

УЧЕТ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННЫМИ ИНТЕГРИРОВАННЫМИ ФОРМИРОВАНИЯМИ В ЕДИНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ЦИФРОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Кульба В.В.

*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН,
Россия, г. Москва, ул. Профсоюзная д.65*

kulba@ipu.ru

Меденников В.И.

*Вычислительный центр им. А.А. Дородницына, ФИЦ ИУ РАН,
Россия, г. Москва, ул. Вавилова, д.44-2*

dommed@mail.ru

Аннотация: в работе рассматривается общий формализованный подход к математическому моделированию стратегического управления различными агропромышленными интегрированными формированиями с учетом их региональных особенностей на примере агрохолдингов. Показано, что основным интегрирующим звеном на современном этапе является единое пространство цифрового взаимодействия структурных предприятий формирования.

Ключевые слова: стратегическое управление, агрохолдинги, математическая модель, агропромышленное производство.

Введение

Неустойчивость общественного развития во всем мире, вызванная политической и экономической напряженностью между странами в последнее время и усиленная пандемией, закономерно пробудила значительный научный интерес к исследованиям стратегического управления, дающего надежду увеличить устойчивость развития организаций в этих условиях на некоторый значимый период времени.

Научное внедрение методов и моделей стратегического управления, вызванного политической и экономической напряженностью между странами в последнее время, одновременно с цифровой трансформацией бизнеса, значительно обостряющей конкуренцию во всем мире, обеспечивают преимущество предприятий в своих отраслях на данном этапе мирового развития. При этом возникает проблема взаимопроникновения стратегии развития предприятий и уровня их цифровизации. В частности, такая существенная закономерность была выявлена в результате разработки теории комплементарности, показавшей необходимость совместного инвестирования в цифровые технологии, в организационное управление и человеческие ресурсы для получения наибольшей эффективности при переходе к цифровой эпохе [1]. Пропорции и объемы инвестиций конкретной фирмы определяются множеством внутренних и внешних факторов.

В России в последние годы происходит резкий рост числа агрохолдингов, под которыми понимается объединение нескольких предприятий, в том числе, сельскохозяйственных, принадлежащих одному владельцу. При их создании возникают проблемы эффективной интеграции материальных, трудовых, финансовых и информационных ресурсов. В зависимости от регионов и форм объединений происходит либо полное поглощение предприятий с потерей ими юридической и финансовой самостоятельности, либо включение в холдинг с сохранением указанной выше самостоятельности с необходимостью поиска взаимовыгодных эффективных вариантов их интеграции.

Наибольшая путаница и непонимание при этом возникают при формировании единого информационного цифрового пространства объединения, что объясняется наличием в объединяемых предприятиях холдингов оригинальных информационных систем (ИС), то есть разработанных под нужды каждого конкретного предприятия со своим понятийным аппаратом используемых данных, алгоритмов решения задач и разнородным общесистемным программным и аппаратным обеспечением. При этом остро стоит проблема выбора рационального варианта интеграции разрозненных разработок в этой сфере, усугубленного неравновесным состоянием агрохолдингов, ведущим, порой, к распаду их, либо, наоборот, к экспансии в другие регионы. В устоявшемся состоянии можно было бы ставить задачу формирования единого информационного цифрового пространства холдинга на основе типизации накопления онтологически однородных данных

первичного учета всех производственных и финансовых операций; типизации ведения онтологически единых учетных технологических баз данных (БД); типизации информационных систем с общим для всех пользователей алгоритмическим, логическим и онтологическим оформлением задач, подлежащих цифровизации. На указанную проблему лишь в последние 3-4 года одновременно с формированием ИТ подразделений холдингов начали обращать внимание ее руководители, высказываясь об отсутствии унификации и стандартизации учетной политики в виде единой нормативно-справочной базы данных, лоскутной (позадачной) информатизации производственного процесса, продолжающегося процесса приобретения несовместимого программного обеспечения, БД, прочих средств цифровизации бизнеса [2].

По этой причине в данной работе рассмотрим формирование стратегии развития агрохолдинга в комплексе с проектированием единой цифровой платформы управления объединением и сервисов (прикладных платформ) управления отраслями, что приведет к совершенно другой системе управления им, что согласуется с интеграционными тенденциями в части данных и приложений на Западе. Так, по мнению фирмы J'son & Partners Consulting [3] в последние три года в аграрном производстве проявляются тенденции оформления следующих цифровых платформ: платформы накопления данных первичного учета с использованием облачных технологий и платформы, интегрирующие подлежащие цифровизации прикладные задачи управления. Опыт промышленного использования показывает, что переход на использование облачных технологий обеспечит наивысшую эффективность цифровой трансформации бизнеса в силу значительного снижения стоимости и доступности указанных платформ для всех предприятий, независимо от их размера. Переход сельского хозяйства России на такие технологии особенно актуален в связи с доминированием малых форм хозяйствования. В результате чего изменятся взаимоотношения между всеми участниками цепочки добавленной стоимости за счет прослеживаемости продукции на всех этапах ее перемещения, начиная от поля хозяйства, кончая столом потребителя. По мнению западных экспертов, эти платформы в производстве дают шанс перейти к новому типу управления на производственных предприятиях: от сложившейся процедуры контроля качества в конце всего производственного цикла к принципу оперативного контроля всех производственных операций.

1 Анализ методов и моделей стратегического управления

Теоретическая основа стратегического управления оформилась в виде научного направления в 1980-1990гг. на базе теории управления фирмой, хотя данная терминология была известна еще в середине XX в. в результате нарастания у экономических агентов проблемы влияния на их деятельность факторов внешней среды. А методы и модели управления фирмой сформировались еще в начале прошлого века как следствие работ Ф. Тейлора, Г. Ганта, Х. Эмерсона [4], а затем и работ А. Файоля, М. Вебера, Ч. Бернарда [5]. В указанных работах планирование определялось как одна из основных функций управления фирмой, имевшая лишь краткосрочный характер и выражалось в виде бюджетирования и контроля. Такой подход был основан на предположении о стабильности как внешней деловой среды, так и ресурсного потенциала ее, исходя из общей ситуации в целом в экономике промышленно развитых стран того периода. Поэтому планирование бизнеса заключалось в скрупулезном, детальном формировании годового бюджета фирмы. Однако под влиянием научно-технической революции, появления транснациональных компаний возникла необходимость в долгосрочном планировании и управлении, нацеленном на будущее, что породило большое количество исследований отечественных и зарубежных, оформивших окончательно понятие стратегического управления. Среди первых зарубежных исследователей были А.А. Томпсон и А.Дж.Стрикленд [6], М. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури, И. Ансофф, Кинг У., Клиланд Д., Г.Минцберг, Б. Альстрэнд, Дж. Лэмпел, П. Друкер, М. Портер, А.Чандлер, К. Боумэн, а среди отечественных О.С. Виханский [7], Л.С. Шеховцева [8], Д.В. Терехова-Пушная [9], Р.А.Фатхутдинов, В.С. Ефремов и др.

Так, на рис. 1 представлена одна из первых моделей стратегического управления, предложенная А. Томпсоном и А. Стриклендом [6], когда данное направление прочно вошло в практику многих ведущих мировых компаний.

В работе [9] рассматриваются другие модификации рассмотренной выше модели. Например, модель Гарвардской группы и модель, разработанная И. Ансоффом. Отечественные исследователи Л.С. Шеховцева [8] и ряд других рассматривают стратегию как комплексный план, приводящий к эффективности выполнения предприятием своей миссии.

В результате многочисленных исследований появилось большое количество моделей стратегического управления, носящих в основном, так называемый иконографический вид (в виде

блок-схем и графов), и отличающихся одна от другой количеством и содержанием ряда последовательных этапов. Анализ представленных в литературе таких моделей выявил некоторые общие черты содержания этих этапов. На первом этапе, исходя из сформулированной миссии, определяется целеполагание организации; на втором происходит более подробный анализ стратегических целей с воплощением в задачи их реализации с рациональным выбором путей достижения выбранных целей на третьем этапе; на четвертом – реализация выбранных путей достижения стратегических целей; и, наконец, на пятом – мониторинг с последующей оценкой и анализом хода реализации траекторий всего процесса движения к цели.

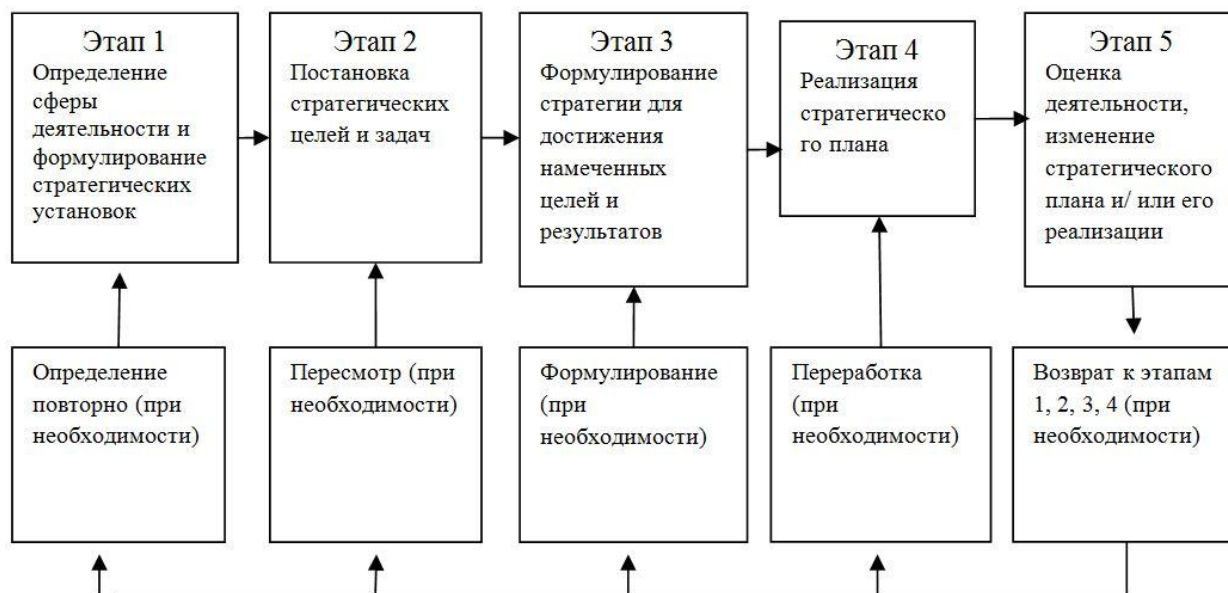


Рис. 1. Модель стратегического управления А. Томпсона и А. Стрикленда

Основная цель стратегического анализа заключается в оценочном прогнозе ключевых факторов воздействия в динамике с нынешнего до будущего положения организации и степени влияния на основе анализа на стратегический выбор в дальнейшем. Результаты стратегического анализа служат исходными данными выбора показателей стратегического планирования, которые уже могут быть выражены в числовом виде, удобном для аналитического обоснования с учетом рисков сильных и слабых сторон выбранного множества вариантов стратегического управления, мониторинга процесса в дальнейшем. Важнейшим элементом стратегического анализа является анализ существенных характеристик внешней среды, в рамках которой придется действовать организации: политических, экономических, эпидемиологических, технологических, социальных и т.д. А как показывает практика последних лет, внешняя обстановка претерпевает значительную трансформацию, что заставляет акцентироваться на поиске следующих ответов: кто будет покупателем продукции; какова эластичность номенклатуры ее относительно финансового состояния потребителей и региональных цен; какова ценовая чувствительность в зависимости от объема и региона продаж с учетом логистики; каковы тенденции потребительских требований по качеству, дизайну и т.д.; какова цена и условия получения финансовых средств; каков уровень, масштабы и динамика конкуренции в отрасли, в территориальном разрезе; каковы инвестиции конкурентов в цифровую трансформацию, рекламу, исследования и инновации; прогноз законодательных инициатив государственных органов, влияющих на деятельность организации в части: качества, экологии, безопасности, рекламы и пр.

Необходимым элементом стратегического анализа является также анализ внутренних ресурсов в количественном и качественном выражении. Его методики достаточно хорошо проработаны и широко освещаются в публикациях. Так, всеми отмечается, что целью такого анализа является выявление сильных и слабых сторон организации и определение ожиданий и возможностей влиять на процесс стратегического планирования всех сотрудников ее.

Стратегическое планирование обязательно должно включать в себя выработку серии стратегических альтернатив, так называемый стратегический выбор. При разработке стратегий важно учесть наибольшее возможное количество вариантов, так как существует тенденция учитывать только наиболее очевидно приемлемые варианты и уже на ранних этапах выдвижения альтернатив отбрасывать остальные. Однако такая оценка всегда субъективна. Очевидные варианты не обязательно являются лучшими. И здесь в настоящее время на помощь должно прийти математическое моделирование с мощным развитым инструментарием, которое позволит проработать в имитационном режиме значительное количество вариантов с поиском оптимального, который обеспечит наилучшее соотношение между сильными и слабыми сторонами организации, возможностями и угрозами внешней среды. Решение о выборе оптимальной стратегии опирается на ряд значимых критериев, учитывающих оценки и ожидания топ-менеджеров и других групп поддержки. При этом решающим мотивом может стать выбор размера производственных мощностей, вида применяемых технологий, численности и качества рабочей силы, потребности в капитале, потребности в исследованиях и разработках и т.д. В последнее время, исходя из теории комплементарности [1], необходимым мотивом становится определение соразмерности цифровой трансформации всем этим изменениям.

На четвертом этапе стратегического управления – реализации выбранных путей достижения стратегических целей претворяется в жизнь та стратегия, которую выбрало руководство. На этом этапе необходимым шагом, опять же на основе теории комплементарности, становится внедрение новой организационной структуры и системы управления организацией, определяющей ответственность подразделений, контрольные органы за выполнением стратегии, потребность переподготовки кадров и т.п. Особо значимым мероприятием при реализации стратегии является разработка вариантов действий при непредвиденных обстоятельствах. Для эффективной реакции на изменения во внешней и внутренней среде надо систематически отслеживать фактические перемены и сравнивать с планом реализации с определением цикличности такого контроля. Как правило, такие варианты действий предусматриваются каждый год.

Наконец, стратегическое управление является непрерывным процессом. После внедрения стратегии необходимо производить мониторинг и оценку в заданные периоды их реализации на основе принятых критериев на этапе еще стратегического анализа. Это, прежде всего, достижимость целей, осуществимость и приемлемость стратегии с точки зрения материальных, финансовых, моральных, образовательных проблем применения ее на практике.

2 Региональные особенности агрохолдингов

Исходя из определения холдинга, как корпорации или компании, контролирующей одно или несколько предприятий с помощью их акций, которыми она владеет, следует, что в официальной статистике АПК России не отражается пространственное распределение агрохолдингов, т.к. статистика отражает лишь показатели входящих в них низовых звеньев без учета иерархических связей с холдингом, в то время как реальное функционирование в результате централизации акций осуществляется по вертикальным структурам в разрезе крупных собственников [10]. Однако, из многих источников известно, что региональное разнообразие агрохолдингов в стране достаточно велико. Основная причина создания интегрированных формирований — экономическая, в необходимости сокращения транзакционных издержек между смежными технологическими процессами с целью оптимального использования сырья, фондов, рабочей силы и установления более тесных производственно-экономических отношений. Поэтому значительное распространение у нас получили интеграционные связи сельскохозяйственных предприятий с мясоперерабатывающими заводами, прочими промышленными, перерабатывающими и торговыми фирмами, выступающих в роли интеграторов в этих отношениях, реализуя главный принцип интеграционных структур — «от поля до прилавка», аналогично тенденциям в зарубежных странах.

Таким образом, один из основополагающих побуждающих мотивов создания холдингов – это потребность в сырье для основного производства и решение собственников инвестировать в сельхозпроизводство стало следствием плохой обеспеченности сырьем для переработки.

Региональные особенности агрохолдингов определяются многими факторами, например, размерами земельных угодий в субъектах страны, большим разнообразием природных зон и климатических условий, как следствие, различной урожайностью и номенклатурой сельскохозяйственных культур, продуктивностью и видами животных, неравномерной заселенностью регионов, концентрацией и удаленностью городов от холдингов, от транспортных магистралей. Так, по исследованиям Института конъюнктуры аграрного рынка, по числу крупнейших агрохолдингов по полученной прибыли в диапазоне от 4,1 до 74,058 млрд. рублей в 2014г. лидерами являются следующие регионы: Белгородская, Воронежская и Курская область. Другая группа регионов по числу агрохолдингов представляет Московская область, Татарстан и Краснодарский край, как наиболее развитые в социально-экономическом отношении субъекты со значительными бюджетными ресурсами. При этом в 40 регионах не имеет ни одного крупнейшего агрохолдинга [10].

Во многих исследованиях отмечается, что крупнейшие агрохолдинги, зачастую работают в нескольких регионах страны, что ставит дополнительные проблемы логистического характера. Например, лидер в 2016г. по размеру посевной площади агрохолдинг «Продимекс» функционирует в Воронежской, Белгородской, Пензенской областях, Ставропольском крае и в Республике Башкортостан. Основные бизнес-интересы агрохолдинга «Мираторг», занимавшего второе место по размеру посевной площади, и входящего в тройку крупнейших производителей мяса в стране, сосредоточены в Брянской и Белгородской областях. Интересы агрокомплекса им. Н. Ткачева сосредоточены в Краснодарском, Ставропольском краях, Ростовской области, а также в Республике Адыгея. Группа «Русагро» сосредоточила активы в Белгородской, где у нее 50% земельных ресурсов, Тамбовской, Воронежской, Курской, Орловской областях и в Приморском крае. Компания «Доминант» ведет деятельность в Краснодарском и Алтайском краях, а также Липецкой, Воронежской и Тамбовской областях. Холдинг «АгроТерра» имеет 33 предприятия в Тульской, Рязанской, Пензенской, Курской, Тамбовской, Липецкой и Орловской областях [10]. К негативным последствиям такого межрегионального функционирования нужно отнести возрастающую сложность управления ими. Именно данным фактором – неэффективным менеджментом многие эксперты объясняли потерю своего бизнеса в последние годы несколькими крупными компаниями: «Иволга-Холдинг», «Разгуляй», САХО, «Изумрудная страна», а также поглощение крупных агрохолдингов иностранными компаниями: «Вимм Билль Данн» в 2011 г. был поглощен компанией PepsiCo, в 2010г. произошло слияние российской компании «Юнимилк» и французской компании «Данон» [10].

Исключительно важный региональный оттенок в деятельность агрохолдингов вносят также региональные и местные институциональные факторы, уровень взаимоотношений руководства регионов и холдингов. В зависимости от этого социально-экономические последствия деятельности агрохолдингов на региональном уровне несут, как положительные, так и отрицательные черты. С одной стороны, благодаря им растут поступления в местные бюджеты, возобновляется обработка заброшенных земель, воссоздание племенного и семенного хозяйства, стандартизация качества сельскохозяйственной продукции, рост урожайности, продуктивности скота, производительности труда за счет использования высокоэффективной сельскохозяйственной техники, прогрессивных методов управления и производства, формирования собственных научных подразделений, разрабатывающих и испытывающих, например, электронные карты полей, укрупненные севообороты (не менее 500 га под одну культуру), технологии точного земледелия, лучшие сорта культур и т.д.

С другой стороны, их деятельность усиливает проблему безработицы в сельской местности. Межрегиональные агрохолдинги обычно не заинтересованы в развитии местной социальной сферы. При этом возникает зависимость, порой, коррупционная, региональных властей от крупных межрегиональных холдингов, диктат закупочных цен на молоко, корма и др. Отчуждение работников от управленцев снижает эффективность деятельности агрохолдингов, следствием чего возникает необходимость охраны имущества во избежание воровства кормов и продукции работниками.

Некоторые эксперты к минусу деятельности агрохолдингов относят низкое качество продукции за счет широкого использования различных химических препаратов, антибиотиков в производстве. Например, свое отрицательное отношение к холдингам из-за экологических последствий работы их выразил директор ВИАПИ им. А.А. Никонова Петриков А.В. на Ломоносовских чтениях 22.04.2021 в МГУ. Хотя данная проблема обусловлена в большей степени принятием решений властями о стандартизации качества продукции, о внедрении системы прослеживаемости ее при переходе на единую цифровую платформу АПК. В результате чего, как уже отмечалось выше, изменятся взаимоотношения, в том числе и экологические характеристики, между всеми участниками цепочки добавленной стоимости за счет прослеживаемости продукции на всех этапах ее перемещения, начиная от поля хозяйства, кончая столом потребителя.

Отмеченную выше тенденцию формирования собственных научных подразделений в агрохолдингах мы бы, скорее, отнесли к порождаемому ими ускоренному погружению всего АПК в своеобразный цифровой феодализм, как в аграрной науке, так и в производстве [11] с исключением науки из инновационного развития страны. В работе показано, что 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. 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. Цифровой, как и всякий феодализм, несовместим с инновациями и в целом с технологическим прогрессом, поэтому в скором времени мы вновь услышим голоса, что цифровизации АПК ничего, кроме вреда не принесла.

Таким образом, агрохолдинги на сегодняшний день стали мощным фактором развития агропромышленного производства региональной экономики. Однако потенциал, заложенный в данной форме интегрированных формирований, на сегодня используется не полностью, задействованы далеко не все механизмы взаимовыгодного сотрудничества.

3 Математическая модель стратегического управления устойчивым развитием агрохолдинга

В данном разделе дадим описание математической модели стратегического управления агрохолдинга, исходя из определения такого процесса, а также факторов, влияющих на разработку адекватной и достоверной модели. Как правило, холдинги включают следующие основные производственные отрасли: растениеводство, животноводство и переработку. Остальные вспомогательные и обеспечивающие производства и подразделения рассматривать не будем, перекладывая затраты их на основную деятельность. Хотя в дальнейшем при формировании единой цифровой платформы можно включить в модель, например, и логистический блок, и ряд других. Для переработки требуется продукция первых двух отраслей. Также будем считать, что животноводству требуется лишь продукция растениеводства, хотя в жизни на корм используются отходы и переработки. Поскольку из-за севооборотных ограничений, выращивать узкий ассортимент продукции растениеводства для нужд лишь животноводства и переработки невозможно, то дополнительная продукция растениеводства, которую вынуждены производить, должна идти на рынок или вновь перерабатываться.

Поскольку для разработки и верификации математической модели нужна достоверная, однородная, онтологически выверенная информация, а в дальнейшем при ее реализации еще и оперативная, то будем считать, что уже существует единая цифровая платформа управления объединением, рассмотренная в первом разделе [12]. Тогда отличие в средних нормативных данных разных предприятий отражается в технологических показателях. С учетом таких гипотез ставится задача определить такую структуру производства агрохолдинга на некоторую перспективу, которая бы позволила получить максимальную прибыль при формировании эффективной системы интеграции материальных, трудовых, финансовых и информационных ресурсов с учетом инвестиционной составляющей, технологических особенностей основного производства и

обеспечения конкурентоспособности своей продукции, чтобы в дальнейшем на втором этапе сформировать программу перехода из начального состояния холдинга в состояние, найденное в результате решения задачи поиска оптимального состояния. Для чего перейдем к описанию основных блоков модели, давая комментарии по ходу описания.

3.1 Растениеводство

Как известно, система научно-обоснованных севооборотов является основой всего сельскохозяйственного производства. Севообороты в земледелии определяют все технологические процессы в отрасли. От них зависит характер обработки почвы, ухода за посевами, способы защитных мероприятий от эрозии земли, структура и объемы вносимых удобрений и средств защиты растений, применяемые системы машины и оборудования, рациональное размещение производственных подразделений и складских помещений и пр. Таким образом, севообороты влияют на эффективность всего сельскохозяйственного производства, используя более рационально основной ресурс – землю, а также прочие ресурсы (финансовые, биоклиматические, средства питания и защиты растений, сельскохозяйственные орудия и машины, человеческий капитал и, что актуально в век цифровой экономики – информационные). Поэтому основой разработки стратегии развития агрохолдинга должны стать научно-обоснованные севообороты, входящие в описание математической модели в следующем виде.

n – номер севооборота, $n \in N$;

j – номер культуры, $j \in J^n$;

i – номер технологии выращивания культуры, $i \in I$;

y_{jn}^1 – планируемая урожайность j -й культуры, выращиваемой по i -й технологии в n -м севообороте на пашне;

y^2 – планируемая урожайность на сенокосах;

y^3 – планируемая урожайность на пастбищах;

x_n – земли (искомая переменная), выделяемые под n -й севооборот;

T_n – количество полей в n -м севообороте;

S_1 – площадь пахотных земель;

S_2 – площадь сенокосов;

S_3 – площадь пастбищ;

nrk_{ijnb} – рекомендуемые нормы внесения средств питания и защиты растений b -го вида на единицу площади под планируемую урожайность j -й культуры, выращиваемой по i -й технологии в n -м севообороте;

st_{jn}^1 – затраты сельскохозяйственной техники на единицу площади на выращивание j -й культуры по i -й технологии в n -м севообороте на пашне;

st^2 – затраты сельскохозяйственной техники на единицу площади на сенокосах;

st^3 – затраты сельскохозяйственной техники на единицу площади на пастбищах;

r_{jn}^1 – затраты труда на единицу площади на выращивание j -й культуры по i -й технологии в n -м севообороте на пашне;

r^2 – затраты труда на единицу площади на сенокосах;

r^3 – затраты труда на единицу площади на пастбищах;

$cnrk_b$ – стоимость единицы b -го средства питания и защиты растений;

λ_{ijn} – переменная, принимающая значение 1, если j -ая культура в n -м севообороте возделывается по i -й технологии, иначе – 0.

3.2 Животноводство

l – код отрасли животноводства, $l \in L$;

m – код вида продукции животноводства, $m \in M$;

U_{lm} – продуктивность m -го вида продукции одной головы животных l -ой отрасли;

g_l – поголовье (искомая переменная) животных l -ой отрасли;

β_{lh} – годовая потребность одной головы животных l -ой отрасли в h -ой группе кормов в кормовых единицах, $h \in H$;

u_h – содержание кормовых единиц в одном центнере h -ой группы;

JK_1 – группа культур, из которых получают концентрированные корма, $h=1$;

JK_2 – группа культур, из которых получают грубые корма, $h=2$;

JK_3 – группа культур, из которых получают зеленые корма, $h=3$;

JK_4 – группа культур, из которых получают сочные корма, $h=4$;

st_l^4 – материально-технические затраты на одну голову животных l -ой отрасли;

r_l^4 – затраты труда на единицу на одну голову животных l -ой отрасли.

3.3 Переработка

V_d – (переменная) объем производства d -ой продукции;

W_d – мощность перерабатывающих предприятий, производящих d -ую продукцию;

a_{jd}^1 – расход j -й культуры на единицу d -ой продукции;

a_{lmd}^2 – расход m -го вида продукции животных l -ой отрасли на единицу d -ой продукции;

st_d^5 – материально-технические затраты на единицу d -ой продукции;

r_d^5 – затраты труда на единицу d -ой продукции.

3.3 Инвестиции

Возросшая конкуренция во всем мире ставит и перед предприятиями АПК задачу роста конкурентоспособности, что обеспечивается за счет включения в стратегию развития инновационной и инвестиционной составляющих. Как уже было показано выше, вложения в инновации, которые немислимы в настоящее время без информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), наиболее эффективны, когда они соответствуют уровню двух других инвестиций в организационный и человеческий капиталы.

Исходя из описанных соображений, будем считать, что агрохолдинг инвестирует не только в производство, но и в человеческий капитал, систему управления. Так, в растениеводстве в некоторые новые технологии (подмножество $i \in I^*$), новые сорта и культуры (подмножество $j \in J^*$), новые севообороты (подмножество $n \in N^*$), что скажется на прогнозных значениях урожайности, рекомендуемых нормах внесения удобрений и средств защиты посевов на единицу площади под планируемую урожайность, затратах сельскохозяйственной техники и труда. Соответственно, в животноводстве – в продуктивность животноводства (подмножества $l \in L^*$, $m \in M^*$), в эффективные технологии кормления (подмножество $h \in H^*$), использования материально-технических и трудовых ресурсов. Аналогично, в переработке – в мощность перерабатывающих предприятий, новую

продукцию (подмножество $d \in D^*$), в эффективные технологии переработки, что скажется на расходе сырья, материально-технических и трудовых ресурсов.

Для упрощения модели будем считать, что в растениеводстве инвестиции проявляются через прирост урожайности

$$\Delta y_{ijn}^1 = k_{ijn}^1 FI_{ijn}^1 \quad (1)$$

где FI_{ijn}^1 – объем инвестиций в новые технологии, сорта культур и севообороты; k_{ijn}^1 – удельные их затраты на единицу прироста урожайности; $i \in I^*$, $j \in J^*$, $n \in N^*$. Тогда

$$y_{ijn}^1 = y_{ijn}^0 + \Delta y_{ijn}^1, \quad (2)$$

где y_{ijn}^0 – урожайности на начало периода.

Аналогично, будем считать, что в животноводстве инвестиции проявляются через прирост продуктивности Δv_{lm} m -го вида продукции одной головы животных l -ой отрасли. $\Delta v_{lm} = k_{lm}^2 FI_{lm}^2$, где FI_{lm}^2 – объем соответствующих инвестиций, а k_{lm}^2 – удельные их затраты на единицу прироста, $l \in L^*$, $m \in M^*$.

Тогда $v_{lm} = v_{lm}^0 + \Delta v_{lm}$, где v_{lm}^0 – продуктивность m -го вида продукции одной головы животных l -ой отрасли на начало периода.

В переработке, считая, что инвестиции проявляются через мощности перерабатывающих предприятий, получим аналогичные соотношения $W_d = W_d^0 + \Delta W_d$, где $\Delta W_d = k_d^3 FI_d^3$, W_d^0 – мощности перерабатывающих предприятий на начало периода, FI_d^3 – объем соответствующих инвестиций в мощности перерабатывающих предприятий, а k_d^3 – удельные их затраты на единицу прироста, $d \in D^*$

3.4 Уравнения и ограничения

Сделаем ряд допущений для упрощения модели. Во-первых, будем считать, что культуры однократно входят в севооборот. Во-вторых, для того, чтобы не вводить очередность культур в севообороте, их ротацию, будем считать, что земельные площади в агрохолдинге довольно большие, соответственно, и поля севооборотов. Так, за период 1990-1999гг. в Нечерноземной зоне усредненная площадь примененных севооборотов оценивалась в 625 га, в Поволжье в среднем площадь уже почти в три раза больше и составляла 1825 га, на Северном Кавказе почти такая же и равнялась 1712 га, в Центрально-Черноземной зоне более чем в два раза выше площади Нечерноземной зоны – 1305 га [13]. Тогда при наличии нескольких хозяйств в агрохолдинге без ущерба точности можно допустить разбиение полей севооборотов на T_n участков. Тогда будет справедливо выражение

$$y_j^4 = \sum_{in} y_{ijn}^1 x_n / T_n, \quad (3)$$

где y_j^4 – валовой сбор j -й культуры на пашне за год, $j \in J^n$. При этом считаем, что весь урожай идет на корм животным y_j^5 , на переработку y_j^6 и на рынок y_j^7 . При этом должно выполняться балансовое соотношение $y_j^5 + y_j^6 + y_j^7 \leq y_j^4$.

Следующие четыре выражения определяют баланс четырех видов кормов:

$$\sum_l g_l \beta_{l1} \leq u_1 \sum_{j \in JK_1} y_j^4, \quad (4)$$

– баланс концентрированных кормов;

$$\sum_l g_l \beta_{l2} \leq u_2 \sum_{j \in JK_2} y_j^4 + u_2 y^2 s_2, \quad (5)$$

– баланс грубых кормов;

$$\sum_l g_l \beta_{l3} \leq u_3 \sum_{j \in JK_3} y_j^4 + u_3 y^3 s_3, \quad (6)$$

– баланс зеленых кормов;

$$\sum_l g_l \beta_{l4} \leq u_4 \sum_{j \in JK_4} y_j^4, \quad (7)$$

– баланс сочных кормов.

Баланс по переработке выглядит следующим образом $V_d = \sum_j a_{jd}^1 y_j^5 + \sum_{lm} a_{lmd}^2 g_l v_{lm}$, при этом считаем, что вся животноводческая продукция идет на переработку.

Ограничения на площади севооборотов $x_n^0 \leq x_n \leq x_n^1$ и $\sum_n x_n \leq s_1$.

Любая культура в своем севообороте должна возделываться строго по одной технологии $\sum_i \lambda_{ijn} = 1$, $j \in J^n$.

Ограничения на площади севооборотов $x_n^0 \leq x_n \leq x_n^1$ и $\sum_n x_n \leq s_1$.

Ограничения на объем переработки $V_d \leq W_d$.

Ограничения на трудовые ресурсы в растениеводстве $\sum_{ijn} r_{ijn}^1 \lambda_{ijn} x_n / T_n + r^2 s_2 + r^3 s_3 \leq R^1$, где R^1 – трудовые ресурсы в отрасли.

Ограничения на трудовые ресурсы в животноводстве $\sum_l r_l^4 g_l \leq R^2$, где R^2 – трудовые ресурсы в отрасли.

Ограничения на трудовые ресурсы в переработке $\sum_d r_d^5 V_d \leq R^3$, где R^3 – трудовые ресурсы в отрасли.

Ограничения на сельскохозяйственную технику в растениеводстве $\sum_{ijn} st_{ijn}^1 \lambda_{ijn} x_n / T_n + st^2 s_2 + st^3 s_3 \leq ST^1$, где ST^1 – количество сельскохозяйственной техники в отрасли.

Ограничения на запасы средств питания и защиты растений $\sum_{ijn} npk_{ijn} \lambda_{ijn} x_n / T_n \leq NPK_b$, где NPK_b – запасы b -го средства питания и защиты растений.

Ограничения на материально-технические средства в животноводстве $\sum_l st_l^4 g_l \leq ST^2$, где ST^2 – материально-технические средства в отрасли.

Ограничения на материально-технические средства в переработке $\sum_d st_d^5 V_d \leq ST^3$, где ST^3 – материально-технические средства в отрасли.

Производственные финансовые затраты в растениеводстве F^1 состоят из затрат на оборотные средства (кроме средств питания и защиты растений) $\sum_{ijn} c_{ijn}^1 \lambda_{ijn} x_n / T_n + c^2 s_2 + c^3 s_3$, на сельскохозяйственную технику $\sum_{ijn} cst_{ijn}^1 \lambda_{ijn} x_n / T_n + cst^2 s_2 + cst^3 s_3$, на оплату труда $\sum_{ijn} cr_{ijn}^1 \lambda_{ijn} x_n / T_n + cr^2 s_2 + cr^3 s_3$, где c_{ijn}^1 , c^2 , c^3 , cst_{ijn}^1 , cst^2 , cst^3 , cr_{ijn}^1 , cr^2 , cr^3 – соответствующие стоимостные показатели.

Производственные финансовые затраты в животноводстве F^2 состоят из затрат на материально-технические средства $\sum_l cst_l^4 g_l$, на оплату труда $\sum_l cr_l^4 g_l$, где cst_l^4 , cr_l^4 – соответствующие стоимостные показатели.

Аналогично определим производственные финансовые затраты в переработке $F^3 \cdot \sum_d cst_d^5 V_d$ – затраты на материально-технические средства, $\sum_d cr_d^5 V_d$ – затраты на оплату труда со стоимостными показателями cst_d^5 и cr_d^5 . Тогда с учетом инновационной и инвестиционной составляющих получим ограничения на финансы агрохолдинга $F^1 + F^2 + F^3 + FI^1 + FI^2 + FI^3 \leq F^0 + SF$, где FI^1 – инвестиции в растениеводство, FI^2 – инвестиции в животноводство, FI^3 – в переработку, F^0 – собственные средства, SF – заемные средства при их ограничениях $SF \leq SF^T$, связанных с возможностями рынка заимствований. При этом выполняются балансовые соотношения

$$FI^1 = \sum_{ijn} FI_{ijn}^1, \quad FI^2 = \sum_{lm} FI_{lm}^2, \quad FI^3 = \sum_d FI_d^3. \quad (8)$$

3.5 Критерий эффективности

Зачастую в качестве критерия эффективности берут максимизацию прибыли. Рассмотрим правомочность такого выбора и необходимые условия для этого. В общем виде под конкурентоспособностью продукции понимается способность производителя не уменьшать занятую долю рынка реализации ее, а при необходимости и увеличивать путем проведения целенаправленных мероприятий, с одной стороны, по повышению качества, с другой – по снижению себестоимости продукции относительно конкурентов. Ради обеспечения конкурентоспособности своей продукции руководители предприятий вынуждены постоянно следить за ситуацией на рынке, за динамикой нормативно-законодательной базы, финансовым рынком, потребностями и материальным положением потребителей, постоянно принимая решения о необходимости инвестирования в новое технологическое оборудование, о совершенствовании существующей, либо, вообще, переходе на новые виды продукции с реорганизацией структуры производства и управления им. Таким образом, основными показателями конкурентоспособности предприятия является цена и качество всей совокупности его продукции. Весь мир при этом ориентирован в первую очередь на качество, мобильность, другие составляющие при подходе к конкурентоспособности.

Для выбора показателя конкурентоспособности в качестве критерия эффективности можно было бы воспользоваться математической моделью конкурентоспособности предприятий АПК [14], способной на эффективность применения в среде единого информационного пространства цифрового взаимодействия (цифровой платформы) АПК, краткое изложение которого приведено выше.

Данная цифровая платформа, созвучная западной концепции интеграции данных и систем [3] дает возможность осуществлять мониторинг всех производимых действий, в том числе, перемещений, с техническими средствами, животными, трудовыми и материальными ресурсами, в частности, и с произведенной продукцией и т.д. с соответствующими затратами и ценами, то есть позволит осуществить прослеживаемость продукции. Такая цифровая трансформация предприятий, с одной стороны, позволит выразить в числовом виде критерий конкурентоспособности, с другой, окажет огромное влияние на конкурентоспособность продукции на рынке.

Поскольку такой ЦП в настоящее время нет, то нет и соответствующих статистических данных для определения в явном виде критерия конкурентоспособности, то в этой ситуации до появления необходимого сервиса вполне справедливо в качестве критерия эффективности взять максимизацию прибыли

$$W^T = \sum_j p_j^1 y_j^7 + \sum_d p_d^3 V_d - (F^1 + F^2 + F^3 + TI * SF), \quad (9)$$

где TI – коэффициент, отражающий стоимость заемных средств, p_j^1 – прогноз цен на реализацию j -й продукции растениеводства, p_d^3 – прогноз цен на реализацию d -й продукции переработки.

Заметим, что приведенная модель не учитывает логистическую составляющую функционирования агрохолдинга, имеющую значительное влияние на его межрегиональную деятельность. Представляется, что в силу нелинейного характера логистического блока, использовать его целесообразно в режиме имитации (рис. 2), для чего подходит математическая модель управления в логистике при формировании единого информационного логистического пространства страны [15].



Рис. 2. Имитационный режим использования логистического блока в моделировании стратегического управления

3.6 Выбор вариантов переходных процессов реализации стратегического плана

Данная модель относится к классу статических моделей, которые применяют для перспективного или стратегического планирования. Однако, самая большая проблема, возникающая при этом, состоит в том, как из начального состояния системы перейти в состояние, найденное в результате решения задачи поиска оптимального состояния. Обычно большинство исследователей ограничиваются моделями перспективного планирования. В работе далее дадим описание математической модели именно по нахождению вариантов переходных процессов реализации выбранного стратегического плана. Поскольку производственный цикл в сельском хозяйстве равен году, то решение данной задачи сводится к дискретному динамическому программированию с шагом t , равному одному году.

Тогда будем считать, что в результате решения задачи стратегического планирования в конечный момент времени T будут найдены следующие искомые величины: оптимальные севообороты с площадями под культуры в соответствии с ними, инвестиции в растениеводство, благодаря которым будет получена планируемая урожайность и технологии выращивания культур; продуктивность и поголовье животных, инвестиции в животноводство; объем производства продукции, мощность перерабатывающих предприятий и инвестиции в переработку. Тогда задачу дискретной динамической однокритериальной оптимизации запишем в общем виде:

$$x_{t+1} = f(x_t, u_t, v_t), \quad x_T = x^1, \quad G_t \subset G_T, \quad u_t \in G_t, \quad W^T = \sum_{t=1}^T W_t(x_t, u_t, v_t), \quad (10)$$

где x_t – состояние системы в момент времени t , которое зависит от предыдущего состояния, ресурсов u_t , факторов внешней среды v_t , x^1 – состояние системы, найденное в конечный момент времени T , G_T – ресурсы системы, определенные в момент времени T , G_t и G_T – технологические ограничения на ресурсы системы в момент времени t и T . W – критерий эффективности, равный сумме прибыли организации на всем промежутке времени, принимающий оптимальное значение.

Распишем данный процесс в терминах решения задачи стратегического управления, введя соответствующий индекс времени t . Тогда, критерий эффективности в каждый момент времени равен

$$W_t = \sum_j p_{ij}^1 y_{ij}^7 + \sum_d p_{id}^3 V_{id} - (F_t^1 + F_t^2 + F_t^3 + T I_t * S F_t). \quad (11)$$

при $SF = \sum_t S F_t$, $F I^1 = \sum_t F I_t^1$, $F I^2 = \sum_t F I_t^2$, $F I^3 = \sum_t F I_t^3$, $x_m = x_T$ – земли, выделяемые под n -й севооборот, на протяжении всего периода не изменяются.

Заключение

Представленная оригинальная авторская модель позволит теоретически обосновать единые подходы к цифровой трансформации стратегического управления на крупных агропромышленных объединениях, а вслед за этим средних и мелких хозяйств. Рассмотренная в работе модель и цифровая платформа являются теоретическим обобщением на весь агропромышленный комплекс реализации аналогичных модели и платформы на крупнейшем агрохолдинге – агрокомбинате «Кубань», выбранного в качестве эталонного объекта в рамках проекта электронизации сельского хозяйства [12].

Литература

1. *Milgrom P., Roberts J.* The economics of modern manufacturing: Technology, strategy, and organization // *The American Economic Review*, 1990, 80(3). – P.511-528.
2. *Гулянский Ю.* ИТАПК-2019: теория и практика цифровизации аграриев // *Connect*, 2019, № 5-6. – С.21.
3. Цифровизации сельского хозяйства в России не хватает данных. URL: <http://www.iksmmedia.ru/news/5533967-Czifrovizacii-selskogo-xozyajstva.html#ixzz6KBD7IYEP> (дата обращения 01.03.2021).
4. *Тейлор Ф.У.* Принципы научного менеджмента. – М.: Контроллинг, 1991. – 104с.
5. *Файоль А.* Общее и промышленное управление. – М.: Контроллинг, 1992. – 111 с.
6. *Томпсон А., Стрикленд А.* Стратегический менеджмент: искусство разработки и реализации стратегии. – М.: Банки и биржи, 1998. – 576 с.
7. *Виханский О.С.* Стратегическое управление: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Гардарики, 1998. – 296с.
8. *Шеховцева Л.С.* Стратегический менеджмент. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2006. – 153с.
9. *Терехова-Пушина Д.В.* Модели стратегического управления и планирования // *Московский экономический журнал*. 2019, №9. – С.488 – 497.
10. *Минаев В.Н.* Роль агрохолдингов в развитии экономик регионов России // *Научный вестник Южного института менеджмента*. 2018, №2. – С.74-81.
11. *Меденников В.И.* Комплементарные зависимости науки и бизнеса – необходимое условие успешности цифровизации аграрной экономики // *Цифровая экономика*, 2020, №3(11). – С.41-54.
12. *Ерешко Ф.И., Кульба В.В., Меденников В.И.* Сквозные технологии в АПК на основе цифровых стандартов // *Информационное общество*, 2020, № 3. – С.25-32.
13. Площади полей севооборотов. URL: adastrua.ru/zemleustroitelnoe-proektirovanie/148-opredelenie-chisla-i-ploshchadej-sevooborotov.html (дата обращения 01.03.2021).
14. *Medennikov V.* The Impact of Digital Transformation on the Competitiveness of Small and Medium Agro-Industrial Enterprises // *Proceedings of the International Conference on Policies and Economics Measures for Agricultural Development (AgroDevEco 2020)*. *Atlantis Press*, 2020. – P. 241-247.
15. *Меденников В.И.* Математическая модель формирования единого информационного логистического пространства страны // *Информатизация образования и науки*, 2021, № 2(50). – С.44-61.