

Математическая модель формирования цифровых платформ управления экономикой страны

Меденников В.И., д.т.н., Вычислительный центр им. А.А. Дородницына ФИЦ «Информатика и управление» РАН, г. Москва, Россия

Аннотация: в работе рассматриваются проблемы формирования цифровых платформ для управления экономикой страны, рассматриваются различные варианты их развития, предлагаются критерии создания этих платформ на основе математической модели их формирования. Предложен принципиально новый подход к разработке системы управления страной на основе единого информационного Интернет-пространства цифрового взаимодействия. Дается оригинальное определение цифровой платформы. На основе кластеризации цифровых платформ дается научно обоснованный расчет потребности в необходимых специалистах для цифровой экономики.

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

Abstract: in work problems of formation of digital platforms for management of national economy are considered, various options of their development are considered, criteria of creation of these platforms on the basis of mathematical model of their formation are offered. Essentially new approach to development of the system of country government on the basis of uniform information Internet space of digital interaction is offered. Original definition of the digital platform is given. On the basis of a clustering of digital platforms evidence-based calculation of need for necessary experts for digital economy is given.

Keywords — digital platform, information systems, mathematical model.

Введение

В настоящее время многие под цифровой платформой понимают площадку для цифрового взаимодействия в сфере бизнес-деятельности. Однако такая широкая трактовка этого понятия ведет к запутыванию смысла цифровизации экономики. Так, платформой часто называют и виртуальную торговую площадку, и всю совокупность ее пользователей, и программный, аппаратный и сетевой комплексы, бизнес-модель и фирму, ее реализующую. Порой звучат слова, что программист, разрабатывающий оригинальную небольшую программу на предприятии, уже занимается цифровизацией, 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.

Суммируя все эти факты, можно констатировать, что под цифровой экономикой многие в стране понимают новые формы платежей и коммуникации с потребителями, но никак не новые формы управления и экономических отношений. По всей видимости, большинство отраслей и фирм не строят цифровую экономику, а просто занимается «цифровизацией» существующих экономических отношений. Эта деятельность, несмотря на очевидную практическую пользу, не является целенаправленным процессом построения цифровой экономики.

Такое прямолинейное понимание цифровой экономики и платформы несет большую угрозу. Переход к цифровой экономике (ЦЭ) требует осознания грядущих огромных изменений в технологиях как проектирования информационных систем, составляющих суть ЦЭ, так и в технологиях процессов управления общественным развитием. Как отмечают специалисты [1], «цифровизация – это прежде всего жесткая схватка за превосходство в разработке передовых систем управления силами и средствами по всем категориям потенциалов развития, что потребует глубоких изменений системы управления на микро-, мезо- и макроуровнях».

Самого главного элемента — управления экономикой в Программе в явном виде не просматривается. Для того, чтобы правильно добывать данные и качественно работать с ними, необходимо понимать, для чего это делать на самом деле. А для этого необходимо разобраться с терминологией и понятием цифровая платформа (ЦП), дать формализованные критерии их формирования и эффективные оценки на основе математического моделирования формирования цифровых платформ.

1 Подходы к построению цифровой экономики

Совершенствование ИКТ, Интернет-технологий в последние годы заставили и нашу страну вслед за развитыми странами осознать неизбежность цифровизации экономики и начать движение в эту сторону. Однако эффективность цифровизации существенно зависит от подходов к ее построению, среди которых можно выделить два полярных: плановый и рыночный. Все стратегии, осуществляющиеся в реальной жизни, являются комбинацией этих двух подходов [2].

Рыночный подход к построению цифровой экономики предполагает, что государство создает оптимальные условия, в первую очередь благоприятную среду для ее функционирования, чем стимулирует бизнес к переходу в этот новый сектор.

Плановый подход к построению цифровой экономики предполагает поэтапное развитие инфраструктуры под руководством государства и целенаправленное «заполнение» соответствующего сектора различными экономическими субъектами.

Страны-лидеры процесса «цифровизации» избрали противоположные подходы: США декларирует рыночный путь, в то время как Китай избрал плановый.

Стратегия США представляется оправданной в силу следующих обстоятельств:

- США обладает значительным экономическим и технологическим преимуществом перед остальным миром;
- в вопросе построения инфраструктуры ЦЭ США может опереться на высокотехнологичные транснациональные корпорации, такие как Google, FaceBook, Amazon, Intel и прочие;

Китай выбрал плановое развитие ЦЭ, стратегия которого предполагает следующие 4 основных компоненты:

- тотальная цифровизация производства и логистики;
- разработка нормативно-правовой базы;
- цифровизация систем управления, создание цифровых платформ;
- интеграция цифровых платформ и экономических систем в единое пространство.

Реализация такого подхода неприемлема для России из-за отсутствия, как стратегии, так и финансовых возможностей. С другой стороны, в России сегодня нет и условий для стихийного формирования зрелой ЦЭ — в первую очередь из-за технологического отставания и отсутствия критической массы экономических субъектов. Это значит, что государству необходимо стимулировать и направлять развитие цифровой экономики.

В силу большой доли государства в экономике в принятой правительством РФ 28 июля 2017г. Программе «Цифровая экономика Российской Федерации» упор делается на создание ряда индустриальных цифровых платформ под руководством профильных министерств или госкорпораций.

Такой подход не лишен своих недостатков:

- остальным отраслям, в т.ч. и АПК придется продолжать стихийный процесс самоорганизации цифрового пространства, после чего переход на разработанную платформу ЦЭ окажется очень дорогим;
- нет уверенности, что выделенные средства не будут использованы по назначению;

- есть большие сомнения, что выращивание технологических платформ ЦЭ госкорпорациями без единой концепции, архитектуры, без привлечения науки приведет к их интеграции в дальнейшем.

2 *Различные определения цифровых платформ*

Как уже было сказано выше, переход к цифровой экономике (ЦЭ) требует осознания грядущих огромных изменений в технологиях как проектирования информационных систем, составляющих суть ЦЭ, так и в технологиях процессов управления общественным развитием. 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 в настоящее время 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» [3]. 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» [4].

Сравнительно недавно в научной литературе появилось понятие «платформенной экономики», которая представляет собой использование для работы организаций внешних площадок (платформ) и связанных с ними экосистем, не находящихся в собственности организации и не контролируемых ими. Использование платформ позволяет компаниям сократить ИКТ издержки и уменьшить временные затраты на выведение новых продуктов на рынок. 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.

Рост и совершенствование платформ в таком понимании показывает эволюция средств информатизации: технических и программных средств информатизации во временном разрезе (таб. 1).

В информационных системах (ИС) первого поколения 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. Еще называют лоскутной (островной) информатизацией. Никаких платформ на этом этапе не было.

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 трудозатрат на создание и сопровождение ИС, а также углубление специализации, стандартизации, кооперации и интеграции разработок.

Если ИС первого поколения были доступны лишь крупным предприятиям, то с удешевлением информационных средств потребность в них 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.

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, облаках. 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.
Место размещения	Привязаны к конкретному компьютеру	Привязаны к конкретным компьютерам	Компьютеры связаны локальной (корпоративной) сетью	Компьютеры связаны локальной (корпоративной) сетью, Интернет, Интранет

Вскоре появилось совершенно новое поле для разработчиков аппаратного и программного обеспечения. Интернет привел к резкому скачку развития платформенной экономики. В течение небольшого отрезка времени интернет-платформы подключили большое количество пользователей ПК к широкому кругу веб-сайтов и онлайн-приложений. В последнее время наблюдается экспоненциальный рост цифровых платформ.

В России же, хотя нет условий для стихийного 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» [6]. Там же приводится классификация цифровых платформ (таб. 2).

Таблица 2 классификация цифровых платформ

	Инструментальная цифровая платформа	Инфраструктурная цифровая платформа	Прикладная цифровая платформа
Основной вид деятельности на базе платформы	Разработка программных и программно-аппаратных решений	Предоставление ИТ-сервисов и информации для принятия решений	Обмен определёнными экономическими ценностями на заданных рынках
Результат деятельности на платформе	Продукт (программное или программно аппаратное средство) для обработки информации, как инструмент	ИТ-сервис и результат его работы – информация, необходимая для принятия решения в хозяйственной деятельности	Транзакция. Сделка, фиксирующая обмен товарами/услугами между участниками на заданном рынке
Уровень обработки информации	Технологические операции обработки информации	Выработка информации для принятия решений на уровне хозяйствующего субъекта	Обработка информации о заключении и выполнении сделки между несколькими субъектами экономики
Основной бенефициар и его требования	Разработчик прикладных программных или программно-аппаратных решений, технические требования	Заказчик ИТ-сервиса для потребителя (продуктолог), функциональные требования, требования к составу информации	Конечный потребитель на рынке, решающий бизнес-задачу, бизнес-требования. Регулятор (опционально) – требования законодательства
Примеры	Java, SAP HANA, Android OS, iOS, Intel x86, Bitrix, Amazon Web Services, Microsoft Azure, TensorFlow, Cloud Foundry	General Electric Predix, ESRI ArcGIS, ЕСИА, «CoBrain-Аналитика», «ЭРА-ГЛОНАСС»	Uber, AirBnB, Aliexpress, Booking.com, Avito, Boeing suppliers portal, Apple AppStore, «ПЛАТОН», AviaSales, FaceBook, Alibaba, Telegram, Yandex Taxi, Yandex Search, Facebook

Такое прямолинейное следование западному пониманию цифровой экономики и платформы несет большую угрозу. Хотя Программа охватывает все стороны жизнедеятельности общества и человека, как видно из определения ЦП, в основе ее лежат две базовые вещи ЦЭ.

Во-первых, сбор и анализ данных. Во-вторых, потребности (на первый план выходит — потребитель, а не творец), то есть нужно понимать, для кого это делать. Активная информатизация преобразует поведение потребителей, заставляет каждого человека включаться в экономическое цифровое взаимодействие, индивидуализирующее потребление в управляемой зоне тотального комфорта.

Самого же главного элемента — управления экономикой в Программе в явном виде не просматривается. Для того, чтобы правильно добывать данные и качественно работать с ними, необходимо понимать, для чего это делать на самом деле.

Практика внедрения ЭВМ требует формализации общих принципов и методов организации производственного процесса, управления этими процессами, которые определенно обуславливали бы эффективное использование трудовых, вещественных, энергетических и информационных ресурсов.

Западные эксперты — будь они из McKinsey или Всемирного банка — едины в том, что цифровые технологии не работают без настройки отношений между субъектами экономики и управления в целом. Цифровая революция отгремела на Западе ещё лет 10 —15 назад: там бизнес первым и весьма активно освоил новые средства коммуникации, оцифровал всё, что только можно, добился от властей законодательного оформления электронной подписи, наладил цифровую связь не только внутри бизнес-сообщества, но и с государством, да и госведомства мало-помалу интегрировали свои ИС. В настоящее время на Западе эволюция информационных технологий привела к тому, что эти технологии становятся частью системы управления предприятием, т.е. средством координации действий людей. Именно это сращивание информационной технологии и технологии управления людьми, заставило пересмотреть идеологию, технологию и организацию управления предприятиями и облечь их в виде стандартов. За счет этого все большее количество функций управления поддаются автоматизации за счет, с одной стороны, разработки стандартов на них, обучения менеджеров некоторым стандартным функциям управления, с другой - за счет увеличения технических возможностей аппаратно-программных средств ЭВМ.

Фактически за последние 40 лет эти стандарты породили целую международную управленческую цивилизацию. MRP (Material Requirements Planning – Планирование потребности в материалах), MRP-II, ERP (Enterprise Resource Planing – Управление ресурсами предприятия) - это, в сущности, наилучший опыт компьютерной технологии управления предприятиями в условиях конкурентной рыночной среды, опыт осмысленный, систематизированный и реализованный в виде компьютерных систем. Основой адаптируемой ERP - системы является базовая система, которая включает в себя пакеты прикладных программ для решения задач управления, с различными режимами обработки информации, средства комплексирования задач в требуемые конфигурации, средства сопряжения с другими системами, например, с САПР и многое другое. Терминология эволюционировала по мере включения в средства проектирования и разработки новых режимов обработки информации и полноты выполняемых функций.

Например, стандарт ARICS в настоящее время на системы класса MRP II содержит описание 16 групп функций системы:

- планирование продаж и производства;
- управление спросом;
- составление плана производства;
- планирование материальных потребностей;
- спецификации продуктов;
- управление складом;
- плановые поставки;
- управление на уровне производственного цеха;
- планирование потребностей в мощностях;
- контроль входа/выхода;
- материально-техническое снабжение;
- планирование ресурсов распределения;

планирование и управление инструментальными средствами;
управление финансами;
моделирование;
оценка результатов деятельности.

Многие экономисты это чувствуют. Например, в [1] говорится: «Уровень цифровизации банковской деятельности, связи, СМИ будет наверняка выше, но все-таки именно состояние промышленности является индикатором цифровой зрелости всей экономики. В любом случае внедрение новых производственных технологий потребует глубоких изменений системы управления на микро-, мезо- и макроуровнях. Продуктивнее, чтобы эти процессы шли синхронно, а лучше – с опережающим принятием управленческих решений, создающих экосистемы цифровых и нецифровых преобразований. Но без единого понятийного поля, без согласованного управленческого языка общения и как следствие – единого семантического пространства для создания новых стандартов и, собственно, систем управления, вся эта комплексная работа превратится в довольно опасный «лоскутный» процесс. Цифровизация – это прежде всего жесткая схватка за превосходство в разработке передовых систем управления силами и средствами по всем категориям потенциалов развития».

По нашей классификации ИУС по степени влияния на объект управления 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.

Пока в РФ ИС и ИУС создаются преимущественно первого класса.

Нет в программе и упоминаний интеграции информационных ресурсов и информационных систем путем формирования стандартов на их представление, функции управления, например, при стандартизации бухгалтерского учета он упростится, большинство операций будут делать программы-роботы [7], 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 Нуралиева Б.Г. – 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. Видоизменится также и Росстат. Расчет будут делать также программы-роботы.

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

Поскольку многие под цифровой платформой понимают площадку для цифрового взаимодействия в сфере бизнес-деятельности, то такое широкое понятие ведет к большим вариациям его трактовки в научном сообществе. Например, в растениеводстве некоторые исследователи пишут о ЦП выращивания некоторой культуры в заданном регионе на конкретной геоинформационной системе. В таком случае их окажется около 5 млн. шт. Этот принцип закладывается и в соответствующие предложения по ЦЭ АПК.

Чтобы не происходила подмена понятия цифровых платформ для управления экономикой цифровизацией существующих экономических отношений, нужны критерии создания этих платформ. Не найдя в литературе формализованного описания формирования ЦП, дадим такое описание на основе опыта разработки автоматизированной системы управления АПК «Кубань» [8], портала Россельхозакадемии, Федеральной базы научных исследований Минсельхоза и др. работ в области информатизации предприятий [9]. Для этого дадим собственное определение цифровой платформы.

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;

$y_{j_1, j_2, r} = 1$, если информация из 1-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;

$s_{j_1, j_2, r} = 1$, если r -й тип связи используется для передачи 1-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:

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

$x_{jk} \geq 1, j \in J_1, k \in K^4 \in K$, т.е. некоторые задачи из множества K должны быть обязательно решены в некоторых узлах $j \in J_1$;

Условия передачи информации из узла j_1 в узел j_2 :

$$\sum_r y_{j_1, j_2, r} = \sum_k a_{kj_1} x_{j_2, k}, \quad j_1 \neq j_2.$$

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 ;

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

Ограничение на загрузку оборудования:

$$\sum_{jk} d_{mjk} x_{jk} \leq M_m.$$

Ограничения на каналы связи:

$$\sum_{l, k} y_{j_1, j_2, r} f_{klj_2}^e \leq G_r^e s_{j_1, j_2, r}$$

Финансовые ограничения на инвестиции:

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

Критерий эффективности:

$$\sum_{j, k} c_j^1 x_{jk} + \sum_{j_1, j_2, r} c_{j_1, j_2, r}^2 s_{j_1, j_2, r} + \sum_{j_1, j_2, r} c_{j_1, j_2, r}^3 f_{klj_2}^e y_{j_1, j_2, r} + \sum_{m, j, k} c_{mjk}^4 d_{mjk} x_{jk} + \sum c_k^5 x_{jk} \rightarrow \min$$

Представленная в работе модель позволяет в пределах выделенных финансовых ресурсов распределяет информационные средства и решаемые задачи по узлам управления (дата-центрам, ЦЦ), 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 [10]. При априори заданном количестве (кластеров) ЦП в [11] 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 [12]. 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 [13, 14].

Используя один из представленных методов, кластеризацию ЦП в каждом дата-центре можно провести на основании так называемой матрицы семантической смежности на полученных значениях f_{kij}^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.

4 Базовые цифровые платформы

Конечно, рассчитать и сформировать цифровые платформы на основе указанной выше модели с достаточной степенью точности – довольно сложная задача. Для этого пришлось бы сначала проделать громадную работу по онтологическому моделированию всей деятельности в стране с созданием единых информационных классификаторов (реестров) всех ресурсов в экономике (оборудование, технические средства, материалы, людские ресурсы, земельные и природные ресурсы, здания, транспортные магистрали и т.д.). Тем не менее, на основе существующего положения дел в экономике и анализе так называемых референтных моделей деятельности различных отраслей народного хозяйства [9] можно выделить две базовые ЦП, включенные в Единое информационное Интернет-пространство цифрового взаимодействия (ЕИИП). ЕИИП интегрирует единую платформу цифрового взаимодействия страны и единое информационное Интернет-пространство научно-образовательных ресурсов (ЕИИПНОР).

Цифровая платформа страны, в свою очередь, представляет из себя интеграцию в единой облачной БД информации 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 [15].

Такая цифровая платформа позволит разработать типовые информационно-управляющие системы (ИУС), а также типовые сайты с уменьшением затрат на ЦЭ отраслей в десятки-сотни раз.

Первичная учетная информация может быть сформирована в виде универсальной структуры (кортежа): вид операции, объект операции, место проведения, кто проводил, дата, интервал времени, задействованные средства труда, объем операции, вид потребленного ресурса, объем потребленного ресурса.

ЕИИПНОР [16, 17] представляет интеграцию в единой базе данных в некотором облаке информации о разработках, публикациях, консультационной деятельности, нормативно-правовой информации, дистанционном обучении, пакетах прикладных программ, базах данных, разработанных НИУ РАН, ВУЗах, предприятиями и другими организациями, имеющими эти семь видов представлений научных знаний. Анализ сайтов ВУЗов и НИУ показал, что данная информация в том или ином виде представлена на этих сайтах. Указанные виды представления научных знаний наиболее востребованы в экономике.

Референтная модель – это модель эффективного бизнес-процесса, созданная для предприятия конкретной отрасли, внедренная на практике и предназначенная для использования при разработке/реорганизации бизнес-процессов на других предприятиях. По сути, референтные модели представляют собой эталонные схемы организации бизнеса, разработанные для конкретных бизнес-процессов на основе реального опыта внедрения в различных компаниях по всему миру. Они включают в себя проверенные на практике процедуры и методы организации управления [9].

Отсутствие интеграции ЦП ЕИИП и ЕИИПНОР, их обособленность объясняется особенностью нашей экономики. Эту особенность выразил просто Жорес Алферов: «Главная проблема российской науки — её невостребованность экономикой и обществом» [18]. В годы перестройки была разрушена система доведения знаний до товаропроизводителя, которая так и не была восстановлена до сих пор. Поэтому в производственных ИС научно-образовательные информационные ресурсы почти отсутствуют. Поэтому в настоящее время обе ЦП живут по своим законам, почти не пересекаясь.

Представленная модель является развитием модели синтеза оптимальных информационных систем для сельскохозяйственных предприятий [19]. 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. Благодаря применению данной технологии повышалось качество и надежность ИС. Реальные расчеты показали, что экономия средств на информатизацию среднего по размерам хозяйства составляли около 40%.

Модель позволяет в пределах выделенных финансовых ресурсов определить наиболее рациональную структуру ИУС, распределяет информационные средства, и решаемые задачи по узлам управления, определяет при необходимости инвестиции в телекоммуникационные средства с оптимизацией информационных потоков и логических структур распределенных баз данных. В современных условиях данный процесс можно было бы назвать формированием оптимальных цифровых платформ в конкретном хозяйстве. Как видно, ЦП в

сельском хозяйстве при таком подходе огромное количество. Только в растениеводстве порядка 5 млн.

Появление Интернет существенно изменяет технологию проектирования ИУС. Включая в модель синтеза в качестве канала связи Интернет и проводя онтологическое моделирование предметной области получаем следующие результаты с далеко идущими последствиями. Вся первичная учетная информация сформирована в виде универсальной структуры (рис. 1): **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. Более того, учитывая современные возможности облачного хранения информации, например, у провайдера на основе мощных СУБД, первичная учетная информация всех предприятий может храниться в данной ЕБД первичного учета (ЕБДПУ) в виде указанного кортежа, интегрированная как между собой, так и с единой системой классификаторов, справочников, нормативов.

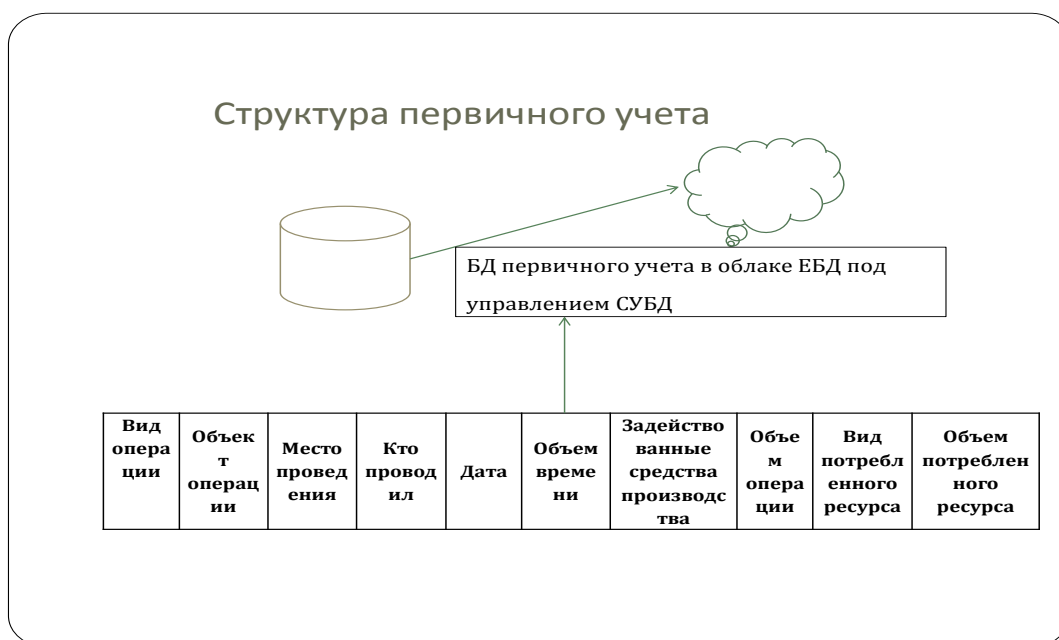


Рисунок 1 Универсальная структура первичного учета

Аналогичным образом, проведя интеграцию на основе онтологического моделирования технологических БД в растениеводстве, животноводстве, механизации и т.д. получим типовые логические структуры технологических БД, которые также могут храниться в единой БД технологического учета (ЕБДТУ) всех предприятий под управлением СУБД (рис. 2).

Например, в [20] приведена укрупненная концептуальная информационная модель растениеводства на основе онтологического моделирования информационных ресурсов в растениеводстве, общая для всех растениеводческих предприятий России.

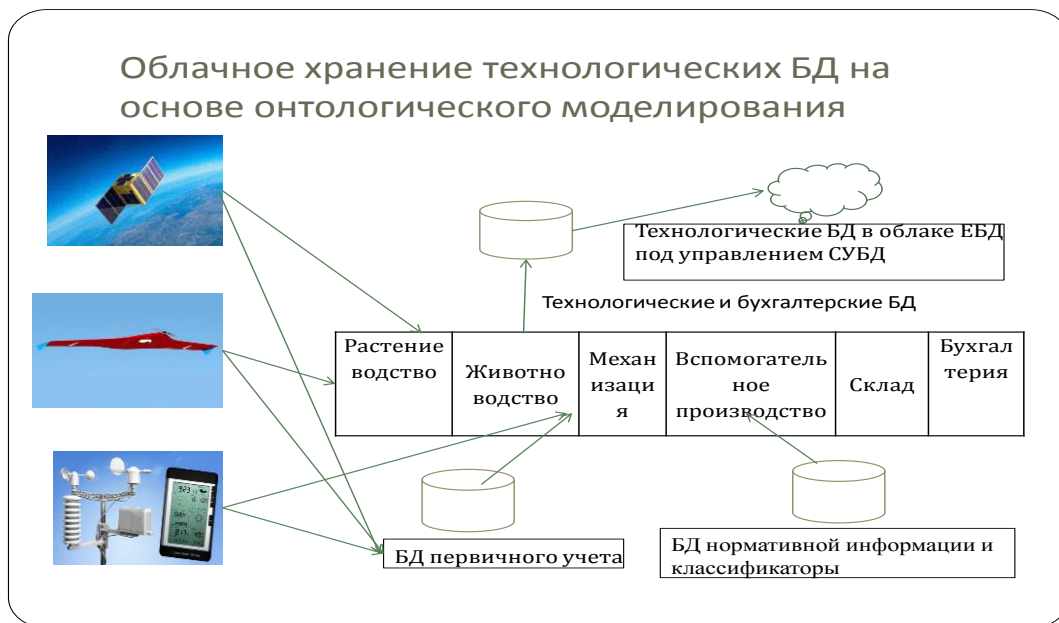


Рисунок 2 Облачное хранение технологических БД

При этом ЕБДПУ и ЕБДТУ могут заполняться учетчиком с любого мобильного устройства. Часть полей ЕБДПУ заполняется автоматически информацией с различных датчиков и приборов, размещаемых как стационарно, так и на различных летательных устройствах. По аналогичной схеме была проведена интеграция знаний различных агропромышленных технологий в животноводстве и других отраслях.

Таким образом, с размещением ЕБДПУ и ЕБДТУ всех предприятий также в некотором “облаке”, например, у провайдера, имеющего мощную систему управления базами данных (СУБД), будут устранены все барьеры для проектирования, разработки типовых информационно-управляющих систем (ИУС), а также типовых сайтов сельскохозяйственных предприятий (рис.3), размещаемых также в единой БД (ЕБДСХП). Это и есть ЦП АПК.

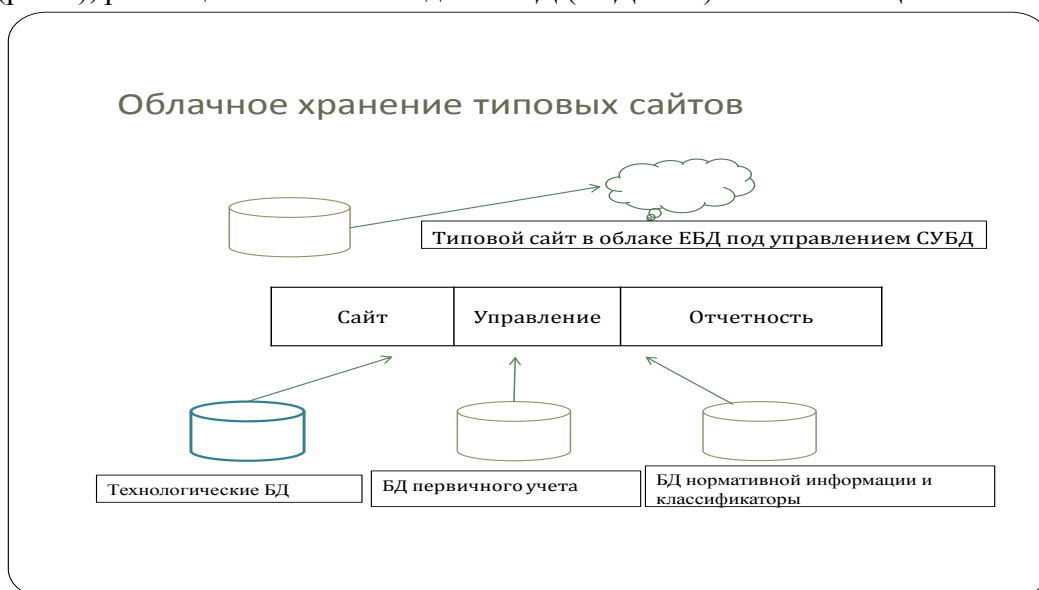


Рисунок 3 Облачное хранение типовых сайтов

В [21] приведено сравнение референтных моделей деятельности различных отраслей экономики страны, из которого был сделан вывод, что вся первичная учетная информация всех отраслей может быть сформирована в виде универсальной структуры, показанной на рис.1. В современном мире большинство отраслей все более тесно информационно взаимодействуют, а учитывая современные возможности облачного хранения информации на основе мощных систем управления БД (СУБД), первичная учетная информация предприятий всех отраслей может храниться в единой облачной БД (ЕБДПУ) в виде указанного кортежа.

Аналогичным образом, проведя интеграцию на основе онтологического моделирования технологических БД в различных отраслях, получим типовые логические структуры технологических БД, которые также могут храниться в единой БД технологического учета (ЕБДТУ) всех предприятий под управлением СУБД.

Рассмотренная выше цифровая платформа отражает реализацию идей А.И. Китова и В.М. Глушкова об Общегосударственной автоматизированной системе сбора и обработки информации для учета, планирования и управления народным хозяйством в СССР (ОГАС) [20].

Заключение

Особенности построения цифровой экономики страны, состояние реальной экономики, отстранение науки от участия в формировании и выполнении Программы, отказ от идей А.И. Китова и В.М. Глушкова об ОГАС предполагают долгий и мучительный процесс формирования и интеграции различных отраслевых цифровых платформ в единую цифровую платформу страны. Этому способствует и фрагментарность, неполнота мероприятий. Например, не упоминаются информационные технологии, объединяющие научные и образовательные информационные ресурсы с единых позиций, отражающие взаимосвязь между наукой и образованием, которая может выполнить функции стимула прогресса, как научного, так и образовательного. Не упоминается и процесс интеграции научных и образовательных информационных ресурсов в систему управления экономикой.

Поэтому необходимо на современном этапе развития цифровизации страны попытаться избежать печальной участи остаться в эпохе позадачного подхода при выполнении Программы цифровой экономики и выработать предложения по реализации ее в условиях новых возможностей ИКТ на основе научного подхода с позиций системного анализа, исследования операций.

Литература

1. Агеев А.И. *Насколько Россия подготовлена к вызовам XXI века. НГ-ЭНЕРГИЯ от 16.01.2019.*
2. А.В. Кешелава В.Г. Буданов, В.Ю. Румянцев и др. *Введение в «Цифровую» экономику (На пороге «цифрового будущего». Книга первая).* – М.: ВНИИГеоСИСТЕМ, 2017. 28 с.
3. *Платформенный подход Intel [Электронный ресурс].* – Режим доступа: <http://www.bytemag.ru/articles/detail.php?ID=8655> – Дата доступа: 15.03.2018.
4. *Европейская комиссия [Электронный ресурс] / Цифровая экономика.* – Режим доступа: <https://ec.europa.eu/growth/sectors/digital-economy/> – Дата доступа: 28.12.2017.
5. *Paychecks, Paydays, and the Online Platform Economy. Big Data on Income Volatility// JPMorgan Chase & Co.* – 2016. № 1. – 44 p.
6. Месропян В. *Цифровые платформы – новая рыночная власть [Электронный ресурс].* – Режим доступа: <https://www.econ.msu.ru/sys/raw.php?o=46781&p=attachment/> (дата обращения: 29.01.2019).
7. Ерешко Ф.И., Меденников В.И. *Перспективы развития технологий ИС при научно-обоснованном формировании цифровой платформы страны.* // Сборник научных трудов XIX научно-практической конференции "Использование технологий «ИС» в образовании и их применение для развития кадрового потенциала цифровой экономики". Казань: Инфо-СИСТЕМ. 2019 г. т.2. С.298-301.
8. Ерешко Ф.И., Меденников В.И., Сальников С.Г. *Интернет-технологии в экономике знаний // Материалы Девятой международной конференции "Управление развитием крупномасштабных систем". М.: Доклады ИПУ РАН. 2016 г. т.1. С.178-182.*
9. Гайдаш К.А., Меденников В.И. *Интеграция референтных моделей знаний различных отраслей. Материалы Международной научной конференции Математическое моделирование и информационные*

- технологии в инженерных и бизнес-приложениях”. Воронеж, 3–6 сентября 2018 г. С. 27-36.
10. Дж. Мартин. Планирование развития автоматизированных систем. М.: Финансы и статистика, 1984.
 11. Кульба В.В., Микрин Е.А., Павлов Б.В., Платонов В.Н. Теоретические основы проектирования информационно-управляющих систем космических аппаратов. М.: Наука, 2006.
 12. Afifi A. H., Clark V. *Computer Aided Multivariate Analysis*. London: Chapman & Hall, 1996. – 412p.
 13. Белоусов А. И., Ткачев С. Б. *Дискретная математика*. — М.: МГТУ, 2006. — 744 с.
 14. Joseph. B. Kruskal. *On the Shortest Spanning Subtree of a Graph and the Traveling Salesman Problem*. // *Proc. AMS*. 1956. Vol 7, No. 1. С. 48-50.
 15. Ерешко Ф.И., Кульба В.В., Меденников В.И. Интеграция цифровой платформы АПК с цифровыми платформами смежных отраслей // *АПК: экономика, управление*. – 2018. – №10, С. 34-46.
 16. Меденников В.И., Горбачев М.И., Сальников С.Г. Анализ влияния научно-образовательных ресурсов на социально-экономическое положение регионов // *Информатизация образования и науки*. – 2018. – № 1(37). С. 154-171.
 17. Зацаринный А.А., Шабанов А.П. Системные аспекты технологии управления научными и образовательными сервисами// *Открытое образование*. 2017. Т.21, №2. с.88-96.
 18. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://philologist.livejournal.com/9823359.html> / (дата обращения: 29.01.2019).
 19. Меденников В.И. Теоретические аспекты синтеза структур компьютерного управления агропромышленным производством. // *Аграрная наука*, 1993, N 2.
 20. Меденников В.И. Единое информационное Интернет-пространство АПК на основе идей А.И. Китова и В.М. Глушкова об ОГАС. // *Цифровая экономика*, 2018, №1., С. 38-49.
 21. Меденников В.И. Принципы формирования единой цифровой платформы страны. // *Цифровая экономика*, 2018, №4., С. 31-37.