

УДК 004.9

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ ВЫЗОВОВ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Зацаринный А.А., д.т.н., заместитель директора Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, e-mail: alex250451@mail.ru;

Горшенин А.К., к.ф.-м.н., в.н.с. Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, e-mail: agorshenin@frccsc.ru;

Волович К.И., с.н.с. Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, e-mail: kvolovich@frccsc.ru;

Кондрашев В.А., с.н.с. Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, e-mail: vkondrashev@frccsc.ru.

THE MAIN TRENDS OF THE DEVELOPMENT OF INFORMATION TECHNOLOGIES WITHIN THE CHALLENGES OF THE DIGITAL ECONOMY

Zatsarinny A.A., Gorshenin A.K., Volovich K.I., Kondrashev V.A.

The article considers the main trends of the development of information technologies in the context of the implementation of the Digital Economy program of the Russian Federation. A brief analysis of the current state of the digital economy in developed countries, as well as the starting positions of Russia, are given. Information technologies of the digital economy presented by experts of the Davos forum are considered. The role of scientific organizations in the implementation of the Digital Economy program is shown. The content and the statement of the problem «Digital Science» are presented. Information technologies for scientific research and the experience of the Federal Research Center «Computer Science and Control» of the Russian Academy of Sciences are considered.

Key words: digital economy, information technology, digital platforms, digital transformations, scientific services.

Ключевые слова: цифровая экономика, информационные технологии, цифровые платформы, цифровые трансформации, научные сервисы.

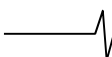
Информационные технологии как основа цифровой экономики

В настоящий момент Российская Федерация решительно движется в направлении внедрения подходов и технологий цифровой экономики. Старт этим процессам был дан Президентом России В.В.Путиным, который в Послании Федеральному собранию 1 декабря 2016 г. [1] предложил «запустить масштабную системную программу развития экономики нового технологического поколения – цифровой экономики» и обозначил ряд ключевых позиций: фундаментальная наука, исследовательская инфраструктура, IT-индустрия, собственные передовые разработки, цифровые технологии и, наконец, программа развития цифровой экономики. Все эти стратегические тренды являются очень актуальными для развития нашей страны, они полностью коррелируют с мировыми тенденциями развития экономики, которые в концентрированном виде представлены в известной книге Клауса Шваба [2]. Вместе с тем, следует отметить, что такая направленность во многом была подготовлена Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации (утверждена Указом Президента РФ от 1 декабря 2016 г. № 642) [3].

Этот важнейший документ направлен на качественное изменение в области науки и технологий с целью повышения способности государства отвечать на боль-

Рассмотрены основные направления развития информационных технологий в условиях выполнения программы цифровой экономики Российской Федерации. Приводится краткий анализ состояния цифровой экономики в развитых странах, а также стартовых позиций России. Рассмотрены информационные технологии цифровой экономики, представленные экспертами Давосского форума. Показана роль научных организаций в реализации программы цифровой экономики. Представлено содержание и постановка задачи «Цифровая наука». Рассмотрены информационные технологии в интересах научных исследований на основе опыта Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН.

шие вызовы, представляющие совокупность проблем и угроз такой масштабности и сложности, которые не позволяют их разрешить или устранить только за счет количественного увеличения ресурсов. В Стратегии в качестве важнейшего приоритета развития России на период 10–15 лет определен «переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта». При этом отмечено, что для эффективного ответа на большие вызовы необходима консолидация усилий органов государственной власти, научного, образовательного и предпринимательского сообществ, институтов гражданского общества по созданию благоприятных условий для применения достижений науки и технологий в интересах социально-экономического развития России. И важнейшими инструментами для реализации такого подхода должны стать наука и технологии.



В программе цифровой экономики Российской Федерации [4] важнейшее место занимают вопросы развития и применения наиболее современных информационных технологий в различных отраслях промышленности, здравоохранения, науки, культуры, социальной сферы. Возникает необходимость постановки соответствующих задач и проведения ряда взаимоувязанных фундаментальных междисциплинарных исследований в области информатики на основе математических, информационных, логических, психологических, лингвистических и биологических принципов. Для успешного решения таких задач требуется выполнить опережающие фундаментальные исследования, направленные, прежде всего, на разработку и развитие методов формирования высокоинтеллектуальных цифровых платформ, технологий накопления знаний и повышения уровня компетенции интеллектуальных систем, методов и технологий искусственного интеллекта, а также методов целеполагания при выборе в интеллектуальных системах новых целей поведения. Все это ведет к необходимости:

- перестройки всего сектора исследований, разработок и инноваций;
- концентрации ресурсов на получении новых научных результатов;
- развития национальных центров превосходства;
- созданию эффективных партнерств с иностранными исследовательскими центрами;
- опережающему увеличению расходов на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

В результате 2017 год во многом стал годом постановки стратегических задач цифровой экономики. Правительством РФ приняты программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 г. № 1632-р) и система управления реализацией программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (Постановление Правительства РФ от 28.08.2017 г. № 1030). Ряд документов принят Евразийским экономическим союзом. Проведено широкое обсуждение проблематики цифровой экономики на целом ряде представительных форумов, конференций, семинаров и совещаний (см., например, [5]).

Документы приняты, однако дискуссии по самым основным понятиям активно продолжаются. В частности, дискуссионной стала трактовка самого понятия «Цифровая экономика» (см., например, [6, 7]). В Указе Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 гг.» дано определение, которое можно считать официальной позицией руководства страны: «Цифровая экономика – хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг». В этом определении главный акцент на использовании в хозяйственной деятельности данных в цифровой форме.

Вместе с тем цифровая экономика является широким, многоаспектным, понятием, реализация принятой программы затронет практически все сферы деятельности как государства, общества, так и каждого отдельного человека. При этом очевидно, что основным инструментом реализации будут информационные технологии. Таким образом, в настоящей работе будем считать, что цифровая экономика – это возможность создания цифровых моделей реального мира экономики, которые на основе новых возможностей измерений позволят обеспечить учет самых разных ресурсов в реальной экономике (материалы, техника, интеллектуальные, человеческие ресурсы, инфраструктурные ресурсы) и процессов, которые происходят с этими ресурсами.

Цифровая экономика, по существу, предполагает решение трех взаимоувязанных задач. Первая состоит в создании единого информационного реестра всех ресурсов в цифровой экономике (материалы, техника, интеллектуальные, человеческие ресурсы, инфраструктурные и другие ресурсы). Заметим, что попытка решения этой задачи предпринималась в России неоднократно разными ведомствами, однако приемлемый результат так до сих пор и не получен. Вторая задача – создание и внедрение технологии учета всех процессов, которые приводят к тем или иным изменениям этих ресурсов. Эта задача не нова, но ее решение должно быть на самом современном научно-технологическом уровне. Третья задача – самая сложная. Единый реестр ресурсов должен быть заполнен и оперативно обновляться актуальными, достоверными и объективными исходными данными.

Только при реализации такого подхода может быть обеспечена эффективность управленческих решений в цифровой экономике на всех уровнях. Естественно, что такой подход приведет к минимизации человеческого фактора и сокращению числа уровней в иерархии системы управления.

Отсюда следует, что информационные технологии приобретают особую значимость в условиях взятого курса на цифровую экономику.

Краткое состояние в мире и стартовые позиции России в цифровой экономике

Лидером цифровой экономики может считаться Великобритания [8], поскольку ее доля в ВВП цифровой экономики наибольшая, она оценивается порядка 18 %. Основные применения – это спутники, хранилища данных, робототехника, большие данные. Департамент науки определяет стратегические приоритеты и ответственность несет за их правильный выбор (но не за исполнение). Этим департаментом были проведены исследования ключевых будущих технологий и инноваций, среди которых выявлен ряд технологий многоцелевого назначения:

- передовые материалы;
- спутники;
- хранилища энергии;
- робототехника и автономные системы;
- агро-наука;
- регенеративная медицина;

- большие данные;
- синтетическая биология.

В США создан Институт цифрового производства и инновационного дизайна в Чикаго, который сегодня является одним из крупнейших центров цифровой экономики. Доля в ВВП цифровой экономики – почти 11 %. В Германии родился термин «Индустрия 4.0», которым сегодня оперируют во многих публикациях, на конференциях, и даже в документах. Японский премьер-министр Синдзо Абэ на ежегодной IT-конференции CeBIT в Ганновере в марте 2017 года использовал понятие «Индустрия 5.0».

Япония традиционно активно занимается исследованиями в области робототехники. В ноябре 2017 г. японская компания Nippon Telegraph and Telephone Company (NTT) официально запустила в эксплуатацию прототип квантовой вычислительной системы.

Китай в цифровой экономике обозначил стратегические перспективы до 2050 года. Поставлены очень амбициозные цели – стать ведущей технологической державой в мире. И эти цели подкреплены конкретными нормативными государственными документами. Доля КНР в ВВП цифровой экономики – около 10 %.

Каковы стартовые позиции России? Менее 4 % ВВП в цифровой экономике. По данным Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) продукция России в ежегодном мировом обороте на рынке высоких технологий и наукоемкой продукции составляет всего 0,3 % (продукция США – 35 %, Японии – 20 %, Германии – 13 %, Китая – 12 %, Южной Кореи – 5 %). Индекс глобальной конкурентоспособности – 43-е место, индекс глобальной инновационности – 45-е, индекс диверсифицированности экономики – 45-е. При среднемировом числе роботов на 10 тыс. занятых, равном 65, в России всего 2 робота (по данным Международной федерации робототехники IFR), в Южной Корее – 478, Японии – 314, Германии – 292, США – 64, Китае – 36.

По каждому направлению утвержденной программы цифровой экономики Российской Федерации (нормативное регулирование, кадры и образование, формирование исследовательских компетенций и технических заделов, информационная инфраструктура и информационная безопасность) определены ответственные, однако среди них нет научных организаций, а также федеральных органов власти, в ведении которых находятся сотни ведущих научных организаций страны (ФАНО, Минобрнауки России), а также ведущие промышленные организации (Минпроторг России). Безусловно, такая ситуация ведет к исключительной ориентации мероприятий на бизнес-сообщество, что далеко не всегда подразумевает рост наукоемкого потенциала.

По оценкам экспертов Давосского форума, внедрение цифровой экономики позволит достичь целого ряда результатов, которые представляются сегодня невыполнимыми. Рассмотрим некоторые ожидаемые результаты цифровой экономики к 2025 году (прогнозы экспертов Давосского форума в 2015 году):

- 10 % людей носят одежду, подключенную к сети Интернет;
- 90 % людей имеют возможность неограниченного

и бесплатного (поддерживаемого рекламой) хранения данных;

- триллион датчиков, подключенных к сети Интернет;
- первый робот-фармацевт в США;
- 10 % очков для чтения подключены к сети Интернет;
- 80 % людей с цифровым присутствием в сети Интернет;
- производство первого автомобиля при помощи 3D печати;
- первое правительство, заменяющее перепись населения источниками больших данных;
- первый имеющийся в продаже имплантируемый мобильный телефон;
- 5 % потребительских товаров создано с помощью технологии 3D печати;
- 90 % населения используют смартфоны;
- 90 % населения имеет регулярный доступ к сети Интернет;
- беспилотные автомобили составляют 10 % от общего количества автомобилей на дорогах США;
- первая пересадка печени, созданной с использованием 3D печати;
- 30 % портативных аудиторских проверок проводит искусственный интеллект (ИИ);
- правительство впервые собирает налоги при помощи цепочки блоков (технологии блокчейн);
- более 50 % домашнего интернет-трафика приходится на долю приложений и устройств;
- превышение количества поездок/путешествий на автомобилях для совместного использования над поездками на частных автомобилях;
- первый город с населением более 50000 без светофоров;
- 10 % всемирного валового продукта хранится по технологии цепочки блоков (технологии блокчейн);
- первый ИИ-робот в составе корпоративного совета директоров.

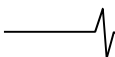
Наука как отрасль цифровой экономики

Достижение планируемых показателей и целей развития российского общества с использованием инструментов цифровой экономики возможно за счет активного участия научных организаций в реализации программы цифровой экономики на основе:

- фундаментальных научных исследований;
- участия в создании исследовательской инфраструктуры;
- исследований в области сквозных информационных технологий;
- участия в проектах различного уровня.

Вместе с тем, сегодня представляется логичной постановка задачи «Цифровая наука», а именно – цифровая экономика с позиций науки или, наоборот, наука в условиях вызовов цифровой экономики. Научные организации, академические институты, научно-исследовательские центры ведущих ВУЗов должны быть вовлечены в максимальное количество проектов цифровой экономики.

Российская наука обладает всеми необходимыми компонентами для рассмотрения в качестве отрасли



цифровой экономики: наличие развитой инфраструктуры, организационных структур, нормативной базы, высокого уровня компетенций и высококвалифицированных научных коллективов. При этом все перечисленные компоненты становятся «цифровыми» и наука, как отрасль экономики, также становится «цифровой».

Другим не менее важным обстоятельством является объективная смена подходов к проведению научных исследований, а именно переход к новой парадигме в научных исследованиях, основанной на анализе накопленных данных в конкретных предметных областях, естественно, в формализованном цифровом виде. Проведение таких исследований становится неотъемлемой частью различных областей науки, экономики, бизнеса на основе инструментария интенсивного использования данных. Часто области научного знания в науках с интенсивным использованием данных называют «Х-информатикой» (например, биоинформатика, геоинформатика, астроинформатика, нейроинформатика, медицинская информатика и др.).

Научные и образовательные организации обладают достаточно широкой, распределенной по территории страны, сетью центров коллективного пользования и уникальных научных установок, обладающих колоссальным спектром научных услуг в различных областях науки. Сегодня формализуется, описывается, структурируется имеющаяся исследовательская инфраструктура в виде центров коллективного пользования в академических институтах, уникальных научных установок, суперкомпьютерных центров и так далее. Необходима систематизация этих ресурсов и повышение эффективности их использования. На повестке дня – объективная потребность преобразования этой сети в современную исследовательскую инфраструктуру, которая предоставляла бы широкий спектр возможностей по научным сервисам не только для научных организаций, но и для внешних пользователей.

Чрезвычайно важно отметить, что в последние годы нарастающим итогом формируется институциональная цифровая среда практически во всех сферах нашей жизни: цифровые корпорации, цифровые университеты, цифровые институты, цифровое общество, цифровой спорт, цифровая культура и т.д.

ФИЦ ИУ РАН – научная организация, которая создана в рамках реализации принципов объединения, интеграции и укрупнения научных центров, на основании приказа Федерального агентства научных организаций России, – позиционирует свои научные исследования в рамках утвержденных направлений применительно к цифровой экономике. Наибольший акцент сделан на методах анализа больших данных, методах искусственного интеллекта, методах формирования цифровых платформ, обеспечения информационной безопасности.

Для эффективных исследований в интересах формирования информационных технологий цифровой экономики в ФИЦ ИУ РАН создается современная цифровая исследовательская платформа [9], представляющая собой совокупность трех компонентов. Первый – центр компетенций, в котором концентрируются знания в конкретной области. Второй – материальная среда, сеть

центров обработки данных. Наконец, третий – это огромная совокупность сервисов, которые должны реализовываться на этой цифровой платформе (аналитических, образовательных, библиотечных, вычислительных, аналитических и др.). Эти сервисы должны предоставлять услуги образованию, науке, коммерции, промышленности, государственным структурам.

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. Кроме того, отрабатывается технология предоставления исследователям научного сервиса как услуги (RaaS, Research as a Service) [10] в виде предметно-ориентированных программ.

В ближайшие годы планируется создание территориально распределенного кластера высокопроизводительных вычислений для научных исследований с ожидаемой общей производительностью до 650 терафлопс. При этом создаваемые вычислительные мощности активно задействуются в рамках научных ученых ФИЦ ИУ РАН и их коллег. Так, в 2017 году с использованием высокопроизводительных вычислений выполнены исследовательские работы по следующим тематикам:

- 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.

Особую значимость приобрела проблема управления научными сервисами. Научными коллективами ФИЦ ИУ РАН в рамках фундаментальных исследований по заказу ФАНО России обоснованы [9] концептуальные и системотехнические подходы к созданию системы управления научными сервисами (СУС), которые обеспечиваются центрами коллективного пользования (ЦКП) и уникальными научными установками (УНУ) академических институтов.

Научный сервис сегодня определен как совокупность действий и средств для обеспечения процесса по выполнению конкретной работы и выделения для этого оборудования, расходных материалов и ресурсов, а также, самое важное, квалифицированных кадров, способных обеспечить научный сервис (измерение, эксперимент и т.д.). Разработаны модели СУС, в которых учитываются субъекты системы управления в виде администраторов системы, в виде пользователей (заказчиков), персонала ЦКП (УНУ), а также аналитиков, которые получают доступ к обобщенной информации для ее анализа с возможностью формирования отчетов по видам ЦКП, видам услуг, научным направлениям и с различными временными срезами. Эта система реализована в

виде действующего макета на базе центра обработки данных ФИЦ ИУ РАН. Также разработан ряд инновационных системотехнических решений по построению управления деятельностью организационных систем, которые могут найти применение при реализации программы цифровой экономики.

Заключение

На основании выше изложенного следует, что:

- современные информационные технологии являются основой построения и развития цифровой экономики;
- приведенные количественные характеристики задела, созданного в наиболее технологически развитых странах мира, констатируют значительное отставание отечественной цифровой экономики от ведущих зарубежных стран;
- необходимо уделять существенное внимание построению отрасли «Цифровая наука» как ключевому драйверу цифровой институциональной среды с развитием современной исследовательской инфраструктуры и решением приоритетных задач в области искусственного интеллекта, роботехники и т.д.

Литература

1. Послание Президента РФ В.В. Путина Федеральному Собранию, 1 декабря 2016 года (доступно по адресу <http://kremlin.ru/events/president/news/copy/53379/>)
2. Шваб К. Четвертая промышленная революция. – М.: Эксмо, 2016. – 208 с.
3. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации (утверждена Указом Президента РФ

№642 от 01.12.2016 г., доступна по адресу <http://static.kremlin.ru/media/events/files/ru/uZiATIOJiq5tZsJgqcZLY9YyL8PWTXQb.pdf>).

4. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. Распоряжением Правительства РФ от 28.07.2017 №1632-п; <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>).

5. Аналитика развития, безопасности и сотрудничества: Большая Евразия – 2030. Сборник материалов 4-й Международной конференции 29.11.2017г., Общественная палата РФ. – М.: Когито-Центр, 2017. – 253 с.

6. Иванов В.В., Малинецкий Г.Г. Цифровая экономика: мифы, реальность, перспектива. – М.: Российская академия наук, 2017. – 63 с.

7. Введение в цифровую экономику / А.В. Кешелова В.Г. Буданов, В.Ю. Румянцев и др.; под общ. ред. А.В. Кешелова. – ВНИИГеосистем, 2017. – 28 с.

8. Соколов И.А., Куприяновский В.П., Намиот Д.Е., Дрожжинов В.И., Быков А.Ю., Синягов С.А., Карасев О.И., Добрынин А.П. Государство, инновации, наука и таланты в измерении цифровой экономики (на примере Великобритании) // International Journal of Open Information Technologies, 2017. Vol. 5. №6. С. 33–48.

9. Зацаринный А.А., Горшенин А.К., Волович К.И., Колин К.К., Кондрашев В.А., Степанов П.В. Управление научными сервисами как основа национальной цифровой платформы «Наука и образование» // Стратегические приоритеты, 2017. №2 (13). С. 103–114

10. Волович К.И., Зацаринный А.А., Кондрашев В.А., Шабанов А.П. О некоторых подходах к представлению научных исследований как облачного сервиса // Системы и средства информатики, 2017. Т.27. №1. С. 73–84.

НОВЫЕ КНИГИ

Витязев В.В.

Многоскоростная обработка сигналов – М.: Изд-во «Горячая линия-Телеком», 2017 г. – 336 с.: ил.

Рассмотрена эволюция теории и технологий многоскоростной обработки сигналов в период с начала 70-х гг. прошлого столетия до наших дней с позиции вклада, который внесли в их развитие работы российских ученых и специалистов в области цифровых информационных технологий реального времени. Описаны методы и алгоритмы многоступенчатой и многокаскадной реализаций цифровых узкополосных фильтров и банков цифровых фильтров на основе эффектов прореживания по времени (децимация во временной области) и по частоте (децимация в частотной области).

Приведена методика оптимизации параметров многоступенчатых и многокаскадных структур цифровых полосовых фильтров. Построение оптимальных структур и расчет параметров фильтров частотной селекции иллюстрируется многочисленными примерами.

Для специалистов, научных работников, преподавателей вузов, аспирантов; будет полезна студентам информационных и инфокоммуникационных направлений подготовки.

