УДК 338.2
DOI 10.5281/zenodo.15741476

ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ АГРАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ФОРМАЛИЗАЦИИ ЭКСПЕРТНОЙ ИНФОРМАЦИИ

©2025. *В. Ю. Ильин, Л. Е. Канаева*

В статье представлен авторский подход к обеспечению условий реализации принципов цифровизации экономических процессов на основе экономико-математического моделирования аналитической информации ключевых специалистов. В качестве методической основы предложен аппарат динамического программирования с использованием рекуррентных уравнений, позволяющих выявлять экстремальных значения экономических характеристик. Представлен процесс математического моделирования аналитической информации. В результате апробации модели по экспериментальным данным получены результаты, отражающие эффективность оптимального плана.

Ключевые слова: цифровизация, экономико-математического моделирование, аналитическая информация, экспертный метод, динамическое программирование, рекуррентные уравнения, землепользование, планирование.

Постановка проблемы. Перестроение экономической системы сельскохозяйственных предприятий в ходе интеграции в рыночное хозяйство привело к пренебрежению научно-обоснованными режимами природопользования. Приоритетное следование запросам рыночной конъюнктуре привело к ориентации на интенсивное производство высокодоходных культур и пренебрежению полезными качествами кормовых культур. Разрушение животноводческой отрасли привело к критическому падению спроса на корма, и, как следствие, исключение из севооборотов кормовых культур, например, многолетних трав, имеющий позитивное влияние на уровень плодородия сельскохозяйственных угодий. В общем итоге, севообороты фактически были исключены из практики фермерских хозяйств, часто доводя хозяйствование до уровня монопроизводства (ориентация на производство одной культуры).

Актуальность темы исследования является определение альтернативного для севооборота механизма обоснования тактических решений в планировании посевов, обеспечивающего эффективное использование природных ресурсов аграрного предприятия в условиях реализации задачи цифровизации основных экономических процессов аграрного предприятия.

Как следствие, подобная практика привела к ежегодной фиксации потери органического вещества почвы и общего плодородия земельных угодий сельскохозяйственного назначения. Таким образом, решение стратегической задачи поддержания качественного состава критически важного для сельскохозяйственного производства ресурса – земельных ресурсов, требует научно-обоснованных управленческих решений при планировании перспективного развития в условиях фермерского хозяйства. Управленческая деятельность фермерского хозяйства отличается ограниченностью кадрового, квалификационного и информационного обеспечения, поэтому аналитические механизмы должны опираться на ограниченный набор информации, доступный с ресурсов инфотехнологических платформ проектов цифровизации аграрной сферы.

 © Ильин В.Ю., Канаева Л.Е., 2025

Анализ последних исследований и публикаций. Вопросам эффективного использования ресурсной базы аграрного предприятия посвящено множество научных трудов, на основании которых подготовлено значительное число рекомендаций к принятию управленческих решений. Общие принципы проектирования моделей землепользования аграрных предприятий отражены в работах преимущественно специалистов агрономической науки, при этом определенная экономическая поддержка обязательно отражается для отражения соответствия современным условиях деятельности в условиях рынка. К подобного рода подходам можно отнести научные работы Зинченко С. И., Матюк Н. С., Мазирова М. А., Полина В. Д., Ильина Л. И., Николаева В. А., Савоськин О. А. [3], Сейидовой М., Аллабердиевой Б., Ахмедовой Г. [8], Сорокиной Ю. А. [14].

Ряд ученных-экономистов развивали отдельное направление, указывая на необходимость оригинального/специального подхода к проектированию севооборота, как основы управленческих систем аграрных предприятий, в условиях фермерских хозяйств. К такому подходу можно отнести, например, публикации Смирнова П. А., Ложкина А. Г., Смирнова М. П. [12], Аннаева Т., Аннаковой Г. [1], посвященные теме дифференцированных севооборотов.

Акцент на использовании методов экономико-математического программирования и на сегодняшний день остается актуальным среди ученных-экономистов, который в своих работах уточняют тонкости процесса моделирования в отдельных сферах. К таким публикациям можно отнести работы Чибис В. В. [16], Мирхамидова У., Эгамбердиевой Б. [6], Изосимовой Т. Н., Ананич И. Г. и Лапуть Ю. В. [3].

Оригинальные способы решения задачи с использованием специальных методов экономико-математического моделирования для обеспечения точности отражения критических условий аграрного предприятия также актуальны в работах ученных-экономистов, среди которых Скворцов Ю.С., Шматова А.В. [11] и Скворцов Ю.С., Рындин Н. А., Амоа А. Ж. К. К. [10], которые указывают на эффективность аппарата динамического программирования, Смирнов П. А., Смирнов М .П., Егоров В. П. [13] – на применении инструментария комбинаторики, Никитина К. Р. [7] – на применении метода квадратичного программирования.

Аспекты развития средств цифровизации для решения сложных задач управления аграрным предприятием в долгосрочной перспективе также включены во внимание ученных, среди которых можно выделить работы, посвященные проектированию специальных цифровых платформ: Будзко В. И., Меденников В. И. [2], Меденников В. И. [5],Скворцов Ю. С., Львович Я. Е. [9].

Таким образом, основной фокус научных исследований концентрировался на формирование возможностей использования природных особенностей культивации культур для формирования достаточных экономических выгод. Значительной проблемой в этом вопросе оставались возможности технической параметризации природных процессов в процессе производственной деятельности. Современные возможности цифровизации с использованием технических средств обеспечивают возможности сбора и накопления значительного объема информации, которая требует формирование новых актуальных моделей управления ресурсным потенциалом аграрного предприятия для получения устойчивых выгод и обеспечения прозрачности процесса ресурсопользования.

Целью текущего исследования является определение альтернативного для севооборота механизма обоснования тактических решений в планировании посевов,

© Ильин В.Ю., Канаева Л.Е., 2025

обеспечивающего эффективное использование природных ресурсов аграрного предприятия в условиях реализации задачи цифровизации основных экономических процессов аграрного предприятия. В рамках исследования авторами выдвигается гипотеза, что в условиях эффективного обеспечения информацией, в том числе из оригинальных источников, основанных на профессиональных компетенциях специалистов, и использовании средств цифровизации приемлемой управленческой практикой стратегического планирования развития аграрного предприятия ключевые параметры долгосрочного развития предприятия могут быть получены аналитически с допуском отклонений от жёстких агротехнических практик. Это позволит аграрным предприятиям получить необходимую эластичность по отношению к изменениям конъюнктуры аграрного рынка.

Результаты исследования. Для решения поставленной практической задачи предлагается использовать экономико-математическую модель оптимизации ресурсопользования для практики полеводства фермерских хозяйств с ограниченным земельным банком. Для апробации представленной модели привлечены ряд фермерских хозяйств Луганской Народной Республики с характерной для их масштаба проблематикой управления агробизнесом.

Исходным условием, которое положило необходимость разработки нового подхода к долгосрочному планированию развития аграрного предприятия, кроме всего прочего, является критический дефицит статистической информации для перспективного планирования. Экономика аграрной сферы Луганской Народной Республики переживает перезапуск экономических механизмов на новых условиях, связанных с процессов интеграции в российское экономическое пространство. Поэтому информационную основу текущему исследованию составляю результаты собственных полевых исследований, в том числе привлечением методик выявления экспертного мнения.

На основании интервьюирования с собственниками агробизнеса и специалистами, которые были вовлечены в процесс управления по основным сферам деятельности выявлены и систематизированы предпосылки колебания экономической эффективности, связанные с дефицитом информационного ресурса, необходимого для организации эффективного управления. Предполагается, что активное развитие проектов цифровизации аграрной сферы, как важнейшей отрасли народного хозяйства, вовлеченную в реализацию стратегических целей государства, обеспечит возможности делегирования ряда управленческих функций автоматизированным системам управления или создаст основу для повышения эффективности управленческой деятельности на основе оперативного информационного обмена, регулирующих параметры результативности производственных систем аграрной специализации.

В связи с этим необходимо определить ключевые точки соприкосновения ведущей проблематики аграрных предприятий с текущими и перспективными возможностями проектов цифровизации, внедряемых в аграрной сфере.

В природных условиях анализируемого региона эффективными сельскохозяйственными культурами в практике фермерских хозяйств являются озимая пшеница, яровой ячмень, кукуруза на зерно и подсолнечник. Ввиду сложившейся конъюнктуры рынка яровой ячмень пользуется низким спросом из-за преимущественно кормового способа использования, поэтому его выращивание для фермерского хозяйства не представляет интерес. Эффективному выращиванию кукурузы на зерно, кроме рыночных предпосылок, препятствуют природные условия. Наилучшие показатели результативности кукуруза проявляет в лесостепной зоне ввиду большего

 © Ильин В.Ю., Канаева Л.Е., 2025

объема влаги. Анализируемый регион имеет типично степную характеристику природных условий, поэтому имеет низкий интерес со стороны землепользователей малых масштаба бизнеса из-за сравнительно низкой урожайности и высокими производственными расходами. В связи с этим список интересующих культур ограничивается озимой пшеницей и подсолнечником.

Для оптимизации антропогенной нагрузки на земельные ресурсы для менеджмента фермерского хозяйства предложено включить в список многолетние травы для оценки перспективности для управления контролируемыми факторами производства. В данном случае модель должна отразить объективную целесообразность использования многолетних трав в системе культур, избранных для культивации. При этом отметим, что основная роль многолетних трав определена в восстановлении природного плодородия. Однако это не исключает получение экономических выгод. Например, многолетние травы могут давать два-три урожая при правильной культивации, из которых первый укос может быть использован для сбора и продажи в качестве сочных кормов или сена, второй не собирается, а запахивается в почву для прогрессивного восполнения органического вещества. Очевидно, что необходимость в использовании многолетних трав будет определяться объективной потребностью.

Второе условие регулирования землепользования сводится к дифференциации технологии выращивания озимой пшеницы, которую предлагается проводить двумя альтернативными способами: обычная и прогрессивная. Обычная предполагает использование типичной агротехники выращивания озимой пшеницы с умеренным внесением удобрения. То есть данная технология в большей степени опирается на благоприятность природных ресурсов в формировании высокого урожая зерна.

Прогрессивная технология выращивания озимой пшеницы предполагает широкий набор средств влияния на условия для формирования высокого урожая: увеличенные дозы внесения удобрений, активное использование средств защиты растений для регулирования фитосанитарного состояния почвы. Очевидно, данная технология будет иметь большую устойчивость и ожидаемые выгоды.

Таким образом, перечень технологических приемов, отражающих тактические решения в стратегии эффективного ресурсопользования, состоит из озимой пшеницы по обычной (типичной) технологии, озимая пшеница по прогрессивной (ёмкой) технологии, многолетние травы и подсолнечник. Для фермерского хозяйства, ориентированного на преимущественно монопродуктовый принцип деятельности предлагаемый перечень приобрел достаточно дифференцированный характер.

Для мониторинга состояния благоприятности ресурсного потенциала предприятия на начальном этапе использован ограниченный масштаб, состоящий из трёх возможных состояний: благоприятные условия, достаточные условия и неудовлетворительные. Благоприятные условия отражают формирование наилучших условий для получения максимальной урожайности и, как следствие, наибольших ожидаемых выгод. Достаточные условия представляют формирование мер необходимых для компенсации большей части проявлений неблагоприятного воздействия окружающей среды. Тем не менее, прогнозируется риск возникновения чрезвычайных обстоятельств, поэтому максимальные выгоды потенциально могут быть ограничены. Неудовлетворительные условия отражают развитие ситуации, когда нарушается режим функционирования механизмов увеличения продуктивности, находящихся в системе контролируемых факторов. Например, критическое снижение органического вещества в почве, формирующих ее плодородие. Органическое

© Ильин В.Ю., Канаева Л.Е., 2025

вещество может быть компенсировано внесением дополнительных доз органических удобрений, однако пренебрежение этими мерами формирует предпосылки самовосстановления почв за счёт природных механизмов. Отсутствие долгого внесения удобрений при нарушении естественных механизмов самовосстановления приводит к критической потере урожайности культур, и, как результат, потенциальных выгод.

Полученные в результате моделирования исходных условий данные и оценки предпринимаемых стратегий подвергаются последующей обработка с помощью методики динамического программирования. Структурная модель рекуррентных уравнений выглядит следующим образом.

Задачу текущего исследования можно представить, как задачу динамического программирования (ДП) с конечным числом этапов следующим образом [15]. Пусть число состояний для каждого этапа (года) равно m. Обозначим через $f_n(i)$ оптимальную ожидаемую выгоду, полученную на этапах от n до N включительно при условии, что система находится в начале этапа n в состоянии i.

Обратное рекуррентное уравнение, связывающее f_n и f_{n+1}, можно записать в виде:

$$f_n(i) = \max_k \left\{ \sum_{j=1}^{m} p_{ij}^k \left[r_{ij}^k + f_{n+1}(j) \right] \right\} ; \quad (1)$$

n=1,2,…,N,

где $f_{N+1}(j) \equiv j$.

Приведенное уравнение основано на том, что накапливаемая выгода $r_{ij}^k + f_{n+1}(j)$ получается в результате перехода из состояния i на этапе n в состояние j на этапе n+1 с вероятностью p_{ij}^k. Введя обозначение:

$$v_i^k = \sum_{j=1}^{m} p_{ij}^k r_{ij}^k ; \quad (2)$$

Рекуррентное уравнение динамического программирования можно записать следующим образом:

$$f_N(i) = \max_k \left\{ v_i^k \right\} ; \quad (3)$$

$$f_n(i) = \max_k \left\{ v_i^k + \sum_{j=1}^{m} p_{ij}^k f_{n+1}(j) \right\} ; \quad (4)$$

n=1,2,…,N-1.

Таким образом, в результате решения экономико-математической модели при заданном количестве этапов будут получены оптимальные решения для различных состояний ресурсного потенциала на каждом этапе функционирования системы, как решения, обеспечивающие максимальную результативность (максимальный объем выгод).

На следующей этапе исходя из заявленных состояниий, определяющих размерность матриц, и перечня используемых тактик в стратегии эффективного ресурсопользования, формируются матрицы переходных состояний и платежные матрицы. Ниже указаны переходные вероятности, соответствующие каждому из четырёх вариантов агротехники (рис.1)

 © Ильин В.Ю., Канаева Л.Е., 2025

Указанные на рис. 1 матрицы отражают оценки агротехнических специалистов (агрономы, землеустроители) вероятных изменений в потенциале задействованных ресурсов в результате применения заявленных практик при тех или иных исходных обстоятельствах. Например, экспертное мнение специалистов указало на то, что при исходном состоянии удовлетворительном состоянии ресурсного потенциала и плане культивации озимой пшеницы использование традиционной (обычной) технологии в равной степени обеспечивает возможность как сохранить текущий уровень потенциала, так и ведёт к риску снижения продуктивного потенциала имеющейся ресурсной базы. При этом использование агротехники озимой пшеницы с прогрессивными мерами позволит увеличить вероятность фиксации исходного удовлетворительного уровня при получении необходимого объема продукции.

Пшеница по обыкновенной технологии

$$\begin{array}{c|ccc} & 1 & 2 & 3 \\ \hline 1 & 0{,}2 & 0{,}6 & 0{,}2 \\ 2 & 0 & 0{,}5 & 0{,}5 \\ 3 & 0 & 0 & 1 \end{array}$$

Многолетние травы

$$\begin{array}{c|ccc} & 1 & 2 & 3 \\ \hline 1 & 1 & 0 & 0 \\ 2 & 0{,}3 & 0{,}6 & 0{,}1 \\ 3 & 0{,}2 & 0{,}6 & 0{,}2 \end{array}$$

Пшеница по прогрессивной технологии

$$\begin{array}{c|ccc} & 1 & 2 & 3 \\ \hline 1 & 0{,}3 & 0{,}5 & 0{,}1 \\ 2 & 0{,}1 & 0{,}7 & 0{,}2 \\ 3 & 0{,}05 & 0{,}4 & 0{,}55 \end{array}$$

Подсолнечник

$$\begin{array}{c|ccc} & 1 & 2 & 3 \\ \hline 1 & 0 & 0{,}65 & 0{,}35 \\ 2 & 0 & 0{,}3 & 0{,}7 \\ 3 & 0 & 0 & 1 \end{array}$$

Рис. 1. Переходные вероятности заявленных вариантов агротехники (*составлено автором*)

По другим культурам обратим внимание, что многолетние травы рекомендованы как противовес ресурсоёмкой технической культуре – подсолнечнику. Это видно по данным оценки в крайних положениях ресурсного потенциала производственной системы. Например, использование подсолнечника при наихудших базовых условиях, что нередко встречается в практике фермерских хозяйств, однозначно фиксирует производственную систему в худшем состоянии. При этом удовлетворительное состояние также ощущает существенные риски утраты (0,7 для перехода из состояния «удовлетворительное» в «плохое»). Отметим, что данные вероятности требую индивидуальной оценки для различных условий при использовании предлагаемой методики на практике, так как критичность ситуации может меняться от поля к полю, например, при поражении земельных площадей заразихой. Тем не менее, общая оценка, опирающаяся на единые природные факторы, определяющие продуктивность производственных систем, позволяет сформировать общие рекомендации.

В отличие от подсолнечника многолетние травы, по оценкам специалистов, обеспечивают условия прогресса в наиболее сложных ситуациях. Отметим, что данные вероятности составлены исходя из реализации системы необходимых агротехнических мероприятий для получения результата, в том числе неэкономического содержания. Характерной чертой данной культуры в оценках можно описать высокой вероятностью сохранения исходного уровня ресурсного потенциала, а также ростом вероятности увеличение потенциала природных ресурсов за счет восстановления органического

© Ильин В.Ю., Канаева Л.Е., 2025

состава почвы. Так, при плохом исходном состоянии ресурсного потенциала высокая вероятность (0,6) роста потенциала до удовлетворительного уровня, и значительная возможность (вероятность =0,2) увеличения качества ресурсного потенциала до наилучшего значения в принятой системе оценивания. При это фиксация на худшем уровня оценивается также в 0,2, так как не исключается неблагоприятное воздействие неподконтрольного фактора (например, засуха, град и прочее). При более высоком, от худшего, уровне происходит перераспределение вероятностей в пользу смещения к наилучшим показателям ресурсного потенциала: так при удовлетворительном исходном состоянии вероятность поднятия уровня потенциала составляет уже 0,3 в противовес предыдущему в 0,2.

Таким образом, представленные матрицы переходных вероятностей представляют агрегированную информацию экспертных заключений специалистов относительно развития ресурсного потенциала аграрного предприятия в зависимости от избранной тактики действий. Это, по своей сути, блок качественных данных, составляющий основу риск-менеджменту в процессе планирования перспективных действий.

Дополняет агротехническую информацию качественного плана экономические параметры развития. Экономическая оценка ожидаемых выгод составлена исходя из агрегированных данных технологических карт 2021-2022 и включает оценку не только прямых производственных расходов и ожидаемой доходности, но связанных перспективных трат. Например, выращивание подсолнечника сопровождается риском потери значительной части органического вещества почв, что ведет к существенной потери ресурсного потенциала вследствие излишнего антропогенного давления. В связи с этим цивилизованная практика земледелия требует осуществления мер по восстановлению баланса питательных элементов, что сопровождается определенными производственными расходами, снижающими общий объем ожидаемых выгод.

Соответствующие ожидаемые выгоды представлены следующими матрицами (рис. 2).

Пшеница по обыкновенной технологии

$$\begin{array}{c|ccc} & 1 & 2 & 3 \\ \hline 1 & 20 & 17 & 9 \\ 2 & 0 & 15 & 3 \\ 3 & 0 & 0 & -3 \end{array}$$

Подсолнечник

$$\begin{array}{c|ccc} & 1 & 2 & 3 \\ \hline 1 & 0 & 30 & -5 \\ 2 & 0 & 24 & -11 \\ 3 & 0 & 0 & -20 \end{array}$$

Пшеница по прогрессивной технологии

$$\begin{array}{c|ccc} & 1 & 2 & 3 \\ \hline 1 & 18 & 15 & -3 \\ 2 & 10 & 12 & 0 \\ 3 & 12 & 9 & -6 \end{array}$$

Многолетние травы

$$\begin{array}{c|ccc} & 1 & 2 & 3 \\ \hline 1 & 8 & 0 & 0 \\ 2 & 7 & 5 & 9 \\ 3 & 4 & 5 & 3 \end{array}$$

Рис. 2. Оценка ожидаемых экономических выгод заявленных вариантов агротехники (*составлено автором*)

Аналогично данным переходных вероятностей, представленные в матрицах рис. 2 оценки позволяют оценить перспективность альтернативных вариантов действий в зависимости от исходного уровня благоприятности ресурсного потенциала и вариантов действий. Так, производство зерна озимой пшеницы по исходным данным возможно двумя альтернативными способами, которые требуют различный уровень

 © Ильин В.Ю., Канаева Л.Е., 2025

производственных расходов и прогнозирую различный уровень урожайности зерна, определяющей ожидаемый доход от реализации. Отметим, что производство зерна пшеницы по прогрессивной технологии в оценках имеет большее число экономических оценок с отрицательным значением, что означает больший риск от применяемой технологии. Это связано с тем, что сама прогрессивная технология специалистами формируется с большими расходами на реализацию агротехнических операций по обработке почвы и уходу за посевами. При этом общая результативность определяется не только антропогенным воздействием на производственную систему, но и существенным влиянием неконтролируемых факторов, например, погодными условиями, действие которые или сложно, или даже невозможно нивелировать. Отметим, что подобные случаи отрицательной оценки наблюдаются преимущественно при худших состояниях ресурсного потенциала. Например, при худших состояниях земельных ресурсов низкая вероятность получить экономические выгоды при любой агротехнике. По мнению специалистов, которое отражено в матрицах наиболее демонстративно подобное явление при выращивании подсолнечника.

Таким образом, сформированы исходные данные для проведения расчётов по предлагаемой модели. Для удобства в расчётах принята условность: значение *k=1* соответствует решению «пшеница по обыкновенной технологии», *k=2* – «пшеница по прогрессивной технологии», *k=3* – «многолетние травы», *k=4* – «подсолнечник».

Используя алгоритм расчета оптимальных параметров на основе рекуррентных уравнений получены следующие значения для каждого этапа в табл.1

Таблица 1

Расчет оптимальных параметров на основе рекуррентных уравнений

Этап 4

	v_i^k				Оптимальное решение	
i	*k*=1	*k*=2	*k*=3	*k*=4	$f_4(i)$	*k**
1	16	12,6	8	17,8	17,75	4
2	9	9,4	6	-0,5	9,4	2
3	-3	0,9	4,4	-20	4,4	3

Этап 3

	$v_i^k + p_{i1}^k f_4(1) + p_{i2}^k f_4(2) + p_{i3}^k f_4(3)$				Оптимальное решение	
i	*k*=1	*k*=2	*k*=3	*k*=4	$f_3(i)$	*k**
1	26,07	23,1	25,8	25,4	26,07	1
2	15,9	18,6	17,4	5,4	18,635	2
3	1,4	7,97	14,5	-16	14,47	3

Этап 2

	$v_i^k + p_{i1}^k f_3(1) + p_{i2}^k f_3(2) + p_{i3}^k f_3(3)$				Оптимальное решение	
i	*k*=1	*k*=2	*k*=3	*k*=4	$f_2(i)$	*k**
1	35,3	31,2	34,07	34,93	35,3	1
2	25,6	27,9	26,45	15,22	27,95	2
3	11,5	17,6	23,69	-5,53	23,69	3

Этап 1

	$v_i^k + p_{i1}^k f_2(1) + p_{i2}^k f_2(2) + p_{i3}^k f_2(3)$				Оптимальное решение	
i	*k*=1	*k*=2	*k*=3	*k*=4	$f_1(i)$	*k**
1	44,6	39,5	43,3	44,21	44,6	1
2	34,8	37,2	35,7	24,47	34,8	2
3	20,7	26,9	33,0	3,69	20,7	3

© Ильин В.Ю., Канаева Л.Е., 2025

В результате расчетов получены оптимальные (рекомендованные) тактики осуществления посевов сельскохозяйственных культур. В последний, четвертый период, наилучшим с точки зрения полученных выгод при наилучшем состоянии потенциала природных ресурсов является выращивание подсолнечника, так как он позволяет получить максимальные выгоды при возможных вариантах развитиях событий.

При состоянии благоприятности ресурсного потенциала на достаточном уровне для предупреждения возможных рисков стоит использовать прогрессивную агротехнику выращивания озимой пшеницы. По данным оценок переходной матрицы она обеспечивает достаточную устойчивость, при этом гарантирует получение приемлемых выгод. И, наконец, неудовлетворительное состояние ресурсного потенциала подтверждает целесообразность использования многолетних трав как восстановительного механизма. Возможность частичного включения многолетних трав в перечень доходообразующих обеспечивает конкурентоспособность трав по сравнению с прогрессивной технологией выращивания озимой пшеницы, которая также имеет значительный потенциал стойкость в худших условиях.

В третий, второй и первый период оптимальность культур несколько изменяется. По результатам расчетов, при наилучшей благоприятности ресурсного потенциала оптимальной культурой определяется озимая пшеница по обычной технологии, которая обеспечивает наибольшие выгоды при прогнозной динамике состояний системы; в случае развития достаточных условий рекомендуется применение озимой пшеницы по прогрессивной технологии для обеспечения выгод при наихудших условиях; при наихудших условиях наибольшую эффективность обеспечивают многолетние травы. Таким образом выращивание подсолнечника для поддержания оптимальной стратегии эффективного ресурсопользования использовать не более одного раза в четырехлетний период.

Что касается экономического прогноза, от ожидаемые выгоды за четыре года составят $f_1(1)$=44,6 тыс. руб. при исходном состоянии ресурсного потенциала в первый год, отличающегося наилучшей благоприятностью условий деятельности; $f_1(2)$=34,8 тыс. руб. – при удовлетворительном исходном состоянии ресурсного потенциала в первый год; и $f_1(3)$=20, тыс. руб. – при удовлетворительном исходном состоянии ресурсного потенциала в первый год.

Выводы и предложения. Таким образом, оптимизация режима использования средств цифровизации на основе дифференцирования типологии информационных ресурсов обеспечивает прозрачность информационных ресурсов для аналитической работы в системе стратегического менеджмента аграрных предприятий. Использование экономико-математических моделей с интегрирующими механизмами объединения разного рода информации для получения ценных выводов относительно оптимальных параметров управления формирует эффективную основу систем поддержки принятия решений. Это особенно актуально для фермерских хозяйств, имеющих кадровый дефицит в специалистах с аналитическими способностями. Средства цифровизации в данном случае обеспечивают качественную основу для структурированных методик принятия управленческих решений.

Научную новизну полученных результатов исследования составляет выдвигаемое положение, что совершенствование управленческой работы аграрных предприятий, связанной с плановой работой на долгосрочный период, реализуется через композицию моделей управления/программирования и моделей адаптации/приспособления, которую предлагается реализовать с использованием инструментария Марковского

 © Ильин В.Ю., Канаева Л.Е., 2025

процесса принятия решений. В отличие от существующих подходов, предлагаемое решение отсутствие точной информации воспринимается не как источник погрешности расчётов, а как нормальное состояние управляемой системы, что соответствует условиям развития агробизнеса. При этом формируется возможность использования дополнительных источников информации за счёт раскрытия потенциала квалификации специалистов в оценке условий.

Критически анализируя подученные результаты, необходимо отметить, что качество полученных результатов применяемой модели во многом зависит от квалификации специалистов, как аграрного предприятия, так и привлеченных по аутсорсингу. Предлагаемая модель позиционируется авторами, как решение для условий с критическим дефицитом информационного обеспечения плановой работы. В таких условиях создание устойчивых моделей долгосрочного планирования крайне сложная задача. Аналитическая оценка специалистов при правильном математическом описании полученной информации может быть ценным источником, обеспечивающим достаточную гибкость для оценки потенциала ресурсов рыночной конъюнктуре. Отсюда вывод, что необходима дальнейшая разработка способов аналитического описания экспертного мнения фокусной проблемы в виде математических выражений, для чего могут применяться возможности средств цифровизации, задачей которых является приведение разного рода информации в цифровой, удобочитаемый вид. Поэтому дальнейшая научная работа должна быть посвящена проектированию цифровой платформы, интегрирующей аналитическую информацию разного рода специалистов аграрной сферы и адаптации применения её в экономико-математических моделях субъектов хозяйствования. Вероятно, это потребует разработки определённых стандартов и правил цифровизации экспертного мнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аннаев Т., Аннакова Г. Диверсифицированный севооборот: подход к устойчивому сельскохозяйственному производству // Интернаука. 2022. № 13-2 (236). С. 44-46.

2. Будзко В.И., Меденников В.И. Математическая модель оптимизации структуры севооборотов на основе единой цифровой платформы управления сельскохозяйственным производством // Системы высокой доступности. 2022. Т. 18. № 4. С. 5-15.

3. Агроэкологические основы севооборотов/ С.И. Зинченко, Н.С. Матюк, М.А. Мазиров, В.Д. Полина, Л.И. Ильин, В.А. Николаев, О.А. Савоськина/ под ред. С.И. Зинченко, Н.С. Матюка: учебник. Иваново: ПресСто, 2019. 228 с.

4. Изосимова Т.Н., Ананич И.Г., Лапуть Ю.В. Оптимизации севооборотов на основе экономико-математического моделирования // Актуальные вопросы и трансдисциплинарные решения. Сборник научных трудов по материалам Международного съезда по экономике, праву и инновациям. Москва, 2023. С. 21-26.

5. Меденников В.И. Единая цифровая платформа управления сельскохозяйственным производством как основа математической модели оптимизации структуры севооборотов // ИНФОРМАТИКА: ПРОБЛЕМЫ, МЕТОДЫ, ТЕХНОЛОГИИ. Материалы XXIV Международной научно-практической конференции им. Э.К. Алгазинова. Воронеж, 2024. С. 1106-1115.

6. Мирхамидов У., Эгамбердиева Б. Экономико-математическая модель выбора оптимальной схемы и типа хлопкового севооборота // Точная наука. 2019. № 66. С. 2-5.

7. Никитина К.Р. Оптимизация структуры севооборота с применением метода квадратичного программирования // Экономика. Управление. Инновации. 2019. № 2 (6). С. 92-96.

8. Сейидова М., Аллабердиева Б., Ахмедова Г. Научные основы севооборота // Академическая публицистика. ООО "Аэтерна". 2024. № 11-1. С. 144-147.

9. Скворцов Ю.С., Львович Я.Е. Разработка информационной подсистемы моделирования севооборота в системе "АГРОПОЛЕ" // Научная опора Воронежской области. Сборник трудов победителей конкурса научно-исследовательских работ студентов и аспирантов ВГТУ по приоритетным направлениям развития науки и технологий. Воронеж, 2019. С. 308-310.

© Ильин В.Ю., Канаева Л.Е., 2025

10. Скворцов Ю.С., Рындин Н.А., Амоа А.Ж.К.К. Модель динамического севооборота на основе уравнения Беллмана с конечным горизонтом // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 1 (24). С. 449-458.

11. Скворцов Ю.С., Шматова А.В. Модель динамического программирования для оптимизации севооборота // Оптимизация и моделирование в автоматизированных системах. Труды Международной молодежной научной школы. 2019. С. 224-226.

12. Смирнов П.А., Ложкин А.Г., Смирнов М.П. Дифференциальный севооборот для сельскохозяйственного мелкотоварного производства // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2 (9). С. 91-101.

13. Смирнов П.А., Смирнов М.П., Егоров В.П. Проектирование укороченных дифференцированных севооборотов с применением основ комбинаторики // Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 2 (50). С. 3-10.

14. Сорокина Ю.А. Проектирование системы севооборотов для расчета посевных площадей для обеспечения потребностей в кормах для КФХ ПУСТОБАЕВ // Роль инноваций в трансформации современной науки. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 100-102.

15. Таха Хэмди Введение в исследование операций, 6-е издание. : Пер с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2001. – 912 с. : ил. – Парал. тит. англ.

16. Чибис В.В. Применение методов математического моделирования для формирования севооборотов в условиях лесостепи западной Сибири // АгроЭкоИнфо. 2018. № 1 (31). С. 45.

Поступила в редакцию 18.02.2025 г.

ENSURING THE CONDITIONS OF DIGITALIZATION ECONOMIC PROCESSES OF AGRICULTURAL ENTERPRISES BASED ON THE FORMALIZATION OF EXPERT INFORMATION

V. Y. Ilyin, L. E. Kanaeva

The author's approach to creating conditions for implementing the principles of digitalization in economic processes through economic-mathematical modeling of analytical information provided by key specialists is presented in the article. A dynamic programming method is proposed as a methodological basis using recurrent equations to identify extreme values of economic parameters. The process of mathematical modeling of analytical data is described. As a result of testing the model using experimental data, the results reflecting the effectiveness of an optimal plan were obtained.

Key words: digitalization, economic-mathematical modeling, analytical data, expert method, dynamic programming, recursive equations, land-use planning.

Ильин Валерий Юрьевич
доктор экономических наук, профессор кафедры информационных технологий, математики и физики
ФГБОУ ВО «Луганский государственный аграрный университет имени К.Е. Ворошилова», г. Луганск
villin2015@gmail.com
+7-959-507-01-78
ORCID 0000-0002-4223-1865

 © Ильин В.Ю., Канаева Л.Е., 2025

Канаева Лариса Евгеньевна
аспирант кафедры информационных технологий, математики и физики
ФГБОУ ВО «Луганский государственный аграрный университет имени К.Е. Ворошилова», г. Луганск
larisa.kanaeva.1985@gmail.com
+7-959-147-11-88
ORCID 0009-0006-6586-3028

Ilyin Valery
Doctor of Economics, Professor of the Department of Information Technology, Mathematics and Physics
Lugansk State Agrarian University named after K.E. Voroshilov, Lugansk

Kanaeva Larisa
postgraduate student at the Department of Information Technology, Mathematics and Physics
Lugansk State Agrarian University named after K.E. Voroshilov, Lugansk

© Ильин В.Ю., Канаева Л.Е., 2025