников, цифровая образовательная платформа Мирера как основа обучению программированию и другим естественно-научным и гуманитарным предметам студентов вузов и старших школьников. Цифровая образовательная платформа Мирера обладает интеграционными возможностями, включающими индивидуализацию образовательного процесса, используя автоматизированный контроль решения задач различного типа и предметов, формирование цифрового

следа обучаемого, анализ образовательного процесса при помощи элементов искусственного интеллекта. Разработанные цифровые образовательные платформы и среды явились частями единого цифрового программно-методического комплекса.

Этап оформления и подготовки к защите результатов проведенного исследования 2023 – 2024 гг. освещен в теоретических публикациях, проводились теоретическое осмысление, систематизация и обобщение полученных результатов, оформление работы.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы и приложений.

Основное содержание диссертации.

Введение диссертации посвящено обоснованию выбора темы исследования, которая связана с актуальной проблемой в области теоретической и практической педагогики. Рассмотрены основные аспекты, которые делают данную тему важной для исследования, а также определены цель, объект и предмет исследования. Гипотеза и задачи диссертации сформулированы таким образом, чтобы достичь поставленной цели и решить проблему, которая стоит перед исследователем. Описаны методы, которые были использованы в ходе исследования и перечислены основные положения, которые будут защищены на защите диссертации. Особое внимание уделено научной новизне диссертации, которая заключается в разработке новых подходов к решению проблемы, а также в создании новых знаний в данной области.

В главе 1 рассматриваются теоретико-методологические основания формирования алгоритмического мышления.

Специфика момента состоит в том, что субъекты современного образования находятся в окружении стремительно развивающихся цифровых технологий, использование которых приводит к коренной перестройке образовательного процесса, особенно в области информационного взаимодействия между обучающимся и педагогом, функции которого может заменить некая автоматизированная обучающая система. Непрерывное развитие цифрового мира приводит к необходимости постоянного совершенствования подобных систем, рассматривая их в разрезе как помощника педагога-человека. Совершенствование педагогических программных продуктов требует дополнительной отдачи от педагога-человека для перепроектирования интерактивной педагогической системы на базе новых цифровых информационных технологий. Таким образом, общая нагрузка на педагога как учителя и педагога-разработчика таких систем суммарно не уменьшается, а возрастает, хотя целью создания подобных педагогических автоматизированных систем было снизить рутинную нагрузку на преподавателя. При этом цифровое образование должно продолжить выполнять свою основную задачу.

Успехи обучения в том или ином предмете часто зависят от физических возможностей ученика и от ментальных и когнитивных характеристик личности,

часто отождествляемых со способностями. Сложность в построении универсального образовательного метода связана с такими различиями в учениках. Универсальность дидактического подхода обучения для конкретного ученика не всегда может гарантировать его успешный результат. Снижая рамку уровня образования, все больше учеников становятся способны сформировать требуемые навыки. Однако тем самым из образовательного процесса исключается та часть обучающихся, которые изначально были готовы быстрее освоить навыки и сформировать умения. Гармоничное развитие индивидуума может помочь решить эту проблему, когда на уроке для учителя все дети обладают равной восприимчивостью и способностью к обучению.

Образовательный процесс должен быть построен педагогом так, чтобы интерес к обучению исходил от ребенка, а педагог в режиме диалога раскрывал ученику истины, свойства предметов и окружающего мира, который последний мог увидеть, услышать, осязать и т.п., то есть воспринять своими органами чувств. Фактически речь идет о предметной учебной среде, которую должен наблюдать и исследовать ребенок. Эта окружающая среда по завершении каждого цикла успешного освоения учеником должна расширяться, дополняясь новыми объектами и явлениями, готовая для нового уровня обучения.

Все предыдущие рассуждения были связаны с вопросами сохранения основы образовательных процессов при подходе к вопросу автоматизации обучения. Вопросы влияния вычислительной техники на образовательный процесс были в фокусе внимания еще в 1960-х годах, прежде всего в области автоматизации труда педагога. Автоматизация деятельности или части деятельности человека часто может быть выражена вербально в виде записи мыслей, приемов, планов, алгоритмов и т.п. Уровень формализации таких записей и рассуждений не всегда возможен, в противном случае в информационном веке можно было бы перепоручить обучение и воспитание автоматическому устройству в предположении, что такое устройство сумеет достичь гарантированных результатов при выполнении формализованных учебных действий.

В образовательном процессе необходимо использовать автоматизированные педагогические образовательные системы, которые реализуют индивидуализацию и автоматический контроль учебного процесса. Роль педагога в такой связке меняется и фактически учитель в цифровой образовательной системе становится наблюдающим за автоматизированным учебным процессом и управляющим им.

Важность изучения алгоритмов нельзя переоценить. Так, изучая алгоритмы и решая задачи, ученик формирует новый тип мышления, который предварительно можно называть алгоритмическим. Если необходимость в автоматизированных обучающих средствах и системах уже зафиксирована, то вопрос поэтапного формирования алгоритмического мышления остается открытым. Нет ничего плохого в обучении алгоритмам, потому что, например, многим в жизни приходится четко следовать определенным алгоритмам в своей работе. Правильный образовательный процесс требует, чтобы ученик самостоятельно изобрел как можно больше алгоритмов для решения тех или иных задач. Формализация этих задач позволит перепоручить проверку ученических решений

автоматизированной системе вне зависимости, о каком из предметов здесь идет речь.

Еще в 1970-х годах была доказана актуальность нового школьного предмета, дав конкретную формулировку целей информатизации школьного образования и обоснована необходимость формирования нового стиля мышления у подрастающего поколения. Этот стиль мышления должен соответствовать требованиям информационного общества, когда общество становится информационным, то есть с того момента, когда стоимость одного книжного типографского знака начинает превышать цену хранения одного печатного символа в памяти компьютера. Была поставлена задача построения модели выпускника эпохи информационного общества, понимая под моделью совокупность знаний, умений и навыков, которыми должен владеть выходящий из школы современный молодой человек. При этом выбор в качестве прототипа такой модели пал на программиста как человека, который существенно в большей степени, чем любой другой специалист, всей своей повседневной как в рутинной, так и в творческой деятельности формировал в себе умения и навыки, помогавшие ему наиболее эффективно использовать вычислительную технику:

- умение планировать структуру собственных действий;
- умение строить информационные модели;
- умение организовать поиск информации;
- дисциплина и структурированность общения;
- навыки своевременного использования компьютера.

Важность вышеперечисленных знаний, умений и навыков является закономерной, и имеет непосредственную связь с умениями и навыками существенно более важными и широкими, общечеловеческими, общекультурными и социальными. Было предложено использовать термин операционный стиль мышления, в котором подчеркивалась алгоритмическая направленность этого способа мышления, позволяющая сегодня употреблять термин «алгоритмический стиль мышления» в случаях, когда речь идет о важнейшем педагогическом назначении школьной информатики. Важным аспектом является операциональная сущность, благодаря которой представления о прикладных аспектах школьной информатики совмещают с понятием информационных технологий. Вместе с тем ясно, что операционный стиль мышления представляет собою дидактическую категорию, более широкую, чем алгоритмика и информационные технологии, рассматриваемые по-отдельности.

В современном мире часто пытаются сопоставлять вычислительное и алгоритмическое мышление, алгоритмическую и вычислительную культуру. Принято считать, что впервые термин вычислительное мышление (англ. computational thinking) появился у Симора Пейперта. Основываясь на различных трактовках термина вычислительное мышление можно сказать, что такой тип мышления достаточно близок к математическому и алгоритмическому.

Если вычислительное мышление и не является полноценным синонимом алгоритмического мышления, то во многом оно базируется на алгоритмическом мышлении, которое, в свою очередь, как результат познавательного и созидательного образовательного процесса индивидуума, обеспечивает его

интериоризацию, фактически осуществляя приращение культуры последнего. Таким образом, вопрос о соотношении алгоритмического мышления и алгоритмической культуры может рассматриваться как последовательность целенаправленного формирования алгоритмического мышления, изменение внутренних структур человеческой психики, в том числе посредством усвоения внешней социальной деятельности. Вышеперечисленное приводит к созданию устойчивого нового культурного опыта, то есть, в частности, к культурному содержанию – алгоритмической культуре. То же верно и для вычислительного мышления и вычислительной культуры. Задача оценивания уровня алгоритмической и вычислительной культуры достаточно сложна, так как не дает явной дискретной оценки.

Вычислительное мышление в любой его самой узкой формулировке не может быть сформировано без фундамента, которым является алгоритмическое мышление в самой простой формулировке как методика решения задач. Важно отметить, что практика такого мышления основана на использовании алгоритмов, последовательностей шагов для достижения определённой цели, включающих, но не ограничивающихся процессами основной задачи программирования, конструированием одного формального объекта на базе другого: моделирование, абстрагирование, декомпозиция, разработка алгоритма, оптимизация, тестирование и отладка. Однако алгоритмическое мышление полезно не только в программировании, так как помогает систематизировать подход к решению задачи, но и способствует развитию критического мышления, навыков и умений анализа и планирования. При этом важнейшая методика формирования алгоритмического мышления представляет собой практическое программирование дидактически подобранного набора задач, которое позволяет гарантировать формирование требуемых способностей у ученика.

Формирование алгоритмического мышления, а также вычислительного мышления сегодня невозможно рассматривать в отрыве от процесса цифровой трансформации преподавания всех дисциплин: математики, физики, химии и других естественно-научных, а также гуманитарных предметов. Особо надо выделить значимость алгоритмического мышления для практических инженерных STEM-предметов, естественных наук, технологии, инженерии и математики, для которых программирование является естественным объединяющим ингредиентом этих дисциплин. В рамках разнообразия предметов, для которых важным фактором является сформированное алгоритмическое мышление, можно говорить об изменениях в дидактике, возможности создания новых интеграционных методик, которые выводят на новый уровень эффективности образовательный процесс благодаря возможностям, предоставляемым цифровыми технологиями, включая коммуникационное взаимодействие через сеть Интернет, искусственный интеллект и пр.

Парадигма программного управления исполнителями состоит в определении взаимодействия участвующих в процессе выполнения программы объектов. Универсальным понятием курса является программный исполнитель, для начинающих осваивать алгоритмику дается синоним этого определения – робот, как исполнитель команд, обладающий фиксированным набором - системой команд.

Робот-исполнитель характеризуется обстановкой, в которой «работает», а также способностью аварийного завершения при исполнении текущей команды в данной обстановке.

Алгоритм – это пошагово-описанный план будущих действий по управлению исполнителем (роботом) с целью достижения определенного результата, сформулированного в задании.

Выполнение алгоритма – процесс последовательной выдачи команд роботу - исполнителю в соответствии с заранее выработанным планом.

Программа – алгоритм, записанный в некоторой форме, которая позволяет поручить выполнение алгоритма компьютеру или другому автоматическому устройству. В процессе выполнения программы явно проявляется функциональное разделение объектов: робот – исполнитель команд, компьютер – исполнитель программ; программист – составитель программ. При этом язык программирования, по сути, конкретный набор правил составления программ для выполнения записанного алгоритма компьютерами определенного типа.

Замена одного понятия в педагогическом программном средстве на уже известное учащемуся позволяет сократить набор обязательных терминов, необходимых для освоения программного продукта для решения поставленной учителем задачи, что, в свою очередь, существенно влияет на время, затрачиваемое учащимися при изучении нового программного продукта.

Замкнутый набор понятий, необходимый для освоения основ программирования, возможно сформировать таким образом, чтобы освоение его было доступно даже дошкольникам. Анализ достигнутых результатов в изучении основ программирования и практический опыт работы как со школьниками, так и со студентами университетов помог выявить основные понятия императивного программирования, которые также были использованы при обучении детей и могут быть освоены даже дошкольниками в деятельностно-игровой форме.

Формирование алгоритмического мышления крайне важно и для критического, осознанно управляемого человеком мышления, что потребует построения и внедрения компетентностно-ориентированного индивидуализированного образовательного процесса, что невозможно без систематического использования ИКТ-насыщенных цифровых образовательных сред.

Глава 2 посвящена методологии преподавания основ алгоритмизации и программирования с использованием учебных языков.

Национальные языки программирования, синтаксис которых не основан на английском, являются репрезентативными в том смысле, что они широко использовались в обучении. Эффект использования национальной лексики в учебных языках программирования вносит позитивную коннотацию для обучаемых на начальном этапе освоения сложного предмета программирования.

Учебные языки программирования развивались как в России, так и за рубежом. Учебный язык программирования Kotodama (Kotodama on Squeak) представляет собой национальную версию проекта Squeak. Лексика не только упрощает понимание японскими студентами текста программы, но и по

предложению авторов разработки обучает новичков грамоте и межпредметным связям.

Учебный язык программирования LSE был создан в 1967 году в Центре исчисления при Высшей школе электричества (Center of Calculus at the Higher School of Electricity) и являлся основным средством освоения основ программирования во Франции в прошлом веке и предназначался больше для студентов университетов, нежели для детей. Основная особенность языка была в национальной лексике управляющих конструкций и последовательной интерпретации команд, подобно современному производственному языку программирования Python.

Задача массовой и высокоэффективной подготовки преподавателей нового предмета летом 1985 года привела к разработке специалистами механико-математического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова компьютерного интерактивного практикума, названного «Е-практикум», впоследствии переименованная в КуМир (Комплект Учебных МИРов).

В процессе редактирования написанной учеником учебной программы в цифровой образовательной среде (ЦОС) КуМир происходила автоматическая проверка синтаксической правильности программы, при этом имелась возможность за одно нажатие клавиши осуществлять вставку основных управляющих конструкции языка, что также существенно снижало количество синтаксических ошибок и опечаток в программе. КуМир поддерживал основные программные исполнители Робот и Чертежник, которые используются в задачах основных отечественных учебников по информатики и ИКТ. КуМиром стали также называть не только учебную систему программирования, но и сам язык. КуМир работал и работает на всем многообразии вычислительной техники СССР и России.

Обучение основам программирования и алгоритмизации в ИКТ-насыщенном современном мире не может проводиться без соответствующей цифровой (компьютерной) образовательной среды, комфортной для новичка и избавленной от непроизводительных расходов, которая должна включать не только продуманный набор заданий для формирования основ алгоритмического мышления, но и иметь собственный набор дидактических приемов.

Современная тенденция преподавания программирования в вузах предполагает не только развитие алгоритмического стиля мышления, но и изучение одного из современных языков, поддерживающего принципы объектно-ориентированного программирования (ООП): такие языки программирования, как C++, C# и Python, или Java. Язык Pascal также содержит элементы ООП. Основу языка Pascal составляла тройка понятий, логически выводимая из объектов и действий над объектами:

Действия -> Команды (Циклы) -> Вспомогательные алгоритмы

Объекты -> Величины

Термин ООП подчеркивает первичность объектов над действиями и алгоритмами. Хотя на практике важны и алгоритмы, и объекты: и те, и другие надо уметь структурировать и иметь средство для работы с ними. При этом само понятие исполнитель более широко по своему значению. Под исполнителем понимается не только конструкция школьного алгоритмического языка ЦОС КуМир, но и

человек, автомат или прочее устройство или группа устройств, связанных общими свойствами и имеющих навсегда фиксированную систему команд. К важным свойствам исполнителя является его «незнание» об управляющей им системе, что в ООП именуется абстрагированием. Таким образом, в языке КуМир вводится четыре фундаментальных понятия информатики и программирования:

Действия -> Команды (Циклы) -> Вспомогательные алгоритмы

Объекты -> Величины (Таблицы) -> Исполнители

Первые два понятия отражают методы записи действий и объектов (в частности, большого количества действий и большого количества объектов). Вторые – отражают фундаментальные приемы структуризации, которые человечество выработало за последние годы. Эти понятия просты и доступны школьникам, могут быть поняты и освоены в процессе решения задач, и все вместе образуют фундамент, на котором можно развивать и внутренние способности человека к алгоритмическому мышлению, и понимание реальностей окружающего мира. Освоив основные понятия современной информационной культуры, можно развиваться в разных направлениях: от изучения способов конструирования структур данных и новых языков программирования до решения более сложных прикладных задач.

Можно утверждать, что ЦОС КуМир может занимать вполне заслуженное место в профильном обучении в начальном курсе ООП. При этом использование ЦОС КуМир позволяет существенно упростить процесс обучения, сократить число затрачиваемых на темы часов и, что наиболее важно, показать учащимся закономерность возникновения ООП и продемонстрировать его положительные, фундаментально философские качества – инкапсуляцию, полиморфизм и наследование.

Особенности школьного алгоритмического языка и позволяющие ему быть востребованным в школьных и вузовских преподавательских курсах программирования, можно свести к 4-м главным:

- 1) изначальная нацеленность на учебный характер языка и на достижение низкого порога вхождения,
- 2) русскоязычная лексика,
- 3) поддержка внешних исполнителей,
- 4) консервативность синтаксиса и семантики, близость к проверенному учебному языку Паскаль (Pascal).

Начиная осваивать программирование, ученик должен сосредоточиться на продумывании алгоритма задания и использовании учебного языка программирования (школьного алгоритмического языка), интегрированного в простейшую, дружественную к обучаемому среду исполнения (ЦОС КуМир), которая предоставляет средства для эффективной отладки и проверки правильности выполненного задания. То есть ученик придумывает алгоритм, минимально преодолевая сложности, связанные с записью алгоритма на еще не освоенном языке программирования в неосвоенной среде программирования, и запускает программы в этой среде программирования, получая адекватную информацию о правильности выполнения задания с возможностью оперативного исправления ошибок.

Школьный алгоритмический язык, интегрированный в цифровую образовательную платформу КуМир с возможностью автоматизированной проверки учебных заданий и поддерживающий, как и императивные производственные языки программирования парадигмы процедурного и объектно-ориентированного программирования, сыграл и играет определенную существенную роль в образовании России. В 1980-1990-х годах в СССР учебник был переведён на молдавский язык, в том числе и школьный алгоритмический язык и ЦОС КуМир. Однако этот опыт был единичным, и в настоящее время школьный алгоритмический язык поддерживает фактически единственный государственный язык России – русский, который изучают абсолютно все школьники страны.

Игнорировать национальное достояние, культуру, традиции любой малой народности недопустимо. Это прямой путь к сегрегации – политике принудительного отделения какой-либо группы населения. Без сомнения, дети должны иметь возможности для обучения в начальной школе на родном языке своей народности. В учебные планы большинства национальных начальных школ включаются несколько одновременно изучаемых языков: реже – два, чаще – три (родной, русский, иностранный). ФГОС НОО, ФГОС ООО, ФГОС СОО обеспечивают сохранение и развитие культурного разнообразия языкового наследия народов России, реализацию права на изучение родного языка, возможности получения образования на родном языке, овладение духовными ценностями и культурой многонационального народа Российской Федерации.

В главе 3 обсуждается методология понижения возраста первичного знакомства с основами программирования. Основная цель начального курса программирования - развитие алгоритмического стиля мышления, что является для новичка самостоятельной и достаточно сложной задачей. Важно, чтобы в начале курса для ученика выделялись чисто алгоритмические проблемы, свободные от сопровождающих их сложностей смежных предметов. Также не менее важно, чтобы иные технические или лингвистические трудности также были за пределами занятий. То есть максимально очистить и упростить понятийную базу, доступную для освоения школьникам, дошкольникам, новичкам. Генезис исполнителя Робот является следствием предыдущего тезиса, потому что для понимания и осознания Робота и, естественно, управления им не требуется дополнительных затрат на изучение объекта, так как он находится в зоне актуального развития. Для визуального программирования удобен не Робот из ЦОС КуМир, а упрощенная модель с ограниченной системой команд – Вертун из ЦОС ПитокМир.

ЦОС ПиктоМир и курс программирования для дошкольников на ее основе построены на метафоре программного управления объектами реального мира. ЦОС ПиктоМир позволяет управлять как настоящими роботами, так и виртуальными, однако методологически, виртуальные роботы и виртуальные сцены объясняются детям и отображаются на экране как модели реальных роботов и реальных сцен. Поэтому, в отличие от систем Blockly Games и Scratch Junior, ЦОС ПиктоМир нацелена на поддержание быстрого освоения в пиктограммной бестекстовой форме базовых конструкций современных языков программирования, так называемых конструкций структурного программирования, а также их общеупотребительных сочетаний. В системе дошкольного образования РФ

индивидуальная или коллективная работа с электронными средствами обучения (экранами) в образовательном процессе для детей до 5 лет, запрещена федеральными санитарными нормами. Это одна из причин, по которой ЦОС ПиктоМир был изначально ориентирован на работу в реальном мире с настоящими игрушечными роботами и безэкранным программированием путем кинематического составления программ из материальных объектов.

ЦОС ПиктоМир и язык «Пикто» поддерживает набор из десятка конструкций и понятий. Все описание языка Пикто для дошкольников составлено в графической форме и состоит из пары компактных картинок, которые используются после освоения конструкций на примерах.

С помощью «Волшебного Кувшина» ребенок может создавать программы, использующие счет. В языке Пикто осознанно отсутствуют средства ввода-вывода текста, информационных или звуковых сообщений. В ограниченной степени такой ввод / вывод может быть организован с помощью команд-приказов и команд-вопросов роботов, которыми управляет программа.

ЦОС ПиктоМир поддерживает режим составления детьми программ из материальных объектов, распознаваемых программными модулями искусственного интеллекта. Поэтому в процессе знакомства детей с программированием в УМК ПиктоМир были перенесены все возможные элементы из виртуального мира в настоящий.

Программное управление может проводиться как с обратной связью, так и без обратной связи. Поэтому во вневозрастном курсе для новичков принцип программного управления необходимо излагать двухэтапно. Многолетний опыт работы с начинающими показал, что первый этап, программное управление без обратной связи, должен проходить максимально подробно, так как является фундаментальным и более сложным, чем второй этап, на котором вводится обратная связь.

Игры и миры цифровой образовательной среды ПиктоМир помогают детям лучше понять логические операции и последовательности действий. Приобретение ребенком умений успешно решать задачи в ЦОС ПиктоМир не приводит автоматически к целостному освоению системы научных понятий программирования и к ускорению речевого развития детей. Ускорение речевого развития детей на материале программирования должно ставиться как самостоятельная, самоценная задача.

На основании проведенных исследований на ежегодных занятиях с детьми с четвертого года жизни более чем в 750 дошкольных образовательных организациях, младшей школы и педуниверситетах можно констатировать, что роботы-исполнители цифровой образовательной среды ПиктоМир могут также использоваться как пропедевтика объектно-ориентированного программирования в профильных и университетских курсах программирования и информатики. При использовании линейки всех усложняющихся исполнителей можно выстроить методический переход от пропедевтического курса информатики через основной курс к профильным курсам.

Исследования в области педагогики и психологии указывают на то, что коллективные занятия могут иметь значительное преимущество перед

индивидуальными занятиями в образовательной среде. Когда учащиеся работают в группах, они могут обмениваться идеями, объяснять друг другу задание, задавать вопросы, тем самым развивать навыки сотрудничества, кооперативного мышления, что способствует не только более глубокому пониманию осваиваемого материала, но и развитию социальных навыков.

При этом в коллективных занятиях могут использоваться два основных подхода: кооперативное обучение и состязательное обучение. В кооперативном обучении учащиеся работают вместе для достижения общей цели, обмениваясь знаниями и опытом. Этот подход способствует развитию коммуникативных навыков, уважения к точке зрения других и разделению ответственности. С другой стороны, состязательное обучение может стимулировать мотивацию учащихся через соревновательные элементы. Однако при этом важно учитывать индивидуальные особенности каждого ученика, чтобы избежать негативного влияния на самооценку. Эффективное обучение часто включает в себя комбинацию кооперативных и состязательных методов, а также учитывает возрастные особенности учащихся для достижения оптимальных результатов. Такие кооперативные олимпиады по программированию называют алгоритмиадами.

Для повышения интереса детей к предмету можно создать и включить в курс компьютерные задания нового типа, вносящие вариативность в занятия. В отличие от большинства задач, выполнение этих заданий требуют предварительной подготовки своих инструментов (вспомогательных алгоритмов), а не обычного составления программы управления роботом.

Эти вспомогательные алгоритмы необходимо составить заранее, а саму задачу ученик будет решать в режиме пультового управления без создания программы управления роботом. Комплекс ЦОС ПиктоМир включает в себя цифровую среду «КубоРобот», которая может не только использоваться в курсах по основам программирования, но и иметь самостоятельную ценность как отдельное педагогическое программное средство для формирования элементов алгоритмического мышления у учеников в рамках других курсов. Так, методическая ценность КубоРобота состоит в помощи детям в понимании и усвоении одного из фундаментальных понятий программирования – концепции вспомогательного алгоритма.

В КубоРоботе ученики решают задачу, состоящую в нахождении самого быстрого способа прохождения лабиринта из заданного на карте точки старта к финишу, используя пультовое, непосредственное управление роботом. Задача ученика заключается в составлении двух вспомогательных алгоритмов с именами А и Б, которые он предполагает использовать в конкретной обстановке данного задания. На втором этапе ребенок использует уже придуманные им алгоритмы А и Б и управляет роботом Вертуном для максимально быстрого достижения финиша.

У дошкольников и также у младших школьников для формирования основ алгоритмического мышления можно использовать игры-имитации со сложными и простыми управляемыми объектами, например, роботами, которые находятся в некоторой обстановке и выполняют внешние команды по определенным правилам. Эта деятельность включается в дополнительную или парциальную программы для освоения детьми команд реальных и виртуальных роботов ЦОС ПиктоМир.

Основная задача для методологов состоит в компоновке правил, которые определяют наполнение обстановки и управление роботами, а также в подборе сложности и оптимизации (минимизации) соответствующего объема информации, которого необходимо освоить дошкольнику. Когда ребёнок составляет программы для роботов с простым поведением, он в основном сосредоточен на разработке алгоритма. Хотя технически составить готовый алгоритм из пиктограмм может быть сложно, эта сложность сравнима с управлением интуитивно понятным роботом с очевидным поведением. При составлении программ для роботов со сложным поведением ребёнку приходится приложить больше усилий для понимания сложной обстановки и её структуры, то есть для осмысления всех исходных данных задачи. Однако педагогический опыт показывает, что такие задачи вполне доступны детям 6–7 лет, которые уже овладели азами программирования. Это значит, что подобные задачи находятся в зоне ближайшего развития этих детей.

Сложность заданного фиксированного алгоритма можно определять с точки зрения процесса его выполнения динамически, как количество операций, которые алгоритм выполнит для успешного решения задачи при наиболее неблагоприятных данных заданной длины. Однако с точки зрения алгоритмической практики важно количество алгоритмов-кандидатов (кандидатов на верное решение поставленной задачи), которые обучаемый может сгенерировать в предложенной ему среде программирования при соблюдении наложенных извне ограничений на процесс составления. Это количество алгоритмов-кандидатов называют комбинаторной сложностью задачи на составление алгоритма в условиях выполнения обучаемым заданного способа построения алгоритма.

В ЦОС ПиктоМир предложен новый геометрически интуитивный способ радикального уменьшения комбинаторной сложности задач на составление алгоритмов в пиктограммных средах программирования – метод шаблонов. Метод шаблонов состоит в предоставлении новичку шаблона-подсказки для составления алгоритма решения задачи. В каждом шаблоне используется геометрическое представление синтаксических и семантических особенностей пиктограмм – атомарных элементов пиктограммного языка программирования, которые можно использовать в составляемом алгоритме.

Если прямая счетчик-стратегия при составлении программы комбинаторным перебором приводит к большому количеству шагов, то провести такой эксперимент нереально не только дошкольнику, но и взрослому. Следует заметить, что даже частично заполненный шаблон, независимо от процента заполнения, является синтаксически правильной выполнимой программой, что позволяет новичку выполнять составляемый алгоритм не только после полного заполнения шаблона, но и на промежуточных стадиях. Во многих задачах это позволяет новичку пошагово составлять жадный алгоритм решения поставленной задачи.

В то время как общий вопрос о возможности систематического освоения счетчик-стратегии дошкольниками остается открытым, эксперименты с заданиями на составление алгоритмов в ЦОС ПиктоМир показывают, что в ряде содержательных задач малой комбинаторной сложности дети возраста 5-6 лет справляются с теми или иными вариантами полного комбинаторного перебора, а

комбинаторная сложность задачи на составление алгоритма является адекватной метрикой общей сложности задания и определяет возможность успешного решения задачи ребенком путем полного комбинаторного перебора.

В главе 4 предлагается методология ступенчатого вневозрастного подхода преподавания программирования с использованием цифровых образовательных сред и платформ.

В течение нескольких лет под руководством и при непосредственном участии автора, сотрудниками отдела учебной информатики ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН ведется преподавание различных курсов в Московском педагогическом государственном университете. Слушатели таких дисциплин, как годовой курс «Методика обучения программированию», «Введение в алгоритмизацию», «Алгоритмы и структуры данных», часто не имели базовых знаний в области программирования, поэтому использование ЦОС ПиктоМир и КуМир явилось разумным вариантом для пропедевтики основ алгоритмизации. Однако опыт показал, что переход от пиктографической ЦОС ПиктоМир к текстовой ЦОС КуМир оказывается для студентов сложным технологически, психологически и является времяемким.

Для решения проблемы была спроектирована и реализована гибридная ЦОС ПиктоМир-К, в которой составление алгоритма происходит по методике ЦОС ПиктоМир из пиктограмм языка Пикто, а визуализируется и редактируется как в ЦОС КуМир на текстовом школьном алгоритмическом языке. С 2019/2020 учебного года в Московском государственном педагогическом университете систематически и последовательно используются три среды программирования при обучении будущих учителей: пиктограммная ЦОС ПиктоМир, гибридная ЦОС ПиктоМир К и текстовая ЦОС КуМир.

При разработке курса было подготовлено

- более 150 задач в ЦОС ПиктоМир
- около 200 задач в ЦОС ПиктоМир-К и
- более 100 задач в ЦОС КуМир.

В рамках курса, состоящего из 34 полуторачасовых занятий, было предложено более 400 заданий. Для успешного завершения курса требовалось выполнить не менее 80% задач в каждой среде, и уже в 2020/2021 учебном году все без исключения студенты успешно справились с этой задачей. Большинство задач ЦОС ПиктоМир-К можно было также выполнить в ЦОС ПиктоМир, т. е. алгоритмы были уже освоены обучаемыми в процессе работы с пиктограммной ЦОС ПиктоМир, и алгоритмическая компонента заданий не вызывала затруднений. Порядка 25–30% первых задач в ЦОС КуМир составили задачи на управление Роботом, которые студенты уже решали в ЦОС ПиктоМир-К. Оставшиеся задачи в ЦОС КуМир были ориентированы на манипуляции с традиционными для вводных курсов целыми переменными, массивами и строками. Оказалось, что внедрение промежуточной среды ПиктоМир-К повысило продуктивность учащихся в среде КуМир при решении даже этих традиционных задач. Значительной части студентов учебного года 2020/2021 в среде КуМир удалось не только выполнить минимально необходимый объем зачетных заданий (80%), но и успешно справиться с практически всеми заданиями на занятиях.

Программа в ЦОС ПиктоМир-К представляется на экране в одном из двух вариантов:

- на школьном алгоритмическом языке, с выделением блочной структуры рамочками,
- на подмножестве языка Python, с заданием блочной структуры отступами.

Позитивный эффект использования в качестве связующего звена гибридной ЦОС ПиктоМир К обусловлен, прежде всего, с разведением разных источников сложности по этапам образовательного процесса. Действительно, новичок в программировании при первом знакомстве сталкивается сразу с тремя сложностями:

- алгоритмической,
- сложностью кодирования,
- сложностью освоения интерфейса используемой среды программирования.

При совместном использовании ЦОС ПиктоМир и ЦОС КуМир для составления программ управления роботами, первая алгоритмическая сложность выделена в качестве базовой задачи, однако, две других сложности проявляются одновременно при переходе от пиктограммного кодирования к текстовому. При использовании последовательности ЦОС ПиктоМир, ЦОС ПиктоМир К и ЦОС КуМир, на каждом шаге обучаемый испытывает только одну сложность:

- при переходе от ЦОС ПиктоМир к ЦОС ПиктоМир К меняется только язык программирования,
- при переходе от ЦОС ПиктоМир К к ЦОС КуМир – меняется только среда программирования, но не язык.

Педагогический опыт показал, что при подготовке будущего учителя информатики следует потратить не менее 10-12 часов на изложение перечисленных в ФОП ООО конструкций и понятий программирования на языке Python. Систематическое знакомство обучаемых с Python происходит на последних занятиях, когда студенты получают более 100 заданий для выполнения на языке программирования Python.

Цифровая образовательная платформа – новый мультипредметный цифровой метод организации учебного процесса, позволяющий не только включать обязательные элементы, начиная с лекционных и семинарских занятий, и ставшие уже стандартом автоматизированные средства проверки контрольных заданий, но и предоставляющий преподавателю и студентам новые формы непрерываемого (в том числе, внеаудиторного) взаимодействия с использованием цифровых методов коммуникации.

Для решения задачи технологической независимости, активного использования дистанционных форм обучения (связанную с пандемией Covid-19), создание отечественных авторских цифровых образовательных платформ становится актуальной научно-практической задачей. Поддерживаемое цифровыми образовательными платформами смешанное обучение позволяет выстроить его процесс на сильных сторонах слушателей и найти индивидуальный подход, формируя личностные образовательные треки для обучаемых.

Использование смешанной формы обучения освобождает преподавателя от выполнения рутинных операций по проверке текущей успеваемости слушателей и верификации результатов. С одной стороны, это позволяет преподавателю контролировать учебный процесс, в любой момент времени имея актуальную информацию об успеваемости. С другой стороны, в этой методической парадигме преподаватель избавлен от необходимости ежедневной проверки заданий, что приводит не только к существенному уменьшению объема однообразной обратной связи со слушателями по ошибочным заданиям, но и позволяет кратно увеличить число заданий, выполняемых обучаемыми в рамках изучаемого курса и (или) предмета. Контроль выполнения заданий и продвижение по предмету слушателя может поддержать система образовательных ботов, которые не только отвечают на содержательные вопросы по материалу, но и сообщают обучаемому о его задолженностях, успехах, расписании занятий и актуальном текущем изучаемом материале.

Авторская цифровая образовательная платформа Мирера проектировалась как интегрированная с национальной социальной сетью ВКонтакте система для организации доступа к образовательному онлайн-контенту студентов университетов в курсах программирования. Такой подход показывает свою образовательную эффективность, хотя при этом меняется тип взаимодействия преподавателя со студентами, так как цифровая трансформация образовательного процесса требует от педагога находиться в непрерывном контакте со студентами. Для предоставления педагогу возможности конструирования онлайн курсов с большим объёмом цифрового материала, автоматизированной проверки заданий и накоплению базы выполнения заданий студентами были проинтегрированы с платформой обособленные компоненты ЦОС ПиктоМир, ЦОС ПиктоМир-К, как элемент цифровой трансформации образовательного процесса в смешанную форму обучения. Использование смешанной формы обучения повышает эффективность учебного процесса, позволяет нарастить объем знаний и навыков как у студентов (получить новый уровень компетенции в изучаемом предмете благодаря значительному увеличению объема выполненных заданий), так и у школьников и дошкольников.

Мирера – это проект цифровой образовательной платформы (ЦОП) для смешанного обучения, в котором контакт педагога с обучаемыми в процессе прохождения курса/предмета является необходимым условием. Кроме того, ЦОП Мирера в производственном варианте характеризуется глубоким уровнем интеграции авторских ЦОС, наличием встроенной системы вебинаров, face-to-face ВКС семинаров, а также интеграцией с социальной сетью ВКонтакте, мессенджером Telegram и цифровыми помощниками преподавателя (ботов).

ЦОП Мирера предоставляет инструменты для помощи преподавателю в создании курса с удобной иерархией и размещением всех учебных материалов, настройке расписания курса независимо для всех учебных групп, проведении занятий с использованием встроенной или внешней системы видеоконференций, сдаче и проверке домашних заданий с автоматизированной или ручной проверкой, подведении статистики по всем курсам и группам с встроенным журналом посещаемости и автоматическим формированием отчетов.

ЦОП Мирера поддерживает автоматизированную проверку абсолютно любых задач по программированию. В заданиях можно создавать тесты для задач, которые легко сгенерировать по эталонному решению преподавателя. Полностью отсутствует необходимость установки студентами под каждую изучаемую тему отдельной среды программирования.

ЦОП Мирера поддерживает проверку всех видов тестовых задач, а также ручную проверку и оценку домашних заданий в свободной форме с последующим комментированием и выставлением баллов преподавателем.

В ЦОП Мирера реализована поддержка адаптивных образовательных траекторий, благодаря которым можно автоматически выдавать различной сложности задачи успешным или, наоборот, отстающим студентам, а также автоматически предоставлять задачи на зачет или экзамен по незакрытым темам. В платформу встроена автоматическая система антиплагиата. Есть поддержка открытия констестов для досдачи с понижением баллов, последовательное открытие задач и многое другое.

Поддерживаются рассылки сообщений ботами о начале занятия и необходимости проверки домашнего задания, а также предоставляются статистика по группе и ответы студентам на различные организационные вопросы по системе и т.п.

К 2021/2022 учебному году ЦОП Мирера прошла апробацию в 14 курсах в трех московских университетах. Результаты образовательного процесса показали высокие результаты обучаемых.

Актуальным и инновационным подходом для автоматизации образовательного процесса является индивидуализация обучения, которая позволяет реализовать часть традиционной работы преподавателя – адаптацию учебного материала под студента с учётом демонстрируемых им результатов. Целью индивидуализации обучения состоит в построении и(или) выборе персонализированных образовательных технологий, применение которых позволит студенту улучшить его учебные результаты относительно ожидаемых. В идеальном случае со стороны обучаемого учебный процесс наблюдается как полноценная индивидуальная форма обучения, при которой педагог постоянно доступен для контакта, то есть образовательный процесс происходит в непрерываемой образовательной парадигме. Со стороны педагога, решающего задачу масштабирования учебного процесса с единичных слушателей и малых групп с сохранением индивидуализации обучения, задача лимитируется требованиями к качеству образования, чтобы увеличение числа обучаемых не приводило одновременно к деградации качества обучения в целом. При индивидуализации, подборе подходящей образовательной технологии преподаватель тестирует различные методы обучения, применяемые для преподавания дисциплины, использует свой накопленный опыт и метод «проб и ошибок» для отбора образовательных технологий, применение которых даёт ожидаемый результат в обучении. Наблюдаемое поведение и методы педагога дают уверенность в том, что этот подход может быть успешно автоматизирован для реализации поиска индивидуальной образовательной технологии в условиях масштабирования.

Процесс формирования индивидуализированной образовательной технологии начинается с применения ранее выявленной композиции образовательных технологий, использованной для обучения студента другой, возможно, близкой дисциплине, или набора образовательных технологий, традиционно применяемых при изучении конкретной дисциплины. Образовательные технологии описываются в форме педагогических экспериментов – традиционной формы первичного описания новых технологий. Для получения данных для верификации гипотезы в автоматизированных педагогических экспериментах используется цифровой след обучаемого в ЦОП Мирера. Сформированное множество образовательных технологий, разбивается на три класса: доступные образовательные технологии, которые еще не прошли верификацию, проверяемые образовательные технологии и применяемые, которые прошли проверку. Образовательные технологии, не прошедшие проверку, возвращаются в доступные снабженные весовым атрибутом, ставящим их в конец очереди для следующей выборки.

Представление индивидуализированной образовательной технологии как композиции отдельных образовательных технологий является развитием идеи адаптивного обучения, в рамках которой исследователи стремятся найти универсальную параметрическую модель обучения, применение которой заключается в поиске оптимальных параметров модели для конкретного студента. В исследовании констатируется, что применение параметрических моделей позволяет улучшить результаты только части студентов, а не всех участников эксперимента. Предлагается изначально поставить максимальную цель – охватить всех студентов, но при этом допускается применение композиции из нескольких образовательных технологий, что позволит поэтапно охватывать различными образовательными технологиями студентов.

Полученные результаты частично реализованы в ЦОП Мирера, например, функциональность «адаптивные траектории», которая использует только результаты студента и не связана со спецификой преподаваемой дисциплины. Однако остается проблемой автоматизация проверки знаний, отсутствие учебных материалов высокой гранулярности и вариативности, которые нужны для создания адаптивных курсов, а также общая методология создания этих материалов, что является препятствием для широкого внедрения методов индивидуализации.

В главе 5 обсуждаются организация и результаты педагогических экспериментов. На основе методик понижения возраста первичного знакомства с основами программирования, представленных в главе 3, используя разработанную авторскую ИКТ-насыщенную предметно-цифровую образовательную среду ПиктоМир, было проведено ряд педагогических экспериментов как практическое обоснование сформулированных в работе гипотез. В федеральном государственном учреждении «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук» (ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН) в рамках реализации Национального проекта «Образование» с 1 августа 2020 года развернута площадка по теме «Апробация и внедрение основ алгоритмизации и программирования для дошкольников и младших школьников в цифровой образовательной среде ПиктоМир» по

направлению дошкольного, начального общего и дополнительного образования. Данная сетевая площадка развернута в 2020 году Академией Наук России совместно с Самарским Институтом Образовательных Технологий и по состоянию на середину 2024 года охватывает более 750 детских садов и начальных школ России из 66 субъектов РФ.

Для оценки эффективности внедряемых методик формирования основ алгоритмического мышления у детей, начиная с четвертого года жизни, в рамках проводимых педагогических экспериментов используются результаты достижений детей, рассматриваемые при участии в парциальных программах и программах дополнительного образования протяженностью от одного года до трех. Как указано в ФОП ДОО, освоение основной образовательной программы и вариативной части программ не сопровождается проведением промежуточных аттестаций и итоговой аттестации обучающихся, а основным методом педагогической диагностики является наблюдение.

В качестве примера исследований приводятся выборочные результаты 2022-2023 учебного года 265 организаций дошкольного образования отчетов о проделанной работе по внедрению и апробации курса «Алгоритмика для дошкольников». В указанном учебном году в этих организациях программой было охвачено 12 тысяч 319 детей в 718 группах, включая 2031 ребенка с ОВЗ. Число детей, погруженных в изучение азов алгоритмизации, можно поделить по возрастам:

- средняя группа (4-5 лет) – 3654 ребенка (213 подгрупп);
- старшая группа (5-6 лет) – 4872 ребенка (284 подгруппы);
- подготовительная группа (6-7 лет) – 3793 ребенка (221 подгруппа)

В образовательных организациях было занято 840 педагогов. Все воспитатели прошли дополнительное профессиональное обучение, из них продвинутый уровень, освоившие парциальную программу «По алгоритмическим дорожкам» в рамках второго курса дополнительного профессионального обучения, получили 334 педагога.

Среди результатов занятий «Алгоритмика для дошкольников» с использованием ЦОС ПиктоМир можно выделить следующее:

- высокий познавательный интерес детей (78% воспитанников посещают занятия с удовольствием, активны во время работы);
- у детей улучшились навыки ориентировки в пространстве (60% воспитанников имеют высокий уровень);
- 95% детей старшей группы освоили основной набор команд: обозначения, именованная, действия команд роботов, используемых в ЦОС ПиктоМир, могут их применять в процессе игры, а также переносить игры и результаты в другие виды деятельности.

Один из особенных результатов – это 100% удовлетворенность родителей детей. Родители оценивают работу педагогов с детьми и родителями, доступность дополнительной деятельности, коллаборации родителей с детьми в домашней обстановке.

Классическое педагогическое исследование состоит в обосновании педагогических новаций методами математической статистики. При радикальном

изменении в образовательном процессе детей такой метод, как правило, ничего не может гарантировать, так как для получения реальных результатов необходимо проводить педагогические измерения на большом количестве учеников в течение продолжительного времени. К таким изменениям можно отнести и кардинальное понижение возраста первичного знакомства детей с программированием. Десятки тысяч детей, систематически участвовали в развивающей деятельности с помощью предметно-цифровой образовательной среды ПиктоМир на основе новой методологии в дошкольном и младшем школьном обучении, показали массовый наблюдаемый результат успешного освоения основ алгоритмизации и формирования фундамента алгоритмического мышления.

Другой педагогический эксперимент результатов внедрения методологии ступенчатого вневозрастного подхода при преподавании информатических дисциплин для студентов педагогических университетов проходил в течение 2020-х годов в Институте детства МПГУ в рамках дисциплин, содержащих практическое программирование для студентов в своей массе, не освоивших основы алгоритмизации ранее или имеющих поверхностные знания в этой области.

Используя внедрение элементов геймификации в образовательный процесс в качестве базы для цифровых курсов для студентов факультета начального образования ФНО «Институт детства» в МПГУ использовались цифровые образовательные среды ПиктоМир, ПикоМир К и КуМир, интегрированные в цифровую образовательную платформу Мирера. На платформе Мирера студенты выполняли задания по программированию на школьном алгоритмическом языке и языке Python (с 2022 года). Следуя методологии ступенчатого вневозрастного подхода обучения, освоение основных понятий программирования и составление алгоритмов происходит поэтапно в цифровых образовательных средах.

Все задания первых практикумов (принцип программного управления, повторители, подпрограммы, исполнители Вертун и Двигун в пиктограммной ЦОС ПиктоМир) ранее были апробированы в курсах для дошкольников возраста 6+. Использование вневозрастного подхода в обучении программированию в ЦОС ПиктоМир позволил сократить время на освоение основных понятий программирования и, используя выбранный набор задач, необходимый для формирования основ алгоритмического мышления, закрепил на практике основные концепции структурного программирования. Однако педагогический опыт показал, что в рамках ступенчатой методологии преподавания программирования сложным оставался переход от пиктографического программирования к текстовому. В 2020 года с появлением авторской гибридной ЦОС ПиктоМир-К возник дополнительный уровень в ступенчатой методике курса по программированию, позволяющий решать задачи с исполнителями, которые были доступны только в ЦОС КуМир.

Проведенные исследования и педагогические эксперименты с использованием ЦОС ПиктоМир, ЦОС ПиктоМир К, ЦОП Мирера и др. показали высокую эффективность интеграционного вневозрастного подхода при преподавании основ программирования и алгоритмизации в ДОО, школах, вузах. Использование единого подхода в преподавательских курсах позволяет организовать множественные точки входа в систематический образовательный

процесс, который обеспечен полным входным и выходным контролем освоенных компетенций.

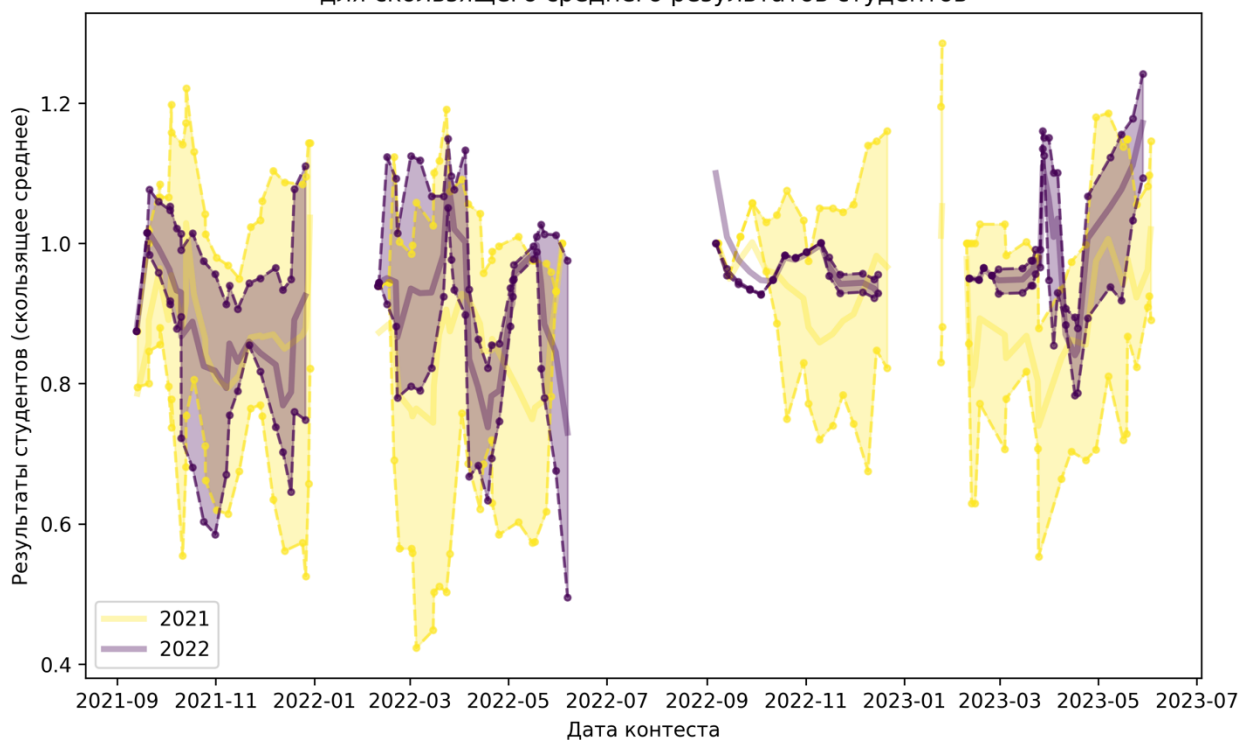
В эксперименте, который проходил в нескольких группах механико-математического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова в 2020-2021 учебном году, стояла задача в получении априорных финальных оценок студентов, используя информацию о текущих достижениях. Для этого учащиеся были разделены на три класса, отстающих, успевающих и высоких достижений. Полученные предсказания позволяют педагогу определить студента или группу студентов, которым потребуется от него непосредственная помощь для перехода в более высокий класс. Для получения высококачественного результата предсказания необходим большой объем данных, используемых для создания модели методом глубокого обучения. Эксперимент проводился на данных курсов предыдущих 3-х лет, накопленных в цифровом следе ЦОП Мирера из 3206 пар студент-курс. Каждая такая пара была представлена последовательностью попыток сдачи задач, данным студентом в рамках данного курса.

Результаты экспериментов показали, что при прохождении около 20% курса можно предсказать будущую успешность студента на основании текущих результатов прохождения курса. Априори, зная класс, к которому отнесен тот или иной студент, можно определить не только методы педагогического воздействия, но и целесообразность автоматизации предпринимаемых преподавателем действий.

Локальной целью преподавателя можно декларировать позитивную устойчивость успевающих студентов, когда студент может перейти в высший класс, но не понизить свои успехи, не попасть в класс неуспевающих студентов. Таким образом, цель модели в ЦОП Мирера уметь предсказать момент возможного ухудшения успеваемости. Использование аппарата временных рядов позволяет не просто предсказать финальный класс студента по небольшому количеству начальных данных, но и предсказать дальнейшую траекторию успешности обучения студента.

Сравнение временных рядов процессов обучения 2021, 2022 стартовых лет.

На графике изображены:
квантили 20% и 80%, средние значения по контекстам
для скользящего среднего результатов студентов



Проанализировав данные, можно видеть, что в 2022 система оценивания каждого контекста(семинар) была выбрана более консистентно и справедливо, а образовательная программа была построена так, что студенты получили более качественное, равномерное обучение по курсу, таким образом, основное количество студентов стало хорошистами, что подтверждает успешность педагогического эксперимента.

При экспериментировании с любой образовательной стратегией существует проблема, что на проведение исследований нужны годы, а студентов в группах недостаточное количество, чтобы накопить уверенный объем данных для машинного обучения. В этом случае могут помочь генеративные модели, основанные на сигнатурах, которые можно применить для генерации дополнительных образовательных траекторий студентов того же распределения, которые впоследствии можно использовать для нейронных сетей и других глубоких моделей машинного обучения. Целью является предсказание будущей образовательной траектории студента, таким образом, можно проверять любые критерии о слушателе для ручного вмешательства в образовательный процесс, а также автоматически создавать для студентов адаптивные траектории обучения.

Итоговыми метриками качества данной модели могут считаться не только стандартные метрики регрессионных моделей, но и насколько ее предсказания реально превосходят изменение класса студента. Однако, поскольку после предсказания модели преподаватель может изменить курс, тему, контекст или изменить набор образовательных технологий, пытаясь избежать негативного результата обучения в будущем, то есть того, что предсказала модель, данная метрика качества некорректна для подсчета при валидации, при реальном использовании модели. Тем не менее, на тестовой выборке модель показала более

чем 80% качество предсказания будущей категории студентов, что позволило преподавателю в случае предсказанного изменения класса с хорошиста на худший класс неуспевающих студентов вовремя заметить этот момент и точно помочь отстающим студентам.

В **Заключении** сформулированы выводы по результатам проведенного исследования:

1. Выделены основные составные части алгоритмического мышления как исторического наследника операционного стиля мышления. Указано соотношение вычислительного и алгоритмического мышления. Предложена методика формирования алгоритмического мышления как практики решения определенного набора алгоритмических задач.
2. Сформулированы основные понятия программирования, которые являются фундаментом формирования алгоритмического мышления у детей дошкольного возраста и в пропедевтических курсах по информатики и программированию.
3. Предложена и обоснована вневозрастная (применимая для широкого возрастного диапазона) методика поэтапного формирования алгоритмического мышления, использующая в обучении цифровой программно-методический комплекс, включающий цифровые образовательные среды и платформы для различного возраста и уровня компетенции учащихся, существенно повышающих эффективность систематического освоения информатики и программирования.
4. Исследована методика преподавания основ алгоритмизации и программирования в историческом контексте, которая показала, что использование текстовых учебных языков программирования с национальной лексикой положительно влияет на эффективность образовательного процесса, на формирование алгоритмического мышления в рамках национальных культур и ценностей народов, что обеспечивается в том числе близостью учебного языка к естественному языку.
5. Разработана ИКТ-насыщенная цифровая образовательная среда КуМир с учебным национальным языком программирования, которая содержит в себе автоматизированные средства самостоятельного контроля знаний учащимися и преподавателями.
6. Разработана методика обучения и воспитания детей дошкольного возраста и преподавания в младшей школе с использованием пиктограммных языков позволяющая осуществлять поэтапное формирование алгоритмического мышления, начиная с детей четвертого года жизни. Бестекстовое программирование позволяет вводить первые элементы информатики и программирования и успешно проводить занятия, в том числе и в национальных дошкольных образовательных организациях и школах.
7. Разработана методология внедрения раннего пропедевтического обучения программированию, пропедевтика парадигм программирования состоящая в использовании уникального дидактического материала, включая не только последовательный набор задач и методические подходы, но и как стержневой элемент отечественную предметно-цифровую образовательную среду ЦОС ПиктоМир, в которую позволяет компоновать указанный набор задач на основании

сформулированных в настоящей работе критериев для поэтапного формирования основ алгоритмического мышления.

8. Предложен и обоснован подход к освоению основ программирования и разработаны программно-дидактические единицы для новичков самых разных возрастов. Новые понятия в курсе вводятся от задачи, которую требуется решить на каждом этапе обучения, при этом перечень базовых задач курса определяется содержанием и концепциями основных тем курса, что является инвариантным относительно преподаваемой дисциплины.

9. Построена методическая система формирования алгоритмического мышления, включающая в себя получение знаний, освоение определенных навыков, формирование умений при прохождении уровней образования: уровень пропедевтики – знакомство дошкольников и младших школьников с основами алгоритмизации, уровень генерализации знаний — обучение школьников программированию и уровень профессионализации – высшее образование, когда студенты изучают информатику и программирование в разрезе специальностей и различных предметов. На всех трех ступенях освоение основ программирования начинается с пиктографического учебного языка, встроенного в цифровую образовательную среду (ЦОС) ПиктоМир. Для уровней генерализации и профессионализации переход к текстовым, учебным и производственным языкам программирования проводится, постепенно повышая уровни сложности, с использованием ступенчатой методики на базе тройки цифровых образовательных систем, включающих пиктографическую, блочную и текстовую среду (систему) программирования (ЦОС ПиктоМир, ЦОС ПиктоМир К, ЦОС КуМир).

10. Основу универсальной методики освоения программирования составляет обширный набор заданий, организующих практическую подготовку школьников и студентов с использованием ИКТ-насыщенных цифровых образовательных сред с автоматизированной верификацией успешности выполненных заданий. Для интенсификации образовательного процесса и внедрения элементов индивидуализации обучения, основывающихся на элементах искусственного интеллекта, разработана интеграционная цифровая образовательная платформа (ЦОП Мирера), где выполнение заданий обучаемыми оценивается не только по результатам испытаний, но и по процессу выполнения задач, контролирующему из омниканальной цифровой образовательной платформы, использующей искусственные нейронные сети.

11. Разработаны и имплементированы в ЦОП Мирера интерактивные методы анализа и предсказания на основе генеративных моделей и сигнатур, используемых для формирования дополнительных данных, с целью управления образовательными траекториями студента, позволяющие педагогу независимо управлять образовательным процессом выделенного студента, группой студентов, отнесенных к одному классу, а также всеми студентами на курсе.

12. Экспериментально подтверждена результативность педагогического проектирования. Полученные результаты и научно-методический опыт могут быть тиражированы в системе национального образования всех уровней.

Проведенное исследование позволило получить ответы на поставленные вопросы теоретического обоснования. Исследование подтвердило гипотезу о том,

что что возможно интегрально определить методику и дидактику поэтапного формирования алгоритмического мышления на всех уровнях образования (от дошкольного до студента вуза), что приведет к улучшению качества обучения, развитию смежных групп мышления и общего уровня цифровых компетенций обучаемых, что окажет культурологическое влияние на индивидуума вне зависимости от направления будущей специализации. То есть существует набор критических заданий, успешное решение и понимание которых приводит к формированию алгоритмического мышления у обучаемых при использовании ИКТ-насыщенных педагогических программных средств и такой набор заданий является универсальным, вневозрастным для успешного формирования алгоритмического мышления у студентов вузов, включая будущих учителей информатики педуниверситетов, школьников и у дошкольников и сформированное алгоритмическое мышление едино для всех возрастов.

Применение интеграционной вневозрастной методики при создании учебных пропедевтических разделов курса информатики по основам алгоритмизации и программирования является дидактическим инструментом, способствующим повышению эффективности образовательного процесса и достижению учебно-воспитательных целей.

Вместе с тем проведенное исследование обозначило ряд новых вопросов и проблем, которые заслуживают специального рассмотрения. Необходимо продолжать исследование соотношения методологии формирования алгоритмического мышления индивидуума и использования генеративных искусственных нейронных сетей в образовательном процессе.

Основное содержание и результаты диссертационного исследования отражены в следующих публикациях автора:

Публикации в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе ядра Российского индекса научного цитирования и в изданиях из дополнительного списка рецензируемых научных изданий из перечня, рекомендованного Минобрнауки России, в котором могут быть опубликованы научные результаты диссертаций, защищаемых в диссертационных советах МГУ имени М.В.Ломоносова.

1. Леонов, А. Г. Цифровая образовательная среда ПиктоМир: опыт разработки и массового внедрения годового курса программирования для дошкольников / Бешапошников Н. О., Кушниренко А. Г., Леонов А. Г., Райко М. В., Собакинских О. В. // Информатика и образование. – 2020. – №10. – 1.4 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.4 усл. печ. л.).
2. Леонов, А. Г. Программные исполнители в цифровых образовательных средах «ПиктоМир», «Роботландия» и «КуМир» / Леонов А. Г., Первин Ю. А., Зайдельман Я. Н. // Информатика в школе. – 2019. – Т. 152, № 9. – 0.92 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.32 усл. печ. л.).
3. Леонов, А. Г. Программный инструментарий дошкольного и младшего школьного обучения информатике / Леонов А. Г., Первин Ю. А. Информатика в школе. – 2018. – Т. 141, № 8. – 0.58 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.35 усл. печ. л.).
4. Леонов, А. Г. КУМИР – учебное программное обеспечение базового курса информатики / Кушниренко А. Г., Леонов А. Г. // Информатика в школе. – 2017. – № 8. – 0.69 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.33 усл. печ. л.).
5. Леонов, А. Г. Программные средства представления графической и музыкальной информации в пропедевтическом курсе информатики начальной школе / Леонов А. Г., Первин Ю. А. // Информатика в школе. – 2017. – № 7. – 0.58 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.3 усл. печ. л.).
6. Леонов, А. Г. Учебные и тестовые логические задачи в пропедевтическом курсе информатики / Леонов А. Г., Первин Ю. А. // Информатика и образование. – 2015. – № 9. – 0.58 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.3 усл. печ. л.).
7. Леонов, А. Г. Решение задачи автоматизации учебного процесса с помощью экспериментального поиска индивидуальной образовательной траектории / Леонов А. Г., Дьяченко М. С. // Информатика и образование. – 2024. – № 4. – 1.61 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.75 усл. печ. л.)
8. Леонов, А. Г. Основные концепции программирования в изложении для дошкольников / Бетелин В. Б., Кушниренко А. Г., Леонов А. Г. // Информатика и ее применения. – 2020. – Т. 14, № 3. – 0.81 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.27 усл. печ. л.).
9. Леонов, А. Г. О вариантах решения задачи распознавания табличной структуры по изображению в условиях отсутствия априорной информации / Бешапошников Н. О., Леонов А. Г., Матюшин М. А. // Научная визуализация. – 2020. – Т. 12, № 5. – 1.39 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.35 усл. печ. л.).
10. Леонов, А. Г. Безошибочный двумерный пиктограммный синтаксис в учебной среде программирования для дошкольников / Кушниренко А. Г., Леонов А. Г.,

- Поликарпов С. А. // Доклады Российской академии наук. Математика, информатика, процессы управления. — 2023. — Т. 511, № 1. 0.77 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. — 0.27 усл. печ. л.).
11. Леонов, А. Г. Тенденции объектно-ориентированного программирования в разработке системы КуМир / Леонов А. Г. // Программные продукты и системы. — 2012. — №4. — 0.46 усл. печ. л.
 12. Леонов, А. Г. / Автоматизация проверки семантической составляющей текстовых ответов обучающихся в цифровой образовательной платформе / Леонов А.Г., Мартынов Н.С., Машенко К.А., Холькина, А.А., Шляхов А.В. // Программные продукты и системы. 2024. Т. 37. № 3. — 0.81 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. — 0.2 усл. печ. л.).
 13. Леонов, А. Г. Базы данных / Леонов А. Г., Эпиктетов М. Г. // Информатика и образование. — 1996. — №№ 4, 5, 6. — 3.08 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. — 1.70 усл. печ. л.).
 14. Leonov, A. G. From the real world to the virtual and vice versa: Recognition of man-made objects and structures and augmented reality as tools for digitalization of natural science education / Besshaposhnikov N. O., Kushnirenko A. G., Leonov A. G. // Lecture Notes in Networks and Systems. — Cham, Switzerland : Springer International Publishing AG , 2021. — 1.50 printed sheets (co-authorship, including 0.5 author 's printed sheets).
 15. Leonov, A. G. Problems of early learning to program : How to bridge the gap between pictographic and textual programming styles / D. B. Agliamutdinova, N. O. Besshaposhnikov, A. G. Kushnirenko, [et al.] // International Journal of Education and Information Technologies — 2021. — Vol. 15. — 1.50 printed sheets (co-authorship, including 0.4 author 's printed sheets).
 16. Leonov, A. G. Neural networks for a priori estimates of the student's outcomes in mirera / Leonov A. G., Matyushin M. A., Dyachenko M. S. // Lecture Notes in Civil Engineering. Vol. 210. — Cham, Switzerland : Springer International Publishing AG, 2022. — 1.39 printed sheets (co-authorship, including 0.45 author 's printed sheets).
 17. Leonov, A. G. Hybrid digital educational systems as a propaedeutics of algorithms and programming courses at universities / Leonov A. G., Raiko M. V. // Lecture Notes in Networks and Systems. — Vol. 934. — Switzerland: Springer Nature, 2024. 0.8 printed sheets (co-authorship, including 0.46 author 's printed sheets).

Публикации в рецензируемых журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации

18. Леонов, А. Г. Качественные оценки эффективности методики обучения элементам информатики в пропедевтическом курсе / Леонов А. Г., Первин Ю. А. // Ярославский педагогический вестник. — 2015. — № 5. — 0.58 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. — 0.3 усл. печ. л.).
19. Леонов, А. Г. Элементы программирования в непрерывном курсе школьной информатики / Леонов А. Г., Первин Ю. А. // Ярославский педагогический вестник. — 2013. — Т. 3, № 1. — 0.69 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. — 0.35 усл. печ. л.).

20. Леонов, А. Г. Логическое проектирование педагогических программных средств / Леонов А. Г. // Ярославский педагогический вестник. – 2013. – Т. 3, № 4. – 0.92 усл. печ. л.
21. Леонов, А. Г. Переход от непосредственного управления исполнителями к составлению программ в пропедевтическом курсе информатики / Леонов А. Г., Первин Ю. А. // Ярославский педагогический вестник. – 2013. – Т. 3, № 3. – 1.62 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.9 усл. печ. л.).
22. Леонов, А. Г. Система КуМир в непрерывном школьном курсе информатики / Леонов А. Г., Первин Ю. А. // Ярославский педагогический вестник. – 2012. – Т. 3, № 4. – 1.96 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 1.1 усл. печ. л.).
23. Леонов А. Г. Роль и место темы «Элементы программирования» в общем школьном информатическом образовании / Леонов А. Г., Первин Ю. А. // Компьютерные инструменты в образовании. – 1999. – № 5. – 1.16 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.7 усл. печ. л.).
24. Леонов, А. Г. Преподавание математических дисциплин с использованием цифровой образовательной платформы Мирера / Леонов А. Г. // Электронные библиотеки. — 2023. — Т. 26, № 3. – 1.21 усл. печ. л.
25. Леонов, А. Г. Годовой цикл занятий «Алгоритмика для дошкольников» в подготовительных группах дошкольных образовательных учреждений / Леонов А. Г., Райко М. В., Кушниренко А. Г., Грибанова И. Н. // Вестник кибернетики. – 2018. – Т. 30, № 3. – 0.81 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.21 усл. печ. л.).
26. Леонов, А. Г. Цифровизация образования – новые возможности управления образовательными треками / Леонов А. Г., Бешапошников Н. О., Прилипко А. А. // Вестник кибернетики. – 2018. – Т. 30, № 3. – 0.76 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.43 усл. печ. л.).
27. Леонов, А. Г. Архитектура смешанной пиктограммно-текстовой системы программирования для дошкольников и младших школьников / Кушниренко А. Г., Леонов А. Г. // Вестник кибернетики. – 2017. – Т. 28, № 4. – 0.69 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.35 усл. печ. л.).
28. Леонов, А. Г. Пиктограммный язык программирования «Пикто» / Леонов А. Г., Бешапошников Н. О. // Вестник кибернетики. – 2017. – Т. 28, № 4. – 0.92 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.48 усл. печ. л.).
29. Леонов, А. Г. Архитектура учебной системы с индивидуализацией обучения на основе накопленных данных результатов автоматизированной проверки заданий / Дьяченко М. С., Леонов А. Г. // Успехи кибернетики. – 2023. – Т. 4, № 1. – 0.98 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.5 усл. печ. л.).
30. Леонов, А. Г. Цифровой мир дошкольника / Леонов, А. Г., Тимофеева Т. В. // The world of academia: Culture, Education. — 2024. — № 1. – 0.66 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.4 усл. печ. л.).
31. Леонов, А. Г. Цифровые образовательные среды – основа формирования алгоритмического мышления / Леонов, А. Г. // Журнал педагогических исследований. — 2024. — № 4. — 0.91 усл. печ. л.

Индивидуальные монографии

32. Леонов, А. Г. Подходы к преподаванию основ программирования от вуза до детского сада / Леонов, А. Г. // М.: НАУКА, 2024. – 14.96 усл. печ. л.

Методические пособия

33. Навигатор к учебно-методическому комплексу «Алгоритмика для дошкольников и учащихся начальных классов с использованием робототехнического образовательного набора и цифровой образовательной среды ПиктоМир» / Леонов А. Г., Райко М. В., [и др.]; Самарский областной институт повышения квалификации и переподготовки работников образования. – Самара : Самарский областной институт повышения квалификации и переподготовки работников образования, 2021. – 4,01 печатных листов (в соавт., в том числе авт. – 0.6 усл. печ. л.).
34. Рабочая программа. Методические комментарии: учебно-методическое пособие / А. Г. Кушниренко, А. Г. Леонов, Я. Н. Зайдельман, В. В. Тарасова. – Москва : Дрофа, 2017. – 10.16 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 2.0 усл. печ. л.).
35. Леонов, А. Г. Информатика / Справочник школьника : Учебное пособие / Кушниренко А. Г., Леонов А. Г., Кузьменко М. А. – Москва : Дрофа, 2006. – 4.62 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 1.3 усл. печ. л.).
36. Леонов, А. Г. Информатика / Леонов А. Г. // Большая универсальная школьная энциклопедия / Гл. ред. М. Аксенова, отв. ред. С. Алексеев, Ю. Антонова. – Москва : Мир энциклопедий, 2006. – 65.56 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 7.3 усл. печ. л.).
37. Леонов, А. Г. Информатика 8-11 классы / Леонов А. Г., Кушниренко А. Г., Кузьменко М. А. // Большой справочник школьника. 5-11 классы : рус. яз., литература, история, обществознание, математика, информатика, физика, география, биология, экология, химия, иностр. яз. – 6-е изд., испр. – Москва : Дрофа, 2004. – 2.43 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 1.1 усл. печ. л.).
38. Леонов, А. Г. Информатика / Леонов А. Г. // Большой энциклопедический словарь : Для школьников и поступающих в вузы : Русский яз., Литература, История, Обществознание, Математика, Информатика, Физика, География, Биология, Химия : Термины и понятия / [Отв. ред. Е.Е. Узлова]. – Москва : Дрофа, 1999. – 3.81 усл. печ. л.
39. Леонов, А. Г. Информатика 9-11 классы / Леонов А. Г., Кушниренко А. Г. // Краткий справочник школьника : 5-11 классы / [Авт.-сост. П. И. Алтынов и др.]. – Москва : Дрофа, 1997. – 2.77 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 1.3 усл. печ. л.).
40. Информатика : 9 класс : Учебник / А. Г. Кушниренко, А. Г. Леонов, Я. Н. Зайдельман, В. В. Тарасова. – Москва : Просвещение, 2022. – 13.69 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 3.1 усл. печ. л.).
41. Информатика : 8 класс : Учебник / А. Г. Кушниренко, А. Г. Леонов, Я. Н. Зайдельман, В. В. Тарасова. – Москва : Просвещение, 2022. – 12.88 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 3.0 усл. печ. л.).
42. Информатика : 7 класс : Учебник / А. Г. Кушниренко, А. Г. Леонов, Я. Н. Зайдельман, В. В. Тарасова. – Москва : Просвещение, 2021. – 10.01 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 2.1 усл. печ. л.).

Статьи в научных изданиях, тезисы и доклады выступлений на конференциях

43. Анализ методов проверки кода программ на плагиат в цифровой образовательной платформе Мирера / Дьяченко М. С., Домрина В. А., Леонов А. Г., [и др.] // Труды НИИСИ РАН. – 2022. – Т. 12, № 3. – 1.04 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.).
44. Визуализация алгоритмов реализации взаимоисключений средствами пиктограммной среды программирования / Грибанова И. Н., Караваева А. С., Леонов А. А., [и др.] // Труды НИИСИ РАН. Математическое и компьютерное моделирование сложных систем: теоретические и прикладные аспекты. – 2022. – Т. 12, № 3. – 2.89 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 1.0 усл. печ. л.)
45. Леонов, А. Г. Цифровая платформа образования / Бахтеев О. Ю., Гафаров Ф. М., Гриншкун В. В., Дятлова О. В., Косарецкий С. Г., Кудинов В. А., Леонов А. Г., Сергеев А. Н., Щербатых С. В. // Вестник Российского фонда фундаментальных исследований. – 2022. – Т. 1, № 113. – 2.08 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.)
46. Leonov, A. G. Error-free 2d pictogrammic syntax in a programming learning environment for preschool children / Kushnirenko A. G., Leonov A. G., Polikarpov S. A. // Software Engineering Application in Systems Design. Vol.1. – Cham, Switzerland : Springer International Publishing AG, 2022. – 2.43 printed sheets (co-authorship, including 0.75 author 's printed sheets)
47. Leonov, A. G. Adaptive digital educational environments as drivers of remote staff training technologies / Pisareva O. M., Leonov A. G., Dyachenko M. S. // Smart Nations : Global Trends In The Digital Economy : Proceedings of the International Scientific Conference. Vol. 398. – Cham, Switzerland : Springer International Publishing AG, 2022. – 0.81 printed sheets (co-authorship, including 0.3 author 's printed sheets)
48. Определение эмоционального состояния обучаемого-ребенка в цифровой образовательной среде по статическим изображениям с применением нейросети / Дьяченко М. С., Леонов А. Г., Райко М. В., Холькина А. А. // Труды НИИСИ РАН. Математическое и компьютерное моделирование сложных систем: теоретические и прикладные аспекты. – 2022. – Т. 12, № 3. – 0.92 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.).
49. Подходы к учету посещаемости студентов в цифровой образовательной платформе Мирера / Леонов А. Г., Мащенко К. А., Шляхов А. В., Холькина А. А. // Труды НИИСИ РАН. Математическое и компьютерное моделирование сложных систем: теоретические и прикладные аспекты. – 2022. – Т. 12, № 3. – 0.92 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.).
50. Леонов, А. Г. Цифровой след в образовании как драйвер профессионального роста в цифровую эпоху / Дьяченко М. С., Леонов А. Г. // E-Management. – 2022. – Т. 5, № 4. – 0.92 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.4 усл. печ. л.).
51. Леонов, А. Г. Исследование и разработка методов машинного обучения и архитектур нейронных сетей для применения в области проверки / Дьяченко М. С., Леонов А. Г., Матюшин М. А. // Труды НИИСИ РАН. Математическое и компьютерное моделирование сложных систем: теоретические и прикладные

- аспекты. – 2021. – Т. 11, № 3. – 0.69 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.).
52. Леонов, А. Г. Методы интеграции цифровых образовательных сред в цифровую образовательную платформу Мирера / Леонов А. Г., Орловский А. Е. // Труды НИИСИ РАН. Математическое и компьютерное моделирование сложных систем: теоретические и прикладные аспекты. – 2021. – Т. 11, № 3. – 0.81 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.6 усл. печ. л.).
53. Леонов, А. Г. Элементы искусственного интеллекта при автоматизации тестирования веб-интерфейсов на примере ЦОП Мирера / Дьяченко М. С., Леонов А. Г., Сокунов Д. А. // Труды НИИСИ РАН. Математическое и компьютерное моделирование сложных систем: теоретические и прикладные аспекты. – 2021. – Т. 11, № 3. – 0.58 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.).
54. Механизмы универсального подключения программных исполнителей к системе ПиктоМир / Аглямутдинова Д. Б., Бешапошников Н. О., Леонов А. Г., [и др.] // Труды НИИСИ РАН. Математическое и компьютерное моделирование сложных систем: теоретические и прикладные аспекты. – 2020. – Т. 10, № 3. – 0.69 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.).
55. Особенности реализации человеко-машинного интерфейса для детей младшего возраста в пропедевтических курсах по программированию / Бешапошников Н.О., Дьяченко М.С., Леонов А.Г., [и др.] // Труды НИИСИ РАН. – 2020. – Т. 10, № 5-6. – 0.35 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.).
56. Леонов, А. Г. Построение компилятора-интерпретатора для гибридной текстово-пиктограммной цифровой образовательной среды ПиктоМир-К / Аглямутдинова Д. Б., Райко М. В., Леонов А. Г. // Труды НИИСИ РАН. – 2020. – Т. 10, № 5-6. – 1.50 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.4 усл. печ. л.).
57. Построение объектов дополненной реальности в динамически распознаваемой рукотворной среде / А. Г. Леонов, Н. О. Бешапошников, М. С. Дьяченко, М. А. Матюшин // Труды НИИСИ РАН. – 2020. – Т. 10, № 5-6. – 0.69 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.15 усл. печ. л.).
58. Результаты освоения годовой программы Алгоритмика для дошколят подготовительными группами муниципального ДОУ / Леонов А.Г., Райко М.В., Собакинских О.В., Собянина Н.В. // Труды НИИСИ РАН. – 2020. – Т. 10, № 5-6. – 0.58 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.).
59. Автотестирование системы ПиктоМир / Бешапошников Н.О., Леонов А.Г., Мащенко К.А., Орловский А.Е. // Труды НИИСИ РАН. – 2019. – Т. 9, № 4. – 0.69 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.15 усл. печ. л.).
60. Курс Азы программирования для дошкольников, младшеклассников и студентов педуниверситетов / Кушниренко А.Г., Леонов А.Г., Райко М.В., Грибанова И.Н. // Труды НИИСИ РАН. – 2019. – Т. 9, № 6. – 0.92 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.).
61. Развитие психологических новообразований старших дошкольников в процессе обучения программированию на базе цифровой образовательной среды ПиктоМир / Кушниренко А.Г., Леонов А.Г., Райко М.В., [и др.] // Труды НИИСИ РАН. – 2019. – Т. 9, № 6. – 0.46 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.15 усл. печ. л.).

62. Леонов, А. Г. Олимпиадные задачи в системе ПиктоМир / Леонов А. Г., Первин Ю. А. // Труды НИИСИ РАН. – 2018. – Т. 8, № 6. – 0.81 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.5 усл. печ. л.).
63. Построение отказоустойчивых систем для проведения олимпиад по программированию / Бесшапошников Н.О., Кушниренко А.Г., Леонов А.Г., Прокин К.А. // Труды НИИСИ РАН. – 2018. – Т. 8, № 6. – 0.46 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.).
64. Проведение цикла занятий “Алгоритмика” в летнем лагере для дошкольников и младшекласников / Кушниренко А.Г., Леонов А.Г., Райко М.В., Грибанова И.Н. // Труды НИИСИ РАН. – 2018. – Т. 8, № 4. – 0.58 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.15 усл. печ. л.).
65. Леонов, А. Г. Знакомим дошкольников младших школьников азами алгоритмики помощью систем ПиктоМир и Кумир / Кушниренко А. Г., Леонов А. Г., Ройтберг М. А. // Труды НИИСИ РАН. – 2015. – Т. 5, № 1. – 0.46 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.15 усл. печ. л.).
66. ПиктоМир как кооперативная среда для обучения основам программирования дошкольников и младших школьников / Бесшапошников Н. О., Дедков А. Н., Еремин Д. Б., Леонов А. Г. // Труды НИИСИ РАН. – 2015. – Т. 5, № 1. – 0.46 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.).
67. Леонов А. Г. Пиктомир для планшетных компьютеров как инструмент пропедевтического курса информатики / Леонов А. Г., Бесшапошников Н. О., Еремин Д. Б., Дедков А. Н. // Труды Большого Московского семинара по методике раннего обучения информатике : Т. 1, № 4. / М-во образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, Автономная некоммерческая орг. "Информ. технологии в образовании", Российский гос. социальный ун-т. – Москва : Изд-во Российского гос. социального ун-та, 2014. – 0.46 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.).
68. Леонов, А. Г. Элективный курс для младшекласников: Управляем настоящим Роботом / Кушниренко А. Г., Леонов А. Г. // Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследований. – 2014. – 0.58 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.25 усл. печ. л.).
69. Леонов, А. Г. Освой КуМир за 6 часов : Последние четыре часа занятий // Информатика. – 2011. – № 2. – 0.77 усл. печ. л.
70. Леонов, А. Г. Программирование для дошкольников младших школьников / Леонов А. Г., Кушниренко А. Г. // Информатика. – 2011. – № 15. – 0.46 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.25 усл. печ. л.).
71. Леонов, А. Г. ЭВМ-практикум / Леонов А. Г. // Информатика. – 2011. – № 11. – 1.04 усл. печ. л.
72. Леонов, А. Г. Космический робот РобоТор / Ефремов А. А., Кушниренко А. Г., Леонов А. Г. // Информатика. – 2010. – № 21. – 0.69 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.).
73. Леонов, А. Г. Преподавание информатики с использованием системы Кумир. Ч. 1. Ч.2. / Кушниренко А. Г., Леонов А. Г. // Первое сентября. – 2009. – №9. – 5,8 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 2.9 усл. печ. л.).

74. Опыт интеграции цифровой образовательной среды КуМир в платформу Мирера / Кушниренко А. Г., Леонов А. Г., Машенко К. А., [и др.] // СПО : от обучения до разработки : Объединённая конференция : Переславль-Залесский, 19–22 мая 2022 г. : Сборник тезисов конференции. – Москва: МАКС Пресс, 2022. – 0.69 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.1 усл. печ. л.).
75. Леонов, А. Г. Гибридные цифровые образовательные системы как пропедевтика курса алгоритмизации и программирования в университетах / Леонов А. Г., Райко М. В. // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании : материалы V международной конференции : Красноярск, 21–24 сентября 2021 г. : В 2 частях. Ч.1. / Ред. М. В. Носков ; Сибирский федеральный университет, Институт космических и информационных технологий. – Красноярск : СФУ, 2021. – 0.69 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.3 усл. печ. л.).
76. Леонов, А. Г. Подходы к цифровой трансформации адаптивных методик в образовании / Дьяченко М. С., Леонов А. Г., Матюшин М. А. // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании : материалы V международной конференции. Красноярск, 21–24 сентября 2021 г.: в 2 частях. Ч.2. / Ред. М. В. Носков ; Сибирский федеральный университет, Институт космических и информационных технологий. – Красноярск : СФУ, 2021. – 0.69 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.).
77. Leonov, A. Pictomir : How and why do we teach textless programming for preschoolers, first graders and students of pedagogical universities / Besshaposhnikov N., Kushnirenko A., Leonov A. // Proceedings of the 13th Central & Eastern European Software Engineering Conference in Russia : CEE-SECR '17 / Editor-in-chief: A. Terekhov, M. Tsepkov – New York, N.Y., United States: ACM, 2017. – 0.81 усл. печ. л. printed sheets (co-authorship, including 0.3 author 's printed sheets).
78. Леонов, А. Г. Этапы сквозного непрерывного школьного курса информатики / Леонов А. Г., Первин Ю. А. // Прорывные Научные исследования : Проблемы, Закономерности, Перспективы : Сборник статей VIII международной научно-практической конференции : 15 августа 2017 г., г. Пенза – Пенза : МЦНС «Наука и просвещение», 2017. – 0.46 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.3 усл. печ. л.).
79. Леонов, А. Г. Структура программного обеспечения для проведения ЕГЭ по информатике и ИКТ в компьютеризированной форме / Леонов А. Г., Кушниренко А. Г. // Свободное программное обеспечение в высшей школе : Шестая конференция : Переславль, 29–30 января 2011 года : Тезисы докладов / АНО «Институт логики, когнитологии и развития личности», ALT Linux, НОУ «ИПС-Университет г. Переславля им. А. К. Айламазяна», Институт Программных Систем РАН. . – Москва : Альт Линукс, 2011. – 0.46 усл. печ. л.(в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.).
80. Новые Миры в системе КуМир / Кушниренко А. Г., Леонов А. Г., Ройтберг М. А., Хачко В. И. // Свободное программное обеспечение в высшей школе : Пятая конференция : Переславль, 30–31 января 2010 года : Тезисы докладов / АНО «Институт логики, когнитологии и развития личности», ALT Linux, НОУ «ИПС-Университет г. Переславля им. А. К. Айламазяна», Институт Программных Систем

РАН. – Москва : Институт логики, 2010. – 0.35 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.15 усл. печ. л.).

81. Алгоритмиады как элементы ускорения обучения информатике / Леонов А. Г., Райко М. В., Райко И. Г., [и др.] // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании : Материалы VI Международной научной конференции : Красноярск, 20-23 сентября 2022 г. : В 3 ч. Ч.2. – Красноярск : Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2022. – 0.46 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.).
82. Леонов, А. Г. Гибридные цифровые образовательные системы в начальном курсе программирования в МПГУ / Леонов А. Г., Райко М. В. // Педагогическое образование: история становления и векторы развития : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию открытия педагогического факультета при 2-м МГУ. – Москва : МПГУ, 2022. – 0.92 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.4 усл. печ. л.).
83. Новые подходы к автоматизации проверки заданий в цифровых курсах / Леонов А. Г., Дьяченко М. С., Мащенко К. А., [и др.] // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании : Материалы VI Международной научной конференции : Красноярск, 20-23 сентября 2022 г. : В 3 ч. Ч.3. – Красноярск : Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2022. – 0.81 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.).
84. Леонов, А. Г. Об этапности перехода системы образования к цифровому адаптивному обучению / Дьяченко М. С., Леонов А. Г. // Новые образовательные стратегии в современном информационном пространстве : Сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции 9 марта–30 марта 2022 года. – Санкт-Петербург : Астерион, 2022. – 0.69 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.3 усл. печ. л.).
85. Леонов, А. Г. Применение подхода поэтапной трансформации при построении системы адаптивного обучения на примере цифровой образовательной платформы Мирера / Леонов А. Г., Дьяченко М. С. // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании : Материалы VI Международной научной конференции : Красноярск, 20-23 сентября 2022 г. : В 3 ч. Ч.3. – Красноярск : Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2022. – 0.81 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.3 усл. печ. л.).
86. Семейство отечественных свободно распространяемых цифровых образовательных сред ПиктоМир, ПиктоМир-К, КуМир и опыт его использования / Кушниренко А. Г., Зайдельман Я. Н., Леонов А. Г., Райко М. В. // СПО : от обучения до разработки : Объединённая конференция : Переславль-Залесский, 15–18 июня 2021 г. : Сборник тезисов конференции. – Москва : МАКС Пресс, 2021. – 0.58 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.).
87. Проблемы применения чат-ботов в естественно-научных курсах / Леонов А. Г., Дьяченко М. С., Мащенко К. А., Бесшапошников Н. О. // Информатизация образования и методика электронного образования : Материалы IV

- Международной научной конференции : В 2 ч. Ч. 1. – Красноярск : СФУ, 2020. – 0.58 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.15 усл. печ. л.).
88. Дополненная реальность в курсе «Алгоритмика для дошколят» / Бесшапошников Н., Леонов А. // Воспитание и обучение детей младшего возраста : X Международная Конференция [ЕССЕ 2020] : 10-12 декабря 2020 г. – Москва : Мозаика-Синтез, 2020. – 0.23 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.15 усл. печ. л.).
89. Использование элементов искусственного интеллекта в современных цифровых образовательных платформах / Бесшапошников Н. О., Дьяченко М. С., Леонов А. Г., [и др.] // Информатизация образования и методика электронного обучения : Цифровые технологии в образовании : Материалы IV Международной научной конференции. Т.2. – Красноярск : СФУ, 2020. – 0.69 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.).
90. Опыт разработки цифровой образовательной платформы с интеграцией в социальные сети и стриминговый сервис / Леонов А. Г., Кузьменко М. А., Прокин К. А., Чистякова Е. А. // Информатизация образования и методика электронного обучения : Цифровые технологии в образовании : Материалы IV Международной научной конференции. Т.2. – Красноярск : СФУ, 2020. – 0.69 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.).
91. Особенности реализации человеко-машинного интерфейса для детей дошкольного возраста в курсе алгоритмики с использованием системы ПиктоМир / Бесшапошников Н., Дьяченко М., Леонов А., [и др.] // Воспитание и обучение детей младшего возраста : X Международная Конференция [ЕССЕ 2020] : 10-12 декабря 2020 г. – Москва : Мозаика-Синтез, 2020. – 0.23 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.1 усл. печ. л.).
92. Результаты освоения годовой программы Алгоритмика для дошколят подготовительными группами муниципального ДОУ / Леонов А. Г., Райко М. В., Собакинских О. В., Собянина Н. В. // Воспитание и обучение детей младшего возраста : X Международная Конференция [ЕССЕ 2020] : 10-12 декабря 2020 г. – Москва : Мозаика-Синтез, 2020. – 0.23 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.08 усл. печ. л.).
93. Музыкальное управление учебным роботом в курсе «Алгоритмика для дошкольников» / Кушниренко А. Г., Малый А. А., Левин А. А., Леонов А. Г. // Воспитание и обучение детей младшего возраста : VIII Международная конференция : (ЕССЕ 2019) : (Москва, МГИМО МИД России 29 мая – 1 июня 2019 г.). – Москва : МГУ, 2019. – 0.23 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.05 усл. печ. л.).
94. Влияние обучения программированию на основе системы ПИКТОМИР на развитие психологических новообразований старших дошкольников / Кушниренко А. Г., Леонов А. Г., Собакинских О. В., Шибаева Л. В. // Воспитание и обучение детей младшего возраста : VIII Международная конференция : (ЕССЕ 2019) : (Москва, МГИМО МИД России 29 мая – 1 июня 2019 г.). – Москва : МГУ, 2019. – 0.23 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.05 усл. печ. л.).
95. Основные понятия программирования в полугодовом курсе для дошкольников и первоклассников / Кушниренко А. Г., Леонов А. Г., Райко М. В., Бесшапошников

- Н. О. // Свободное программное обеспечение в высшей школе : Четырнадцатая конференция : Переславль, 25-27 января 2019 года : сборник тезисов конференции / АНО "Институт логики, когнитологии и развития личности", ООО "Базальт СПО", Институт программных систем РАН. – Москва : МАКС Пресс, 2019. – 0.46 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.15 усл. печ. л.).
96. Применение методов распознавания в практикумах по программированию / Бешапошников Н.О., Дьяченко М.С., Кушниренко А.Г., Кузьменко М.А., Леонов А.Г., Матюшин М.А., Прокин К.А. // Свободное программное обеспечение в высшей школе : Четырнадцатая конференция : Переславль, 25-27 января 2019 года : сборник тезисов конференции / АНО "Институт логики, когнитологии и развития личности", ООО "Базальт СПО", Институт программных систем РАН. – Москва : МАКС Пресс, 2019. – 0.46 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.1 усл. печ. л.).
97. Леонов, А. Г. Проект двуязыковой пиктограммно-текстовой учебной среды программирования ПиктоМир-К / Леонов А. Г., Кушниренко А. Г., Бешапошников Н. О. // Свободное программное обеспечение в высшей школе : Четырнадцатая конференция : Переславль, 25-27 января 2019 года : сборник тезисов конференции / АНО "Институт логики, когнитологии и развития личности", ООО "Базальт СПО", Институт программных систем РАН. – Москва : МАКС Пресс, 2019. – 0.35 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.).
98. Леонов, А. Г. Роль программирования в непрерывном курсе информатики / Кушниренко А. Г., Леонов А. Г. // Математика и информационные технологии в нефтегазовом комплексе : Международная конференция, посвящённая дню рождения великого русского математика академика П.Л. Чебышёва : Труды конференции : Обнинск, 14–19 мая; Сургут. / Под ред. акад. В.Б. Бетелина. – Самара : Порто-принт, 2019. – 0.23 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.12 усл. печ. л.).
99. Технологические инновации меняют методику курса Алгоритмика для дошкольников / Бешапошников Н.О., Кушниренко А.Г., Прокин К.А., Леонов А.Г. // Воспитание и обучение детей младшего возраста : VIII Международная конференция : (ЕССЕ 2019) : (Москва, МГИМО МИД России 29 мая – 1 июня 2019 г.). – Москва : МГУ, 2019. – 0.23 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.07 усл. печ. л.).
100. Кооперативно-параллельное выполнение заданий при проведении дошкольных и школьных командных олимпиад по алгоритмике и программированию / Бешапошников Н.О., Кушниренко А.Г., Леонов А.Г., [и др.] // Воспитание и обучение детей младшего возраста : Ежегодная международная научно-практическая конференция : Сборник материалов . – Москва : Мозаика-Синтез, 2018. – 0.35 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.15 усл. печ. л.).
101. Леонов, А. Г. Новые возможности Пиктомира – параллельно-кооперативное программирование и командные соревнования / Кушниренко А. Г., Бешапошников Н. О., Леонов А. Г. // Свободное программное обеспечение в высшей школе : Тринадцатая конференция : Переславль, 26–28 января 2018 года : Сборник материалов конференции. – Москва : Basealt, 2018. – 0.46 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.25 усл. печ. л.).
102. Леонов, А. Г. Проведение годового цикла занятий алгоритмика для дошкольников в подготовительных группах ДОУ / Леонов А. Г., Кушниренко А.

- Г., Райко М. В. // Воспитание и обучение детей младшего возраста. : Ежегодная международная научно-практическая конференция : Сборник материалов . – Москва : Мозаика-Синтез, 2018. – 0.23 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.13 усл. печ. л.).
103. Элементы цифровизации образовательного процесса на примере системы Мирера / Бесшапошников Н.О., Кузьменко М. А., Кушниренко А.Г., Леонов А. Г. // Свободное программное обеспечение в высшей школе : Тринадцатая конференция : Переславль, 26–28 января 2018 года : Сборник материалов конференции. – Москва : Basealt, 2018. – 0.35 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.).
104. Информатика 7-9 / Кушниренко А.Г., Зайдельман Я. Н., Тарасова В. В., Леонов А. Г. // Свободное программное обеспечение в высшей школе : Двенадцатая конференция : Сборник тезисов конференции . – Москва : Basealt, 2017 – 0.81 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.15 усл. печ. л.).
105. Леонов, А. Г. Алгоритмика для дошкольников и младших школьников / Кушниренко А. Г., Леонов А. Г., Ройтберг М. А. // Свободное программное обеспечение в высшей школе : Одиннадцатая конференция : Переславль, 30–31 января 2016 года : Сборник тезисов конференции. – Москва : Альт Линукс, 2016. – 0.69 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.25 усл. печ. л.).
106. Леонов, А. Г. Выравнивающий курс Азы программирования для первокурсников научно-технических и педагогических специальностей / Кушниренко А. Г., Леонов А. Г., Райко М. В. // Свободное программное обеспечение в высшей школе : Одиннадцатая конференция : Переславль, 30–31 января 2016 года : Сборник тезисов конференции. – Москва : Альт Линукс, 2016. – 1.16 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.4 усл. печ. л.).
107. ПиктоМир 2016 / Бесшапошников Н.О., Ерёмин Д. Б., Кушниренко А.Г., Леонов А. Г., [и др.] // Свободное программное обеспечение в высшей школе : Одиннадцатая конференция : Переславль, 30–31 января 2016 года : Сборник тезисов конференции. – Москва : Альт Линукс, 2016. – 0.58 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.).
108. Леонов, А. Г. Новые возможности системы КуМир / Кушниренко А. Г., Леонов А. Г., Ройтберг М. А. // Свободное программное обеспечение в высшей школе : Шестая конференция : Переславль, 30–31 января 2011 года : Тезисы докладов. – Москва : Альт Линукс, 2011. – 0.35 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.2 усл. печ. л.).
109. Леонов, А. Г. Структура программного обеспечения для проведения ЕГЭ по информатике и ИКТ в компьютеризированной форме / Кушниренко А. Г., Леонов А. Г., Лещинер В. Р., [и др.] // Свободное программное обеспечение в высшей школе : Шестая конференция : Переславль, 30–31 января 2011 года : Тезисы докладов. – Москва: Альт Линукс, 2011. – 0.35 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.05 усл. печ. л.).
110. Леонов, А. Г. Применение методов свободного синтаксиса для распознавания пиктокубиков в курсе Алгоритмика для дошкольников / Леонов А. Г., Мащенко К. А., Мартынов Н. С. и др. // Труды НИИСИ РАН. — 2024. — Т. 14, № 2. — 0.68 усл. печ. л. (в соавт., в том числе авт. – 0.1 усл. печ. л.).