

## 1.5. КОМПЛЕМЕНТАРНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ НАУКИ И БИЗНЕСА – НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ УСПЕШНОСТИ ЦИФРОВИЗАЦИИ АГРАРНОЙ ЭКОНОМИКИ

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

*В работе рассматриваются необходимые комплементарные изменения в цифровизации сельского хозяйства на основе теории комплементарности Миллера и Робертса для осуществления эффективности такого процесса. Исходя из ретроспективы этапов компьютеризации, электронизации, информатизации, а также тенденций и принципов цифровой трансформации отрасли в мире и России проанализировано состояние основных активов, участвующих в агропромышленном производстве в настоящее время, рассмотрены проблемы нахождения условий комплексного, системного сочетания этих ресурсов, способных обеспечить более высокую эффективность аграрного производства. Дополнительно к комплементарным активам, рассмотренным Миллером и Робертсом, в работе анализируется еще один комплементарный актив, актуальный в России – научно-образовательный, играющий значительную роль в цифровой трансформации развитых стран, но не учитываемый в Программе цифровой экономики России. Предложенный актив обосновывается идеями выдающихся советских ученых А.И. Китова и В.М. Глушкова об Общегосударственной автоматизированной системе сбора и обработки информации для учета, планирования и управления народным хозяйством.*

### Введение

Цифровизация экономики в настоящее время вынуждает все большее количество стран признавать ее в качестве фактора стратегического приоритета их развития для более эффективного взаимодействия государства, бизнеса и населения. Данный процесс с приобретением положительного опыта цифровой трансформации стран становится все более масштабным и динамичным. Цифровизация экономики существенно затронула и сельское хозяйство, постепенно превращая его в индустриальное производство. При этом существенное совершенствование и удешевление информационно-коммуникационных технологий, электронно-оптической съемочной аппаратуры, микроэлектроники, умных механизмов и сельскохозяйственных машин, формирование глобальных систем позиционирования значительно расширили круг решаемых задач в интересах многих отраслей, как в производстве, в науке, так и в управлении.

Например, давно известно, что растениеводство тесно связано с другими науками: физикой, химией, ботаникой, физиологией растений, геологией, почвоведением, метеорологией, земледелием, агрохимией, сельскохозяйственной мелиорацией, селекцией и семеноводством, энтомологией, фитопатологией, механизацией, экономикой, организацией и планированием сельскохозяйственного производства. Однако только сейчас эти дисциплины начинают активно проникать через научные исследования в агропромышленное производство. Если в недалеком прошлом были исследованы закономерности влияния на развитие растений в основном лишь азота, фосфора и калия, то в данный момент к ним присоединяются и другие питательные вещества: кальций, магний, сера, хлор, медь, марганец, железо, бор, молибден, цинк, углерод, водород, кислород и др. К тому же делаются попытки обнаружить закономерности получения питательных веществ не только в виде удобрений, но и за счет симбиоза высших растений с бактериями, симбиоза высших растений с грибами, обеспечения растением своих потребностей в питательных веществах за счет других организмов, самостоятельного обеспечения растением своих потребностей в питательных веществах. Также возникла возможность исследовать мобилизацию или иммобилизацию отдельных питательных веществ в почве за счет управления химическими, физико-химическими и микробиологическими процессами, биологическими свойствами самого растения, динамикой поглощения отдельных катионов и анионов в процессе вегетации. Это видно по проводимым конференциям в России, например, на международном форуме «Биотехнологии, геномные исследования и цифровизация в растениеводстве», который состоялся 14-16 августа 2019г., были подняты проблемы:

- геномика растений, биоинформатика, бионанотехнологии, развитие цифровых технологий;
- современные биотехнологические методы в селекции, генетическая инженерия и геномное редактирование растений;
- создание коллекций растений *in vitro*, *in vivo* и *ex situ* для формирования генетических банков ценных видов, сортов и форм;
- клональное микроразмножение растений: теоретические и прикладные аспекты, проблемы генетической и фенотипической стабильности;
- культура клеток и тканей высших растений *in vitro*;
- регуляция морфогенеза, действие абиотических факторов на процессы развития растений.

Широкий охват новых методов исследований происходит и в животноводстве, например, биотехнологические методы в селекции, генетической инженерии и геномном редактировании животных. Наиболее активно и более всесторонне исследования в этой сфере осуществляются в развитых странах Запада. Практические результаты лабораторных исследований влекут за собой и появление новых либо трансформацию действующих систем машин, технологий производства и организацию работ.

След за развитыми странами и в нашей стране в ряде предприятий начали внедрять отдельные новые цифровые технологии, например, дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и основанные на данных ДЗЗ технологии точного земледелия (ТЧЗ). Однако, некомплексный, бессистемный характер такого внедрения на фоне традиционного консерватизма сельского хозяйства, зачастую, не приводит к обещанным экономическим выгодам. Поскольку в настоящее время цифровые технологии становятся одним из ведущих затратных ресурсов наравне с материальными, финансовыми, человеческими, то остро стоит проблема нахождения условий комплексного, системного сочетания этих ресурсов, способных обеспечить более высокую эффективность аграрного производства в условиях динамично меняющихся аппаратных, программных, информационных средств, технологий ДЗЗ и ТЧЗ.

Ответ был дан Милгромом и Робертсом в работе (Milgrom, 1990), где утверждается, что экономическая эффективность ИКТ в фирме обусловлена не только и не столько самими инвестициями в ИКТ, сколько так называемыми комплементарными изменениями, обусловленными ЦТ. Комплементарными активами они называют те из них, которые необходимо развивать вместе. Только скоординированные изменения во всех производственных факторах позволят предприятию достичь максимума прибыли. Эту гипотезу впоследствии подтвердили в своих исследованиях другие авторы (Brynjolfsson, 2002).

Поэтому в данной работе рассмотрим условия, проблемы и процесс комплементарных изменений в факторах сельскохозяйственного производства России с целью определения их набора для увеличения конкурентоспособности и максимизации прибыли предприятий.

#### **Комплементарные активы в эпоху цифровой экономики**

В результате исследований, проведенных на основе теории комплементарности компанией Economist Intelligence Unit в 2003г., были сформулированы очень важные для России выводы относительно влияния ИКТ на производительность и экономический рост (Акаев, 2017).

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 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 внедрения ИКТ либо отсутствует, либо вообще может оказаться отрицательным.

Одно из значимых исследований в этом направлении было проведено также Тимоти Бреснааном и Шейном Гринстейном (Акаев, 2017). 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 работе (Brynjolfsson, 2002) найдено доказательство того, что сочетание ИКТ и определенных организационных практик создаёт 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 (Зябриков, 2020). 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%.

### **Тенденции цифровой трансформации сельского хозяйства в развитых странах**

Поскольку Великобритания поставила перед собой амбициозную цель «создавать новые цифровые технологии, в том числе в сельском хозяйстве и экспортировать их по всему миру» в соответствии со Стратегией «Промышленная Стратегия: строительство Великобритании для будущего», то на примере Великобритании в разделе рассмотрим тенденции цифровой трансформации отрасли. Стратегия была принята в 2018г., в ней на 254 страницах изложены планы правительства по модернизации и внедрению ИТ во все отрасли экономики. В отношении перспектив развития с/х отрасли на страницах Стратегии говорится: «Правительство намерено «переместить» сельское хозяйство на позицию высокоэффективного и высокоиндустриального сектора экономики» (Медеников, 2020).

Внедрение новых информационных технологий (ИТ), в том числе цифровизации, в сельское хозяйство, как заявляют британские специалисты, позволяет оптимизировать деятельность всех занятых в отрасли, обеспечивает рост продуктивности полей и ферм, а также снижает затраты на производство единицы продукции. Внедрение ИТ позволяет владельцам ферм своевременно принимать верные решения по таким вопросам, как обработка почвы, посев, внесение удобрений, применение средств защиты и т.п., что создает условия для экономического роста растениеводческих и животноводческих ферм.

С этой целью в стране создана и финансируется государственная программа «Трансформация производства продовольствия: от с/х фермы до тарелки» (Transforming food production: from farm to fork), реализация которой «...позволит переместить сельское хозяйство страны на самые передовые позиции в мире». Планируется заменить Единую с/х политику Евросоюза (ЕСХП) и виды поддержки фермеров, осуществляемые в рамках ЕСХП, на более совершенные, стимулирующие рост инвестиций в отрасль, в том числе направленных на внедрение и развитие ИТ. Согласно Большому вниманию в Великобритании уделяется созданию и финансированию Центров инновационных разработок, которые рассматриваются, как новая модель сотрудничества между правительством, с одной стороны, и сельскохозяйственной наукой, с другой стороны. В задачи Центров инновационных разработок входят:

- создание инновационных разработок по запросам реального с/х сектора;
- внедрение инновационных разработок в практическое земледелие и животноводство;
- поиск новых подходов в решении вызовов современного сельского хозяйства;
- создание и внедрение новых цифровых моделей, гарантирующих трансформацию традиционных с/х технологий в инновационные.

Ожидается, что в течение ближайших 10 лет внедрение ИТ на полях и фермах страны будет расти в геометрической прогрессии.

Так, Центр Инноваций «Агриметрикс» (Agrimetrics) является первым в своем роде Инновационным Центром, открытым в Великобритании в 2015 г. Его деятельность ориентирована на создание и внедрение на фермах страны информационных технологий и систем, обеспечивающих устойчивое развитие отрасли. «Agrimetrics» в своей работе использует научные разработки и методы, в том числе моделирующие «построение и устойчивое развитие высокоэффективных и устойчивых систем производства с/х продукции». «Agrimetrics» поддерживает развитие инновационных бизнес-проектов, ориентированных на создание современных с/х технологий и разработок, востребованных как на национальном, так и на мировом рынках.

Принимая во внимание перспективность ИТ, британское правительство выделило 90 млн фунтов стерлингов на строительство и техническое оснащение Центра Инноваций в животноводстве (CIEL), который создается с целью разработки и внедрения цифровых технологий в животноводческую отрасль. Девиз работы специалистов CIEL: «От клетки к высокопродуктивному организму». CIEL имеет прямые научные связи с 12-ю НИИ мирового уровня, что позволяет ему обеспечить разработку востребованных производством высокотехнологичных ИТ, провести их испытание на животноводческих фермах, а также внедрить инновации в реальное производство. CIEL пользуется финансовой поддержкой, оказываемой ему со стороны правительства Великобритании, поступающей в виде грантов, а также средствами от частных компаний и граждан. Британский Совет по исследованиям в области биотехнологии и биологическим наукам (the Biotechnology and Biological Sciences Research Council – BBSRC) выделил 3,2 млн фунтов (около 4,2 долларов США) на исследования по 10 проектам в растениеводстве и животноводстве.

Большую роль в применении ИТ-технологий в сельском хозяйстве, по утверждению британских специалистов, сыграла программа «Коперник» (Copernicus), созданная Европейским Космическим Агентством, стоимость разработки и внедрения которой оценивают в 270 млн евро. 3 апреля 2014 г., в рамках реализации программы «Коперник», на околоземную орбиту был выведен искусственный спутник «Сентинел-1». В рамках программы «Коперник» была создана и продолжает «наполняться» интерактивная цифровая карта с/х угодий (ИЦК).

Для более эффективного использования потенциала ИТ в АПК правительство страны приняло решение о создании специализированной платформы (сайта) по сбору, обработке и хранению «Больших

Данных» сельскохозяйственной направленности. «Большие Данные» эффективно обрабатываются существующими программными инструментами и служат для решения большого количества задач, в том числе в области использования машин с искусственным интеллектом (Artificial Intelligence) на полях и фермах страны. В настоящее время платформа по хранению «Больших Данных» активно используется британскими фермерами для получения нужной информации непосредственно в полях, в кабине трактора и на с/х ферме в режиме реального времени. Британская с/х платформа «Больших Данных» находится в свободном доступе и включает в себя обширную информацию по метеорологии, удобрениям, свойствам почв, сортам и гибридам с/х культур, показателям урожайности, параметрам животных, способам и средствам ухода за ними и т.д. Агропромышленные компании, перерабатывающие предприятия и торговые сети также используют информации платформы «Больших Данных» в своих практических целях, при этом они активно размещают на ней информацию о своих компаниях, об оказываемых ими услугах, продаваемых/закупаемых товарах и тем самым продвигают свою продукцию на рынок и осуществляют поиск потенциальных партнеров по бизнесу.

В результате интеграции научных разработок под контролем сотрудников британского университета Харпера Адамса в 2018г. впервые в мире на площади 1 га выращен сорт озимой пшеницы без участия человека. Все операции по обработке опытного участка, посеву, уходу за посевами и обмолоту озимой пшеницы были проведены роботизированными самоходными машинами и механизмами с урожайностью зерна около 70 ц/га. Специальные роботизированные самоходные машины внесли полный комплекс минеральных удобрений на опытном поле, провели обработку почвы и посев семян, а также осуществили защиту растений пшеницы от вредителей и болезней. Ученые университета добились того, что самоходные машины и механизмы двигались по полю согласно запланированной схеме перемещения, при этом их отклонение от «плановых» линий движения не превышало 5 см. Также отмечается, что вариабельность глубины посева семян культуры, при закладке опыта осенью 2017г., не превышала 0,35 %, в то время, как данный показатель в аналогичном опыте годом ранее был намного выше и составлял 2,5 %.

Стоит отметить, что правительство не только финансирует научные исследования, но и стимулирует инновационную деятельность фермеров. Так, Министерство окружающей среды, продовольствия и сельского хозяйства Великобритании (ДЕФРА) выделило 15 млн фунтов стерлингов на поддержку внедрения инновационных технологий и разработок на фермах страны в рамках государственной программы «Малые гранты для развития продуктивности полей и ферм». Данные средства фермеры могут использовать для закупки и установки на фермах механизмов и оборудования, программных средств, входящих в перечень «инновационных механизмов и технологий».

Аналогично в Германии для поиска и отработки наиболее пригодных технологий точного земледелия (ТЧЗ) на базе ДЗЗ сформирован междисциплинарный проект «Preagro», финансируемый Министерством образования и науки, в соответствии с согласованной концепцией ТЧЗ. С учетом комплексного подхода для выполнения проекта было проведено соответствующее техническое и программное оснащение сельскохозяйственной техники. Проект задуман с целью разработки прецизионных технологий в растениеводстве с учетом микроусловий участков полей размером 20 на 20 метров с использованием данных ДЗЗ. К проекту с целью повышения экономической эффективности новых агротехнологий привлечено несколько промышленных, научных и финансовых предприятий для обеспечения его необходимыми средствами и ресурсами. По прогнозам, в результате эксперимента ожидается увеличение урожайности культур до 30% и экономия всех ресурсов в размере 100-150 евро/га. Поскольку большинство фермеров в Германии хорошо оснащены передовой сельскохозяйственной и вычислительной техникой, то исследования и различные эксперименты предназначены для скорейшего внедрения отработанных цифровых технологий дифференцированного внесения химикатов, в частности, удобрений с учетом характеристик небольших участков посевов с использованием всего арсенала данных ДЗЗ, ТЧЗ, GPS, ГИС - технологий. Большинство фермерских хозяйств Германии имеют передовую сельскохозяйственных технику, вычислительную технику, дающую возможность доступа к базам данных почвенных карт, цифровым данным и снимкам ДЗЗ. Проблем с широким распространением отработанных технологий по всей Германии не должно возникнуть, поскольку, как уже отмечалось, хозяйства хорошо оснащены и вычислительной техникой, позволяющей обращаться к базам данных различных цифровых сервисов (почвенные карты, снимки ДЗЗ и пр), также эффективно функционирует сервисная и информационно-консультационная служба для оказания помощи в по внедрению отработанных агротехнологий, по забору и анализу образцов почвы, картированию полей, по приобретению необходимого оборудования ТЧЗ.



Рисунок 1. Комплементарные связи в цифровой трансформации сельскохозяйственных предприятий

Китай также начал проводить первые эксперименты по использованию технологий ТЧЗ возле Шанхая. Целью также является отработка технологий сбалансированного питания посевов до индустриализации их. В экспериментах на 460 участках использованы до 11 типов питательных элементов. Первые результаты показывают, что урожайность арбузов повысилась в диапазоне с 14

до 27%, а сахаристость арбузов выросла в три раза, урожай риса вырос на 9-13% и пшеницы на 18% (Бутрова, 2019). Исходя из вышеприведенного, комплементарные связи в цифровой трансформации сельскохозяйственных предприятий можно изобразить в виде рис. 1.

Анализ данного опыта, а также множества других экспериментов применения ТЧЗ в мире, с одной стороны, показывает, что цифровые технологии позволяют решить множество различных задач по выращиванию растений и животных, но их применение требует привлечения значительного объема дополнительной информации, как накопленной в течение длительного времени, так и оперативной с соответствующей интеграцией ее с датчиками, оборудованием и исполнительными механизмами, устанавливаемыми на сельскохозяйственную технику. В этой ситуации центры инновационных разработок вынуждены брать на себя роль интегратора информационных ресурсов (ИР) и информационных систем (ИС), используемых наукой, роль в некотором смысле генерального конструктора системы с онтологическим моделированием предметных областей. Тогда взаимоотношения научных организаций, инновационных центров и ферм можно представить в виде схемы на рис. 2. При этом инновационные центры могут придерживаться отличных друг от друга цифровых стандартов на ИР, приложения (решаемые задачи в ИС) и общесистемное программное обеспечение.

## Рисунок 2. Схема взаимоотношений научных организаций, инновационных центров и ферм

С другой стороны, на основе анализа опыта цифровой трансформации сельского хозяйства в мире можно выделить основные тенденции и принципы цифровой трансформации отрасли, которые можно свести к следующим (Медеников, 2020):

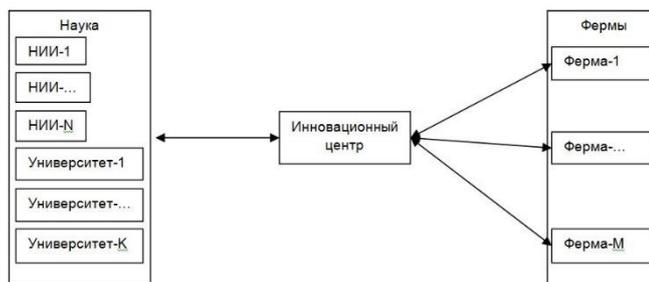
- создание системы управления информацией, т.е. сбора, обработки, хранения и распространения необходимых данных в форме, адаптированной к повседневной эксплуатации хозяйства, на основе повсеместной интеграции разрозненных данных в единую систему,
- прецизионное сельское хозяйство, т.е. выверенное по времени и месту управление процессом производства, что улучшает его экономические характеристики, оптимизирует внесение удобрений и пестицидов и, как следствие, снижает нагрузку на окружающую среду,
- использование систем спутниковой навигации, снимков полей, получаемых с помощью дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), позволяющих создать картотеку данных об особенностях почвы, урожайности культур, влажности, содержании азота и т.п.,
- активное внедрение систем автоматизации и роботов на всех уровнях ведения сельскохозяйственных работ,
- пересмотр идеологии, технологии и организации управления предприятиями, оформленных в виде стандартов, в результате сращения информационных технологий и технологий управления людьми,
- подготовка профессиональных кадров.

Как видно, современное аграрное производство сильно отличается от того, которое было еще полвека назад. Предприятия используют не только новейшие технологические достижения, но и новые организационные формы. Серьезные изменения произошли как в самом производстве, так и в стратегиях и политиках управления персоналом.

### Состояние комплементарных изменений в цифровой трансформации сельского хозяйства в России

В цифровизации в развитых странах Запады сейчас видится основной путь повышения эффективности и качества продукции сельского хозяйства на фоне исчерпания традиционных факторов повышения эффективности (без элементов цифровизации), к которым можно отнести: выведение более продуктивных сортов растений, изобретение более энергоэффективной техники, создание оптимальной агротехнологической системы ведения сельского хозяйства, появление эффективных средств защиты и кормления растений. При этом ведущей цифровой технологией является ТЧЗ, которая приведет к такому росту урожайности, к какому не приводило появление тракторов, химических удобрений, пестицидов, гербицидов и генномодифицированных семян и растений.

В силу же недоиспользования таких традиционных факторов повышения (без элементов цифровизации) эффективности выращивания сельскохозяйственной продукции в России, указанных выше, а также высокой стоимости, сложности в освоении высокотехнологических средств цифровых технологий следует признать, что для большинства хозяйств в стране отсутствует «социальный заказ» на них. Поэтому начать использовать цифровые системы и технологии в комплексе могут лишь немногие отечественные предприятия. Поскольку внедрение цифровых технологий (ЦТ) зачастую происходит методом



проб и ошибок при постоянном совершенствовании их средств, как технических, так и программных, то данный этап носит, в значительной степени, экспериментальный характер. Нет устоявшихся тенденций. Такая быстрая смена технологий, методов и средств применения ЦТ вступает в противоречие с консерватизмом производственных процессов в сельском хозяйстве. Так, в растениеводстве только один цикл некоторых севооборотов занимает свыше 10 лет. Соответственно, при быстрой смене ЦТ невозможно оценить эффективность их применения.

По этой причине, усиленной «экспериментальным» характером ЦЭ в АПК, во время совещания Путина В.В. 25.05.2020 по проблемам сельского хозяйства не прозвучало даже упоминание о цифровизации отрасли.

Первые опыты применения ЦТ в стране показывают на их некомплексное, бессистемное применение, отсутствие на уровне Минсельхоза попыток интеграции разрозненных данных в единую систему, что удивительно на фоне попыток повторить западный опыт. Как следствие, базы данных (БД) хозяйств наполняются гетерогенной информацией. Отсутствие понимания Минсельхозом необходимости интеграции как информационных ресурсов (ИР), так и информационных систем (ИС) предприятий АПК, приводит к расточительному использованию и так ограниченных ресурсов. В результате появляются работы, в которых утверждается, что «попытки решения управленческих задач за счет ЭВМ приводили к огромным затратам труда и средств, и все это кануло в «лету», информатизация сельского хозяйства принесла только вред и никакого эффекта в ВВП страны не принесла» (Ушачев, 2013).

Сельское хозяйство, как и почти все отрасли страны, включается в процесс цифровой трансформации при всеобщем технологическом отставании и технологической зависимости от развитых стран Запада. Так, существующий парк сельхозтехники в России является устаревшим: по расчетам исследователей до 70% техники изношено физически, а доля морально устаревшей техники превышает 90% (Состояние, 2020). По данным Министерства промышленности и торговли РФ в России насчитывается 85% тракторов, 58% зерноуборочных комбайнов и 41% кормоуборочных комбайнов старше 10 лет, т.е. работающих с истекшими сроками эксплуатации. По этой причине ежегодные потери, к примеру, зерна достигают 15 млн т, мяса – свыше 1 млн т, молока – около 7 млн т. и т.д. (Состояние, 2020). Потери столь существенны, что у большинства хозяйств выбор будет однозначным между новым белорусским трактором стоимостью от 800000 до 1200000 рублей, пусть и непригодным к цифровизации, и, например, датчиком N-сенсор компании Yara (At.farm, 2020), предназначенного для прецизионного управления азотным питанием растений, который в Германии стоит 25000 евро, а в России доходит до 60000 евро, что сравнимо со стоимостью мощного трактора «Кировец». Переделка же имеющейся техники под дифференцированное внесение удобрений довольно сложна и дорога. Более эффективный выход видится в приобретении новой техники (Как начать, 2020).

С другой стороны, цифровая трансформация приводит к скачку технической сложности новых технологий, что требует другого уровня компетенций и исполнительской дисциплины, нежели имеющегося в настоящее время. Убыстряющийся технический прогресс приводит к отсутствию устоявшихся практик на фоне традиционного консерватизма в сельском хозяйстве, когда технологии проверялись годами, десятилетиями. В этой ситуации при почти ежедневных сообщениях о появлении все более совершенных технологий становится наиболее рациональной стратегия – подождать, тем более что нет достоверных данных об экономической эффективности всех новшеств.

Определяющим документом для ЦТ АПК, как и всей страны, является Программа цифровой экономики, а в ней нет места цифровизации управления экономикой. Такое прямолинейное понимание ЦЭ несет большую угрозу. Переход к ЦЭ требует осознания грядущих огромных изменений в технологиях как проектирования информационных систем (ИС), составляющих суть ЦЭ, так и в технологиях процессов управления общественным развитием. Как отмечают специалисты (Агеев, 2019), «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».

Вообще говоря, начинать цифровизацию сельского хозяйства нужно было с построения производственной функции его, которая в формализованном виде описывает влияние материальных факторов производства на его конечный результат. Построенная производственная функция позволит рационально использовать инвестиции в наиболее важные факторы повышения эффективности и качества продукции сельского хозяйства, в том числе, цифровые при соблюдении определенных ограничений, рассмотренных ниже.

Так, в экономике при производстве материальных товаров существуют, как уже упоминалось, строгие пропорции между активами и ресурсами, участвующими в процессе выпуска определенного качества и количества их. Такие пропорции обусловлены требованиями технологий, установленными на предприятии.

Производственная функция для конкретного региона и основных культур могла бы быть определена в виде функции Кобба-Дугласа, в которую инвестиции в сортовой состав растений, в сельскохозяйственную технику, в оптимальные агротехнологии, в человеческий капитал, в затраты на средства защиты и кормления растений, на цифровые технологии включены как отдельные факторы.

$$Y_{ij} = Y_{ij}^0 R_{ij}^{\alpha^1} K_{ij}^{\alpha^2} A_{ij}^{\alpha^3} L_{ij}^{\alpha^4} X_{ij}^{\alpha^5} C_{ij}^{\alpha^6},$$

Где  $Y_{ij}$  – валовый сбор  $j$ -й культуры в  $i$ -м регионе,  $R_{ij}$  – инвестиции в сельскохозяйственную технику для производства  $j$ -й культуры в  $i$ -м регионе,  $A_{ij}$  – инвестиции в оптимальные агротехнологии производства  $j$ -й культуры в  $i$ -м регионе,  $L_{ij}$  – человеческий капитал, занятый в производстве  $j$ -й культуры в  $i$ -м регионе,  $X_{ij}$  – инвестиции в новые средства защиты и кормления для производства  $j$ -й культуры в  $i$ -м регионе,  $C_{ij}$  – инвестиции в цифровые технологии при производстве  $j$ -й культуры в  $i$ -м регионе,  $Y_{ij}^0$  и  $\alpha$  – параметры модели,  $i = (1, 6)$ .

В России есть опыт масштабных исследований использования производственного потенциала в сельском хозяйстве. В 1987-1990 гг. совместным коллективом Украинского научно-исследовательского института экономики и организации сельского хозяйства им. А.Г. Шлихтера и Всесоюзного научно-исследовательского и проектно-технологического института кибернетики по заказу Госагропрома была разработана диалоговая система расчетов равнонапряженных планов государственных закупок сельскохозяйственными предприятиями на основе производственного потенциала хозяйств и эффективности его использования.

Данная система была предназначена для расчета равнонапряженных плановых заданий госзакупок по хозяйствам с учетом их специализации. Оценка производственного потенциала (ПП) осуществлялась на основе базисных производственных функций в виде степенной зависимости по шести факторам (модифицированная функция Кобба-Дугласа):

$$ПП = \alpha G^{\alpha^1} Z^{\alpha^2} B^{\alpha^3} T^{\alpha^4} F^{\alpha^5} L^{\alpha^6}$$

где  $G$  - объем используемой воды;  $Z$  - балльная оценка земли;  $B$  - количество планируемых поставок минеральных удобрений;  $T$  - количество среднегодовых работников;  $F$  - среднегодовая стоимость основных производственных фондов сельскохозяйственного назначения;  $L$  - количество кормов,  $\alpha$  и  $\alpha^i$  - параметры идентификации модели,  $i = (1, 6)$ .

Индексация осуществлялась по каждому типу специализации хозяйств на основе отчетных данных об их деятельности по временным рядам выпуска валовой продукции и производственных затрат перечисленных выше факторов производства. При этом предполагалось, что каждая из установленных производственных функций описывает средний производственный потенциал совокупности хозяйств данной специализации в расчете на 1 гектар. Производственный потенциал отдельных хозяйств определяется в результате подстановки в базисную производственную функцию оценки ресурсов, которыми оно располагает.

Таким образом, по приведенным методическим рекомендациям, производственный потенциал определяет тот норматив валовой продукции сельскохозяйственных отраслей, который хозяйство должно получить при средней эффективности своего производственного потенциала. Поскольку результаты деятельности хозяйств известны, можно определить эффективность использования рассчитанного производственного потенциала с учетом всех факторов.

Исходя из этого, следует, что инвестирование в ИКТ, цифровую экономику связано со значительными вложениями на изменение как организационного, так и человеческого капиталов, что необходимым условием цифровой трансформации предприятия является переход на усовершенствованное управление, на укрепление качественных характеристик кадрового состава. С учетом особенностей российского сельского хозяйства, наличия огромного числа факторов, влияющих как на саму отрасль, так и ее цифровизацию, ограниченности ресурсов, необходим научный, комплексный подход к цифровой трансформации АПК на основе математического моделирования с учетом финансовых, трудовых материально-технических ресурсов, социального капитала.

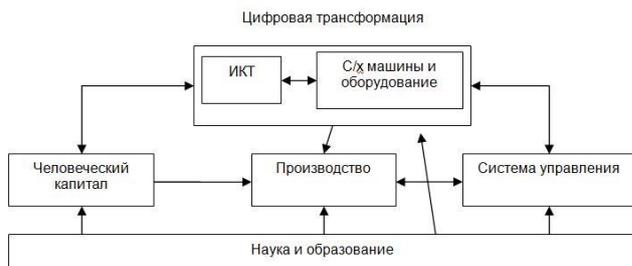
Упомянутая выше компания Economist Intelligence Unit на заре появления ИКТ для оценки нового актива и проверки утверждения лауреата Нобелевской премии Роберта Солоу еще 1970-х об отсутствии экономического эффекта при внедрении компьютеров использовала функцию Кобба-Дугласа в виде:

$$Y = Y^0 C^{\alpha^1} K^{\alpha^2} S^{\alpha^3} L^{\alpha^4},$$

в которой  $Y$  – выпуск продукции,  $C$  – компьютерный капитал,  $K$  – остальной капитал,  $S$  – трудовой капитал в ИКТ,  $L$  – остальной трудовой капитал,  $Y^0$  и  $\alpha^i$  – параметры модели,  $i = (1, 4)$  (Акаев, 2017; Brynjolfsson, 2002).

Анализируя тенденции цифровизации сельского хозяйства развитых стран, убеждаешься, что наука играет значительную роль в этом процессе (Медеников, 2020). Она должна играть триединую роль: поддержку научных исследований, повышение уровня образования (порой переподготовку) для всех слоев населения, иметь эффективную систему трансфера научно-образовательных знаний в экономику за счет неограниченного доступа к данным знаниям не только традиционных пользователей в лице научных работников, студентов и преподавателей, но и будущих абитуриентов и работодателей, госорганов, товаропроизводителей, бизнеса, менеджмента, другим категориям населения.

Тем самым науку, а также образование необходимо было бы отнести тоже к одному из комплементарных активов. Соответственно, рис. 2 должен претерпеть изменения с учетом научной и образовательной составляющих (рис.3). На рис. 3 показаны комплементарные связи в цифровой трансформации сельскохозяйственной отрасли на федеральном уровне.



**Рисунок 3. Комплементарные связи в цифровой трансформации сельского хозяйства на федеральном уровне**

Что самое удивительное в цифровизации страны – ни в одном документе ни слова нет, как на федеральном уровне, так и в [концепции цифровизации сельского хозяйства, разработанной в декабре 2019г. Минсельхозом](#), о формировании единой интегрированной научно-образовательной

среды страны и АПК. Точно так же в концепции ни слова не говорится о трансформации технологий процессов управления сельским хозяйством. Более того, при каждом новом обследовании министерства повторяются одни и те же управленческие задачи для всех департаментов.

Рассмотрим причины такого положения.

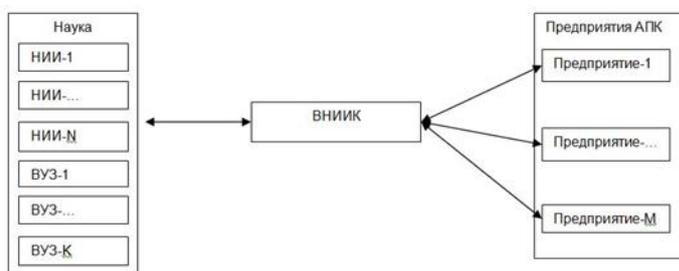
Огромный интерес, вызванный принятием программы цифровой экономики в 2017г., напоминает аналогичный ажиотаж при утверждении Комплексной программы (КП) НТП стран-членов СЭВ в 1985г., одной из подпрограмм которой была электронизация. Как и сейчас, правительство страны тогда возлагало большие надежды на электронизацию народного хозяйства. К моменту принятия КП НТП самой большой проблемой страны было неэффективное сельское хозяйство, поэтому, поскольку электронизация считалась одним из драйверов роста, был создан НИИ кибернетики АПК (ВНИИК), в который привлекли мощную команду специалистов в области информатизации (около 50 выпускников факультета управления и прикладной математики МФТИ). ВНИИК стал головной организацией по выполнению задания «Электронизация сельского хозяйства» в СЭВ.

В свете предстоящего появления большого количества персональных компьютеров в стране перед специалистами в области разработки информационно-управляющих систем (ИУС) была поставлена важная научно-техническая задача – выбрать стратегию информатизации на ближайшие десятилетия. Если пойти по рыночному пути, то включение стихийных механизмов регуляции процесса информатизации позволит сгладить остроту восприятия изменений, связанных с информатизацией, но сделает сам процесс более длительным и приведет к значительному перерасходу ресурсов. При этом из данного процесса будут исключены большинство, например, в АПК свыше 80% предприятий (Ерешко, 2019).

В качестве реального ресурсосберегающего пути осуществления процесса информатизации сельского хозяйства ВНИИК избрал путь комплексной информатизации эталонных объектов с разработкой типовых модулей ИУС с последующим тиражированием отдельных модулей и конфигурированием их в конкретные ИС. Такой подход позволил бы перевести существующий стихийный процесс информатизации в режим наблюдаемого и регулируемого, вовлечь в данный процесс многие сельскохозяйственные предприятия, которые не участвовали в нем в тот момент на единой методологической основе с учетом единых требований к составу используемых аппаратных и программных средств. Практика подтвердила правильность такого подхода внедрением отдельных подсистем примерно в 1000 предприятий.

Теоретической основой такого подхода явились идеи 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) (Глушков, 1975). Эти идеи предполагают формирование единой системы сбора и анализа учетной и статистической отчетности, внедрение типовых производственных и научно-образовательных информационно-управляющих систем (ИУС).

С учетом сказанного выше рис. 2 будет выглядеть следующим образом (рис. 4).



**Рисунок 4. Схема взаимоотношений научных организаций, интегратора (ВНИИК) и предприятий АПК**

Поскольку в данной ситуации интегратор оказался один, то можно было ставить задачу разработки онтологических (концептуальных) и логических моделей технологических БД в растениеводстве, животноводстве, механизации и т.д., единых для всех товарных

сельскохозяйственных предприятий России. Аналогичным образом была проведена интеграция на основе онтологического моделирования технологических БД в 19 типах предприятий других отраслей. Например, на рис. 5 приведена укрупненная концептуальная информационная модель растениеводства, разработанная силами творческого коллектива из различных ведущих отраслевых растениеводческих НИИ и ВНИИК на единой методической основе.



Рисунок 5. Укрупненная концептуальная информационная модель растениеводства

Кроме того, этим коллективом были выделены 240 задач онтологическим моделированием функций управления с едиными согласованными алгоритмами для всех сельскохозяйственных предприятий России. В скобках указано количество атрибутов в соответствующем информационном блоке. Результаты расчетов были получены на основе модели синтеза оптимальных ИС (Медеников, 1993). Конечно, в научных исследованиях в виду наличия дополнительных, более углубленных, показателей могли использоваться и другие концептуальные и логические модели данных, но на выходе в практику они должны были конвертироваться в единые БД. Также был разработан прообраз еще одного цифрового стандарта, так называемый базовый программный комплекс (БИПК), включающий набор инструментальных программных средств: генератор отчетных документов, СУБД, статистический пакет, пакет линейного программирования, оптимизационный пакет, интегрированные между собой на основе пакета «Мастер». Данный БИПК был протестирован и утвержден комиссией Госагропрома и рекомендован в качестве основного инструмента (стандарта) в АПК. Такой подход позволил, как уже отмечалось выше, довольно быстро внедрить отдельные подсистемы примерно в 1000 предприятий с созданием центров обучения и внедрения по всей стране. На рис.6 представлена структурная схема разработки информационных систем эталонных объектов.

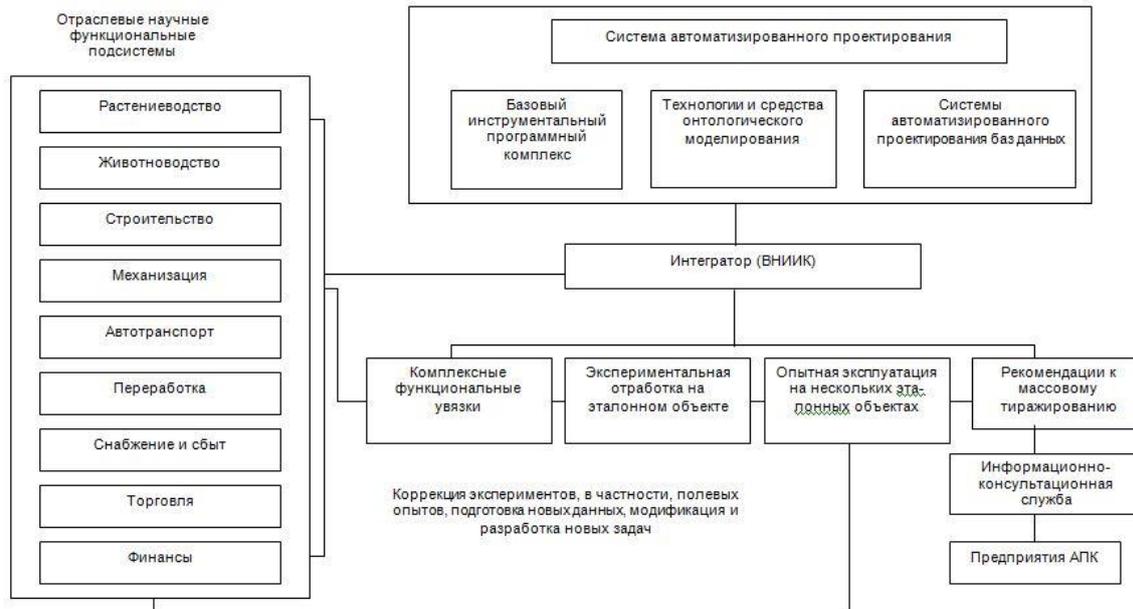


Рисунок 6. Структурная схема разработки информационных систем эталонных объектов

В настоящее время сельское хозяйство страны подошло к цифровизации отрасли с глубоким цифровым разрывом в схеме системы трансфера научно-образовательных знаний в экономику, когда было ликвидировано передающее звено ВНИИК этих знаний с функциями интегратора и внедрения в виде, пригодном для всех предприятий. То есть схема взаимоотношений научных организаций, интегратора и предприятий АПК осталась без центрального звена (рис. 4). А также не создан комплементарный актив в цифровой трансформации сельского хозяйства в виде единого информационного интернет-пространства научно-образовательных ресурсов (рис. 3) на основе единой цифровой платформы, необходимость которой обусловлена стремительным увеличением объемов информационных массивов в образовательной и научной деятельности, потенциальной возможностью формирования его с применением новых ИКТ, потребностью в этих ресурсах всех слоев пользователей: студентов, преподавателей, ученых, будущих абитуриентов, госорганов, товаропроизводителей, других категорий населения (Зацаринный, 2019; Меденников, 2017).

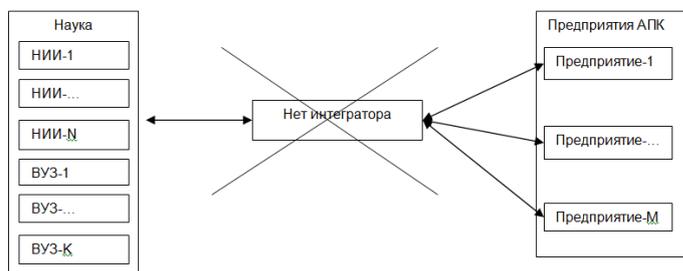
Такое положение обусловлено несколькими причинами, которые тесно связаны между собой.

Во-первых, отсутствие интеграционных технологий при цифровизации страны, эту обособленность просто и точно выразил Жорес Алферов: «Главная проблема российской науки – её невостребованность экономикой и обществом».

Во-вторых, реализация цифровой экономики пожинает плоды отказа от реализации проекта общегосударственной автоматизированной системы сбора и обработки информации для учета, планирования и управления народным хозяйством (ОГАС), предложенного выдающимися советскими учеными А.И. Китовым и В.М. Глушковым, что сказалось в дальнейшем на всех информационных технологиях в стране, в результате чего наука была исключена из процесса цифровизации общества. Отказ от реализации ОГАС руководством страны привел к появлению огромного количества разработанных на основе оригинального проектирования онтологически и функционально несовместимых информационных систем (ИС), как в министерствах, региональных органах, так и на предприятиях страны. Идеи же ОГАС обеспечивали формирование единой системы сбора и анализа первичной учетной и статистической информации, разработку типовых ИС на основе выработанных стандартов.

В-третьих, такое положение вытекает из цифрового феодализма России, когда из двух полярных подходов к цифровизации: планового (Китай) и рыночного (США), при отсутствии достаточных ресурсов для реализации китайского сценария и достаточного числа рыночных экономических субъектов в области ИКТ-технологий для выработки стандартов ЦЭ рыночным путем, было принято решение сделать ставку в этой сфере на ряд госкорпораций. Данный подход наблюдается и при цифровизации АПК, отданной на откуп крупным агрохолдингам, что порождает сомнения, что формирование технологических платформ ЦЭ госкорпорациями и агрохолдингами без единой концепции, архитектуры, стандартов, генерального конструктора со своей научной и опытно-производственной базой приведет к их интеграции в дальнейшем.

По истечении уже достаточного периода после принятия Программы цифровой экономики в стране мы видим негативные последствия такого решения. Цифровой феодализм породил иллюзию о ненужности научных организаций, комплексно с системных позиций занимающихся цифровизацией общества, экономики и науки, в частности (рис. 7).



**Рисунок 7. Цифровой разрыв во взаимоотношениях научных организаций и предприятий АПК**

Так, ни на одном из совещаний по обсуждению Программы «Цифровая экономика» не было официального представителя РАН. Неудивительно, что и в самой Программе не нашлось места РАН. Да и сама академия, приспосабливаясь к реалиям, от современной

постановки решения проблематики цифровой трансформации страны отходит всё дальше и дальше, а о всеобъемлющем, системном планомерном академическом охвате, как видно из всех публикаций, речи вообще не идет. В качестве примера можно привести информацию, представленную отделением сельскохозяйственных наук на сайте<sup>1</sup> РАН (). За последние годы произошла реорганизация НИИ. А на сайте РАН последние обновления произошли только в 2016-2017гг. со старым списком подведомственных организаций. Нет научных центров. Поиск организаций и персон не работает.

В результате, с молчаливого согласия РАН, Минсельхоза в свое время был ликвидирован Всероссийский научно-исследовательский институт кибернетики АПК (ВНИИК), а накануне принятия Программы и с согласия ФАНО в институте аграрных проблем и информатики (ВИАПИ) с подачи директора была закрыта тематика исследований по ЦЭ АПК, Тимирязевская академия не превратилась в центр компетенций по цифровой экономике или полигон, на котором бы отрабатывались самые передовые, перспективные цифровые технологии. Вследствие нарушения теории комплементарности, как упоминалось выше (Ушачев, 2013), были получены отрицательные результаты этапа информатизации отрасли, а следуя словам У. Черчилля «Генералы всегда начинают войну старыми методами», до сих пор находятся ученые и практики, продолжающие считать и цифровизацию ненужной. Одним из таких ученых является директор ВИАПИ Петриков А.В. При ликвидации ВНИИК он распорядился вывезти на свалку два грузовика технорабочих проектов по информатизации АПК на основе типизации основных видов предприятий АПК. Заново выполнить такую работу при нынешнем положении с цифровизацией отрасли Минсельхоз, в принципе, не в состоянии. Будучи заместителем министра сельского хозяйства и участвуя в изготовлении поделок в области информатизации с элементами нецелевого использования средств (из порядка 30 разработанных по конкурсу проектов (на сайте Минсельхоза можно найти лишь пять, да и то низкого качества), выполненных организациями, далекими от науки, от системного подхода), он утверждает, 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. Тем самым наносится ощутимый удар по одному из основных комплементарных активов – человеческому капиталу, социально-образовательному уровню будущих исполнителей и потребителей цифрового сельского хозяйства, не говоря уже о трансформации технологий процессов управления сельским хозяйством.

Конечно, можно было бы пойти по пути сведения напрямую научных организаций и предприятий АПК (рис. 8). Но это будет слишком дорого и, практически, невозможно в силу позадачного проектирования и разработки ИС. Во-первых, на предприятиях эксплуатируются в большинстве своем оригинальные ИС, несовместимые друг с другом. Во-вторых, научные организации редко используют СУБД и инструментальные программные средства, если вообще используют, совместимые онтологически и функционально с программным обеспечением, применяемым фирмами-разработчиками для внедрения коммерческих ИС на предприятиях АПК. В-третьих, научные организации не имеют квалифицированных кадров (в силу низкой зарплаты и пренебрежительного отношения к себе) для интеграции своих разработок в коммерческие ИС. В такой ситуации только на предприятиях потенциально, при 100%-й информатизации только в растениеводстве в стране получим 4800000 ИС. Это еще не учитывая различные технологии, применяемые при этом, и научные цифровизированные разработки (Медеников, 2020). Страна такого бремени не выдержит. Кроме того, такой тупиковый подход делает невозможным межотраслевую интеграцию и ИР и ИС, которая повсеместно начинает развиваться в развитых странах.

<sup>1</sup> [http://www.ras.ru/win/db/show\\_org.asp?P=oi-3017.In-ru.dl-pr-org.uk-10](http://www.ras.ru/win/db/show_org.asp?P=oi-3017.In-ru.dl-pr-org.uk-10)

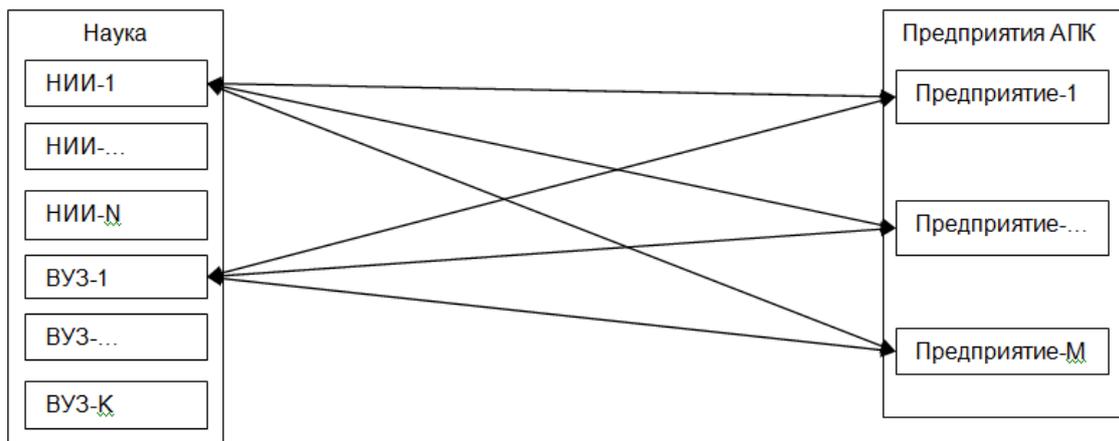


Рисунок 8. Схема взаимоотношений научных организаций напрямую с предприятиями АПК

### Выводы

Таким образом, можно констатировать, что комплементарные изменения в цифровой трансформации сельского хозяйства идут фрагментарно и методом проб и ошибок. В настоящее время ко многим приходит осознание тупикового развития ЦЭ без активного привлечения РАН к выполнению Программы. Наука и экономика словно двигаются на непересекающихся орбитах. Это начинает понимать и бизнес. Так, в (Роль науки, 2020) утверждается: «Задача государства – задавать векторы научного развития, определять стратегические приоритеты. У нас сейчас реализуется государственная программа «Цифровая экономика», и ее появление – очень правильный подход. Программа охватывает ключевые направления, от которых зависит будущее России. Но, увы, ни одно из них не выступает в связке с развитием науки». Если этого не произойдет, то страну ждет огромное разочарование в результатах реализации Программы.

Для преодоления данных негативных тенденций необходимо принять соответствующие цифровые стандарты в рамках Программы по цифровой экономике, которая по масштабам сравнима с космической программой. Мероприятия такого рода подразумевают утверждение единого генерального конструктора (архитектора) программы с соответствующим научным и технологическим сопровождением, подобно Королеву С.П. в космической отрасли. Методологической основой архитектуры цифровой трансформации страны должны стать идеи ОГАС. Однако мы этого не наблюдаем, мероприятия по выполнению программы по цифровой экономике размыты по множеству организаций без разработки соответствующего согласованного проекта, в частности, единых онтологических моделей деятельности различных отраслей.

### Литература:

1. Milgrom P., Roberts J. (Milgrom) The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy and Organization // American Economic Review. 1990, vol. 80. № 3. P. 511–528.
2. Erik Brynjolfsson, Lorin Hitt, Shinkyu Yang. (Brynjolfsson) Intangible Assets: Computers and Organizational Capital // Brookings Papers on Economic Activity. 2002, vol.2, No.1.
3. Акаев А.А., Рудской А.И. (Акаев) 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, 2017, vol. 5, no. 1, стр. 1-18.
4. Зябриков В.В. (Зябриков) Цифровизация менеджмента: перспективы и скрытые угрозы для культурного развития нации [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.lihachev.ru/chten/2018/sec4/zajbrikov/> (дата обращения 03.09.2020).
5. Меденников В.И., Райков А.Н. (Меденников) Анализ опыта цифровой трансформации в мире для сельского хозяйства России. Тенденции развития Интернет и цифровой экономики / Труды III Всероссийской с международным участием научно-практической конференции. Симферополь: ИП Зуева Т.В. 2020, стр. 57-62.
6. Бутрова Е.В., Меденников В.И., Скляр А.Е. (Бутрова) Особенности применения результатов ДЗЗ для решения различных отраслевых задач и проблемы оценки его экономического эффекта // Инновационная экономика, 2019, № 2 (19), с. 4-11.
7. Ушачев И.Г. (Ушачев) Система управления – основа реализации модели инновационного развития агропромышленного комплекса России. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. М. ГНУ ВНИИЭСХ, 2013.
8. Состояние МТП (Состояние) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.agroyug.ru/news/id-28566> (дата обращения 31.10.2020).
9. At.farm (At.farm) [Электронный ресурс]. – URL: [www.at.farm](http://www.at.farm) (дата обращения 22.04.2020).

10. Как начать внедрять точное земледелие на предприятии (Как начать) [Электронный ресурс]. – URL: <https://smartfarming.ua/ru-blog/kak-nachat-vnedryat-tochnoe-zemledelie-na-predpriyatii> (дата обращения 09.09.2020).
11. Агеев А.И. (Агеев) Насколько Россия подготовлена к вызовам XXI века. НГ-ЭНЕРГИЯ от 16.01.2019.
12. Еreshko Ф.И., Медеников В.И., Богатырева Л.В. (Еreshko) Системный анализ проблем цифровой экономики и формирования цифровых платформ. // Труды двенадцатой международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» MLSD'2019. Москва, ИПУ РАН. С. 245-254.
13. Глушков В.М. (Глушков) Макроэкономические модели и принципы построения ОГАС. – М.: «Статистика». 1975.
14. Медеников В.И. (Медеников) Теоретические аспекты синтеза структур компьютерного управления агропромышленным производством. // Аграрная наука, 1993, N 2.
15. Zatsarinnyy A.A. Kondrashev V.A., Sorokin A.A. (Zatsarinnyy) Approaches to the organization of the computing process of a hybrid high-performance computing cluster in the digital platform environment // CEUR Workshop Proceedings. Volume 2426, 2019, Pages 12-16.
16. Медеников В.И., Муратова Л.Г., Сальников С.Г. (Медеников) Методика оценки эффективности использования информационных научно-образовательных ресурсов. –М.: Аналитик, 2017.
17. Роль науки в цифровой трансформации (Роль науки) [Электронный ресурс]. – URL: <https://plusworld.ru/journal/2019/plus-4-2019/rol-nauki-v-tsifrovoj-transformatsii/> (дата обращения 17.09.2020).

#### References in Cyrillics

- 1 Milgrom P., Roberts J. (Milgrom) The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy and Organization // American Economic Review. 1990, vol. 80. № 3. P. 511–528.
- 2 Erik Brynjolfsson, Lorin Hitt, Shinkyu Yang. (Brynjolfsson) Intangible Assets: Computers and Organizational Capital // Brookings Papers on Economic Activity. 2002, vol.2, No.1.
- 3 Akaev A.A., Rudskoi A.I. (Akaev) Konvergentnye IKT kak klyuchevoi faktor tekhnicheskogo progressa na blizhaishie desyatiletiya i ikh vliyanie na mirovye ehkonomicheskoe razvitie. In-ternational Journal of Open Information Technologies ISSN: 2307-8162 , 2017, vol. 5, no. 1, str. 1-18.
- 4 4. Zyabrikov V.V. (Zyabrikov) Tsifrovizatsiya menedzhmenta: perspektivy i skrytye ugrozy dlya kul'turnogo razvitiya natsii [Ehlektronnyi resurs]. – URL: <https://www.lihachev.ru/chten/2018/sec4/zajbrikov/> (data obrashcheniya 03.09.2020).
- 5 Medennikov V.I., Raikov A.N. (Medennikov) Analiz opyta tsifrovoi transformatsii v mire dlya sel'skogo khozyaistva Rossii. Tendentsii razvitiya Internet i tsifrovoi ehkonomiki / Trudy III Vserossiiskoi s mezhdunarodnym uchastiem nauchno-prakticheskoi konferentsii. Simferopol': IP Zueva T.V. 2020, str. 57-62.
- 6 Butrova E.V., Medennikov V.I., Sklyarov A.E. (Butrova) Osobennosti primeneniya rezul'tatov DZZ dlya resheniya razlichnykh otraslevykh zadach i problemy otsenki ego ehkonomicheskogo ehffekta // Innovatsionnaya ehkonomika, 2019, № 2 (19), s. 4-11.
- 7 Ushachev I.G. (Ushachev) Sistema upravleniya – osnova realizatsii modeli innovatsionnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossii. Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. M. GNU VNIIEHNSKH, 2013.
- 8 Sostoyanie MTP (Sostoyanie) [Ehlektronnyi resurs]. – URL:<http://www.agroyug.ru/news/id-28566> (data obrashcheniya 31.10.2020).
- 9 At.farm (At.farm) [Ehlektronnyi resurs]. – URL: [www.at.farm](http://www.at.farm) (data obrashcheniya 22.04.2020).
- 10 Kak nachat' vnedryat' tochnoe zemledelie na predpriyatii (Kak nachat') [Ehlektronnyi resurs]. – URL: <https://smartfarming.ua/ru-blog/kak-nachat-vnedryat-tochnoe-zemledelie-na-predpriyatii> (data obrashcheniya 09.09.2020).
- 11 Ageev A.I. (Ageev) Naskol'ko Rossiya podgotovlena k vyzovam KHKHI veka. NG-EHNERGIYA ot 16.01.2019.
- 12 Ereshko F.I., Medennikov V.I., Bogatyрева L.V. (Ereshko) Cistemnyi analiz problem tsifrovoi ehkonomiki i formirovaniya tsifrovyykh platform. // Trudy dvenadtsatoi mezhdunarodnoi konferentsii «Upravlenie razvitiem krupnomasshtabnykh sisteM» MLSD'2019. Moskva, IPU РАН. S. 245-254.
- 13 Glushkov V.M. (Glushkov) Makroekonomicheskie modeli I printsypi postroeniy OGAS. – М.: Statistika. 1975.
- 14 Medennikov V.I. (Medennikov) Teoreticheskie aspekty sinteza struktur komp'yuternogo upravleniya agropromyshlennym proizvodstvom. // Agrarnaya nauka, 1993, N 2.
- 15 Zatsarinnyy A.A. Kondrashev V.A., Sorokin A.A. (Zatsarinnyy) Approaches to the organization of the computing process of a hybrid high-performance computing cluster in the digital platform environment // CEUR Workshop Proceedings. Volume 2426, 2019, Pages 12-16.
- 16 Medennikov V.I., Muratova L.G., Salnikov S.G. (Medennikov) Metodika otsenki effektivnosti ispol'zovaniy informatsionnix nauchno-obrazovatel'nykh resursov. –М.: Аналитик, 2017.

- 17 Rol' nauki v tsifrovoy transformatsii (Rol' nauki) [Elektronnyi resurs]. – URL: <https://plusworld.ru/journal/2019/plus-4-2019/rol-nauki-v-tsifrovoj-transformatsii/> (data obrashcheniya 17.09.2020).

*Victor Medennikov (dommed@mail.ru)*

**Ключевые слова**

Цифровая трансформация, сельское хозяйство, комплементарные активы, программа цифровой экономики, научно-образовательные ресурсы.

***Victor Medennikov. Complementary dependences of science and business are a necessary condition for the success of the digitalization of the agricultural economy***

**Keywords**

Digital transformation, agriculture, complementary assets, digital economy program, scientific and educational resources.

DOI: 10.34706/DE-2020-03-05

JEL classification C02 Mathematical Methods,

**Abstract**

The paper discusses the necessary complementary changes in the digitalization of agriculture based on the theory of complementarity of Milgrom and Roberts to implement the effectiveness of such a process. Based on a retrospective of the stages of computerization, electronicization, informatization, as well as trends and principles of digital transformation of the industry in the world and in Russia, the state of the main assets involved in agricultural production at the present time is analyzed, the problems of finding conditions for a complex, systemic combination of these resources that can provide a higher efficiency of agricultural production. In addition to the complementary assets considered by Milgrom and Roberts, the paper analyzes another complementary asset that is relevant in Russia - a scientific and educational one that plays a significant role in the digital transformation of developed countries, but is not taken into account in the Program of the digital economy of Russia. The proposed asset is substantiated by the ideas of the outstanding Soviet scientists A.I. Kitova and V.M. Glushkova on the National Automated System for the Collection and Processing of Information for Accounting, Planning and Management of the National Economy.