

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ И ФОРМИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМ

Ерешко Ф.И.¹, Меденников В.И.¹, Богатырева Л.В.²

¹Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН, ФИЦ ИУ РАН

²Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН
fereshko@yandex.ru, dommed@mail.ru, lbogat@mail.ru

Аннотация: с системных позиций рассматриваются проблемы цифровой экономики и построения цифровых платформ на основе эволюционного развития средств информатизации, предлагаются критерии создания цифровых платформ на основе математической модели их формирования. Дается оригинальное определение цифровой платформы. На основе кластеризации цифровых платформ дается научно обоснованный подход к расчету потребности в необходимых специалистах для цифровой экономики.

Ключевые слова: цифровая платформа, информационные системы, математическая модель.

Введение

В связи с принятием ряда документов на государственном уровне по цифровой экономике резко увеличилось количество публикаций и конференций по озаглавленной проблематике. Подавляющее большинство авторов и экспертов заявляют о том, что внедрение во все сферы жизни и в производство цифровых технологий — это главный приоритет и панацея от всех проблем российской экономики. Например, 28.11. 2018 г. на XI Петербургском Международном Инновационном Форуме об этом заявили: вице-губернатор Санкт-Петербурга С.Мовчан, председатель правления ООО «УК «РОСНАНО» А.Чубайс, ректор Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого А.Рудской. При этом создается впечатление, что данные технологии появились довольно неожиданно и преподносятся как результат некоторого прорывного открытия.

Так, в [1] утверждается «Основной технологией, используемой для работы с информацией ранее, была аналоговая технология. При ее использовании вся информация описывается уровнем напряжения электросигнала, подаваемого на компьютер». Там же пишется «Цифровизация пришла на смену информатизации и компьютеризации, когда речь шла в основном об использовании вычислительной техники, компьютеров и информационных технологий для решения отдельных экономических задач». Совсем уж сомнительно с научной точки зрения выглядят следующие два утверждения: «Особые свойства цифровой информации обусловили появление целого научного направления «digital economics», включающего математические методы и модели, основанные на цифровом формате представления информации и на ее свойствах, вытекающих из него»; «Заметим, что если основной целью автоматизации (информатизации – прим. автора) любых процессов была и есть передача части функций, выполняемых человеком, приборам и автоматическим устройствам, то целью цифровой экономики помимо реализации задач автоматизации является повышение эффективности всех процессов, в первую очередь, за счет применения новых технологий переработки данных и передачи информации, новых методов принятия решений, основанных на цифровой трансформации информации». Появление компьютеров как раз и вызвано было необходимостью повышения эффективности огромной армии «белых воротничков», подобно появлению машин с этой же целью для «синих воротничков».

В [2] также делается попытка противопоставить информатизацию цифровизации. Утверждается, что автоматизация (информатизация, прим. авторов) — внедрение IT-решений, повторяющих имеющиеся процессы, а цифровизация — улучшение существующих процессов, реинжиниринг их, анализ данных при принятии решений. Данное утверждение не соответствует всей истории информатизации общественного развития.

Можно констатировать, что под цифровой экономикой (ЦЭ) многие в стране понимают новые формы платежей и коммуникации с потребителями, но никак не новые формы управления и экономических отношений. Аналогично понятию ЦЭ слишком общим и размытым выглядит и понятие цифровой платформы, под которой многие понимают площадку для цифрового взаимодействия в сфере бизнеса. Чего стоят, например, фразы, типа: «И наконец, компаниям нужно развернуть собственные или адаптировать чужие представленные на рынке цифровые платформы. Платформа — обязательная часть цифрового перехода. Это система интеграции данных и программ, обеспечивающая связь всех активов в режиме реального времени и в масштабе всего производственно-технологического комплекса» [3]. Следуя данному определению, в соответствии с принятым позадачным подходом в информатизации агропромышленного комплекса (АПК) в ближайшее время только в растениеводстве появится потенциально около 5 млн. цифровых платформ [4, 5]. Этот же принцип закладывается и в соответствующие предложения по ЦЭ АПК, что не способствует интеграции информационных ресурсов и информационных систем в единое целое.

Однако такая широкая трактовка этого понятия ведет к запутыванию смысла цифровизации экономики и несет большую угрозу. Переход к ЦЭ требует осознания грядущих огромных изменений в технологиях как проектирования информационных систем, составляющих суть ЦЭ, так и в технологиях процессов управления общественным развитием.

По всей видимости, такие заявления делаются людьми, никогда не разрабатывавшими информационных систем (ИС) и незнакомых с их пред историей, опытом разработки ИС. Поэтому дадим развернутый анализ процесса цифровизации страны с системных позиций и на основе опыта разработки больших ИС.

1 Цифровизация – результат эволюции развития техники, микроэлектроники и информационных технологий

На самом деле цифровизация общества не появилась на пустом месте, ей предшествует большая история информатизации (компьютеризации, автоматизации, электронизации) общественного развития. Чтобы убедиться в этом, необходимо рассмотреть эволюцию средств информатизации: технических и программных средств информатизации во временном разрезе. В [4, 5] рассматриваются четыре этапа такой эволюции в сельском хозяйстве.

В информационных системах (ИС) первого поколения (Таблица 1) практически все программное обеспечение (ПО) создавалось силами самих предприятий. Оно было приспособлено либо к конкретному предприятию, либо к узкому кругу родственных предприятий и требовало значительных трудозатрат на поддержку силами высококлассных программистов. Это, так называемый, позадачный подход.

Таблица 1 Эволюции развития общемировых информационных средств

Показатели	1 этап	2 этап	3 этап	4 этап
Программное обеспечение (ПО)	Требуется перекомпиляция ПО после любых изменений данных	Не требуется перекомпиляция ПО после изменений данных. ПО может переноситься между компьютерами без данных	ПО размещено на разных компьютерах в узлах локальной сети	ПО размещено на разных компьютерах, как в узлах локальной сети, так и в сети Интернет. Пользователь может даже не знать место их нахождения (облачные вычисления)
Данные	Внутри программ	Данные отделены от ПО, размещаются на различных машинных носителях, могут переноситься между компьютерами	Данные находятся в файлах под управлением систем управления данными (СУБД) на разных компьютерах в узлах локальной сети	Данные находятся в файлах, как в узлах локальной сети, так и в сети Интернет (облачное хранение)
Место размещения ПО	Привязаны к конкретному компьютеру	Привязаны к конкретным компьютерам	Компьютеры связаны локальной (корпоративной) сетью	Компьютеры связаны локальной (корпоративной) сетью, Интернет, Интранет

Последующая эволюция ИС была связана, прежде всего, с появлением более мощных средств хранения, переработки и передачи информации. Функциональные возможности ИС при этом также расширялись. Большую роль сыграло совершенствование инструментальных компьютерных средств, уменьшающих трудозатраты на создание и сопровождение ИС, а также углубление специализации, стандартизации, кооперации и интеграции разработок. Все это позволило оптимизировать функции управления, режимы обработки информации, обеспечить однократный ввод и многократное использование информации.

Если ИС первого поколения были доступны лишь крупным предприятиям, то с удешевлением информационных средств возможность приобретения их возникла у большинства организаций. А это уже потребовало создания ПО в виде программного продукта на основе типизации и интеграции. Появляется все больше различных программно-аппаратных платформ. В свое время «позадачный» метод разработки и внедрения программного обеспечения был обусловлен большой стоимостью и технологическими особенностями больших компьютеров. Появление большого количества персональных компьютеров (ПК) привело к пониманию необходимости комплексного, системного подхода к проблеме создания и внедрения информационных систем.

На втором этапе с расширением функциональных возможностей ИС возникла потребность в автоматизации управленческих процессов. Именно тогда пришли к пониманию, что при управлении бизнесом нужно соблюдать стандарты (законы) в виде формально описанных процедур, которым подчиняется любая организационная структура. Тем более, что никакой компьютер не способен учесть (автоматизировать) континуальное множество возможных управленческих решений. Для этого необходимо было сформировать некоторое ограниченное множество возможных вариантов для достаточно большого количества предприятий. В результате формирования стандартов на представление информационных ресурсов (ИР), на функции управления появились международные стандарты управления MRPII, ERP, CSRP, воплощенные в соответствующие ИС. В настоящее время верхом такой стандартизации является ERP-системы, которые представляют собой интеграцию следующих подсистем с единой базой данных хранения всей управленческой информации:

- управление финансами;
- управление материальными потоками;
- управление складом;
- управление производством;
- управление проектами;
- управление сервисным обслуживанием;
- управление качеством;
- управление персоналом.

Поскольку в ERP-системах, заложены «лучшие практики» бизнеса, то их внедрение требует изменения управленческих процедур, проведения реинжиниринга бизнес-процессов в организациях и т.д., что отрицается в выше перечисленных работах.

Еще в 90-е годы было показано [6], что по степени влияния на объект управления информационно-управляющие системы (ИУС) условно делятся на 4 класса.

- 1) Системы, которые на каждом уровне и в каждом звене управления автоматизируют существующие функции управления.
- 2) Системы, которые оптимизируют систему управления в части затрат на информационную технику и передачу информации, дублирование функций и данных.
- 3) Системы, которые изменяют структуру системы управления объектом.
- 4) Системы, которые способствуют изменению самого объекта, например, структуры производства.

Особенно изменения систем управления, бизнес-процессов стали необходимы при переходе к четвертому этапу эволюции ИС, связанному с появлением и использованием Интернета со всеми сопутствующими ему технологиями, который дал возможность доступа неограниченного числа пользователей к различным информационным системам. При этом появилась возможность осуществить интеграцию различных ИС и ИР не только в отдельных организациях, но и в масштабах отраслей, стран и всего мирового сообщества. Параллельно активно совершенствовались технологии во всех отраслях экономики, в частности, в электронике осуществился переход от аналоговых к цифровым технологиям. В результате появился термин «цифровая экономика», как ответ на вызовы, которые ставят перед человечеством ускоряющиеся процессы изменений в развитии техники, микроэлектроники и технологий. Данные процессы затронули все сферы деятельности человечества. Преимущества интегрированного подхода оказались столь велики, что пользователи готовы адаптировать свои локальные интересы, связанные с гибкостью и экономичностью привычных деловых действий, путем стандартизации функций управления к формируемым технологиям и стандартам. Далее мы рассмотрим эти преимущества на примере бухгалтерского учета.

Для опровержения утверждений по исключительным особенностям цифровизации, приведенным в начале работы, рассмотрим практические и теоретические основы цифровой экономики АПК, заложенные при реализации системы управления эталонным объектом – агрокомбинатом «Кубань», объединяющим 65 предприятий и представляющих 19 их типов, в рамках задания «Электронизация сельского хозяйства» Комплексной программы НТП стран-членов СЭВ еще в 80-х годах прошлого века, и адаптированные к современным реалиям на весь АПК России. Поскольку затраты на ИС в свете предстоящего массового внедрения их в сельском хозяйстве оценивались значительными, была разработана технология синтеза оптимальных информационных систем для сельскохозяйственных предприятий, которая опиралась на соответствующую математическую модель [6]. В результате расчетов были получены и разработаны онтологические (концептуальные) и логические модели (стандарты) технологических БД в растениеводстве, животноводстве, механизации и т.д., единые для всех сельскохозяйственных предприятий России. Аналогичным образом была проведена интеграция на основе онтологического моделирования технологических БД в 19 типах предприятий других отраслей.

Кроме того, модель синтеза оптимальных информационных систем для сельскохозяйственных предприятий позволила получить еще один результат с далеко идущими последствиями. Вся первичная учетная информация может быть сформирована в виде универсальной структуры (кортежа): вид операции, объект операции, место проведения, кто проводил, дата, интервал времени, задействованные средства производства, объем операции, вид потребленного ресурса, объем потребленного ресурса. Таким образом, вся первичная учетная информация любого предприятия может храниться в единой БД (ЕБД) в виде указанного кортежа.

Отсюда ясно, что системы управления должны претерпеть изменения, например, бухгалтерский учет. На основе ЕБД можно рассчитать как заработную плату, так и вычислить материальные затраты, осуществить технологический учет и т.д. без создания промежуточных баз данных. Из ЕБД могут получать информацию для расчетов непосредственно, как бухгалтера, так и остальные специалисты в оперативном режиме, в отличие от существующих бухгалтерских систем. При реализации системы управления агрокомбинатом «Кубань» были апробированы и подготовлены такие предложения по стандартизации бухгалтерского учета, подобно современным стандартам ERP, методологической группой бухгалтерского учета, переданной Минсельхозом в

группу разработчиков. При этом был сделан вывод, что при введении стандартов бухгалтерский учет могли вести программы-роботы.

В современных условиях синтез оптимальных ИС мы бы назвали формированием оптимальных цифровых платформ (ЦП) в агрохолдинге, в сельскохозяйственном предприятии. Как видно, количество ЦП в сельском хозяйстве при таком подходе не менее количества предприятий, которых насчитывается десятки тысяч. Осуществляя интеграцию этих ЦП в масштабах отрасли, получим единую цифровую платформу АПК, которая представляет из себя интеграцию в единой облачной БД информацию первичного учета и технологических БД на основе унифицированной системы сбора, хранения и анализа первичной учетной, технологической, статистической информации, сопряженной как между собой, так и с единой системой классификаторов, справочников, нормативов, представляющих реестры практически всех материальных, интеллектуальных и человеческих ресурсов страны на основе онтологического моделирования данных видов информационных ресурсов [4, 5]. Такая ЦП позволит разработать типовые ИУС, а также типовые сайты с уменьшением затрат на ЦЭ отрасли в десятки-сотни раз.

Более того, анализ показал, что и для других отраслей эти две взаимоувязанные цифровые платформы могут выступать в качестве стандарта, главная из которых представляет облачный сервис хранения на основе мощных систем управления БД (СУБД) первичной учетной информации всех предприятий в единой облачной БД (ЕБДПУ) в виде указанного выше кортежа, а также облачный сервис единой БД технологического учета (ЕБДТУ) всех предприятий под управлением СУБД [4, 5].

Проанализируем теперь проблему оценки эффективности информатизации на всех стадиях ее развития, поскольку у многих авторов утверждается, что только цифровая экономика ведет к повышению эффективности. Отчасти такое отношение продиктовано выводом лауреата Нобелевской премии Р. Солоу еще 1970-х об отсутствии экономического эффекта при внедрении компьютеров, опровергнутого впоследствии тщательными расчетами многими экономистами и самой жизнью. Тем не менее, находятся ученые и практики, продолжающие считать информатизацию ненужной исходя из выводов Р. Солоу. Они утверждают, что исследования и разработки ИС не нужны в АПК, этим должны заниматься специализированные организации в других отраслях, соответственно и ИТ кафедры в сельскохозяйственных ВУЗах необходимо закрыть. Минсельхоз, полагающийся на рыночный подход в области цифровизации АПК, придерживается такого же подхода. В результате — в АПК нет ни одного НИИ, комплексно занимающегося исследованиями в области ЦЭ. Тимирязевская академия также не превратилась в центр компетенций по этому направлению, более того, полигоном, на котором бы отработывались самые передовые, перспективные цифровые технологии.

Наиболее обширное эмпирическое исследование, проведенное компанией Economist Intelligence Unit в 2003 году, позволило сформулировать ряд важных выводов относительно влияния ИКТ на производительность и экономический рост [7]:

- 1) ИКТ действительно способствуют экономическому росту, но только по достижении минимального порога развития инфраструктуры ИКТ. Следовательно, распространенность и использование ИКТ должны достичь определенной критической массы, прежде чем они начнут оказывать существенное позитивное воздействие на экономику страны.
- 2) Существует значительная задержка во времени между инвестициями в ИКТ-сферу и перед проявлением положительного влияния ИКТ на экономическое развитие и производительность труда. Отсюда следует, что нельзя ожидать быстрой и весомой отдачи от инвестиций в ИКТ. Чтобы получить ощутимый эффект от использования ИКТ требуется тщательно продуманное их внедрение в экономику с привлечением смежных нематериальных активов, без которых положительный эффект инвестиций от ИКТ не возникает.
- 3) Таким образом, для стран, чей индекс развития ИКТ ниже порогового уровня экономический эффект от ИКТ либо отсутствует, либо вообще может оказаться отрицательным.

Одно из значимых исследований в этом направлении было проведено Т. Бреснааном и Ш. Гринстейном [7] на основе теории комплементарности, разработанной Милгромом и Робертсом. Исследование подтвердило, что вложения в ИКТ более эффективны, когда высок уровень двух других комплементарных активов — организационного и человеческого капиталов. То есть инвестиции в ИКТ связаны со значительными затратами на изменение организационного и человеческого капиталов.

В соответствии с этой теорией у комплементарных активов есть определенная степень изменчивости. У различных активов она не одинакова, один или несколько комплементарных активов оказывается более подвижным и изменчивым, чем другие. В результате этот актив изменяясь немного быстрее, чем другие, играет роль локомотива изменений: его изменение по цепочке комплементарных связей вызывает изменение других комплементарных активов. Таким образом, в динамике в организациях присутствуют более изменчивые активы и другие активы, отстающие и тормозящие их. С этой точки зрения, историю развития предприятий можно разделить на три периода [7]:

- 1) Наиболее изменчивы активы человеческого капитала. До появления мануфактурного производства эффективность деятельности и конкурентные преимущества бизнеса определялись не столько технологиями и организацией, сколько личным мастерством исполнителей, а также неформальными отношениями внутри организации. Именно динамика человеческого капитала определяла динамику развития организации. В этот период человеческий капитал был наиболее изменчивой группой комплементарных активов.
- 2) Наиболее изменчивы активы организационного капитала. Начиная с конца XVIII века (появление мануфактурного производства), происходит смена наиболее подвижной группы комплементарных активов с человеческого на организационный капитал. Появление крупносерийного и массового производства потребовало новых форм организации управления. Высокая динамика организационного капитала привела к распространению конвейерного массового и крупносерийного производства в первой половине XX века. Динамика развития компьютерного капитала была невысока, хотя появились арифмометры и конторские технологии делопроизводства, ориентированные на бумажный документооборот.
- 3) Наиболее изменчивы активы компьютерного капитала. Широкое использование в конце XX века цифровых компьютеров для автоматизации отдельных операций и бизнес-функций организаций стало началом активного роста другой группы комплементарных активов – компьютерного капитала. Это дает основание смотреть на цифровую организацию как на организацию, у которой наиболее изменчивой группой активов является компьютерный капитал.

Еще одно важное исследование в области подтверждения существования комплементарных взаимосвязей между ИКТ, организационным и человеческим капиталами было сделано Э. Бриньолфсоном, Л. Хиттом и Ш. Янгом [8]. Они нашли доказательства того, что сочетание ИКТ и определенных организационных практик создают большую стоимость, чем каждая из них в отдельности. Вложения в компьютерный капитал сильно влияют на стоимость компании. Каждый доллар, вложенный в ИТ, связан с увеличением рыночной стоимости компании примерно на 12 долларов в отличие от других материальных активов, которые увеличивают стоимость чуть более чем на 1 доллар. Таким образом, для цифровой трансформации сначала необходимо усовершенствовать управление, повысить качество кадрового потенциала, а потом – внедрять стандарты цифрового управления, в противном случае можно навсегда закрепить управленческую отсталость. Данный вывод особенно актуален для АПК в силу значительного разрыва между этими направлениями.

Приведенные выше выводы подтверждаются данными Capgemini Consulting и MIT Sloan School of Management, приведенными на международных Лихачевских научных чтениях в докладе В.В. Зябрикова «Цифровизация менеджмента: перспективы и скрытые угрозы для культурного развития нации», которые демонстрируют то, что показатели финансовой эффективности зависят не только от того, как используются цифровые технологии и другие новые методы управления: совместно или по отдельности. Если фирма улучшает кадровый потенциал в системе своего менеджмента классическими средствами без использования цифровых технологий, то наблюдается рост ее прибыли на 9%, а если одновременно с использованием цифровых технологий — на 26%.

Если же фирма пытается внедрять цифровые технологии без совершенствования своего кадрового потенциала, то наблюдается не рост, а снижение прибыли на 11%. При этом вообще игнорировать цифровую трансформацию кадрового менеджмента недопустимо, поскольку в этом случае снижение прибыли фирмы по сравнению с цифровыми конкурентами достигает 24%.

2 Анализ цифровых платформ

Рассмотрим понятие цифровых платформ. Как уже отмечалось, в настоящее время многие под цифровой платформой понимают площадку для цифрового взаимодействия в сфере бизнес-деятельности. Однако это толкования понятия ведет к искажению смысла цифровизации экономики.

В программе «Цифровая экономика Российской Федерации» ставится цель создания не менее 10 цифровых платформ, однако не приводятся критерии их формирования и эффективные оценки, исходя из различных подходов к построению цифровой экономики.

В рыночном подходе к ЦЭ эксперты Intel определяют понятие «платформа» как «комплексный набор компонентов, который обеспечивает реализацию намеченных моделей использования, позволяет расширять существующие рынки и создавать новые, а также приносит пользователям гораздо больше преимуществ, чем простая сумма составных частей. Платформа включает аппаратное, программное обеспечение и услуги» [5]. Европейская комиссия также определяет онлайн-платформы через призму их функционального назначения, как «поисковые системы, социальные сети, платформы для электронной коммерции, магазины покупки приложений, сайты сравнения цен» [5].

J.P. Morgan [5] определяет платформенную экономику как экономическую деятельность с использованием онлайн-посредника, обеспечивающую площадку, посредством которой независимые работники или продавцы могут предоставлять определенный товар или услугу клиентам и определяет, что все платформы имеют четыре общие черты: связывают работников или продавцов непосредственно с клиентами; позволяют людям работать, когда они хотят; продавцы получают оплату сразу после выполнения работы или предоставления товара; оплата проходит через платформу.

В России же, хотя нет условий для рыночного формирования зрелой ЦЭ, ЦП определяют аналогичным образом. Так, в программе развития цифровой экономики Российской Федерации до 2035 года цифровая платформа определяется следующим образом:

1. Модель деятельности (в том числе бизнес-деятельности) заинтересованных лиц на общей платформе для функционирования на цифровых рынках.
2. Площадка, поддерживающая комплекс автоматизированных процессов и модельное потребление цифровых продуктов (услуг) значительным количеством потребителей.
3. Информационная система, ставшая одним из лидирующих решений в своей технологической нише (транзакционной, интеграционной и т.п.).

А вот как определяет ЦП Б.М. Глазков, вице-президент ПАО «Ростелеком»: «Цифровая платформа — это система алгоритмизированных взаимовыгодных взаимоотношений значимого количества независимых участников отрасли экономики (или сферы деятельности), осуществляемых в единой информационной среде, приводящая к снижению транзакционных издержек за счёт применения пакета цифровых технологий работы с данными и изменения системы разделения труда» [5]. Данное определение в значительной степени годится для социальных сетей, но не для производственных отраслей.

Такое прямолинейное следование западному пониманию цифровой экономики и платформы несет большую угрозу, поскольку позволяет очень широкую трактовку данных понятий, как уже упоминалось выше. Порой звучат слова, что программист, разрабатывающий оригинальную небольшую программу на предприятии, уже занимается цифровизацией, формированием некоторой ЦП, студент, изучающий Excel на кафедре биологии, уже подготовленный специалист для выполнения Программы цифровой экономики, ученый, освоивший азы работы на компьютере, также готовый специалист. Судя по количеству публикаций за 2018 год, вся страна уже трудится над выполнением данной программы.

По всей видимости, большинство отраслей и фирм не строят цифровую экономику, а просто занимается «цифровизацией» существующих экономических отношений. Эта деятельность, несмотря на очевидную практичность, не является целенаправленным процессом построения цифровой экономики. Нет в определениях ЦЭ и ЦП и упоминаний интеграции информационных ресурсов и информационных систем путем формирования стандартов на их представление, функции управления, например, при стандартизации бухгалтерского учета он значительно упростится, большинство операций будут делать программы-роботы [4, 5], должна сократиться армия бухгалтеров, освободится большое количество программистов, так необходимых для реализации ЦЭ. Такие фирмы, как «1С», должны исчезнуть, как информационные посредники, либо возглавить цифровизацию новых стандартов систем управления. Стандарты, отчасти, нужны, чтобы

отразить в них 10% существующей специфики предприятий. Но эта специфика требует содержать на предприятиях квалифицированных программистов для настройки систем, подобных «1С». По данным Б.Г. Нуралиева — руководителя фирмы 1С при внедрении 1С трудится около 300000 программистов. В результате — система учета и отчетности громоздкая и дорогостоящая, что делает удельные затраты на бухучет в России существенно выше, чем в большинстве развитых стран, а значит, снижает рентабельность и конкурентоспособность бизнеса. Она такой и останется при переходе на самые современные цифровые платформы без введения стандартов на функции управления. При введении стандартов при формировании научно-обоснованных ЦП видоизменится также и Росстат. Расчет будут делать также программы-роботы [4, 5].

Не упоминаются и информационные технологии, объединяющие научные и образовательные ресурсы с единых позиций, которые отражают взаимосвязь между наукой и образованием, которая может выполнить функции стимула прогресса, как научного, так и образовательного. Не упоминается и процесс интеграции научных и образовательных ресурсов в систему управления экономикой.

Не найдя в литературе формализованного описания формирования ЦП, дадим такое описание на основе опыта разработки упомянутой выше автоматизированной системы управления АПК «Кубань» [4], портала Россельхозакадемии, Федеральной базы научных исследований Минсельхоза и др. работ в области информатизации предприятий [4, 5, 6]. Наше собственное определение цифровой платформы следующее:

Цифровая платформа управления экономикой — совокупность упорядоченных цифровых данных на основе онтологического моделирования; математических алгоритмов, методов и моделей их обработки и программно-технических средств сбора, хранения, обработки и передачи данных и знаний, оптимально интегрированных в единую информационно-управляющую систему, предназначенную для управления целевой предметной областью с организацией рационального цифрового взаимодействия заинтересованных субъектов.

3 Модель формирования цифровых платформ

3.1 Описание структуры системы управления

Под структурой системы управления будем понимать организационную совокупность ее взаимосвязанных элементов, определяющих их место как в чисто физическом, так и технологическом смысле (уровень и конкретное место размещения элемента в пространстве и технологической схеме принятия решений и обработки информации).

Под проектированием структуры цифровых платформ понимается процесс построения взаимосвязей элементов структуры управления и самих элементов в соответствии с заданными критериями эффективности в целом.

Рассматривается система, состоящая из множества узлов управления j (например, федеральных и региональных министерств, ведомств, предприятий, их подразделений), множества задач K , связанных с обработкой данных, размещаемых в дата-центрах, ситуационных центрах (СЦ), кластеров данных L , типов связи R . Процесс управления предполагается периодически с периодом T , и все операции расчетов, передачи данных и т.д. усреднены по времени. Будем считать, что любая задача может решаться в любом узле, в том числе разбиваться по этим узлам. Для решения задач используются некоторые обобщенные технические средства.

3.2 Математическая модель

k - номер задачи, $k \in K$;

l - номер группового информационного элемента, $l \in L$;

j - номер узла управления, $j \in J$;

f_{klj}^e - средние характеристики (объем информации; временные, частотные требования и т.д.) на информацию l -ой группы, необходимый для задачи k , возникающий в узле j , $e \in E$;

$x_{jk} = 1$, если k -я задача решается в узле j , 0 – иначе;

$\alpha_{klj} = 1$, если l -я группа возникает в узле j для k -й задачи, 0 – иначе;

$u_{ijl_2r} = 1$, если информация из l -й группы передается из j_1 - го узла в j_2 - й посредством r -го средства связи;

d_{mjk} - необходимые ресурсы m -го типа для решения k -й задачи в j -м узле;

M_m - m -е ресурсы оборудования;

$s_{ijl_2r} = 1$, если r -й тип связи используется для передачи l -й группы из j_1 - го узла в j_2 - й;

G_r^e - характеристики средств связи; c_j^1 - стоимость единицы оборудования в j -м узле; $c_{j_1 j_2 r}^2$ - стоимость r -го средства связи при передаче информации из j_1 в j_2 ; $c_{j_1 j_2 r}^3$ - затраты на передачу единицы информации из j_1 в j_2 ; c_{mjk}^4 - стоимость m -го ресурса для решения k -й задачи в j -м узле; c_k^5 - обобщенная стоимость k -й задачи; c^0 - средства, выделенные на разработку ЦП;

Ограничения на размещение задач по узлам и техническим средствам:

$$(1) \quad \sum_j x_{jk} \geq 1, \quad k \in K^3 \in K, \text{ то есть } k\text{-я задача должна быть решена хотя бы в} \\ \text{одном узле;}$$

$$(2) \quad x_{jk} \geq 1, j \in J, k \in K^4 \in K, \text{ т.е. некоторые задачи из множества } K \text{ должны быть} \\ \text{обязательно решены в некоторых узлах } j \in J;$$

Условия передачи информации из узла j_1 в узел j_2 :

$$(3) \quad \sum_r y_{l_{j_1 j_2} r} = \sum_k a_{kl_{j_1}} x_{j_2 k}, \quad j_1 \neq j_2.$$

Информация передается из узла j_1 в узел j_2 , когда она возникает в узле j_1 и используется в узле j_2 для задачи k ;

$$(4) \quad \sum_r y_{l_{j_1 j_2} r} \leq 1, \text{ информация передается одним средством связи.}$$

Ограничение на загрузку оборудования:

$$(5) \quad \sum_{jk} d_{mjk} x_{jk} \leq M_m$$

Ограничения на каналы связи:

$$(6) \quad \sum_{l,k} y_{l_{j_1 j_2} r} f_{kl_{j_2}}^e \leq G_r^e s_{j_1 j_2 r}$$

Финансовые ограничения на инвестиции:

$$(7) \quad \sum_{j,k} c_j^1 x_{jk} + \sum_{j_1, j_2, r} c_{j_1 j_2 r}^2 s_{j_1 j_2 r} + \sum_{j,k} c_k^5 x_{jk} \leq c^0$$

Критерий эффективности:

$$(8) \quad \sum_{j,k} c_j^1 x_{jk} + \sum_{j_1, j_2, r} c_{j_1 j_2 r}^2 s_{j_1 j_2 r} + \sum_{j_1, j_2, r} c_{j_1 j_2 r}^3 f_{kl_{j_2}}^e y_{l_{j_1 j_2} r} + \\ \sum_{m, j, k} c_{mjk}^4 d_{mjk} x_{jk} + \sum_{j,k} c_k^5 x_{jk} \rightarrow \min$$

Представленная в работе модель распределяет в пределах выделенных финансовых ресурсов информационные средства и решаемые задачи по узлам управления (дата-центрам, ЦП), определяет при необходимости инвестиции в телекоммуникационные средства с оптимизацией информационных потоков.

Можно было бы теперь заявить, что сформированные дата-центры и есть цифровые платформы, но может получиться так, что отдельные информационные массивы, сгруппированные подобным образом, окажутся несвязанными или слабо связанными между собой, что не соответствует данному выше определению ЦП. Для дальнейшего определения ЦП воспользуемся кластерным анализом, применяемым для кластеризации предметных областей пользователей при проектировании баз данных, например [5]. При априори заданном количестве (кластеров) ЦП в [5] дан строгий математический алгоритм определения степени общности предметных областей пользователей на основе меры подобия, применяемой в теории автоматической классификации. Для классификации ЦП можно воспользоваться предлагаемой функцией подобия. В нашем же случае число кластеров неизвестно заранее. Тогда можно воспользоваться алгоритмами, приведенными в [9]. В последнее время в связи с появлением интернета огромным интересом стали пользоваться методы кластеризации текстовых документов. Один из популярных методов основан на теории графов кластеризации и построении минимального остовного дерева по алгоритму Краскала [10].

Используя один из представленных методов, кластеризацию ЦП в каждом дата-центре можно провести на основании так называемой матрицы семантической смежности на полученных значениях f_{klj}^e для конкретного дата-центра j_0 с найденным множеством решаемых там задач $k \in K^0 \in$

K и соответствующим множеством групповых информационных элементов $l \in L^0$. Элемент a_{in} (коэффициент сходства) матрицы семантической смежности $\|a_{in}\|$ представляет собой величину в диапазоне от 0 до 1, равную количеству пересечений группы i с группой n во всех решаемых задачах (можно учесть разные характеристики групп, например, частоту, объем, важность использования информации и т.д.), отнесенных к количеству групп (количеству пересечений и т.д.). Если две группы обладают большим сходством, то они должны принадлежать одной ЦП, если их сходство равно нулю либо меньше некоторого порогового критического значения, то они должны быть в разных ЦП.

Одним из результатов кластеризации ЦП является научно обоснованный расчет потребности в необходимых специалистах для ЦЭ. Опишем основные группы специалистов в каждой конкретной ЦП (отрасли). Во-первых, это онтологи. Во-вторых, специалисты в области создания баз данных. В-третьих, специалисты в области разработки архитектуры больших информационных и информационно-управляющих систем. В-четвертых, программисты, умеющие разрабатывать большие информационные и информационно-управляющие системы с различными режимами обработки информации. В-пятых, специалисты в области информационной безопасности. И, конечно, самая большая группа – специалисты по внедрению и сопровождению ИС и ИУС. Каждая из указанных групп состоит из различных отраслевых и специфических подгрупп.

Поскольку в сельском хозяйстве уже была разработана ЦП на основе математической модели с внедрением отдельных информационных подсистем в тысяче предприятий, то на основе полученного опыта приведем некоторые данные по необходимым специалистам для разработки ЦП для сельскохозяйственных предприятий. В отрасли растениеводства онтологическая модель была разработана силами творческого коллектива из различных отраслевых растениеводческих НИУ и НИИ кибернетики АПК в количестве 10 человек на единой методической основе. Проект базы данных, архитектура и программное обеспечение разработаны силами лаборатории в количестве 15 человек. Аналогичная работа в животноводстве была проделана специалистами РКК «Энергия» в количестве 10 человек. Остальные отрасли были компьютеризированы коллективом из 12 человек. Серьезных проблем с информационной безопасностью в то время не существовало, пусть в настоящее время этой проблемой займутся три человека. Для внедрения подсистем в каждом регионе создавались центры внедрения, подобно существовавшим когда-то машинно-тракторным паркам. В настоящее время в России около 1800 таких районов. Для актуализации информационного обеспечения обучения специалистов на первое время необходимо хотя бы два айтишника на хозяйство. По сельскохозяйственной переписи 2016 г. в России было 36048 сельскохозяйственных предприятий. Будем считать, что фермеры и прочие малые формы хозяйствования будут обслуживаться в районных центрах внедрения. Тогда в этих центрах необходимо около 10 специалистов по внедрению и сопровождению ИС. Таким образом, считая, что все предприятия будут использовать ИС, хотя это далеко от реальности, потребность в специалистах выглядит следующим образом: разработчики в количестве 50 человек, специалисты по внедрению и сопровождению ИС и ИУС — 90000 человек (около 18000 в районных центрах внедрения и около 72000 в предприятиях).

Выводы

Из приведенного анализа видно, что данные выше определения и сравнения по ЦЭ многих авторов не совсем корректны. Это связано с тем, что на всех стадиях обсуждения программы «Цифровая экономика Российской Федерации» ученые РАН были отстранены от экспертного обсуждения программы. Поэтому многие мероприятия в программе носят декларативный, неконструктивный характер. А действительно необходимые шаги по цифровизации страны, указанные в работе, размыты в общих фразах, дающих широкий произвол исполнителям. Вместе с тем, стоит помнить важные выводы относительно влияния ИКТ на производительность и экономический рост, сделанные компанией Economist Intelligence Unit в 2003 году [7].

Литература

1. Халин В.Г., Чернова Г.В. Цифровизация и ее влияние на российскую экономику и общество: преимущества, вызовы, угрозы и риски. Управленческое консультирование. 2018, № 10, стр. 46-63.
2. Государство как платформа: Люди и технологии/ под ред. Шклярук М.С. – М: РАНХиГС, 2019. – 111с.

3. *Княгинин В.Н.* Вызовы цифровой экономики. [Электронный ресурс]. – URL: <https://fingazeta.ru/finance/industry/228985/> (дата обращения 17.05.2019).
4. *Ерешко Ф.И., Кульба В.В., Мединников В.И.* Интеграция цифровой платформы АПК с цифровыми платформами смежных отраслей // АПК: экономика, управление, 2018, № 10, стр. 34-46.
5. *Мединников В.И.* Математическая модель формирования цифровых платформ управления экономикой страны. // Цифровая экономика, 2019, № 1, стр. 25-35.
6. *Мединников В.И.* Теоретические аспекты синтеза структур компьютерного управления агропромышленным производством. // Аграрная наука, 1993, N 2, стр. 16-18.
7. *Акаев А.А., Рудской А.И.* Конвергентные ИКТ как ключевой фактор технического прогресса на ближайшие десятилетия и их влияние на мировое экономическое развитие. International Journal of Open Information Technologies ISSN: 2307-8162 vol. 5, no. 1, 2017, стр. 1-18.
8. *Erik Brynjolfsson, Lorin Hitt, Shinkyu Yang.* Intangible Assets: Computers and Organizational Capital // Brookings Papers on Economic Activity, Vol.2, No.1, 2002.
9. *Afifi A. H., Clark V.* Computer Aided Multivariate Analysis. London: Chapman & Hall, 1996, – 412p.
10. *Белоусов А. И., Ткачев С. Б.* Дискретная математика. – М.: МГТУ, 2006, – 744с.