



А.А. Зацаринный, К.К. Колин

Теория и практика цифровой трансформации общества в рамках приоритетов научно-технологического развития России

Рекомендуемая форма библиографической ссылки

Зацаринный А.А., Колин К.К. Теория и практика цифровой трансформации общества в рамках приоритетов научно-технологического развития России // Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности: труды 2-й Международной конференции (7-8 февраля 2019 г., Москва). — М.: ИПМ им. М.В.Келдыша, 2019. — С. 29-39. — URL: <https://keldysh.ru/future/2019/3.pdf> doi:[10.20948/future-2019-3](https://doi.org/10.20948/future-2019-3)

Теория и практика цифровой трансформации общества в рамках приоритетов научно-технологического развития России

А.А. Зацаринный, К.К. Колин

*Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»
РАН*

Аннотация. В статье представлены основные проблемные вопросы реализации программы цифровой экономики с учетом принятых приоритетов научно-технологического развития России. Показана актуальность и необходимость комплексного проведения фундаментальных научных исследований и научно-практических работ по развитию новых информационных технологий. Представлены основные подходы ФИЦ ИУ РАН, лидера рейтинга Европейской научно-промышленной палаты российских научных организаций, основанные на синергетике теории и практики в области системы ситуационных центров, методов искусственного интеллекта, цифровой платформы для научных исследований, многомашинного моделирования для синтеза новых материалов и методов управления роботами.

Ключевые слова: научные исследования, цифровая платформа, приоритеты научно-технологического развития, ситуационный центр, искусственный интеллект

Researches in purposes of society digital transformation within the priority of scientific and technological development of Russia realization

A.A. Zatsarinnyy, K.K. Kolin

RAS Federal Research Center «Computer and Control»

Abstract. The article is devoted to the actual directions of scientific research in the conditions of implementation of the program of digital economy taking into account the accepted priorities of scientific and technological development of Russia. The main approaches of FIC IU RAS, the leader of the rating of the European chamber of science and industry of Russian scientific organizations, to research in the field of the system of situational centers, methods of artificial

intelligence, digital platform for scientific research, multi-machine simulation for the synthesis of new materials and methods of robot control.

Keywords: paper template scientific researches, digital platform, priorities of scientific and technological development, situation center, artificial intelligence

1. Приоритеты научно-технологического развития России

Как отметил Президент России В.В.Путин 27 августа 2018 г. на VI Международном форуме технологического развития «Технопром–2018», в настоящее время именно знания и высокие технологии определяют эффективность экономики, позволяют кардинально повысить качество жизни людей, модернизировать инфраструктуру и государственное управление, обеспечить правопорядок и безопасность [1]. При этом ключевой национальной целью России является научно-технологический прорыв.

Несмотря на уже очевидные трещины в общемировой финансовой глобализации, глобальные процессы в сфере технологий продолжают активно развиваться. Эти тенденции подтверждены итогами работы 49-го Всемирного экономического форума в Давосе, который прошел под знаком деглобализации экономики и фрагментации единого экономического пространства [2].

В последние годы все более острыми становятся проблемы поиска адекватных ответов на большие вызовы XXI в., в числе которых приоритетными становятся такие проблемы, как исчерпание ресурсов, болезни, нехватка продовольствия, экология, новые материалы, новые виды энергии, лекарства, качественные продукты питания.

Успешное решение этих проблем в России может быть достигнуто только при активном участии российских ученых. В связи с этим особую актуальность приобретают научные исследования, выполняемые в рамках новых приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации. Активно работает в этом направлении федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН (ФИЦ ИУ РАН), который является лидером мирового рейтинга среди российских научных организаций за 2018 г., согласно результатам по десяти предметным спискам World Research Institutions Ranking (WRIR) [3]. Этот рейтинг составляется Европейской научно-промышленной палатой с 1992 г. и основан на использовании информационных технологий, что исключает субъективность оценок.

В настоящее время ФИЦ ИУ РАН сконцентрировал свои научные ресурсы и компетенции в интересах исследования проблем, определяемых, прежде всего, первым, стратегически важным приоритетом, который состоит в развитии теории и практики создания цифровых интеллектуальных производственных технологий, роботизированных систем, методов получения новых материалов, обработки больших

1. Стратегии развития цифровой реальности

объемов данных, машинном обучении и искусственном интеллекте. При этом основной принцип в подходах к решению перечисленных проблем заключается в синергетике теории и практики, предполагающей практическую направленность каждого результата фундаментальных исследований.

Ниже приводятся некоторые результаты научных исследований ФИЦ ИУ РАН, полученные в последние годы применительно к приоритетам научно-технологического развития нашей страны.

2. Система распределенных ситуационных центров

В течение многих лет ФИЦ ИУ РАН (ранее – Институт проблем информатики РАН) выполняет комплекс работ по созданию ситуационных центров различного назначения, в том числе в интересах органов государственной власти. В 2013 г. Указом Президента РФ было задано создание системы распределенных ситуационных центров (СРСЦ), работающих по единому регламенту взаимодействия. Для решения этой задачи Создана представительная межведомственная комиссия и определен Совет конструкторов во главе с Главным конструктором академиком И.А. Соколовым, директором ФИЦ ИУ РАН [4,5].

В 2016 г. Федеральное агентство научных организаций (ФАНО) России, по инициативе Федеральной службы охраны России и ФИЦ ИУ РАН, организовало проведение исследований в подведомственных научных организациях по проблематике СРСЦ в виде Комплексного плана научных исследований (КПНИ) при головной роли ФИЦ ИУ РАН. Основные задачи КПНИ состоят в концентрации фундаментальных исследований, выполняемых рядом научных институтов РАН, на проблемных вопросах создания СРСЦ и ее компонентов, участия во внедрении ситуационных центров (СЦ) в ведомствах и регионах, а также в бизнес-структурах с позиций общего системного замысла.

В 2018 г. началось обсуждение нового сегмента СРСЦ под условным названием «Наука», в котором предполагается создание Ситуационного центра Минобрнауки России, Ситуационного (когнитивного) центра РАН и Ситуационного центра МГУ им. М.В.Ломоносова.

Президиум РАН подготовил концептуальные подходы к созданию СЦ «Наука», которые предусматривают решение пяти крупных блоков задач, возлагаемых на РАН в части стратегического прогноза развития мировой экономики и экономики России при различных сценариях развития и управляющих воздействиях в научно-технологической сфере, выявления основных трендов развития мирового и российского научно-технического пространства, а также экспертизы крупных научно-технических проектов.

КПНИ является документом среднесрочного программно-целевого планирования исследовательской и внедренческой деятельности научных

организаций, подведомственных Минобрнауки России. Он призван объединить и скоординировать финансовые, интеллектуальные ресурсы и научную инфраструктуру для достижения целей, обозначенных в ряде нормативно-правовых документов в части стратегического планирования РФ и планов по их реализации, актуальных направлений научно-технологического развития страны, приоритетных направлений развития фундаментальных наук и поисковых исследований.

КПНИ реализуется в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-20 гг. Участниками КПНИ, наряду с ФИЦ ИУ РАН, являются ведущие академические институты, подведомственные Минобрнауки России: ФНЦ НИИСИ РАН, ИПС РАН им. А.К.Айламазяна, ИПУ РАН им. В.А.Трапезникова Российской академии наук, ИПМ РАН им. М.В. Келдыша, СПИИ РАН, ИНИОН РАН, ЦЭМИ РАН.

Все исследования структурированы в четыре междисциплинарных блока.

Первый блок направлен на развитие теории управления и научное обеспечение теоретических исследований по проблематике создания и развития СРСЦ как большой межведомственной системы управления (руководитель – директор ИПУ РАН, д.т.н., член-корреспондент РАН Д.А. Новиков).

Второй блок охватывает исследования по научному обеспечению разработки аналитических систем, включая системы анализа социальных, экономических и экологических процессов, глобальных проблем и международных отношений (руководитель – главный научный сотрудник ФИЦ ИУ РАН, руководитель Института проблем искусственного интеллекта д.т.н. Г.С. Осипов).

Третий блок направлен на систематизацию и развитие результатов исследований по обоснованию принципов и технологий сбора, представления, обработки, хранения и обмена данными в распределенных автоматизированных системах (руководитель – заместитель директора ФИЦ ИУ РАН, д.т.н. А.А. Зацаринный).

В четвертом блоке выполняется систематизация результатов в части проблем, связанных с обоснованием единой политики информационной безопасности распределенных информационных систем (руководитель – главный научный сотрудник ФИЦ ИУ РАН, д.ф.-м.н. А.А. Грушо).

Вместе с тем уже накопленные в рамках КПНИ научные заделы создают методическую основу для постановки комплекса работ по созданию, развертыванию, развитию и применению СРСЦ и ее компонентов. Этот комплекс включает прикладные НИР, опытно-конструкторские работы, изготовление и серийную закупку типовых аппаратно-программных комплексов, а также организацию их применения и эксплуатации [4-7].

1. Стратегии развития цифровой реальности

Кроме того, важнейшим компонентом работ является организация обучения специалистов для СРСЦ. При этом СРСЦ должна создаваться как организационно-техническое объединение ведомственных СЦ в соответствии с требованиями ГОСТ в части автоматизированных систем в защищенном исполнении (АСЗИ). Взаимодействие СЦ обеспечивается на основе единого регламента информационного взаимодействия. Следует отметить, что такая постановка вызывает необходимость решения комплекса организационных, системотехнических и научных задач [10].

3. Искусственный интеллект

Технологии искусственного интеллекта (ИИ) сегодня превратились в один из доминирующих факторов развития современного общества. Об этом свидетельствует ряд фактов [9,10]. Так, по прогнозам компании PwC, ожидается, что к 2030 г. совокупный ВВП развитых стран Европы и Азии за счет технологий ИИ увеличится на 9-12%, а внедрение технологий ИИ принесёт мировой экономике около \$15,7 трлн. В Китае, по прогнозам компании Accenture, технологии ИИ обеспечат ежегодный рост китайской экономики на 6,3-7,9% к 2030 г.

По данным AI Impact Index, наиболее развивающимися сферами применения методов ИИ в ближайшее время будут интеллектуальные системы диагностики и лечения, интеллектуализация производственных процессов, интеллектуальные системы по рекламе и рекомендациям покупателям, общественная безопасность и реагирование на чрезвычайные ситуации, сельское хозяйство, розничная торговля и логистика, городская инфраструктура. Ожидается, что применение технологий ИИ обеспечит к 2030 г. темпы экономического роста до 5% в год.

И, наконец, последний значимый факт: президент США 11 февраля 2019 г. подписал указ о сохранении американского лидерства в области искусственного интеллекта, в котором предусмотрен комплекс мероприятий по интенсификации работ в этой области с акцентом на применение в самых различных сферах деятельности [8].

В этом указе определены следующие пять принципов политики правительства США, направленной на поддержание и укрепление научно-технического и экономического лидерства в области ИИ [8]:

1) стимулирование технологических прорывов в ИИ в интересах научных открытий, экономической конкурентоспособности и национальной безопасности;

2) стимулирование разработки технических стандартов для создания новых отраслей, связанных с ИИ, и внедрения ИИ в современных отраслях;

3) обучение нынешнего и будущего поколений американских рабочих навыкам разработки и применения технологий ИИ;

4) укрепление общественного доверия к технологиям ИИ и защита гражданских свобод, неприкосновенности частной жизни и американских ценностей при применении технологий ИИ;

5) содействие созданию международной среды, которая поддерживает американские исследования и инновации ИИ и открывает рынки для американских отраслей ИИ, и одновременно защищает технологическое преимущества США в области ИИ.

В настоящее время Россия значительно отстает от передовых стран в уровне исследований и внедрении технологий ИИ. Об этом свидетельствуют данные о публикационной активности в этой области. Так, если 23% от мирового количества публикаций в этой области составляют публикации специалистов США и 18 % – специалистов Китая, то Россия занимает здесь только 25 место (менее чем 1% от всего количества публикаций в мире по искусственному интеллекту), уступая таким странам, как Иран, Малайзия и даже Греция.

В 2018 г. ФИЦ ИУ РАН подготовил комплексную научно-техническую программу «Искусственный интеллект как драйвер цифровой трансформации экономики России». Целью этой Программы является формирование национальной стратегии в области искусственного интеллекта на основе фундаментальных исследований, прикладных разработок, создания цифровых интеллектуальных технологий и их широкого внедрения в различных отраслях цифровой экономики России.

В Программе обоснованы пять направлений работ: фундаментальные исследования, разработка базовых технологий искусственного интеллекта, создание инструментов и аппаратно-программных средств искусственного интеллекта, внедрение технологий искусственного интеллекта в различные сферы цифровой экономики, а также подготовка кадров в области искусственного интеллекта.

Проект Концепции комплексной программы в октябре 2018 г. был представлен академиком И.А. Соколовым на Совете по приоритетным направлениям Стратегии научно-технологического развития России, а 13 ноября эта Концепция была одобрена на Координационном Совете.

Необходимо отметить, что в настоящее время в ФИЦ ИУ РАН разработано семейство программных систем Eхactus, отличительной особенностью которых является интеграция лингвистических и статистических подходов для обработки больших массивов текстовой информации.

4. Цифровые платформы для научных исследований

Для эффективных исследований в области формирования информационных технологий цифровой экономики в ФИЦ ИУ РАН создана современная цифровая платформа для научных исследований (научный руководитель – д.т.н. профессор А.А. Зацаринный) [11,12]. Она

1. Стратегии развития цифровой реальности

представляет собой совокупность центра компетенций, в котором концентрируются знания в конкретной области, материально-технической среды в виде высокопроизводительного центра обработки данных и совокупности научных сервисов (аналитических, образовательных, библиотечных, вычислительных, аналитических и др.), которые должны реализовываться на этой цифровой платформе и предоставлять услуги различным сферам деятельности (образованию, науке, коммерции, промышленности, государственным структурам).

Научный сервис определяется как совокупность действий и средств для обеспечения процесса по выполнению конкретной исследовательской работы и выделения для этого оборудования, расходных материалов и ресурсов, а также, самое важное, – квалифицированных кадров, способных обеспечить научный сервис (измерение, эксперимент, исследование и т.д.).

Современная исследовательская инфраструктура ФИЦ ИУ РАН имеет гибридную вычислительную архитектуру, в которой вычислительные ресурсы предоставляются исследователям в виде традиционных облачных услуг в режимах программных (SaaS), платформенных (PaaS) и инфраструктурных (IaaS) сервисов, а также с помощью специфических технологий предоставления исследователям научного сервиса как услуги (RaaS, Research as a Service) в виде предметно-ориентированных программ [13,14].

Заметим, что в последние годы подход к созданию высокопроизводительных вычислительных систем быстро изменяется в сторону гибридных архитектур. На смену крупным системам с большим числом узлов с многоядерными центральными процессорами приходят гибридные системы, которые используют для выполнения ряда операций с плавающей точкой специализированные процессоры – ускорители. При этом за центральными процессорами остается логика и координация вычислений. При проведении ряда операций производительность ускорителей оказывается в десятки раз выше, чем у традиционных процессоров. Именно поэтому на конец 2017 г. в десятке первых суперкомпьютеров, входящих в список TOP-500, семь были гибридными.

Отметим, что аналогичные исследования по созданию гибридных вычислительных инфраструктурных центров выполняются в МГУ им. М.В.Ломоносова, ВЦ ДВО РАН, МСЦ РАН, ИСП РАН.

Созданная в ФИЦ ИУ РАН цифровая платформа в настоящее время активно задействуется в рамках научных программ сотрудников ФИЦ ИУ РАН и их коллег из других академических институтов. Так, в 2017-18 гг. с использованием высокопроизводительных вычислений были выполнены исследовательские работы по следующим тематическим направлениям:

– молекулярно-динамическое моделирование процесса взаимодействия частиц;

- квантово-механические расчеты структурных свойств многокомпонентных материалов;
- обратные задачи подводной акустики;
- интеллектуальный поиск и анализ больших массивов текстов;
- классификация изображений;
- интеллектуальный анализ данных;
- сегментация трехмерных медицинских изображений.

Опыт использования вычислительных мощностей гибридных архитектур IBM Power8, NVIDIA Tesla P100, V100, Intel x86 демонстрирует новые возможности в решении задач так называемой Х-информатики.

Наибольших успехов добилась группа исследователей ФИЦ ИУ РАН по решению задач синтеза компонентных материалов с заданными свойствами (научный руководитель зав. отделом д.ф.-м.н. К.К. Абгарян) [15].

В ближайшее время на мощностях ЦОД ФИЦ ИУ РАН планируется выполнение следующих исследовательских работ:

- разработка и адаптация прикладных задач к гибридной архитектуре;
- формирование компетенций, базы знаний применения гибридных архитектур для решения научных задач;
- масштабирование ИТ-инфраструктуры ФИЦ ИУ РАН в рамках Программы развития;
- исследование вопросов организации высокопроизводительного территориально распределенного кластера с другими учреждениями РАН.

5. Управление робототехническими устройствами

Активные исследования проводятся в ФИЦ ИУ РАН в области управления робототехническими устройствами (руководитель направления – главный научный сотрудник д.т.н. проф. А.И. Дивеев). Эти работы ведутся с использованием методов искусственного интеллекта в рамках двух направлений [16,17]. Первое охватывает исследования на основе искусственных нейронных сетей и эволюционных методов символьной регрессии, а второе связано с изысканием системотехнических решений для систем поддержки принятия и управления робототехническими устройствами с применением методов искусственного интеллекта.

Научным коллективом ФИЦ ИУ РАН разработан также ряд методов символьной регрессии: сетевого оператора, вариационного генетического программирования, вариационного аналитического программирования, бинарного вариационного генетического программирования. Разработан также собственный подход для эволюционного поиска оптимального решения на основе принципа малых вариаций базисного решения.

В настоящее время решается задача синтеза системы автономного интеллектуального управления средней группой роботов или

1. Стратегии развития цифровой реальности

квадрокоптеров (примерно, до 50 шт.). При этом каждый робот должен ориентироваться в пространстве с использованием автономной системы навигации. С этой целью сформулированы постановки следующих задач.

1. Мониторинга местности одним или группой роботов.
2. Оптимального управления и формирования оптимальных траекторий движения.
3. Оптимального управления совместно с задачей навигации.
4. Синтеза адаптивной робастной системы управления, обеспечивающей достижение цели в условиях неопределенностей и внешних воздействий.
5. Переформирования строя группы роботов.
6. Задача достижения цели хотя бы одним объектом из группы при наличии активного противодействия.

В ФИЦ ИУ РАН в рамках государственного задания создается робототехнический центр. Его основной замысел – создание информационно-телекоммуникационной инфраструктуры для проведения экспериментальных исследований по применению современных методов символьной регрессии для создания эффективных систем управления робототехническими устройствами различного назначения.

Цель – обеспечить наиболее эффективное комплексное использование возможностей математического моделирования в области искусственного интеллекта и натуральных экспериментальных исследований.

6. Заключение

Амбициозные цели, поставленные руководством страны в области научно-технологического развития России, могут быть достигнуты только при активном участии научных организаций страны. При этом требуется синергетика теории и практики – результатов фундаментальных исследований и положительного опыта создания информационных систем.

ФИЦ ИУ РАН активно работает в интересах реализации приоритетов научно-технологического развития России. В основе направлений этих исследований доминирует проблематика создания системы распределенных ситуационных центров, искусственного интеллекта, цифровых платформ для научных исследований, синтеза новых материалов и управления робототехническими устройствами.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 17-18-01236.

Литература

1. Из выступления Президента России Владимира Путина на VI Международном форуме технологического развития «Технопром-2018»

- (27 августа 2018 г.). – URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/58391>
2. О Давосе. <https://www.gazeta.ru/business/2019/01/25/12143185.shtml>
 3. Рейтинг World Research Institutions Ranking (WRIR) на сайте: <http://eurochambres.org/wrir/wrir-2018/informatsionnye-tekhnologii/>
 4. Зацаринный А.А., Шабанов А.П. Технология информационной поддержки деятельности организационных систем на основе ситуационных центров. – М.: ТОРУС ПРЕСС, 2015. – 232 с.
 5. Зацаринный А.А., Сучков А.П. Системы ситуационных центров специального назначения. Основные определения, понятия и подходы к созданию // Межотраслевая информационная служба. 2015, №4, с.60-70.
 6. Зацаринный А.А., Сучков А.П. Системотехнические подходы к созданию системы поддержки принятия решений на основе ситуационного анализа. // Информатика и ее применения. – М.: 2016, №4, с.111-119.
 7. Зацаринный А.А., Сучков А.П. Технологии ситуационного центра как облачные услуги. – В сб.: Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: интеллектуальные транспортные системы и ситуационные центры. Материалы V Международной научно-практической конференции. – Казань, Центр инновационных технологий, 2018. С. 24-32.
 8. Указ о сохранении американского лидерства в области искусственного интеллекта. Опубликовано: 11 февраля 2019 г. <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/executive-order-maintaining-american-leadership-artificial-intelligence/>
 9. Osipov G., Smirnov I., Tikhomirov I., Sochenkov I., & Shelmanov A. Exactus Expert – Search and Analytical Engine for Research and Development Support // Novel Applications of Intelligent Systems. – Springer International Publishing, 2016. P.269-285.
 10. Зацаринный А.А., Киселев Э.В., Козлов С.В., Колин К.К. Информационное пространство цифровой экономики России. Концептуальные основы и проблемы формирования. – М.: ФИЦ ИУ РАН, 2018. – 236 с.
 11. Зацаринный А.А. Научно-практические аспекты представления науки как отрасли цифровой экономики // Радиолокация, навигация, связь: Сборник трудов XXIV Международной научно-технической конференции (17-19 апреля 2018 г.). Том 1. – Воронеж: ООО «Вэлберн», 2018. С.140-149.
 12. Зацаринный А.А. Цифровая платформа для научных исследований // Математическое моделирование и информационные технологии в инженерных и бизнес-приложениях: сборник материалов междунауч. конф. (3-6 сентября 2018 г.) / Под ред. М.Г.Матвеева, Д.Н.Борисова:

1. Стратегии развития цифровой реальности

- Воронежский государственный университет. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2018. С. 104-113.
13. Зацаринный А.А., Волович К.И., Кондрашев В.А. Методологические вопросы управления научными сервисами научных и образовательных организаций Российской Федерации //В сб. материалов XXIII международной научно-технической конференции «Радиолокация, навигация, связь», 18-20 апреля 2017 г., г. Воронеж. Том.1. С.7-14.
 14. Zatsarinny A.A., Gorshenin A.K., Kondrashev V.A., Volovich K.I., Denisov S.A. Ward high performance solutions as services of research digital platform. XIIIth International Symposium «Intelligent Systems», INTELS'18, 22-24 October 2018, St. Petersburg, Russia.
 15. Абгарян К.К. Многомасштабное моделирование в задачах структурного материаловедения. – М.: МАКС Пресс. 2017. – 284 с.
 16. Дивеев А.И. Численный метод сетевого оператора для синтеза системы управления с неопределенными начальными значениями // Известия РАН. Теория и системы управления. 2012, №2, с.63-78.
 17. Diveev A.I., Balandina G.I., Konstantinov S.V. Binary Variational Genetic Programming for the Problem of Synthesis of Control System // Proceedings The 13th International Conference on Natural Computation, Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (ICNC-FSKD 2017), Guilin, China, 29-31 July 2017, P.165-170.