

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОБЛЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТНОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ.....	14
1.1. Управление процессом обучения: от традиционных моделей к интеллектному управлению	14
1.2. Автоматизированные системы обучения математике на основе искусственного интеллекта: обзор и классификация	27
1.2.1. Этапы создания автоматизированных обучающих систем	29
1.2.2. Классификация ИОС по структуре	37
1.2.3. Классификация ИОС по механизму интеллектуализации	40
1.2.4. Классификация ИОС по объекту адаптации и уровню адаптивности.....	44
1.2.5. Классификация ИОС по типам технологий интеллектуального сопровождения учебно-познавательной деятельности	47
1.2.6. Классификация ИОС по индивидуальным потребностям и стилям обучения.....	49
1.3. Методологическое единство и основы интеллектного управления процессом обучения в триаде «педагог – компьютер – обучающийся»	53
1.4. Концептуальная модель интеллектного управления проектно-исследовательской деятельностью школьников в гибридной обучающей среде.....	59
ГЛАВА 2. МАТЕМАТИКА КАК ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ. 69	
2.1. Организация и управление проектно-исследовательской деятельностью школьников в интеллектуальной среде на основе освоения сложного знания: ведущая идея, цели, задачи, гипотеза	69
2.2. Сложное знание как атрибут проявления сущности математических учебных элементов	75
2.2.1. Структурно-функциональная модель проявления сущности математических учебных элементов	76
2.2.2. Системо-генетические контексты освоения сложного знания	87

2.3. Этапы, технологии и программа адаптации сложного знания в проектно-исследовательской деятельности.....	99
2.4. Интеграция математических, естественнонаучных, информационных и гуманитарных знаний и процедур в процессе освоения сложного знания	115
ГЛАВА 3. ТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕЛЛЕКТНОГО УПРАВЛЕНИЯ СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ	122
3.1. Диагностика психологической готовности учащихся старших классов к проектно-исследовательской деятельности по математике как этап проектирования гибридной интеллектуальной обучающей среды.....	122
3.2. Дидактическая модель развития навыков проектно-исследовательской деятельности школьников в гибридной интеллектуальной обучающей среде	136
3.3. Архитектура, параметры и функционал гибридной нейронной сети организации проектно-исследовательской деятельности школьников	141
3.4. Организационно-методическое обеспечение развития навыков проектно-исследовательской деятельности школьников в гибридной интеллектуальной образовательной среде.....	149
3.4.1. Характеристика параметров исследования проблемной зоны «Предел функции»	152
3.4.2. Характеристика параметров исследования проблемной зоны «Площадь поверхности».....	160
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	184
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	186

ВВЕДЕНИЕ

Исследование новых методологических тенденций в научном познании, а также анализ полученных ранее авторами результатов проведенных совместных фундаментальных исследований позволяют выделить следующие ключевые аспекты, определяющие научную задачу, на решение которой направлено настоящее исследование:

1. Второе десятилетие XXI века ознаменовалось вступлением в «Четвертую промышленную революцию», которая базируется на приоритетных цифровых и сетевых технологиях, отобранных с учетом основных трендов мирового развития, и повлекшая масштабные перемены во всех сферах жизни, включая образование. Вопросы управления образовательным процессом на основе все более широкого использования постоянно развивающихся цифровых и сетевых технологий – ключевая задача интеллектуализации любой современной образовательной системы. Информационные средства и технологии способны обеспечить оперативность, объективность и эффективность процессов обучения и оценки освоенности сложных знаний обучающимися, создать базис для рефлексорной коррекции познавательных процессов в направлении индивидуализации и персонализации образовательных маршрутов в обогащенной информационной среде (Я.А. Ваграменко, С.А.Бешенков, В.В.Гриншкун, А.П. Ершов, О.А. Козлов, И.В. Роберт, А.Л. Семенов, А.Ю. Уваров и др.).

2. Перспективным направлением в решении сложных задач управления познавательной деятельностью обучаемых, направленной на повышение его уровня самоорганизации и самообучения при непрерывном снижении степени участия преподавателя, является создание автоматизированных систем обучения на основе методов искусственного интеллекта. Интеллектуальное управление процессом обучения в триаде «педагог – компьютер – обучающийся» требует гибридного подхода в симбиозе математического и компьютерного моделирования содержания и иерархий знаний и процедур, интерактивной интеллектуальной обучающей и оценочной деятельности в информационных средах, в которых интегрированы функции экспертных систем, нечеткой логики, искусственных нейронных сетей и генетических алгоритмов. Открытым в данном направлении остается вопрос разработки комплекса методов, алгоритмов, методик, характеристик педагогико-эргономического качества, технического и программного обеспечения, осуществляющего процедуры инновационной инженерии, выстраивания иерархий, способов распознавания по фрагменту, оценивания уровня освоенности предметных знаний и процедур (распознавание образа в экспертных системах) в компьютерно-имитационной среде на всех этапах обучения (А.Н. Аверкин, В.В. Бова, А.В. Демьянов, Н.К. Жуковская, М.В. Лапенков, Ю.А. Кравченко, А.В. Колесников, Д.А. Поспелов, И.В. Роберт, С.И. Родзин, Л.Заде, А. Кофман, Д. Дюбуа, А. Прад, П. Брусиловский, Д. Капка, С. Осуга, Ю.Сэки, Х. Судзуки и др.).

3. В современной науке, наряду с новыми информационными и коммуникационными технологиями, все шире применяются новые научные подходы, в частности, фрактальный подход, который влечет за собою весьма непривычные для человека пространственные и временные представления и который дает возможность описывать новый уровень сложности окружающего мира и самого человека, в том числе, выявлять на инновационной основе содержание и структуру инженерии знаний, способов распознавания и представления сущности по фрагменту, степень и качество достижения обучающимися планируемых предметных результатов образования. Язык фракталов фиксирует такое фундаментальное свойство реальных явлений, как самоподобие: мелкомасштабные структуры повторяют форму крупномасштабных. Наиболее рельефно методологическая значимость фрактального подхода выражена в исследовании сложных когнитивных и мыслительных процессов. В настоящее время уже установлены нелинейность, цикличность мышления и нейронно-сетевая структура мозга, поэтому процесс работы сознания можно модельно представить как фрактальное множество (А.А. Брушлинский, С.Н. Дворяткина, С.В. Щербатых, О.Е. Дик, А. Ньюелл, Г. Саймон, М. Минский, Дж. Маккарти, Дж. Миллер, Ю. Галантер, К. Прибра и др.). Процесс мышления – результат взаимодействия стабильности и хаоса, линейной и нелинейной активности, т. е. фрактален уже в самом своем функционировании. Построение моделей интеллектуальных систем обучения на основе психофизиологических данных с учетом фрактальной природы протекающих процессов – одно из актуальных современных направлений, еще не реализованное в педагогике.

4. Педагогика насыщена фрактальными конструкциями: от многоуровневой образовательной системы инженерии знаний (интерфейс обучения экспертной системы) до подсистемы освоения знаний и процедур обучающимися (на основе организации интерфейса пользователя). Выявление фрактальности структуры педагогических явлений и объектов (научное и математическое знание, содержание образования, учебный элемент, базы знаний) позволяет применять фрактальную методологию и ее принципы в фазе анализа, отбора и структурирования учебного материала как базы знаний на основе выявления иерархий и характеристик нечеткого моделирования, в выборе способов первичного его представления нечеткими и лингвистическими переменными, а также в диагностике качества усвоения обучаемыми учебного материала на основе искусственных нейронных сетей. Установлено, что использование фрактальных методов увеличивают компактность, точность и глубину оценивания уровня обученности студентов, комплексов интеллектуальных операций и интегративных качеств, позволяющих осваивать и применять междисциплинарные знания и умения в профессиональной деятельности (С.Н. Дворяткина, А.В. Долматов, А.Р. Зиганшин, Е.И. Смирнов, Н.А. Хараджян, С.В. Щербатых и др.).

Возникновение и образование самоподобных структур в педагогике не случайно, так как это один из естественных путей повышения эффективности,

надежности и устойчивости развития современных автоматизированных интеллектуальных систем обучения. Этим определяется значимость фрактального подхода в цифровой педагогике.

5. Отличительной особенностью является то, что данная предметная область характеризуется большой степенью неопределенности, случайности, нестабильности, влиянием разнообразных факторов, вследствие чего построение и использование точных моделей обучения на основе феноменологии, классического математического аппарата и компьютерного моделирования зачастую является неэффективным. Вследствие этого все больше работ отечественных и зарубежных авторов для решения сложных задач разработки автоматизированных интеллектуальных обучающих систем используют широкий спектр методов искусственного интеллекта: искусственные нейронные сети, нечеткую логику, генетические алгоритмы, а также гибридные подходы с другими математическими направлениями (К.В. Богданов, О.В. Дружинина, О.Н. Масина, И.Г. Семакин, Л.Н. Ясницкий, С.А. Шептунов, и др.).

Вопросы проектирования и разработки автоматизированных интеллектуальных систем обучения в настоящее время широко освещены в российской и зарубежной литературе. Однако генезис данной проблемы опирается на рассмотрение как классических, так и инновационных теорий и подходов.

В источниковой базе философии современного образования и цифровой культурной парадигмы в аспекте моделирования и конструирования процесса обучения базируемся на исследования Н.А. Антипина [2003], Б.С. Гершунского [1998], В.А. Емелина [1999], Ф. Гваттари [Deleuze, Guattari, 1976] и др. В контексте общей и педагогической психологии вопросы управления процессом обучения и развития личности обучающегося исследовались Б.Г. Ананьевым [2001], Л.С. Выготским [1991], М.К. Дубровиной [Психолого-педагогическое взаимодействие..., 2018], П.Я. Гальпериным [1985], А.Н. Леонтьевым [2009], Дж. Миллером [Miller, 1956], Н.Ф. Талызиной [1984], Б.М. Тепловым [1998], Д.Б. Элькониним [1989], В.А. Якуниным [2012] и др.

Из новых подходов в решении проблемы создания автоматизированных обучающих систем следует отметить исследования российских и зарубежных авторов – А.И. Гусевой [Бачурин, Гусева, 2012], И.Г. Игнатовой [2003], М.В. Лапенков [2014], А.Я. Савельева [1986], В.И. Солдаткина [2003], В.П. Тихомирова [2010], Дэ-Джун Кванг, Мьюнг-Сук Дженни Панг и др.

Теоретико-методологической основой разрабатываемых и внедряемых исследователями в учебный процесс автоматизированных обучающих систем выступают современные методы непараметрической статистики, теории принятия решений (В.Н. Вагин [1988], Д.А. Поспелов [Нечеткие множества..., 1986], Э.В. Попов [Искусственный интеллект, 1990]), вероятностной логики и др. Однако вопросы, связанные с обоснованным выбором траекторий обучения, генерацией тестовых заданий и контрольных материалов, объективным оцениванием знаний обучающихся, остались открытыми. Все это в совокупности требовало повышения интеллекта современных систем поддержки процесса обучения.

Актуальным направлением интеллектуализации систем обучения стало в последнее десятилетие применение аппарата искусственных нейронных сетей. В англоязычных странах вопросы персонализации и автоматизации обучения с применением технических и программных средств, работа которых основана на нейросетевых алгоритмах, уже давно успешно решаются. К числу таких программных продуктов относятся: GeekieLab, CTI (Content Technologies Inc), Mika, Microsoft Presentation Translator, Thinkster Math, Brainly, Cram101 и др. Многие отечественные исследователи также занимались вопросом применения интеллектуальных компьютерных систем в образовании, основанных на нейросетевых технологиях. Это исследования С.П. Грушевского [2000] (нейросетевая компьютерная обучающая система), Е.И. Горюшкина [2009] (адаптивное тестирование по информатике), Н.Ю. Добровольской [2009] (компьютерные нейросетевые технологии как средство индивидуализированного обучения), Л.Р. Туктаровой [2001] (интеллектуальное управление организацией учебно-воспитательного процесса), Зар Ни Хлайнга [2011] (интеллектуальная система поддержки управления процессом обучения микроэлектроники) и др. Интеллектуальные компьютерные обучающие системы разрабатываются в пределах отдельно взятых вузов для четко определенных дисциплин и групп учащихся. Более широкая интеграция в учебную деятельность не проводилась.

Таким образом, отвечая о реальности применения нейросетевых технологий в мире и в российском образовательном процессе, следует отметить, что отечественные педагоги в использовании нейросетевых технологий заинтересованы мало, относятся к ним настороженно и холодно. Многих исследователей пугает термин «искусственный интеллект», и они ожидают от него полного замещения интеллекта «биологического». В то же время, общемировые тенденции явно демонстрируют состоятельность НС-технологий как активного образовательного инструмента.

Более того, проведенный анализ мировых тенденций и практик внедрения электронных сред и платформ в систему образования установил, что в период пандемии COVID-19 были предложены различные решения для поддержания дистанционного обучения: системы управления цифровым обучением (Moodle – Австрия, Англия, Эквадор, Финляндия); системы, созданные для использования на простых мобильных телефонах (Eneza Education – Кения), платформы для массовых открытых онлайн-курсов (МООС – Китай, Мексика); электронный контент для самостоятельного обучения (Khan Academy – Либерия; YouTube – Афганистан, Бангладеш, Бразилия, Сальвадор, Кения, Мадагаскар, Мальдивы, Россия; TED-Ed – Мальдивы); платформы для совместной работы, поддерживающие видеосвязь в реальном времени (Zoom – Финляндия, Ямайка, Маврикий, Сербия, Россия; Skype – Болгария, Финляндия, Ямайка, Россия); инструменты для создания цифрового учебного контента (Nearpod, Pear Deck, EdPuzzle). Некоторые альтернативные решения включали печать и распространение глав учебников, трансляцию видеоуроков по телевидению, через веб-сайты, порталы, социальные сети (Facebook и YouTube), осуществляли доступ к видео через карты памяти и компакт-диски; воспроизводство аудио-уроков че-

рез мобильные телефоны. Масштабные исследования, основанные на информации со всего мира по вопросам организации процессов обучения в период пандемии и проводимые такими международными организациями, как «Глобальная инновационная инициатива в области образования» (Global Education Innovation Initiative), инициативная группа «HundrED», Департамент Организации экономического сотрудничества и развития по вопросам образования и профессиональной подготовки (The Organisation for Economic Cooperation and Development, OECD), «Группа Всемирного банка в области образования» (World Bank Group), не только обобщили статистику по внедрению электронных образовательных ресурсов, сервисов и платформ со всего мира в период пандемии, но и определили дальнейшие перспективы цифровизации и реформирования образования с помощью искусственного интеллекта, блокчейн-технологий и роботов.

В частности, было установлено, что внедрение в практику обучения платформ, онлайн-сервисов, обеспечивающих интеллектуальное управление учебно-познавательной деятельностью обучаемых во время пандемии, было осуществлено, в основном, в зарубежных образовательных организациях. Среди наиболее часто используемых можно указать следующие: MATHia by Carnegie Learning, Yixue Education, Wayang Outpost, Century Tech, Math-u-See, Education Perfect, Wayang Outpost. При этом общее количество онлайн-ресурсов, применяемых в период кризиса, составило 72. Данные получены по выборке (n=333 образовательных организации), сформированной на базе 99 стран [Chu, 2021; Reimers, 2020]. Как можно заметить, статистика внедрения интеллектуальных систем в зарубежных странах также остается невысокой и составляет менее 10%.

Многие электронные обучающие системы, в том числе интеллектуальные системы, широко представлены в научной литературе, и их эффективность доказана. Однако указанные системы редко используются в реальном учебном процессе. Последние исследования подчеркивают отсутствие успешных адаптивных систем и платформ обучения с использованием искусственного интеллекта, реализованных на практике [Cavanagh, 2020; Imhof, 2020; Kabudi, 2021; Somyürek, 2015]. Для российского образования данная ситуация полностью подтверждается как изучением открытых статистических отчетов [Информационное общество..., 2020; Оценка качества..., 2021], так и глобальным библиометрическим анализом научных исследований авторов-разработчиков подобных проектов. Среди наиболее активно используемых электронных ресурсов как обучаемыми, так и учителями в период пандемии можно выделить следующие:

- образовательные ресурсы (Uchi.ru; Yaklass.ru; Infourok.ru; Resh.edu.ru, МЭШ);
- системы, позиционирующие себя как системы комплексного обучения со структурированным контентом и возможностью индивидуального подхода к обучению школьника (SkySmart.ru; Algoritmica.org; Physics.ru);

- ресурсы, предоставляющие готовые записи видеоуроков, видеолекций, сценариев уроков или их фрагментов (Education.yandex.ru; Foxford.ru; Interneturok.ru; Uchebnik.ru; Multiurok.ru; Nsportal.ru; Kopilkaurokoy.ru);
- ресурсы решения домашних заданий (gdz.ru; Sdamgia.ru; 4ege.ru).

В перечне представленных сервисов и платформ, только вторую группу можно условно отнести к адаптивным системам по дифференцированному критерию. При достаточном активном их функционировании (количество посещений достигало в октябре 2020 года до 7 млн.), данное количество ресурсов все же нельзя признать достаточным для обеспечения и поддержки образовательных учреждений качественными адаптивными интеллектуальными системами.

Отсутствие внедряемых российских разработок и несовершенство большинства применяемых специализированных информационных систем и сайтов, за исключением некоторых широко применяемых сервисов для видеоконференцсвязи (Zoom, Skype) и платформ дистанционного обучения (Moodle) в период пандемии, стало причиной активизации реальной работы в направлении проектирования и разработки более совершенных интеллектуальных обучающих систем.

Доступность новых технологий на основе методов ИИ – это лишь малая часть проблемы. Для появления высокорезультативных дидактических решений на основе данных технологий требуется как методологический, так и методический задел. Перспективными представляются новые междисциплинарные направления исследований в изучении сложных самоорганизующихся систем. Ведущую роль в анализируемом аспекте играет синергетический подход в образовании, который определяет проектирование индивидуальных образовательных сред, складывающихся из образовательных элементов разных уровней на основе процессов самоорганизации ее субъектов. Синергетический подход (Г.Хакен [Haken, 1971], Е.Н. Князева [Knyazeva, 1999], С.П. Курдюмов [2019], Г.Г. Малинецкий [2020], В.П. Милованов, И.Р. Пригожин [1964], Е.И. Смирнов [2016] и др.) основан на механизмах междисциплинарного взаимодействия с целью создания новых, более сложных структур, обладающих новым качеством. Теория самоорганизации сложных систем явилась научной основой для становления новой идеологии, основные принципы которой рассматриваются также и в работах зарубежных исследователей Йи-Чжуан Чен [Chen, 2013], Р. Бакминстер Фуллер [Ferkiss, 1976], Мария Сандерс [Sanders, 2011] и др.

Существенное значение для понимания концепта «интеллектуальные системы» имеет не только знание о приоритетных стратегиях и методах их изучения, но и знание эвристически применяемых принципов и подходов, обеспечивающих более конкретное технологическое решение в вопросах их проектирования. На наш взгляд, наиболее эффективной и плодотворной стратегией создания интеллектуальной обучающей системы является фрактальный подход, который для решения поставленной проблемы не использовался в мировой научной литературе и практике. Развиваемые в трудах Б. Мандельброта [2002], М. Барнслоу, М. Минского [Minsky, 1991] и других ученых фрактальные мето-

ды изменили стратегии научного поиска, а также парадигмы современного естествознания в направлении гуманизации, определив стратегию его развития в XXI веке. Следует отметить, что среди базовых принципов и ориентиров совершенствования (модернизации) современного образования член-корр. РАО, д.п.н. А.М. Кондаков [2018] выделяет принципы «масштабируемости (расширяемости без существенной перестройки) и гибкости структуры, создающих дополнительные возможности для отклика образовательной среды как открытой системы на воздействие внешней среды», которые отражают методологию фрактального подхода.

Сравнительный анализ мировых образовательных практик показывает, что наиболее высокий уровень естественнонаучного и математического образования характерен для тех стран, где уделяется пристальное внимание интеллектуальному развитию учащихся, и на всех ступенях образования приоритет отдаётся исследовательскому обучению (Inquiry-Based Learning). Согласно данным международного мониторинга Programme for International Student Assessment, к числу мировых лидеров по качеству образования относятся Китай, Сингапур, Япония, Финляндия, Эстония, Республика Корея. В то же время российские школьники, успешно справляясь с заданиями репродуктивного типа, требующими стандартного применения теорем и формул, испытывают затруднения при необходимости научного объяснения и интерпретации явлений при постановке проблем и применении методов математического моделирования к ситуациям, представленным в контексте реального мира [Адамович, 2019].

Подобный результат объясняется тем, что отечественная система образования на протяжении длительного периода времени была ориентирована на достижение высокого уровня эрудированности школьников, а основу учебных программ составлял перечень подлежащих усвоению научных фактов. Попытки внедрения технологий обучения в условиях продуктивной деятельности (дидактические системы развивающего обучения Л.В. Занкова, Д.Б. Эльконина, В.В. Давыдова и др.) не приобрели массового характера в силу сложности их освоения и реализации. Очевидно, для укрепления позиции России в глобальном рейтинге образовательных систем необходим тщательный анализ и трансформация образовательной практики.

В научных исследованиях, посвященных проектированию содержания образования, отмечается, что целенаправленный процесс перехода социального опыта, накопленного предшествующими поколениями, в индивидуальный опыт должен сопровождаться интеллектуальной активностью субъекта обучения, а также необходимыми атрибутами когнитивного процесса, к которым относятся восприятие, представление, интерпретация, применение. Особую актуальность данное положение приобретает при обучении математике: исключительные возможности этой дисциплины в плане развития интеллектуальной сферы и исследовательских умений обучаемых детерминированы спецификой математического метода, применение которого требует овладения как важнейшими интеллектуальными операциями (анализ, синтез, аналогия, абстрагирование, обобщение, конкретизация), так и базовыми способностями (понимание, моде-

лирование, конструирование), универсальными умениями (планирование, доказательство, формулирование выводов).

Однако на сегодняшний день существует ряд факторов, препятствующих реализации развивающего потенциала математических дисциплин:

- преобладание в практике обучения информационно-сообщающих технологий, ориентированных на передачу готовых выводов науки, а не на самостоятельное их открытие, что влечет снижение уровня учебной мотивации;

- сложность оперирования знаково-символическими средствами, высокий уровень абстрагирования при работе с математическими объектами в ущерб наглядной содержательности, что порождает формализм знаний и деятельности в процессе обучения;

- недостаточное внимание к выявлению сущности математических знаний и процедур в учебном процессе, слабая практико-ориентированность и прикладная направленность;

- недостаточная разработанность педагогических технологий, нацеленных на реализацию психодидактических закономерностей развития компонентов исследовательской деятельности в процессе обучения математике.

Проведенный предварительный анализ установил недостаточный опыт внедрения интеллектуальных цифровых технологий в систему обучения предметным областям знаний, а также сформированности исследовательских и проектных компетенций в соответствии с требованиями цифровой экономики. Особое внимание следует уделить использованию инновационных умных инструментов при создании и реализации открытой и гибкой автоматизированной системы сопровождения проектно-исследовательской деятельности на основе гибридности методов искусственного интеллекта.

В связи с этим исследование направлено на решение следующей **научной проблемы**: каковы теоретико-методологические основы и дидактические механизмы создания гибридной интеллектуальной обучающей системы эффективного планирования, организации и сопровождения проектно-исследовательской деятельности школьников по математике?

Направления и методология исследования.

В процессе настоящего исследования были поставлены следующие задачи:

1. Выявить методологические и теоретические основы создания и совершенствования гибридной интеллектуальной системы сопровождения проектно-исследовательской деятельности школьников по математике как совокупности цифрового информационного и образовательного контента структуры и баз данных на основе искусственного интеллекта.

2. Исследовать исторические и современные мировые тенденции и содержательные характеристики информационного образовательного процесса в контексте использования интеллектуальных систем, форм и средств инженерии и представления знаний, компетенций и процедур, содержательных и технологических характеристик распознавания образов и искусственного интеллекта в процессах обучения, контроля и оценки; раскрыть сущность и содержание интеллектуальной обучающей среды в условиях гибридности,

интерактивности и адаптивности методов обучения в школе как социального и психолого-педагогического явления.

3. Сформулировать систему принципов разработки гибридной интеллектуальной обучающей системы по освоению математики сложного знания как совокупности цифрового информационного и образовательного контента структуры и баз данных на основе искусственного интеллекта, учитывающую современный уровень развития науки и техники, в условиях гибридной обучающей среды.

4. Научно обосновать и определить инновационное содержание процессов самоорганизации и роста научного потенциала обучающихся в ходе освоения сложного знания (современных достижений в науке) и оптимальную структуру и параметры интеллектуальной системы сопровождения проектно-исследовательской деятельности школьников в интерактивной триаде «педагог – компьютер – обучающийся» на основе синергетического и фрактального подходов, компьютерного моделирования и гибридного интерфейса.

5. Создать дидактическую модель интеллектуального сопровождения проектно-исследовательской деятельности школьников в интерактивной триаде «педагог – компьютер – обучающийся» по освоению математики сложного знания на основе использования нечеткой логики, нейровычислений, вероятностных и генетических алгоритмов, теории фракталов с учетом психолого-педагогических составляющих процесса освоения сложного знания и роста научного потенциала школьников.

7. Разработать организационно-методическое обеспечение функционирования интеллектуальной системы сопровождения проектно-исследовательской деятельности школьников обучения в интерактивной триаде «педагог – компьютер – обучающийся» в гибридной парадигме использования методов искусственного интеллекта.

8. Выявить психолого-педагогические условия эффективности функционирования и реализовать апробацию гибридной интеллектуальной системы сопровождения проектно-исследовательской деятельности школьников по освоению математики сложного знания в старшей школе в интерактивной триаде «педагог – компьютер – обучающийся». Выявить критерии оценки влияния интеллектуальных систем обучения на развитие научного потенциала, когнитивной, мотивационно-потребностной, эмоционально-волевой сфер обучающихся, обеспечение качества предметной подготовки по математике.

Структура монографии представлена тремя главами, на которые разбит материал, изложенный на 209 страницах. Материал сгруппирован таким образом, что в логической последовательности от педагогической теории к практике показаны пути решения проблемы цифровизации образовательного процесса в целом и интеллектуального сопровождения проектно-исследовательской деятельности школьников по математике в частности.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОБЛЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТНОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ

1.1. Управление процессом обучения: от традиционных моделей к интеллектному управлению

Сегодня изменяются способы создания и представления, передачи и оценки знаний, личностного развития человека и его компетенций, самоидентификации личности на основе все более широкого использования постоянно развивающихся цифровых и сетевых технологий. В связи с этим актуальными являются вопросы управления образовательными системами, которые должны обеспечить в полной мере потребности каждого обучающегося в самообразовании и самоактуализации при освоении сложных знаниевых конструктов, активизировать когнитивные, мотивационные процессы в контексте новой цифровой образовательной парадигмы. При этом ключевым фактором обеспечения качественного управления образовательными системами является организация процесса обучения посредством поиска новых, нетривиальных, практически значимых дидактических механизмов, повышающих эффективность, комфортность и объективность оценочных процедур в условиях цифровизации образования.

В отечественной педагогике процесс обучения рассматривается как *«специально организованный, управляемый процесс взаимодействия учителей и учеников, направленный на усвоение знаний, умений и навыков, формирование мировоззрения, развитие умственных сил и потенциальных возможностей обучаемых, выработку и закрепление навыков самообразования в соответствии с поставленными целями»* [Коджаспирова, 2003, с. 176].

Одной из его ключевых характеристик выступает управляемость. В педагогическом контексте управление определяется как «механизм, обеспечивающий взаимодействие управляющего и управляемого объектов, при котором первый отслеживает функционирование второго относительно достижения заранее поставленных целей» [Беспалько, 1989, с. 6], «совокупность целенаправленных и взаимосвязанных действий управляющей и управляемой систем по согласованию совместной деятельности людей для достижения поставленных целей» [Хмель, 1978, с. 17], «целенаправленная деятельность субъектов управления различного уровня, обеспечивающая оптимальное функционирование и развитие управляемой системы, перевод ее на новый качественно более высокий уровень по достижению целей с помощью необходимых педагогических условий, средств и воздействий» [Третьяков, 2001, с. 46], «целенаправленное взаимодействие управляющей и управляемой подсистем для достижения определенной цели или запланированного результата» [Шамова, 2001, с. 24].

Таким образом, применительно к процессу обучения управление характеризуется целенаправленностью, непрерывностью, последовательностью, систематичностью, гибкостью и результативностью в течение всего периода протекания процесса.

В современных исследованиях, посвященных изучению вопросов эффективного управления образовательным процессом, в качестве целей управления предлагается использовать следующие показатели: суммарное время, затрачиваемое педагогом на работу с каждым обучаемым; уровень знаний, умений и навыков, приобретаемых обучаемым за цикл общения с педагогом; количество обучающихся, достигнувших заданного уровня; эффективность, заданная формулой, содержащей в качестве констант длительность обучения и итоговую оценку [Аникин, 2014].

Теория и практика образования показали, что обучение является сложно управляемым процессом, поскольку педагог не всегда контролирует каждый этап получения образовательных результатов у каждого обучающегося, что не позволяет, например, корректировать методику представления нового материала в зависимости от ранее изученного, а также от особенностей индивидуального темпа освоения материала, обучаемости и прочих факторов.

Одной из наиболее разработанных теорий, нацеленной на преодоление выше указанных факторов и послужившей психологической основой проектирования и реализации управляемого процесса обучения, стала теория поэтапного формирования умственных действий, разработанная П.Я. Гальпериным в 50-х гг. XX в. Согласно теории, процесс обучения выстраивается поэтапно:

- 1) формирование мотивационной основы действий;
 - 2) первичное ознакомление с действием и условиями его выполнения;
 - 3) формирование действия в материальном виде;
 - 4) внешне речевая отработка действия;
 - 5) проговаривание действия во внутренней речи;
 - 6) преобразование действия во внутренний план личности (Гальперин, 1965).
- Авторы и сторонники данной теории убеждены, что поэтапное формирование мыслительных действий детерминировано системой условий и используемых приемов, и потому выстроенный на основе данного принципа процесс обучения будет управляем.

Еще одна модель управления процессом обучения, разработанная в XX в., связана с развитием идеи программированного обучения, психологической основой которого являются законы формирования поведения и научения Б.Ф. Скиннера (стимул (S) – реакция (R): закон эффекта, закон научения, закон готовности. В 60–70-х годах программированное обучение получило развитие в работах Л.Н. Ланды, который применил в отношении процесса обучения такое понятие, как «алгоритм». Управляемость процессом обучения при программированном обучении (как машинном, так и безмашинном) обеспечивается последовательностью элементарных операций, которые воспринимаются одно-

значно и исполняются каждым. Такое преимущество алгоритмизации, как возможность формализации и модельного представления обучения, по мнению Л.Н. Ланды и его последователей, позволяет программировать не только содержание дисциплины, но и способы овладения знаниями, способы формирования обобщенных умений, эвристических приемов, творческого мышления.

Развитие идей компьютерного обучения в начале 90-х годов XX в. активизировало внедрение технологии CALL (Computer Assisted Language Learning), которая в настоящее время широко применяется в образовательной практике благодаря возможности использования компьютерных программ различного вида (обучающих, контролирующих, прикладных и пр.). Исследователи [Демчук, 2015; Нымм, 2015], обосновывая эффективность данной технологии в управлении процессом обучения иностранному языку, отмечают, что существенными моментами использования алгоритма управления на основе CALL-технологии выступают

«перевод компьютерных средств языкового обучения из категории “вспомогательных” в категорию “обязательных к применению”; наблюдение и контроль за наиболее закрытой от преподавателя сферой деятельности студента – его самостоятельной работой» [Демчук, 2015, с. 123].

Обобщая исследования по оценке возможностей применения автоматизированных обучающих систем (АОС) для управления учебной деятельностью обучающихся, М.Ю. Монахов и С.К. Голубева характеризуют следующие их виды: АОС с линейной моделью обучения, АОС с разветвленной моделью обучения, АОС с адаптацией по форме изложения, АОС с адаптацией по логике изложения, мультиагентная АОС с адаптацией по объекту и цели обучения [Монахов, 2012]. С развитием идей и расширением практики использования электронного обучения и дистанционных образовательных технологий активно разрабатываются АОС удаленного доступа.

В контексте исследования проблемы управления процессом обучения (без привязки к конкретной предметной области), внедрения цифровых технологий обучения, которое в настоящее время носит интенсивный и объективный характер, представляют интерес системы управления обучением – Learning management system (LMS). Анализ источников, представленных в открытом доступе, свидетельствует, что образовательные организации внедряют и используют программные продукты, предлагаемые рынком, например, такие, как MOODLE, Blackboard learning, WebCT, Lotus Workplace Collaborative Learning, MS Learning Gateway, системы дистанционного обучения «Прометей» и «СТ Курс», система дифференцированного обучения «Гекадем» и др. или самостоятельно разработанные программные продукты. По мнению А.Б. Кригер,

«внедрение информационной системы управления обучением позволяет решить ряд важных задач: обеспечить мобильный доступ к учебным и методическим материалам; создать информационную среду взаимодействия; сформировать единую базу методического обеспе-

чения для студентов разных форм обучения и специализаций; обеспечить актуализацию и обновление учебных материалов, контрольных заданий; поддерживать в актуальном состоянии информацию о результатах промежуточных и итоговых аттестаций» [Кригер, 2015, с. 65].

Любая LMS-система обеспечивает комплекс функций управления обучением: тестирование на всех этапах обучения (до начала обучения – входное, в процессе обучения – текущее, по итогам обучения – на выходе); возможности для размещения курса и его систематической актуализации, обеспечение условий для выстраивания индивидуальных маршрутов обучения; систематический контроль за результатами и процессом использования учебных материалов; администрирование процесса обучения, в том числе формирование отчетной документации и пр. Однако данная система управления процессом обучения не обеспечивает его персонификацию с точки зрения учета индивидуально-типологических особенностей обучающихся.

Система управления обучением (LMS) признается эффективной многими исследователями: «преимуществами данной системы является то, что благодаря своим возможностям процесс обучения для студента не имеет ограничений ни во времени, ни в пространстве (Н.М. Розанова)» [Иванушкина, 2014, с. 139]; «неотъемлемой частью обучения и одним из главных компонентов качества образования становится контроль, а важнейшими принципами контроля являются объективность, систематичность, наглядность и гласность» [Иванушкина, 2014, с. 72]. Вместе с тем П.Е. Родькин отмечает, что внедрение подобных систем

«в социальных коммуникациях в целом приводит к устранению человеческого фактора через полное отчуждение человека из отношений как субъекта социального договора и действия – качественному изменению самих отношений; частичной и полной дегуманизации процесса коммуникации» [Родькин, 2015, с. 209].

Исследователями предлагаются онтологические модели, которые решают ряд конкретных задач управления: онтологическая модель А.В. Аникина [2014] ограничена числом используемых компетенций; онтологическая модель А.Ю. Ужвы [2008] в силу своей статичности не позволяет учитывать такие параметры, как восприятие и забывание информации, т.е. не учитывает динамичность познавательных процессов; модель Я.В. Ланг [2011], напротив, проектирует профиль обучающегося на основе его персональных характеристик без учета результатов обучения (компетенций). Указанные модели успешно решают определенный круг задач, но не дают возможности принимать во внимание в ходе управления процессом обучения индивидуальные параметры обучаемых. Представляет интерес система управления обучением на основе смешанных диагностических тестов с использованием технологии Semantic Web А.Е. Янковской и В.В. Разина. Предлагаемый авторами подход на основе использования онтологий Semantic Web позволяет не только обеспечить создание набора смешанных диагностических тестов, но и сформировать «общую базу знаний, поз-

воляющую хранить и редактировать онтологические модели, описывающие учебные дисциплины в виду учебных курсов, разбитых на темы, которым соответствуют дидактические единицы, темы, в свою очередь, разбиты на занятия, включающие описание широкого спектра понятий, явлений и событий, которые могут входить в состав произвольного курса» (Янковская, Разин, 2016, с. 86), что представляется важным в контексте управления процессом обучения в целом.

Разработка и внедрение онтологических моделей управления процессом обучения сопрягается с разработкой автоматизированных систем управления, базирующихся на математических моделях, и их оптимизацией. Данные модели, как правило, учитывают динамическое состояние обучающихся (причем не только начальный уровень и его изменение в процессе обучения, но и особенности познавательных моделей). Например, Ю.И. Афанасьев, предлагает автоматизированную обучающую систему, интегрирующую две модели: обучаемого и компьютерной обучающей системы. Модель обучаемого исследователь отождествляет с моделью усвоения/научения и рассматривает память (запоминание и забывание по Г. Эббингаузу) в качестве исследуемой функции [Коджаспирова, 2003].

Важнейшей особенностью АОС нового поколения является возможность индивидуализации процесса обучения за счет использования различных интеллектуальных средств и методов. Системы интеллектуального управления (*intelligent control systems*) – это «системы управления, способные к “пониманию” и обучению в отношении объектов управления, возмущений, внешней среды и условий работы» [Усков, 2013, с. 9]. По мнению В.М. Лохина и М.П. Романова,

«концепция построения интеллектуальных систем управления основана на четырех ключевых положениях: теории ситуационного управления; иерархическом принципе построения системы управления; обоснованном использовании четырех интеллектуальных технологий, наиболее разработанных на сегодняшний день (экспертные системы, нечеткая логика, нейронные сети, ассоциативная память); адекватном соответствии степени интеллектуальности (в малом, в большом и целом) факторам неопределенности, действующим на систему» [Лохин, 2014].

В современных психолого-педагогических исследованиях обучение рассматривается как интеллектуальный процесс, позволяющий проектировать и реализовывать индивидуальные образовательные маршруты в зависимости от уровня предметной подготовки и индивидуально-психологических особенностей обучающихся в условиях гибридной обучающей среды [Basalin, 2018].

Развитие технологий создания интеллектуальных систем управления базируется на двух принципах: принципе ситуационного управления (управления на основе анализа внешних событий) и принципе использования современных технологий обработки знаний. В зависимости от того, что положено в основу

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru