

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по инженерно-
техническому обеспечению агропромышленного комплекса»
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦИФРОВИЗАЦИИ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Аналитический обзор



Москва 2022

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по инженерно-
техническому обеспечению агропромышленного комплекса»
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ЦИФРОВИЗАЦИИ
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ
В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

Аналитический обзор

Москва 2022

УДК 005.591.6:633/635

ББК 65.32-55

Э 40

Рецензенты:

И.С. Саиду, д-р экон. наук., проф.

(ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ);

А.В. Шитикова, д-р с.-х. наук, проф.

(ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Авторы:

А.П. Королькова, Н.А. Кузнецова, А.В. Ильина, В.Я. Гольяпин,

В.Н. Кузьмин, Е.В. Худякова

Э 40 **Экономическая эффективность цифровизации ресурсосберегающих технологий в растениеводстве: аналит. обзор.** – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. – 84 с.

ISBN 978-5-7367-1728-6

Рассмотрены инновационные ресурсосберегающие технологии в растениеводстве, особенности освоения и экономическая эффективность их применения на примере отдельных хозяйств. Представлены методические подходы определения экономической эффективности внедрения проектов на основе цифровых решений, анализ использования цифровых технологий в сельском хозяйстве, направления внедрения цифровых решений в растениеводстве, функциональные требования к специалистам при разных уровнях развития цифровизации в региональных АПК.

Проанализирована экономическая эффективность цифровых технологий в растениеводстве на примере отдельных предприятий в разных природно-экономических зонах России. Разработаны предложения по повышению экономической эффективности внедрения цифровых технологий в растениеводстве.

Предназначен для органов государственного управления, научных организаций АПК, предприятий и организаций, информационно-консультационных служб, студентов и преподавателей аграрных вузов.

Economic Efficiency of Digitalization of Resource-saving Technologies in Crop Production: Analytical Review. (Moscow: Rosinformagrotekh), 84 (2022).

Innovative resource-saving technologies in crop production, features of development and economic efficiency of their application are considered on the example of individual farms. Methodological approaches are presented for determining the economic efficiency of implementing projects based on digital solutions, an analysis of the use of digital technologies in agriculture, directions for introducing digital solutions in crop production, functional requirements for specialists at different levels of digitalization development in regional agribusiness.

The economic efficiency of digital technologies in crop production is analyzed on the example of individual enterprises in different natural and economic zones of Russia. Proposals have been developed to improve the economic efficiency of introducing digital technologies in crop production.

Designed for government bodies, scientific organizations of the agribusiness, enterprises and organizations, information and consulting services, students and teachers of agricultural universities.

УДК 005.591.6:633/635

ББК 65.32-55

ISBN 978-5-7367-1728-6

© ФГБНУ «Росинформагротех», 2022

ВВЕДЕНИЕ

Растениеводство является одной из основных отраслей сельского хозяйства. От темпов развития производства продукции растениеводства зависят продовольственная безопасность и обеспеченность необходимыми продуктами питания населения. В России на долю растениеводческой продукции приходится более 40 % всего объема сельскохозяйственного производства. В настоящее время темпы роста растениеводческой продукции сдерживаются снижением эффективности ее производства. Причиной тому являются:

- диспаритет цен, обусловленный ростом затрат на производство в связи с постоянным увеличением цен на средства производства, особенно на энергоносители, и относительно низкими ценами на сельскохозяйственную продукцию;
- недостаточная обеспеченность сельскохозяйственной техникой и использование агропредприятиями морально устаревших моделей технических средств, эксплуатируемых сверх нормативного срока амортизации;
- снижение плодородия почв вследствие эрозии, уменьшения гумусного слоя и других, в том числе климатических, факторов, которые приводят к ухудшению экологии окружающей среды.

Климатические изменения во многих странах мира, как и в России, оказывают негативное влияние на обеспечение населения продовольствием. По оценкам, в 2020 г. потери сельскохозяйственной продукции от климатических факторов в нашей стране составили 20 млрд руб. [1]. Наблюдается устойчивое снижение эффективности показателя интенсификации – окупаемости вложений в сельскохозяйственное производство [2].

С целью обеспечения конкурентоспособности в современных условиях хозяйствования сельхозтоваропроизводителям необходимо постоянно стремиться к снижению затрат и повышению качества производимой продукции, росту урожайности при условии сохранения и улучшения плодородия почв и окружающей среды.

На повышение эффективности деятельности сельхозтоваропроизводителей в первую очередь оказывают влияние модернизация и внедрение в производство высокоэффективной современной сель-

скохозяйственной техники и инновационных ресурсосберегающих технологий. В этой связи ресурсосберегающие технологии и внедрение цифровых решений выступают одними из важнейших факторов повышения эффективности производства за счет рационального использования природных, материально-технических, финансовых и трудовых ресурсов.

В качестве сдерживающих факторов освоения ресурсосберегающих и цифровых технологий выступают недостаточная информированность сельхозтоваропроизводителей о возможностях этих технологий, недостаток финансовых ресурсов для их внедрения, разрозненность используемых информационных систем и др. [3, 4].

Вместе с тем в сельском хозяйстве России высока доля работников с высшим и средним профессиональным образованием, занимающих должности руководителей и специалистов. В целом в Российской Федерации доля работников с высшим образованием составляет 51 %, средним профессиональным – 38, без специального образования – 11 %. Это свидетельствует о наличии кадрового потенциала для внедрения инновационных технологий в производство и реализации проектов информатизации сельского хозяйства [5, 6].

Согласно экспертным оценкам и исследованиям, пока недостаточно внимания уделяется как вопросам ресурсосбережения, так и популяризации опыта внедрения цифровых технологий в сельскохозяйственное производство, а главное – тому конкретному эффекту, который при этом достигается, и тем проблемам, которые возникают [7].

Для углубления и расширения научных исследований в области экономики сельского хозяйства необходимо повышение квалификации научных кадров в части использования новейших методов и инструментов работы с информацией в сфере управления экономикой организации [8].

Необходимы расширение научных исследований, популяризация передовых практик, а также адаптация мирового опыта к местным условиям. В издании особое внимание уделено опыту поэтапного внедрения «нулевых» ресурсосберегающих технологий и цифровых решений на конкретных агропредприятиях при производстве зерновых и технических культур по отдельным полям севооборота, годам освоения инновационных технологий и определению их экономической эффективности.

1. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

1.1. Инновационные ресурсосберегающие технологии в растениеводстве

Дальнейшее развитие сельского хозяйства неразрывно связано с интенсификацией отрасли, ускоренным внедрением инноваций, совершенствованием экономических отношений, развитием разнообразных форм собственности и видов хозяйствования. Интенсивные методы развития сельскохозяйственного производства требуют перехода к освоению принципиально новых технологических решений. Такие решения следует отнести к разряду базисных инноваций, которые могут быть реализованы только на основе использования результатов фундаментальных и прикладных исследований. Современные технологии в растениеводстве должны осуществляться на основе:

- освоения интенсивных и высоких технологий, разработки и внедрения комплексов сельскохозяйственной техники повышенной мощности, обеспечивающих множество сельскохозяйственных операций, соответствующих данным технологиям;
- внедрения высокопроизводительных тракторов и комбайнов с мощностью двигателей от 200 до 450-500 л. с. и низким удельным расходом топлива;
- расширения применения ресурсосберегающих технологий, основанных на принципах минимальной и «нулевой» обработки почвы;
- эксплуатации современной техники для внесения удобрений на базе программирования урожая, использования элитных семян, средств защиты растений, снижения потерь продукции и повышения ее качества;
- перевода сельскохозяйственной техники на газовое и биологическое моторное топливо;
- освоения геоинформационных систем (на основе космомониторинга).

Проведение технологической модернизации в растениеводстве и замена экстенсивных методов производства продукции нормаль-

ными и интенсивными, а также введение в хозяйственный оборот залежных земель позволят довести валовой сбор зерна в России до 150 млн т. Минсельхоз России активно поддерживает внедрение в сельское хозяйство ресурсосберегающих технологий. Если расход топлива и смазочных материалов на 1 га пашни при традиционных технологиях составляет 60–65 л, то при ресурсосберегающих этот показатель в 2–2,5 раза ниже – 20–25 л. В растениеводстве такие технологии уже применяются при возделывании до 47 % площадей сельскохозяйственных культур.

Среди ресурсосберегающих технологий выделяются следующие системы обработки почвы:

No-Till («почвозащита») – нулевая, в которой механическая обработка почвы применяется только на этапе посева. Ее преимуществами в отличие от традиционного земледелия являются сохранение благоприятной для сельскохозяйственных культур температуры почвы, рациональное использование атмосферных осадков и грунтовой влаги, увеличение органических веществ в почве, повышающих ее плодородие, сокращение расходов ресурсов [9];

Strip-Till – предусматривает обработку почвы одновременно с посевом на глубину не более 15 см в зоне ряда, при этом междурядья остаются нетронутыми, что обеспечивает сохранение влаги в почве и на 80 % сокращает расход топлива;

Mini-Till – измельчение остатков растений одновременно с уборкой урожая, лущением стерни сразу после уборки предшествующей культуры на глубину 6–8 см и глубоким рыхлением один раз в три года на глубину до 40 см, что обеспечивает сокращение потерь влаги и затрат на основную обработку почвы.

Освоение энерго- и ресурсосберегающих технологий, основанных на принципах минимальной и «нулевой» обработки почвы, обязательно должно увязываться с зональными условиями выращивания сельскохозяйственных культур в соответствующих севооборотах [10, 11].

В растениеводстве особую актуальность имеют две проблемы:

- постоянно увеличивающиеся затраты на производство продукции из-за применения многооперационных технологий, постоянного роста цен на энергоносители, сельскохозяйственную технику, минеральные

удобрения, средства защиты растений и услуги сторонних организаций, оказываемых сельхозтоваропроизводителям, при сравнительно низких темпах роста цен на производимую сельхозпродукцию;

- потеря плодородных почвенных ресурсов и ухудшение экологической обстановки окружающей среды. Из-за процессов эрозии почв и чрезмерной минерализации гумуса, отвода земель под строительство ежегодно теряются значительные площади сельскохозяйственных угодий.

Решение этих задач возможно только при переходе на ресурсосберегающие технологии, представляющие собой не только изменение способа основной обработки почвы, а целую систему, которая включает в себя внедрение безотвальной и мелкой обработок почвы с сохранением растительных остатков и измельчённой соломы в верхнем слое или на поверхности почвы. Переход на безотвальную обработку следует воспринимать не как упрощение, а как более высокий уровень технологий. Целью внедрения ресурсосберегающих технологий являются не рекордно высокие урожаи, а стабильные экономически выгодные уровни урожайности различных культур при низкой себестоимости. При этом происходит освоение севооборотов из рентабельных рыночных культур и культур, улучшающих плодородие почвы, а также обеспечение благодаря чередованию культур и использованию измельчённой соломы и растительных остатков в качестве удобрения и круглогодичной мульчи (не менее 3-5 т/га).

В основе технологий сберегающего земледелия лежит комплекс приемов, направленных на борьбу с деградацией структуры почвы, снижением плодородия, потерей влаги и падением урожайности. Главными принципами ресурсосберегающих технологий являются сохранение растительных остатков на поверхности почвы; использование севооборотов, включающих в себя рентабельные культуры и культуры, улучшающие плодородие почв; интегрированный подход в борьбе с вредителями и болезнями; использование качественных семян, отзывчивых к данным технологиям [11, 12].

Сельскохозяйственное производство – бизнес, и как в других видах бизнеса, задачу сделать его эффективным можно решить, научившись мыслить экономическими категориями. Экономическая

эффективность сельскохозяйственных предприятий зависит в основном от модернизации производства, применяемых технологий, организации производства, уровня подготовки кадров, финансового обеспечения. Известно, что в урожайные годы цены на сельхозпродукцию снижаются, а в неурожайные – наоборот, повышаются. Однако если учесть доходность в мировых масштабах, то доход в расчете на 1 га относительно постоянен и составляет 400-600 усл. ед. Таким образом, успешным товаропроизводителем будет тот, кто собирает стабильный урожай с минимальными затратами.

В настоящее время в мире растет спрос на сельскохозяйственную продукцию, но что касается зерновых культур, произведенных в России, то на первый план выдвигается задача не только в наращивании валового объема зерна, но и повышении его качества в условиях ограниченных энергоресурсов, с минимальными производственными затратами и без ущерба для окружающей природы.

В мировой практике успешное развитие сельскохозяйственного производства на 80 % зависит от управления и современных технологий и только на 20 % от погодных условий. В нашей стране, к сожалению, все неудачи сводятся к неблагоприятным погодным условиям и особенностям рискованного земледелия. В этой связи исправить данную ситуацию, используя передовой зарубежный опыт, возможно лишь переходом к ресурсосберегающим технологиям и умением управлять затратной частью бизнеса, обеспечив его конкурентоспособность. Важнейшее условие перехода на нулевые технологии – непрерывающийся постоянный процесс обучения применению инноваций.

Актуальность внедрения энергосберегающих технологий приобретает еще бóльшую значимость в связи с тем, что внутренние цены на энергетические ресурсы приближаются к мировым рыночным ценам. Поэтому получение максимального экономического эффекта от применения ресурсосберегающих технологий в растениеводстве связано именно с приемами обработки почвы, посева, внесения удобрений и химических средств защиты растений, ухода за культурами и уборки урожая.

Переход к ресурсосберегающим технологиям в растениеводстве дает возможность существенно повысить урожайность, поднять качество продукции. Инновационные организационно-технологиче-

ческие методы машиноиспользования позволяют обеспечить ресурсосбережение этой отрасли. Так, например, при традиционных технологиях 1 кг семян дает 10-12 кг зерна, а при сберегающих технологиях – 40-60 кг; расход 1 кг топлива при традиционном машиноиспользовании обеспечивает сбор 2-3 кг зерна, а при сберегающем – 7-9 кг; отдача от 1 кг д. в. удобрений по зерну составляет соответственно 2-3 и 10-12 кг.

В настоящее время за рубежом осваивают так называемые биологические, консервирующие, экологические и другие системы земледелия, которые являются по сравнению с традиционными наиболее эффективными, позволяют сократить производственные затраты на 50-80 %, получать при этом стабильные урожаи, обеспечивать восстановление плодородия почвы. Глобальное значение указанные технологии приобрели благодаря их экологическим и экономическим преимуществам, которые защищают почву от ветровой и водной эрозии, существенно снижают производственные затраты в растениеводстве.

Родоначальником нулевой технологии земледелия считается И.Е. Овсинский (1871 г.). В США и Канаде впервые применили нулевую технологию в начале 1930-х годов. В Англии технологии «прямого сева» начали применяться в 1945 г., и результаты этих опытов свидетельствовали об эффективности их использования.

В нашей стране с начала 1950-х годов в связи с возникновением пыльных бурь в Казахстане и Сибири начала применяться безотвальная плоскорезная обработка почвы, разработанная учеными-аграрниками Т. С. Мальцевым и А. И. Бараевым. Эстафету распространения нулевой технологии в земледелии приняли аграрии Аргентины, Бразилии и других латиноамериканских стран в связи с резким скачком цен на энергоресурсы в начале 1990-х годов. В этих странах применение нулевых технологий позволило резко увеличить объем производства сельскохозяйственной продукции и выйти в мировые лидеры по ее производству.

В настоящее время нулевые технологии в таких странах, как Канада, США, Аргентина, Бразилия, Австралия, Новая Зеландия и других используются на площади более 100 млн га, идет постоянное увеличение площади под технологиями прямого сева на 10 млн га ежегодно. В нашей стране нулевая система обработки почвы нашла

применение в таких регионах, как Поволжье, Северный Кавказ, Западная Сибирь. По опубликованным данным, по удельному весу сельхозугодий, где используются нулевые технологии земледелия, лидирующее положение занимает Аргентина (более 75 % всей площади, находящейся в обработке). Второе место принадлежит также латиноамериканской стране – Парагваю (68 %), третье – Бразилии и Канаде (по 57 %). В США нулевые технологии земледелия используются на менее чем 21 % обрабатываемых земель. В остальных странах эта доля едва достигает 0,8 %.

Лучший эффект в земледелии достигается при применении технологии No-Till в регионах, подверженных засухе, но достижение высокой эффективности зависит от состояния материально-технической базы конкретного предприятия, финансовых возможностей, кадрового обеспечения, природно-климатических условий. При применении нулевой обработки почвы обычно наблюдается сокращение затрат труда и топливосмазочных материалов (ТСМ), требуются строгое, четкое соблюдение всех технологических приемов производства и приобретение специальной техники.

В нашей стране использование нулевых технологий тормозится из-за недостаточного научного обеспечения данной системы земледелия. Однако многолетний опыт использования нулевых технологий в ряде регионов засушливых зон свидетельствует о значительном экономическом эффекте, самое главное, об улучшении почвенного плодородия и накоплении гумуса. Их применение способствует, прежде всего, решению экологических проблем за счет снижения воздействия ветровой и водной эрозий [13].

При нулевой технологии механическая обработка почвы отсутствует, но при переходе на нулевые технологии земледелия усиливаются требования к выравниванию почвенной поверхности с целью равномерной заделки семян при посеве специальными стерневыми сеялками. Сев производится по стерне с использованием специальных широкозахватных сеялок, что приводит к значительной экономии ТСМ. При этом необходимым условием является использование высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных культур [14].

Следующий элемент технологии производства сельскохозяйственной растениеводческой продукции – наличие оптимального

севооборота, что является очень важным звеном при технологии No-Till. При составлении и разработке севооборотов необходимо значительное место отводить сидератам, правильный подбор которых приводит к уменьшению засоренности полей, увеличению мульчирующего слоя на поверхности почвы, препятствует уплотнению почв. Внесение как минеральных, так и органических удобрений и использование ядохимикатов при No-Till являются обязательным и основным элементом. При борьбе с сорняками, вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур предполагается широкое использование средств борьбы с ними.

Важным условием при использовании нулевых технологий является накопление пожнивных остатков. При No-Till стерневые остатки и солома после уборки измельчаются и равномерно распределяются по поверхности поля для формирования почвозащитного слоя (мульчи), что способствует сохранению влаги, созданию специальной микрофлоры по воспроизводству гумусного слоя, защите от эрозии и сорняков. Большое количество биомассы возделываемых культур способствует увеличению мульчирующего слоя [13]. Технологию No-Till необходимо рассматривать как систему или комплекс различных мероприятий. К преимуществам рассматриваемой технологии можно отнести следующие:

- экономия ТСМ, трудовых ресурсов, сокращение амортизационных отчислений;
- восстановление и увеличение гумусного слоя;
- замедление или полное отсутствие эрозийных процессов (ветровой и водной эрозий);
- накопление влаги в почве, что особенно актуально в засушливых условиях производства;
- рост урожайности сельскохозяйственных культур.

Недостатки технологии No-Till:

- неэффективна в зонах повышенной увлажненности;
- существенные трудности при освоении и разработке севооборотов, выборе ядохимикатов и установлении норм их использования с учетом природно-климатических условий, месторасположения, состояния и качества почв, наличия сорняков, вредителей, болезней и т.д.;

- особые требования к выравниванию полей;
- увеличение количества вредителей и болезнетворных бактерий в мульчирующем слое, что способствует повышению требований к применению и обработке полей ядохимикатами.

Опыт внедрения нулевых технологий земледелия в других странах и Российской Федерации позволяет предложить четыре этапа ее освоения (табл. 1).

Таблица 1

Этапы и временной период внедрения технологий No-Till

Показатели	Стадия			
	начальная	переходная	формирования	сохранения
Временной период, годы	0-5	5-10	10-15	Более 15
Содержание органического вещества в почве	Низкое	Увеличение	Почти полное восстановление	Высокомасштабный кругооборот питательных веществ
Количество пожнивных остатков	Небольшое	Увеличение количества, увеличение плотности почвы	Большое количество	Быстрая аккумуляция пожнивных остатков
Наличие биомассы микробиоты	Восстановление	Увеличение содержания фосфора, иммобилизация азота	Способность обмена катионов, иммобилизация азота, минерализация, круговорот питательных веществ	Непрерывное колебание содержания азота и углерода, меньшее использование азота и фосфора

На начальном этапе (начальная стадия) внедрения нулевых технологий начинается восстановление почв, но кардинальных изменений в содержании почвенного углерода не наблюдается. Пожнивных остатков накапливается недостаточно, поэтому возникает необходимость внесения азотных удобрений.

Второй этап (переходная стадия) характеризуется увеличением пожнивных остатков и ростом содержания углерода и фосфора в поверхностном слое почв.

Третий этап (стадия формирования) системы No-Till охватывает самый длительный период. Ему присущи накопление большого количества пожнивных остатков, повышение содержания углерода в почве, увеличение способности обмена катионов и способности почв удерживать влагу. Круговорот питательных веществ достигает больших масштабов.

На четвертом этапе (стадия сохранения) восстановление плодородия почвы приводит к уменьшению потребности внесения минеральных и органических удобрений.

Мировая практика и отечественный опыт свидетельствуют о том, что для получения высоких урожаев на переходной стадии необходимо внесение азотных удобрений по научно обоснованным нормам и накопление достаточного количества растительных остатков, что может привести к росту затрат на внесение удобрений. Канадские сельхозтоваропроизводители в переходный период широко использовали жидкие формы азотных удобрений, используя систему глобального позиционирования, что привело к экономии до 30 % затрат. По мнению отдельных ученых-аграрников, большое будущее в данных технологиях за применением эффективных микроорганизмов для создания полноценной «микробиоты», но этот вопрос требует дальнейшего изучения. Необходимым элементом является обработка (протравливание) семян перед посевом. При борьбе с сорняками, которая является очень важной составляющей при нулевых технологиях, должны быть учтены особенности каждого вида сорных растений, их чувствительность к тому или иному виду гербицидов и степень влияния на них. Имеются рекомендации по сочетанию биологического и химического методов контроля сорняков, который предполагает организацию севооборота с чередованием растений холодного и теплого периодов, злаковых и широколистных.

Использование гербицидов сплошного действия типа глифосата является важным фактором борьбы с засоренностью полей, а использование опрыскивателей для применения гербицидов и подкормок растений – одно из основных требований при переходе на

нулевые технологии. При использовании средств защиты растений и минеральных удобрений широко используется система глобального позиционирования как элемент точного земледелия, которая предполагает применение системы навигации GPS EZ-Guide Plus с точностью проведения работ до 15-20 см. Ее цель – дифференциация технологических операций в зависимости от конфигурации полей, оптимизация траектории движения сельхозмашин, контроль работы механизатора и сельхозагрегатов, что позволяет сэкономить до 20-30 % средств защиты растений (СЗР), ТСМ, семян и оптимизировать использование рабочего времени механизатора.

При подготовке к использованию нулевых технологий очень важно провести почвенный анализ используемых полей и установить соотношение между показателем рН и таких элементов, как NPK, микроэлементами с целью оптимизации доз вносимых удобрений. Большое внимание при проведении обработки полей с использованием опрыскивателей должно уделяться тщательной отладке и регулировке их, оптимизации доз внесения гербицидов и удобрений в зависимости от особенностей того или иного поля. Большую эффективность дает использование оптических и механических датчиков и видеокамер с целью определения потребности растений, в результате чего автоматически оперативно меняется норма внесения удобрений или гербицидов при опрыскивании полей. Важным фактором при использовании СЗР, их экономии является качество воды, которая требует предварительной подготовки и очистки. Эффективность применения некоторых видов гербицидов увеличивается, а норма внесения их уменьшается при низком показателе рН в используемой воде.

При внедрении нулевых технологий особые требования предъявляются к регулировке машин прямого сева для обеспечения сохранения и меньшего уплотнения почвенного слоя и заделки семян на установленную глубину. Уплотнение почвенного слоя может уменьшить урожайность сельскохозяйственных культур в 2 раза. Проблему уплотнения почвы решают накоплением большого количества растительных остатков, использованием сидератов и севооборотов с учетом чередования культур со стржевной (горчица, рапс и другие) и мочковатой (донник, горох) корневыми системами с целью разрыхления

почвы корнями растений, микроорганизмами, дождевыми червями. Кроме того, для сохранения плотности почвы рекомендуется ограничить движение сельскохозяйственной техники по полям [15].

На эффективность использования ресурсосберегающих технологий в переходный период влияет правильный подбор сельскохозяйственных культур, сортов, гибридов для определенных типов почв. Для нулевых технологий должны использоваться семена сортов и гибридов, отзывчивых на технологию прямого сева. Они должны быть элитными или первой репродукции с требуемой всхожестью более 95 % и уровнем чистоты 99 %. Обязательным условием должна стать предпосевная обработка семян протравителями от болезней и вредителей и стимуляторами роста.

Сохраненная стерня способствует задержанию снега и накоплению влаги, а измельченная солома, остающаяся после прохода зерноуборочного комбайна, дает дополнительное биологическое питание почвенным микроорганизмам, а также препятствует испарению влаги. Особое внимание в земледелии по системе No-Till уделяется севооборотам, т. е. правильному чередованию выращиваемых культур. Оптимизация схем севооборотов и рациональная система обработки почвы в севооборотах защищают культуры от сорняков, вредителей и болезней, повышают плодородие почвы за счет сохранения ее структуры, предотвращения эрозии, снижения потери влаги и в конечном итоге увеличивают потенциальную рентабельность земельных угодий.

В переходный период особую роль играет правильный подбор покровных культур в качестве сидератов (горчица, масличная редька, донник). Есть рекомендации по использованию в качестве покровных культур однолетних и многолетних трав, бобовых, рапса. Покровные культуры способствуют накоплению мульчирующего слоя, а также уменьшению уплотнения почвы. Реализация технологии нулевой обработки почвы начинается на этапе уборки зерновых культур. Важным моментом в системе сберегающего земледелия является формирование почвозащитного, влагосберегающего, мульчирующего покрытия. При грамотном проведении уборочной кампании пожнивные остатки должны быть равномерно распределены по полю. Доказано, что такое распределение будет способствовать работе микрофлоры почвы, облегчать борьбу с сорной растительно-

стью, обеспечивать сохранность почвенной влаги и в конечном итоге способствовать повышению урожайности возделываемых культур.

Скорость внедрения нулевых технологий зависит от скорости поступления и накопления углерода в качестве растительных остатков, которые являются источником развития почвенных организмов. На начальном этапе желательно производить не менее 6 т на 1 га растительных остатков, а в дальнейшем – не менее 10 т.

При использовании ресурсосберегающих технологий необходимо учитывать плотность почвы, количество выпадающих осадков, предшественники, отзывчивость культуры на рыхление и ряд других факторов. В этой связи в некоторых регионах ближнего зарубежья (Украина, Беларусь), а также нашей страны (Липецкая, Белгородская, Самарская, Саратовская, Пензенская области и Краснодарский край) целенаправленно пошли по пути внедрения современных технологий, восстанавливающих почвенное плодородие, приобретения высокопроизводительной отечественной и зарубежной техники, позволяющей применять эти технологии [15].

Внедрение инноваций приводит к росту производительности труда и высвобождению рабочей силы. Передовая практика показывает, что там, где еще вчера на 3-5 тыс. га сельскохозяйственных угодий действовало коллективное сельхозпредприятие с более чем сотней работающих, сегодня справляются не более 20 высококвалифицированных работников. Современные агротехнологии существенно повышают эффективность сельскохозяйственного производства и высвобождают значительное количество рабочей силы. Применение высокопроизводительной техники значительно снижает потребность в трудовых затратах, что весьма актуально для сельского хозяйства в настоящее время.

Для ускорения внедрения ресурсосберегающих технологий необходимо:

- составить федеральный регистр перспективных ресурсосберегающих, адаптированных к зональным условиям технологий производства продукции в приоритетных подотраслях растениеводства и животноводства;
- сформировать при Минсельхозе России базу данных по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам, направлен-

ным на разработку и использование ресурсосберегающих технологий в АПК;

- дать оценку технического и технологического состояния крестьянских (фермерских) хозяйств, сельскохозяйственных кооперативов и личных подсобных хозяйств;
- разработать план проведения фундаментальных и прикладных исследований в области внедрения ресурсосберегающих технологий в малых и средних формах хозяйствования в АПК, а также комплекс других сопутствующих этому мероприятий.

1.2. Экономическая эффективность ресурсосберегающей технологии No-Till

Эффективность и проблемы внедрения инновационных ресурсосберегающих технологий производства зерновых и технических культур в Саратовской области исследованы на примере К(Ф)Х «АНТО» Марковского района, хозяйств Духовницкого и Балаковского районов, имеющих однотипные природно-климатические условия для производства рассматриваемой продукции по данной технологии. Так, К(Ф)Х «АНТО» начало внедрение данной технологии с 2012 г. Финансово-экономические показатели развития сельхозпредприятия отражены в табл. 2.

Таблица 2

Основные финансово-экономические показатели развития К(Ф)Х «АНТО» Марковского района Саратовской области

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Темпы роста, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Выручка, млн руб.	27,3	47,4	42,1	68,4	50,9	106,5	85,3	312
Площадь сельскохозяйственных угодий, га	3150	3251	3316	3786	3763	3763	3763	119
Стоимость основных средств, млн руб.	18,3	20,8	35,1	39,9	47,5	60,1	77,7	425
Оборотные средства, млн руб.	24,7	21,6	35,1	39,9	47,5	46,7	62,9	255

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Среднесписочная численность работающих	16	16	16	16	16	11	11	97
Удельный вес собственного капитала	0,62	0,82	0,60	0,69	0,66	0,79	0,74	119
Фондоотдача, руб.	1,5	2,3	1,3	1,6	1	1,8	1,1	73
Производительность труда, тыс. руб.	1706	2964	3313	4275	3188	9684	7750	454
Коэффициент оборачиваемости оборотных средств	1,22	2,03	1,19	1,71	1,07	2,28	1,36	111
Фондовооруженность, тыс. руб.	1143	1302	2581	2694	3313	5464	7062	618
Прибыль от продаж, млн руб.	4,5	5,2	12,7	9,7	17,4	34,8	20,9	464
Рентабельность продаж, %	19,3	16,5	11	24	33,3	32,7	24,5	127

Источник: данные авторов.

За период внедрения «нулевых» технологий производства продукции растениеводства в К(Ф)Х объем реализации товарной продукции увеличился в 3 раза, размер основных и оборотных средств возрос соответственно в 4 и 2,5 раза почти при неизменных площади сельхозугодий и численности работающих. Производительность труда возросла в 4,5 раза при увеличении фондовооруженности в 6 раз. Снижение фондоотдачи связано с опережающим ростом стоимости основных средств (в 4 раза) по сравнению с объемом продаж (в 3 раза). Но финансовые показатели имеют тенденции резкого роста, особенно размер прибыли, что является основой дальнейшего развития сельскохозяйственного производства на инновационной основе и дает возможность использования современных методов управления предприятием с применением цифровых технологий.

Этапы инновационного процесса предусматривают зарождение и обоснование новой идеи в виде инновационной технологии, а так-

же ее разработку, распространение и использование на практике. No-Till – сложная и наукоемкая технология, которая отличается от классической отсутствием таких приемов обработки почвы, как вспашка и культивация, наличием посева по стерне, уборкой урожая комбайнами с измельчителями соломы и равномерным распределением пожнивных остатков по полям для создания мульчирующего слоя, обработка полей перед посевом гербицидами-глифосатами. Эффективное внедрение технологии No-Till как вариант ресурсосберегающих технологий возможно лишь при высокой культуре земледелия, достаточной обеспеченности удобрениями и пестицидами.

Внедряемая технология производства имеет свои преимущества перед традиционной. Во-первых, ее внедрение снижает затраты в расчете на 1 га путем сокращения расхода топливосмазочных материалов на обработку почвы. Во-вторых, она способствует накоплению гумуса в почве и улучшению ее структуры путем сохранения пожнивных остатков, создавая благоприятный мульчирующий слой, что в конечном счете приводит к улучшению водного режима, активизирует деятельности бактерий и дождевых червей, повышая плодородие. В-третьих, в засушливых условиях производства сельскохозяйственных культур (в связи с потеплением климата влияние засух на конечные результаты сельскохозяйственного производства только усиливается, особенно в засушливых регионах) такая технология позволяет сохранить влагу в почве в доступной для растений форме и до минимума сократить влияние засухи на урожайность. В-четвертых, данная технология предотвращает водную и ветровую эрозию почвы, которая является важной проблемой засушливого Заволжья.

Неоспоримое преимущество новых технологий – значительный рост урожайности сельскохозяйственных культур, особенно в засушливые годы. Инновационные технологии в земледелии позволяют уменьшить затраты труда на производство продукции путем уменьшения числа обязательных технологических операций, использования широкозахватных машинно-тракторных агрегатов, повышения рабочих скоростей, более рационального использования рабочего времени. Следствие этого – сокращение количества механизаторов,

заняты на полевых работах, что очень актуально в условиях острого дефицита высококвалифицированных кадров.

К сожалению, в российской науке до сих пор нет чёткого обоснования нулевой технологии, именно поэтому существует широкий спектр мнений о методике перехода к этой системе земледелия. В 2011 г. руководством К(Ф)Х «АНТО» была сформирована методика на основе шкалы профессора Карлоса де Мореса, составленной на основе суммирования 45-летнего опыта внедрения No-Till, согласно которой весь процесс внедрения данной технологии был разбит на четыре этапа, каждый из которых длился от двух до пяти лет.

Необходимыми мероприятиями при переходе к No-Till является проведение подготовительных работ, которые включают в себя выравнивание полей и накопление на полях мульчирующего слоя. Руководством К(Ф)Х были отобраны несколько участков полей, на которых предполагалось в дальнейшем работать по нулевой технологии. В первую очередь экспериментальные участки были выровнены дисками до такого состояния, чтобы проезд на автомобиле со скоростью 60-80 км/ч по диагонали поля был комфортным. Для получения в 2012 г. наибольшего количества пожнивных остатков на отобранных участках высевали озимую рожь.

При переходе на новую систему земледелия возникла необходимость обновления парка сельскохозяйственной техники в виде приобретения посевного комплекса «Horsch – Агро-Союз», самоходного опрыскивателя с большими сменными колесами «Туман-2» для обработки полей средствами защиты растений. Опрыскиватель оборудован электронной системой дозирования, смешивания, контроля раствора ядохимикатов. Использование широкозахватной универсальной техники позволяет экономить время на проведении технологических операций, лишний раз не уплотнять почву, существенно сократить парк машин, уменьшить производственные затраты на ТСМ, оплату труда, вспомогательные материалы и в конечном итоге снизить себестоимость производимой продукции. Использование комбайна CLAAS с жатками HONEY BEE шириной захвата 11 м и одного бункера-накопителя позволило сократить количество обслуживающего автотранспорта на транспортировке зерна и обеспечить качественную уборку, в том числе полеглых растений при низком

срезе стебля, что особенно важно при уборке бобовых. Оснащение комбайнов измельчителями позволяет равномерно распределять пожнивные остатки по всей площади среза.

Эффект от данной технологии в «АНТО» измеряется не только в экономических показателях. Например, увеличение влаги в почве с 2013 по 2022 г. возросло на 26 % и составило 1830 т на 1 га посевной площади, в зоне Саратовского Заволжья это очень высокий показатель. В структуре почвы также заметны изменения, ведь миллиарды капилляров, образовавшиеся в результате деятельности дождевых червей и других почвенных микроорганизмов, пронизывают целинное поле на глубину 3 м. Эти капилляры являются путями для проникновения воды и кислорода в почву, данный процесс в литературе принято называть «дыханием почвы».

Многие ученые отмечают при нулевой системе земледелия угрозу переуплотнения почвы. С данной проблемой в регионе во многом справляется сама природа, так как влага, проникнувшая по каналам поздней осенью при наступлении первых заморозков, замерзает и разрывает плужную подошву. Тем не менее, природное рыхление в полной мере не решает проблему уплотнения почвы. На сегодняшний день значение показателя плотности почвы в К(Ф)Х «АНТО» находится в нормативных пределах, но есть опасения, что данная проблема может возникнуть, так как большинство практиков отмечают возникновение переуплотнения именно по истечении пяти лет с момента внедрения No-Till.

Тяжелая техника, такая как грузовики для транспортировки зерна, при движении во время уборки рядом с комбайном сильно переуплотняет почву. Поэтому при работе по нулевой системе земледелия особенно важно осуществлять контроль движения сельхозтехники по полям. В целях предупреждения проблемы переуплотнения почвы необходима более оперативная и оптимальная организация управления технологическими процессами, связанными с использованием сельскохозяйственных машин. На предприятиях, внедряющих «нулевую» технологию, особое внимание уделяется организации уборочных работ с целью недопущения прохода тяжелой техники по полям севооборота. Выгрузка и транспортировка продукции для складирования производится на краю поля.

Система No-Till изменяет общие концепции и представления о растениеводстве. Как отмечалось выше, при переходе на No-Till в первую очередь руководство К(Ф)Х «АНТО» определило этапы перехода (табл. 3)

Таблица 3

Основные фазы внедрения No-Till в К(Ф)Х «АНТО»

Начальная	Переходная	Формирование	Сохранение
Восстановление почвенных агрегатов	Увеличение плотности почвы	Большое количество пожнивных остатков	Быстрая аккумуляция пожнивных остатков
Низкое содержание органического вещества	Увеличение количества пожнивных остатков	Высокий коэффициент содержания углерода	Непрерывное колебание азота и углерода
Небольшое количество пожнивных остатков	Увеличение органического вещества	Способность обмена катионов	Увеличение уровня влаги
Восстановление биомассы микробиоты	Увеличение содержания фосфора	Повышение уровня влаги Увеличение круговорота питательных веществ	Высокомасштабный круговорот питательных веществ Уменьшение содержания азота и фосфора

Хозяйство за 10 лет успешно прошло начальную, переходную фазы и фазу формирования. Сегодня в «АНТО» сформирована оптимальная структура почвы, достигнуты высокие уровни влажности и концентрации пожнивных остатков на полях, что говорит о том, что процесс внедрения нулевой технологии сейчас находится в стадии сохранения.

Один из ключевых принципов No-Till – продуманный севооборот, в котором на каждом поле требуется своя последовательность чередования посевов: озимых и яровых, узколистных и широколистных растений, типов листа и корневой системы культур, а также температурного периода. Пример севооборота без обработки почвы

приведен в табл. 4. В севооборот обязательно нужно включать бобовые растения.

Таблица 4

Пример севооборота при No-Till

Культура	Тип корневой системы	Тип листа	Температурный период
Рапс яровой	Стержневая	Широколиственный	Холодный
Озимая пшеница	Мочковатая	Узколиственный	Холодный
Подсолнечник	Стержневая	Широколиственный	Теплый
Кукуруза	Мочковатая	Узколиственный	Теплый
Горох	Стержневая	Широколиственный	Холодный
Ячмень яровой	Мочковатая	Узколиственный	Холодный
Соя	Стержневая	Широколиственный	Теплый
Просо	Мочковатая	Узколиственный	Теплый

При формировании севооборота следует опираться на матрицу чередования корневой системы, типа листа и температурного режима и затем определять культуры севооборота. Оптимизация и корректировка севооборота производятся ежегодно в зависимости от изменяющихся природно-климатических условий и состояния отдельных участков полей.

Правильно составленный севооборот позволяет решить такие проблемы, как борьба с сорняками, вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур, а также с чрезмерным уплотнением почвы. При составлении севооборота необходимо учитывать соотношение экономически-рентабельных и базовых культур (без которых севооборот не может функционировать эффективно), так как целью его является не только улучшение структуры почвы, но и получение необходимого уровня рентабельности производства.

Важное место в системе нулевого земледелия занимает эффективное управление процессами почвообразования, которое включает в себя регулярный биохимический анализ для выявления недостающих питательных веществ в почве и внесения этих элементов в виде минеральных удобрений. Внесенные удобрения создают комфорт выращиваемым культурам, что значительно увеличивает их урожай. Контроль состояния почвы необходимо проводить периодически,

так как это позволяет значительно сэкономить на минеральных удобрениях.

В целях экономии на агрохимических исследованиях рекомендуем организовать на предприятии переносную лабораторию «РПЛ-почва», которая позволяет быстро определять свойства почвы и содержащиеся в ней вещества. Так руководство предприятия сможет не только сэкономить время и деньги на проведение данной экспертизы в сторонних организациях, но и в удобное время следить за состоянием почвы.

Как уже отмечалось, одним из основных принципов No-Till является максимизация сохранения пожнивных остатков. Они являются универсальным средством для аккумуляции влаги на протяжении всего вегетационного периода растений, защищают почву от прямых солнечных лучей, ветровой и водной эрозий, смягчая удары дождевых капель (рис. 1).



Рис. 1. Растительные остатки от урожая прошлого года по технологии No-Till в К(Ф)Х «АНТО»

В К(Ф)Х «АНТО» на этапе формирования происходило накопление большого количества растительных остатков, наблюдалось повышение содержания углерода, накопление питательных веществ и увеличение водоудерживающей способности почвы. Как показывает опыт, при использовании нулевой технологии более чем за 20 лет можно довести структуру почвы до идеальных параметров, для ко-

торых характерны масштабный круговорот питательных элементов и высокий коэффициент содержания углерода.

Как показал опыт, на эффективность использования средств защиты растений (СЗР) при обработке почвы и посевах большое влияние оказывает качество воды при приготовлении раствора для опрыскивания. Для улучшения качества используемой воды требуются предварительная подготовка и очистка. В К(Ф)Х «АНТО» специально для этих целей осуществлено бурение артезианской скважины для забора воды, которая затем проходит дополнительную очистку на приобретенном для этого специальном оборудовании. Эффективность применения гербицидов значительно возрастает, так норма их внесения уменьшилась в 2-3 раза при низком показателе рН в используемой очищенной воде (рис. 2).



Рис. 2. Внесение микроэлементов на поле кукурузы с использованием опрыскивателя «Туман-2» в К(Ф)Х «АНТО»

Использование средств защиты растений зависит от засоренности того или иного участка отдельных полей, типов и видов сорняков, наличия болезней растений и численности вредителей, природно-климатических условий того или иного года и т. д. Перечень применяемых средств защиты растений при возделывании кукурузы и подсолнечника в К(Ф)Х «АНТО» приведен в табл. 5.

**Перечень применяемых средств защиты растений и подкормок
в К(Ф)Х «АНТО»**

2017 г.		2019 г.		2021 г.	
Кукуруза	Подсолнечник	Кукуруза	Подсолнечник	Кукуруза	Подсолнечник
<i>1-я обработка предпосевная</i>					
Трибенурон, дикамба	Глифосат, трибинурон	Глифосат, дикамба, трибенурон	Глифосат, эфир	Силач, дикамба, фультек, эфион	Глифосат, эфир
2-я предпосевная обработка					
Глифосат, эфир	Глифосат, эфир	Глифосат, дикамба, мажестик, КАС	Глифосат, КАС, мажестик	Тотал, декабрист, дикамба, сильверстар	Глифосат, эфир
<i>1-я обработка по вегетации</i>					3-я предпосевная обработка: юнкер
Тезис, ДАР-90	Галакт-АЛТ	Флуафол, термусцинк, карбамид	Сокол	Милена, хатор, фультек, сильверстар	<i>1-я обработка по посевам:</i> казим, флауфол
2-я обработка по посевам		2-я обработка по вегетации			
Мастер-пауэр	Флуазол, казим	Эйфория, лакмус		Полидон NPK, дипломат, карбамид, магний	Бор, агроверт, терофлеш
3-я обработка по посевам: нертус-цинк	-	-	-	-	-

Источник: данные авторов.

Перечень и дозы препаратов средств защиты растений и подкормок значительно меняются по полям и даже по участкам полей в зависимости от выше перечисленных факторов.

В структуре затрат значительный удельный вес занимают СЗР, на их долю приходится более 20 % всех затрат, но наблюдается тенденция к их снижению. В 2021 г. они снизились на 1 % (табл. 6).

Таблица 6

**Структура затрат в К(Ф)Х «АНТО»
на производство зерновых и технических культур, %**

Затраты	2020 г.	2021 г.	Отклонение 2021 г. к 2020 г., %
Материальные, всего	77	70	-7
В том числе:			
семена	22	20	-2
удобрения	7	7,5	+0,5
СЗР	22	21	-1
нефтепродукты	18	8,5	-9,5
прочие	8	13	+5
На оплату труда с отчислениями	5	8	+3
Амортизация	8	13	+5
Работы, выполняемые сторонними организациями	9	6	-3
Прочие	1	3	+2
Всего	100	100	-

Источник: данные авторов.

Общее снижение материальных затрат в 2021 г. на 7 % по сравнению с 2020 г. было обусловлено снижением затрат на семена (-2 %), которые занимают самый большой удельный вес в структуре наряду с СЗР, и значительным уменьшением затрат на нефтепродукты (более чем в 2 раза). Рост затрат на оплату труда (более 50 %) обеспечил повышение среднемесячного уровня заработной платы до 38 тыс. руб., что значительно превысило региональный уровень.

Эффективность внедрения инновационной технологии No-Till рассмотрим на примере трех сельхозпредприятий Левобережья Саратов-

ской области. Во-первых, весь процесс внедрения, как уже отмечалось выше, был разделен на четыре фазы: начальную и переходную, а также фазы формирования и сохранения. Каждая фаза требовала вложения определенных средств и затрат на ее осуществление. Первые пять лет включили в себя подготовительные работы и апробирование технологий при выращивании кукурузы на зерно и подсолнечника (рис. 3, 4).



Рис. 3. Всходы кукурузы на полях, обрабатываемых по «нулевой» технологии



Рис. 4. Всходы подсолнечника на полях, обрабатываемых по технологии No-Till в К(Ф)Х «АНТО»

Показатели эффективности внедрения ресурсосберегающей технологии на этапе сохранения на примере трех крестьянских (фермерских) хозяйств засушливой зоны Саратовского Заволжья, представленные в табл. 7, свидетельствуют о росте урожайности и производительности труда при возделывании кукурузы на зерно и подсолнечника соответственно на 62 и 51 %, 54 и 43 %, а также о снижении себестоимости единицы продукции на 20 % и расхода топливосмазочных материалов на 40 %. В анализируемых хозяйствах прибыль в расчете на 1 га и рентабельность производства подсол-

нечника выросли в 2 раза, зерна кукурузы – в 3 раза при увеличении затрат на средства защиты растений и минеральные удобрения под подсолнечник в 3 раза, под кукурузу на зерно – в 6 раз. Анализ затрат на удобрения и СЗР свидетельствует о росте в их составе затрат на удобрения и снижении затрат на СЗР. Большое влияние на изменение затрат по этой статье оказали рост цен на СЗР в связи с санкциями и снижение цен на минеральные удобрения российского производства.

Таблица 7

**Эффективность внедрения технологии No-Till в К(Ф)Х
засушливой зоны Саратовского Заволжья**

Показатели	Начальная стадия внедрения (2012-2014 гг.)		Переходная стадия внедрения (2015-2017 гг.)		Стадия формирования (2018-2021 гг.)	
	кукуруза	подсолнечник	кукуруза	подсолнечник	кукуруза	подсолнечник
Урожайность, ц/га	17	10,3	22,7	13,5	27,5	15,6
Себестоимость 1 ц, руб.	658	822	562	777	522	681
Расход ТСМ, кг/га	55	52,5	41	38,2	31,5	30
Расход СЗР и удобрений, руб/га	349,5	453,2	2173	2243	2003	1447
Трудоемкость 1 ц, чел.-ч	0,48	0,58	0,31	0,35	0,26	0,25
Прибыль, руб/га	1122	1860	3227	3493	3986	4462
Уровень рентабельности, %	10,1	22	25,3	33,3	27,7	42

Источник: данные авторов.

Важным фактором повышения эффективности внедрения инновационной технологии является качество используемого семенного материала, который в основном является импортным. В структуре затрат на его долю приходится более 20 %. Сегодня доля зарубежных семян на отдельные культуры достигает 50-90 %.

Реализация задач, поставленных Госпрограммой, по развитию селекции и семеноводства и государственная поддержка должны по-

мочь решить проблему обеспечения сельхозпроизводителей семенами и отечественными гибридами в ближайшее десятилетие [16, 17]. Прогнозируется, что к 2030 г. производство оригинальных и элитных семян национальной селекции для наиболее импортозависимых сельскохозяйственных культур составит не менее 75 %. С апреля 2020 г. в Государственном реестре разрешенных селекционных достижений зарегистрировано 22577 сортов различных культур, из которых около 80 % составляют российские разработки. Отечественные сорта и гибриды кукурузы на данный момент не уступают по качеству импортным, но по разным причинам, например из-за более успешной маркетинговой политики западных фирм, семена российского производства пользуются меньшим спросом среди сельхозпроизводителей [18].

Эксперимент по сравнению влияния на урожайность и экономическую эффективность производства кукурузы на зерно сортов и гибридов отечественной селекции и импортного производства, проведенный в К(Ф)Х «АНТО», позволил выявить преимущества семян отечественной селекции.

В эксперименте на полях хозяйства участвовали три гибрида саратовской селекции: ДП Ньютон (ФАО 210), РНИИСК (ФАО 150), ДП НДР (ФАО 150) и гибрид иностранной селекции AS 33/102 (Асприя). На стадии первоначального роста гибриды кукурузы и подсолнечника местной селекции в условиях применения технологии No-Till не уступали по росту и развитию гибридам иностранной селекции, а в отдельных случаях превосходили их (рис. 5).



Рис. 5. Всходы кукурузы местной селекции

Для модели гибридов зерновой кукурузы в условиях Левобережья Саратовской области приемлемой является высота растений

140-160 см, что ниже, чем у иностранного гибрида Асприя (рис. 6). Это позволяет растениям в течение вегетации сокращать расход питательных веществ на формирование надземных органов и перенаправлять их на формирование зерна, получать зерно с наименьшей влажностью (17 %) и экономить на этом средства на досушивание.

Рис. 6. Поле кукурузы импортного гибрида Асприя



На представленных снимках видно, что морфологические признаки растений (габитус и размер початка) опытных местных гибридов не уступают иностранному гибриду (на крайнем фото слева – растение справа) – рис. 7.



Рис. 7. РННННСК-1 ФАО 150 (справа), Асприя (слева), далее гибриды: РННННСК-1 ФАО 150 и ДП НДР ФАО 150

Отечественные сорта и гибриды обладают рядом преимуществ в сравнении с импортными: устойчивость к природно-климатическим условиям и сравнительно низкая стоимость. Цена импортных гибридов в несколько раз превышает стоимость семян отечественной селекции. Актуальность этого вопроса возрастает в связи с ужесточением санкций западных стран в отношении России.

Таким образом, проведенные исследования в К(Ф)Х «АНТО» Марковского района Саратовской области, по сравнительной оценке гибридов зерновой кукурузы местной и иностранной селекции, показали конкурентоспособность местных форм перед иностранными гибридами, что обеспечивает возможность сельхозтоваропроизводителям значительно экономить финансовые ресурсы на приобретение семян, досушивание и сортировку зерна кукурузы.

В табл. 8 приведены расчеты по повышению эффективности производства зерна кукурузы при использовании семян местной селекции.

Использование семян кукурузы отечественного производства в К(Ф)Х «АНТО» позволит сэкономить затраты на производство в размере более 3 млн руб., что повысит рентабельность производства кукурузы в 1,5 раза.

Технологии с минимальной обработкой почвы нашли широкое применение не только в засушливых регионах, но и в зонах с умеренным увлажнением почв [19]. Положительный опыт накоплен на предприятии «Грин Терра» Кореневского района Курской области, где с 2010 г. используется поверхностная обработка почвы, исключая не только вспашку, но и любое другое интенсивное глубокое рыхление под все культуры севооборота: озимую пшеницу, гречиху, сою, кукурузу на зерно, подсолнечник и ячмень. Внедрение технологии дало положительные результаты. Повторное агрохимическое обследование показало, что содержание гумуса в почвах увеличилось на 0,9 % – с 3,2 в 2010 г. до 4,1 % в 2014 г., т. е. на 28,1 %. Комплексный агрохимический балл вырос с 63,7 до 66,4 соответственно. Средняя норма внесения минеральных удобрений в 2010-2016 гг. составляла 59,8 кг д. в./га, в 2013-2016 гг. – 55,3 д.в. кг/га. За счет отказа от разбрасывания туков, глубокой осенней обработки почвы и частично междурядных культиваций сократились объемы

технологических операций. В результате все проводимые полевые работы завершаются в оптимальные агротехнические сроки, исключая движение техники по переувлажненной почве. Непродуктивные потери влаги как один из основных лимитирующих факторов снизились за счет наличия на поверхности почвы растительных остатков и выровненности поля. Средняя урожайность за последние пять лет по озимой пшенице составила 53 ц/га, ячменю (предшественнику подсолнечника) – 38, кукурузе на зерно – 90, подсолнечнику – 32, гречихе – 20, сое – 19 ц/га [20].

Таблица 8

**Расчет эффективности использования семян кукурузы
отечественного производства в К(Ф)Х «АНТО»**

Показатели	При использо- вании импорт- ных семян	При использо- вании оте- чественных семян	Экономия
Стоимость 1 кг семян, руб.	206,6	50	156,6
Затраты на семена с учетом обработки ядохимикатами и удобрениями, руб/га	6682	3360	3322
В том числе:			
на семена	4532	1100	3432
ядохимикаты для обработки семян перед посевом	-	110	-
удобрения и ядохимикаты	2150	2150	-
Посевная площадь, га	1000	1000	-
Затраты на семена с учетом обработки ядохимикатами и удобрениями в расчете на всю посевную площадь (всего), тыс. руб.	6682	3360	3322

Источник: данные авторов.

Однако необходимо отметить проблемы, связанные с внедрением инновационных технологий минимальной обработки почвы. Переход на нулевую технологию всегда сложный, затратный, ри-

скованный и психологически труднопереносимый процесс. Трудности, возникающие на стадии внедрения ресурсосберегающих технологий, заключаются прежде всего в том, что возможность привлечения инвестиций не всегда может быть предоставлена, особенно среднему и мелкому агробизнесу. Внедрение данных технологий требует полного обновления машинно-тракторного парка: приобретения новейшей почвообрабатывающей техники, современных опрыскивателей, сеялок, отвечающих требованиям технологии No-Till, зерноуборочных комбайнов с измельчителями соломы. Причем эти требования различны для разных типов почв и природно-климатических зон, а большинство машин и оборудования – импортного производства. Даже для Саратовской области, имеющей несколько природно-климатических зон, есть особенности внедрения данных технологий и требования к техническим характеристикам машин и оборудованию. Следует учитывать, что в первые несколько лет возрастают расходы на использование гербицидов, которые увеличивают их удельный вес в структуре себестоимости производства. Кроме того, с ликвидацией таких трудоемких технологических приемов обработки почвы, как вспашка, культивация и т.д. сокращаются затраты труда и трудоемкость производства, что непременно приводит к сокращению основных работников, занятых непосредственно в сельскохозяйственном производстве.

В качестве фактора, от которого зависит эффективность внедрения рассматриваемых технологий, можно выделить влияние импорта на обеспечение сельхозтоваропроизводителей высококачественными семенами, степень которого возрастает в связи санкциями. Но самая главная проблема – отсутствие эффективной связи между научно-исследовательскими учреждениями и структурами по внедрению инноваций, что препятствует разработке научно обоснованного перехода предприятий от традиционной технологии производства к No-Till для каждой природно-климатической зоны и типов почв. Это связано с недостаточной проработкой вопросов организации научного обеспечения и сопровождения, дефицитом квалифицированных ученых, компетентных в вопросах применения таких технологий, а также государственной поддержки

в координации, внедрении и контроле данных наукоемких систем земледелия. Недостаточное финансирование снижает научный потенциал аграрной науки, а отсутствие опыта финансирования инновационного сектора АПК препятствует быстрому и эффективному внедрению таких технологий.

Предлагаемые пути решения проблем при переходе на инновационные технологии основаны на финансовом обеспечении. Результаты анализа финансового состояния многих хозяйств, особенно малого и среднего агробизнеса, свидетельствуют о недостаточности собственных средств, которые могут быть направлены на инновационные проекты. Главными источниками финансирования сельхозтоваропроизводителей являются внешние заемные средства кредитных организаций, бюджетные ассигнования, средства фондов и т.д. Основным источником финансирования остаются банковские организации (Россельхозбанк, Сбербанк и др.). Проблема доступа к кредитным ресурсам малого и среднего агробизнеса до 2017 г. оставляла желать лучшего. Решение этой проблемы было возможно при упрощении процедуры доступа к кредитным ресурсам, своевременной выплате сельхозпроизводителям компенсации части затрат по кредитным процентным ставкам и их снижении до 5 %, в том числе и по инвестиционным кредитам, что и было осуществлено в 2017 г. Необходимо отметить установление государством определенного лимита кредитных ресурсов, выделяемых по льготным процентным ставкам малому и среднему агробизнесу с установлением срока погашения краткосрочного льготного кредита до двух лет с ограничением его размера в расчете на одного заемщика не более 1 млрд руб., а долгосрочного инвестиционного – до 15 лет, без ограничения размера. Однако доступ к льготному кредитованию для малого и среднего бизнеса, как показывает практика, все еще затруднителен.

2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

2.1. Направления использования цифровых технологий в сельском хозяйстве

В настоящее время цифровые технологии выступают одним из важнейших факторов повышения эффективности производства за счет рационального использования природных, материально-технических, финансовых и трудовых ресурсов. Активному развитию цифровых технологий в АПК способствовали Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы» [21], принятие Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации (утверждена Указом Президента России 21 января 2020 г. № 20), национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (распоряжение Правительства России от 28 июля 2017 г. №1632-Р) и ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство» на период 2019-2024 гг.

Положения Доктрины продовольственной безопасности, ключевые тренды Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации и программы «Цифровая экономика Российской Федерации» отражены в ведомственном проекте «Цифровое сельское хозяйство» Минсельхоза России и предполагают внедрение новейших информационных технологий и платформенных решений с целью трансформации сельского хозяйства и повышения производительности труда [22, 23, 24].

Показатели информатизации сельского хозяйства в России уступают аналогичным показателям других стран. Технологии точного земледелия в нашей стране применяют только 3 % хозяйств, в США – 60, в странах Евросоюза – 80 % [25].

Институтом статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ на основе данных Росстата за 2019 г. был рассчитан индекс информатизации сельского хозяйства, отражающий уровень использования широкополосного Интернета, облачных сервисов, RFID-технологий, ERP-систем и включенность в электронную тор-

говлю, который составил 23 балла, в то время как в целом по предпринимательскому сектору этот показатель составляет 32 балла [26]. Достаточно высок удельный вес сельхозорганизаций, использующих широкополосный Интернет (в 2019 г. – 74,3 %), но доля работающих с облачными сервисами составляет 20,9 %, доля использующих ERP-системы управления ресурсами предприятия – только 5,5 % общего количества.

По данным Росстата, (форма № 3-информ) «Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг», размещенных в сети Интернет 29.11.2021, в сельском хозяйстве используются не только программы для проведения финансовых расчетов в электронном виде, ERP-системы управления ресурсами предприятия, CRM-системы управления взаимоотношениями с клиентами и SCM-системы управления цепями поставок, но и HRIS-системы управления персоналом, PLM/PDM-системы управления жизненным циклом изделия, программы по складской логистике, управлению покупками и продажами товаров, системы электронного документооборота и пр. [27]. Однако доля организаций, использующих информационные системы по автоматизации бизнес-процессов управления, довольно существенная только по системам электронного документооборота – 40 %, а по ERP-, CRM-, SCM-, HRIS-, PLM/PDM-системам колеблется от 1 до 4,5 % (табл. 9).

Таблица 9

Организации, имеющие специальные программные средства, в 2020 г. (от общего числа обследованных организаций), %

Программные средства	В среднем по всем видам экономической деятельности	Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	Доля сельского, лесного хозяйства, охоты, рыболовства и рыбоводства
1	2	3	4
Количество организаций, использующих специальные программные средства российского производства	65,4	48,7	0,74

1	2	3	4
Для научных исследований	3,8	1,1	0,30
Для проектирования/ моделирования (CAD/ CAE/CAM/CAO)	9,9	1,8	0,18
Для управления автоматизированным производством и/или отдельными техническими средствами и технологическими процессами	7,7	4,1	0,53
CRM-системы	12,1	2,1	0,17
ERP-системы	13	4,5	0,34
HRIS-системы	4,8	1,4	0,30
PLM/PDM-системы	3,5	0,9	0,27
Для обеспечения информационной безопасности	37,5	18,3	0,49
Для осуществления финансовых расчетов в электронном виде	41,8	31,6	0,76
Для предоставления доступа к базам данных предприятия через глобальные информационные сети, включая сеть Интернет	22,1	12,8	0,58
Для управления закупками товаров (работ, услуг)	26,6	13,3	0,50
Для управления продажами товаров (работ, услуг)	17,9	8,8	0,49
Для управления складом	17,2	9,7	0,56
Обучающие программы	15,3	6,3	0,41

1	2	3	4
Прочие	20,1	11,1	0,55
Редакционно-издательские системы	5,4	2	0,36
Системы электронного документооборота	53,8	40,1	0,75
Электронные справочно-правовые системы	42,8	28,4	0,66

Источник: данные Росстата.

В 2020 г., по данным [27], только 2,5 % обследованных сельскохозяйственных организаций проводили анализ больших данных своими силами, 0,6 – привлекали для анализа сотрудников специализированных организаций, 1,5 % организаций задействовали как свои силы, так и силы сторонних организаций. Это на порядок ниже, чем средние значения по всем рассматриваемым видам деятельности. Однако потенциал использования технологий больших данных в отрасли достаточно высок в части обработки данных геоинформационных систем, считываемых с цифровых датчиков или радиочастотных меток подсистем «Умная ферма», «Умное поле», «Умная теплица» и др. модуля «Агрорешения» ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство». Кроме того, для выработки грамотного управленческого решения необходим анализ данных транзакционных ERP-систем как на уровне отдельной организации, так и на уровне муниципальных образований.

Однако от 95 до 98 % обследованных сельхозорганизаций не используют технологии сбора, обработки и анализа больших данных, поступающих из различных источников. Из них лишь 3 % используют данные геолокации, данные, передаваемые между различным оборудованием, считываемые с цифровых датчиков или радиочастотных меток, данные операторов сотовой связи для совершенствования производственного процесса. В табл. 10 приведены направления использования технологий сбора, обработки и анализа больших данных и удельный вес обследованных сельскохозяйственных организаций, применяющих эти технологии в 2020 г. [27].

Удельный вес организаций по направлениям использования технологий сбора, обработки и анализа больших данных (от общего числа обследованных организаций) в 2020 г., %

Виды больших данных	Направления использования				
	продажи и маркетинг	производственный процесс	безопасность	другие цели	не используется
Данные, передаваемые между различным оборудованием, считываемые с цифровых датчиков или радиочастотных меток и др.	0,5	2,8	0,3	0,3	95,7
Данные учетных систем предприятия (ERP, CRM, SCM, HRIS и т. п.)	0,6	2,6	0,1	0,2	96,1
Данные геолокации, получаемые в том числе с использованием портативных устройств	0,8	3	0,2	0,4	95,3
Данные веб-сайта организации	1,6	1,6	0,1	0,4	95,9
Данные операторов сотовой связи	0,9	2,7	0,2	0,5	95,3
Данные, полученные из социальных сетей	1,3	1,6	0,1	0,4	96,3
Дистанционное зондирование Земли	0,6	1,5	0	0,1	97,4
Иные данные	0,6	1,4	0,1	0,3	97,1

Источник: данные Росстата.

Как следует из табл.10, данные транзакционных систем предприятия, ERP-, CRM-, SCM-, HRIS-систем и т. п. в 96 % организаций не используются, лишь 2,6 % использует их для производственного процесса, а в 0,6 % организаций – для маркетинговых целей. В условиях цифровой экономики, формирования единого информационного пространства организации подобное положение недопустимо.

Аналогична ситуация и с использованием в сельскохозяйственных организациях технологий искусственного интеллекта (табл. 11) [6].

Таблица 11

Удельный вес организаций по направлениям использования технологий искусственного интеллекта (от общего числа обследованных организаций) в 2020 г., %

Технологии искусственного интеллекта	Направления использования				
	продажи и маркетинг	производственный процесс	безопасность	другие цели	не используется
1	2	3	4	5	6
Распознавание и синтез речи, в том числе голосовые помощники, различные системы для автоматического голосового обслуживания клиентов (технологии, преобразующие разговорную речь в машинно-читаемый формат)	0,2	0,5	0	0,1	99
Интеллектуальный анализ данных (технологии анализа данных, основанные на алгоритмах машинного обучения)	0,2	0,6	0	0	98,9
Компьютерное зрение (технологии распознавания образов, изображений)	0,2	0,6	0	0	98,8
Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений (технологии, принимающие самостоятельные решения, основанные на данных)	0,2	0,5	0	0	99

1	2	3	4	5	6
окружающей обстановки и использующиеся, например, в сервисных роботах, беспилотных транспортных средствах)					
Автоматизация процессов, в том числе с участием роботов (технологии, имитирующие человеческие действия для целей автоматизации)	0,2	0,5	-	0	98,9
Технологии анализа данных, основанные на алгоритмах глубинного обучения (например, системы предиктивной аналитики)	0,2	0,4	-	0	99
Обработка естественного языка, в том числе виртуальные помощники, чат-боты (технологии, направленные на понимание языка и генерацию текста)	0,2	0,4	0	0,1	98,9
Иные технологии искусственного интеллекта	0,4	0,2	-	0	99

Источник: [6].

В большинстве обследованных организаций (около 99 %) технологии искусственного интеллекта не используются. В качестве основных причин неиспользования таких технологий сбора следует указать на нехватку квалифицированных кадров, сопротивление инновациям, а также функциональные проблемы, связанные с недостаточной производительностью имеющегося технического обеспечения для обработки больших массивов данных.

Технологии анализа больших данных, искусственного интеллекта реализованы в информационно-аналитических или BI-системах (Business Intelligence). BI-системы представляют собой системы, ориентированные на аналитическую обработку данных, интегрирующие данные из различных источников и содержащие различные методы и средства их обработки, включая методы машинного обучения и искусственного интеллекта. Такие системы предназначены для решения широкого спектра бизнес-задач, в том числе и требующих обработки больших объемов данных. Большинство определений трактуют «business intelligence» как процесс, технологии, методы и средства извлечения и представления знаний, необходимых для выработки управленческого решения [28].

BI-системы используются на стратегическом уровне управления организацией, функционируют с хранилищем данных, источниками данных для которого могут быть и данные транзакционных систем. В BI-системах реализованы технологии многомерного анализа данных (OLAP-технологии), технологии интеллектуального анализа данных Data Mining. Выработка управленческого решения происходит в трех сферах: сфере детализированных данных, сфере агрегированных данных и в сфере закономерностей [29, 30].

Направления и уровни развития цифровых решений в управлении предприятий АПК представлены на рис. 8.



Рис. 8. Уровни развития цифровых решений в управлении предприятий АПК

Рынок отечественных VI-систем представлен достаточно большим набором программных продуктов и демонстрирует положительную динамику по числу успешных внедрений, в том числе и в организации агропромышленного комплекса. Это компании «Лига Цифровой Экономики», Крок, группа компаний «Parma technologies group», «IT Pro», «Loginom Company», «Форсайт», «Астор» и др. [31, 32]. Новые программные продукты были широко представлены на Международном форуме «Цифровые технологии в сфере сельского хозяйства», который состоялся в Казани 23-24 сентября 2022 г., а также на II Конгрессе по цифровизации АПК, прошедшем 11 октября 2022 г. в рамках выставки «АГРОПРОДМАШ-2022» [33].

Выбор конкретной компании для разработки VI-систем определяется стоимостью программного продукта, его функционалом, возможностью работать в «облаках» и на мобильных устройствах и другими критериями. Важным для внедрения цифровых технологий является обеспеченность кадрами, владеющими цифровыми компетенциями [34]. Обследования, проведенные НИУ ВШЭ в 2019 г., показали, что лишь 0,3 % занятых в сельском хозяйстве – специалисты по ИКТ, 2,2 – интенсивно использовали в производственном процессе ИКТ, при среднем по экономике – 2,3 и 9,7 % соответственно. По виду деятельности «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство» было занято 5,8 % от занятых в экономике в целом. По уровню образования в данном виде деятельности отставание от среднего по экономике уровня с высшим образованием на 21,3 п. п. меньше, со средним профессиональным – на 3,1 п. п. В то время как удельный вес занятых по среднему основному, среднему общему и без образования был выше на 8,9; 14,4 и 1,3 п. п. От всех занятых 38 % составляют работники старше 50 лет, это свидетельствует о низком потенциале к повышению квалификации в ближайшее время. В 2020 г. лишь 9 % занятых прошли обучение, из них наибольшую долю занимают рабочие (5,4 %) и специалисты (2,3 %) в возрасте от 30 до 49 лет (5,3 %). Дополнительное профессиональное образование в 2020 г. получили всего 3,1 % в сравнении с 12,1 % в целом по экономике. Из 28,2 тыс. человек 27,6 % получили профессиональную переподготовку, а остальные – курсы повышения квалификации [35].

Анализ потребности работодателей, проведенный на основе анкетирования [36], позволил определить основные компетенции, которыми должен владеть специалист в области цифровых технологий в растениеводческой отрасли:

- знать основные тренды развития современных цифровых технологий в растениеводстве;
- обладать навыками оценки эффективности цифровой трансформации растениеводства;
- использовать мобильные приложения для визуального контроля состояния посевов;
- использовать информационные системы для разработки производственных планов и контроля выполнения работ, а также для подготовки отчетов;
- обладать навыками работы с информационными системами управления аграрным производством (ERP-системами);
- знать передовой опыт применения цифровых технологий в агрономии (в России и за рубежом).

В области растениеводства как за рубежом, так и в России нашли применение следующие цифровые решения:

- составление цифровых карт и планирование урожайности;
- дифференцированное внесение удобрений;
- мониторинг состояния посевов, в том числе с использованием дистанционного зондирования;
- мониторинг качества урожая;
- дифференцированное опрыскивание;
- локальный отбор проб почвы в системе координат;
- определение границ поля с использованием спутниковых систем навигации;
- дистанционное зондирование (аэро- или спутниковая фотосъемка);
- дифференцированный по площади посев;
- большие данные (Big Data);
- дифференцированная обработка почвы;
- дифференцированное внесение регуляторов роста;
- системы параллельного вождения;
- искусственный интеллект для АПК;

- интернет вещей (Internet of Things, IoT);
- беспилотные тракторы (комбайны);
- составление карт электропроводности почв.

Современный рынок спутниковых систем навигаций предлагает широкое многообразие продуктов (табл. 12) [36].

Таблица 12

**Цифровые решения в растениеводстве
и производители оборудования и программных продуктов**

Технологии	Производители
Параллельное вождение	АвтоГраф, Amazon, Claas Raven, АгроШтурман, АгроНавигация, Trimble
Дифференцированный посев	Cognitive Agro Pilot, АвтоГраф, АгроШтурман, Cropio, Amazon, Field-IQ (Trimble), John Deere
Дифференцированное орошение	ООО «Адаптивные инновационно-интеллектуальные технологии»
Дифференцированное опрыскивание сорняков	Trimble, АМАТРОН (Amazjn), Cropio
Дифференцированное внесение удобрений	Agrofly , WeedSeeker (Trimble)
Дифференцированная обработка почвы по почвенным картам	АНТ, Геоскан, АгроДронГрупп, ГлоНАШ, ГЕОМИР
Измерение содержания хлорофилла в сельхозкультурах перед уборкой урожая	АНТ, ГЕОМИР, ЦентрПрограмм-Систем, Панорама

В зависимости от уровня развития цифровизации в растениеводстве требования к компетенциям, например агрономов по регионам, отличаются. Наиболее востребованные компетенции агрономов аграрных предприятий разного уровня цифровизации представлены на рис. 9 [36].

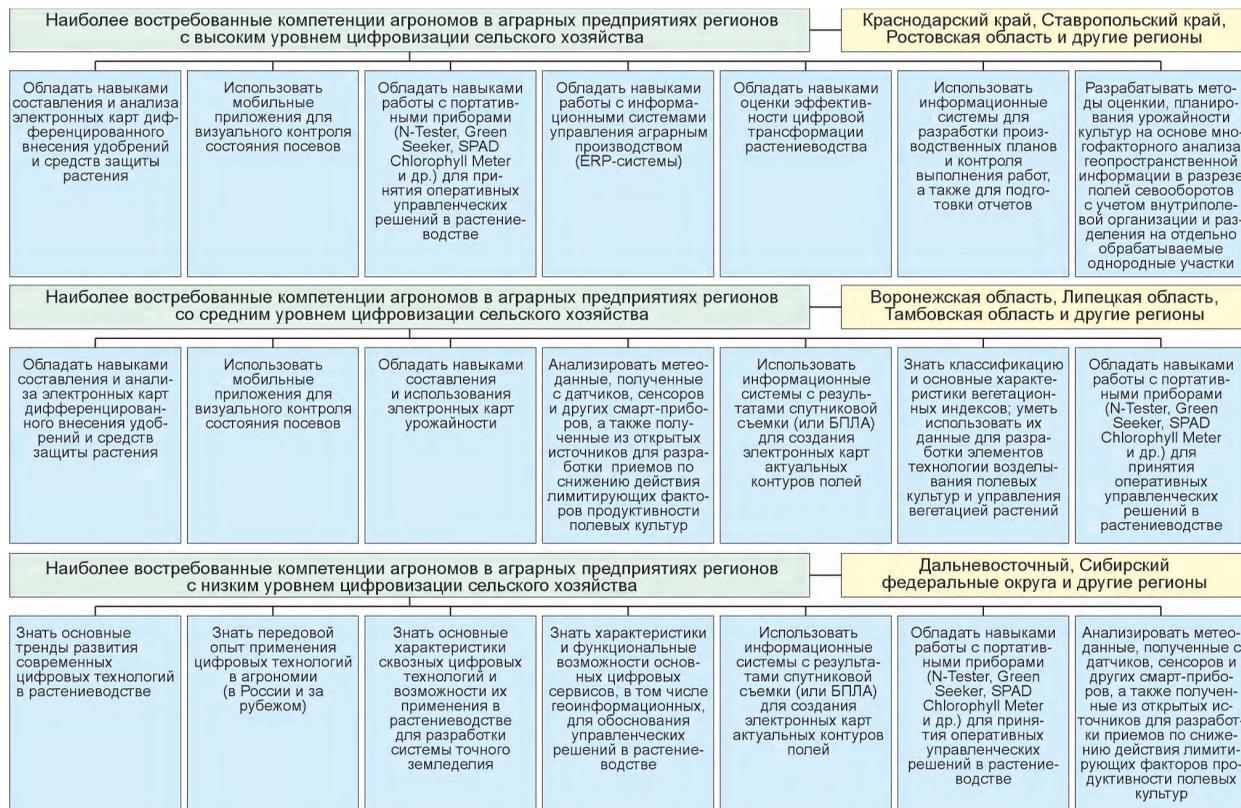


Рис. 9. Наиболее востребованные компетенции агрономов

2.2. Методические подходы к оценке эффективности цифрового проекта

Эффективное решение задач управления зависит от комплексного подхода к цифровой трансформации АПК. Под эффективностью цифровой трансформации понимается целесообразность применения цифровых проектов с целью развития объекта внедрения. Результативность, которая выражается в виде отношения полезных конечных результатов, полученных от внедрения цифровых решений, к затраченным на их внедрение ресурсам. Основопологающими задачами цифровизации АПК являются получение экономического эффекта в сфере управления бизнес-процессами объектов АПК, снижение стоимостных и трудовых затрат, улучшение качества, скорости и достоверности получаемой информации, повышение оперативности, точности ее обработки [37]. Эффективность от внедрения цифровых проектов оценивается комплексно, учитывается не только экономический эффект, но и социальный, и экологический (рис. 10).



Рис. 10. Совокупный эффект от внедрения цифровых проектов [37]

Методика экономической оценки эффектов предполагает проведение их на разных уровнях управления:

1) на микроуровне – малые и средние предприятия АПК:

Эмикро = $F(\Delta\text{Себ}; \Delta\text{П}; \Delta\text{Скор}; \Delta\text{Рп})$,

где Эмикро – эффект на микроуровне от внедрения цифровых проектов;

$\Delta\text{Себ}$ – снижение себестоимости;

$\Delta\text{П}$ – увеличение объемов продаж за счет повышения конкурентоспособности продукции;

$\Delta\text{Скор}$ – увеличение скорости денежного оборота;

$\Delta\text{Рп}$ – рост производства валовой продукции в малых и средних предприятиях АПК;

2) на мезоуровне (регионы, крупные регионообразующие предприятия АПК):

$\text{Эмезо} = F (\Delta\text{Дохапк}; \Delta\text{ПРапк}),$

где Эмезо – эффект на мезоуровне от внедрения цифровых проектов;

$\Delta\text{Дохапк}$ – рост доходности агропромышленного производства;

$\Delta\text{ПРапк}$ – рост производства агропромышленной продукции;

3) на макроуровне (государство):

$\text{Эмакро} = F (\Delta\text{Эксп}; \Delta\text{Н}; \Delta\text{ВВП}),$

где Эмакро – эффект на макроуровне(государство) от внедрения цифровых проектов;

$\Delta\text{Эксп}$ – рост экспортного потенциала АПК;

$\Delta\text{Н}$ – рост налоговых поступлений за счет увеличения объема производства и товарооборота;

$\Delta\text{ВВП}$ – рост валового внутреннего продукта АПК.

Социальный эффект от внедрения цифровых проектов в АПК:

$\text{Эсоц} = F (\Delta\text{Дсн}; \Delta\text{Зансх}; \Delta\text{Тс}),$

где Эсоц – социальный эффект от внедрения цифровых проектов;

$\Delta\text{Дсн}$ – рост доходов сельского населения;

$\Delta\text{Зансх}$ – рост занятости сельского населения;

$\Delta\text{Тс}$ – социально-экономическое развитие сельских территорий.

Экологический эффект от внедрения цифровых проектов в АПК:

$\text{Ээк} = F (\Delta\text{Тэк}; \Delta\text{ПРэк}),$

где Ээк – экологический эффект от внедрения цифровых проектов;

$\Delta\text{Тэк}$ – улучшение экологического состояния сельских территорий;

$\Delta\text{Р}$ – рост объемов производства экологической продукции АПК.

При оценке эффективности цифровых проектов должен применяться комплексный подход, предусматривающий следующий порядок:

- выборку группы показателей для оценки эффективности следует производить исходя из главных целей внедрения;
- эффективность внедрения цифровых проектов оценивается по отдельным ее составляющим – объектам внедрения;

- эффективность применения новых цифровых инструментов необходимо рассматривать как составляющую результата реализации системы мероприятий, повышающих эффективность;
- правила оценки эффективности внедрения цифровых проектов должны соответствовать общим правилам оценки эффективности, а также основным правилам оценки эффективности инвестиционных проектов;
- оценка эффективности внедрения цифровых проектов проводится комплексно по совокупности показателей.

Показатели прямого эффекта от внедрения цифровых проектов подразделяются на основные и дополнительные. К основным показателям, которые рассчитываются без учета фактора времени, относятся годовая экономия от снижения себестоимости, годовой экономический эффект за расчетный период от снижения приведенных затрат, эффективность капитальных вложений от внедрения цифровых технологий, срок окупаемости капитальных вложений.

К основным показателям, которые рассчитываются с учетом фактора времени, относятся чистый дисконтированный доход, индекс доходности, внутренняя норма доходности, дисконтированный срок окупаемости.

Дополнительные показатели включают в себя коэффициент снижения трудовых затрат, индекс снижения трудовых затрат, индекс снижения стоимостных затрат.

Косвенный эффект от внедрения цифровых проектов выражается в улучшении показателей основной деятельности, а именно: улучшении качества продукции, увеличении объемов производства, росте объемов продаж или сегмента рынка, ускорении прохождения документов.

Для проведения квалифицированной оценки эффективности цифровых проектов специалисты должны иметь соответствующие компетенции (рис. 11).



Рис. 11. Модель формирования цифровых компетенций выпускников аграрных вузов [37]

3. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ В РЕГИОНАЛЬНЫХ АПК

3.1. Опыт применения цифровых технологий в растениеводстве Саратовской области

Саратовская область является одним из наиболее активных регионов, где инновационные ресурсосберегающие технологии на основе цифровых решений используют не только крупные агрохолдинговые формирования, но и небольшие К(Ф)Х, учебно-опытные хозяйства, опыт которых заслуживает широкого внедрения в практику МФХ.

Саратовский ГАУ разработал проект «Цифровизация АПК», учебные вуза – уникальное программное обеспечение – единую платформу и мобильное приложение для эффективной работы всех подразделений аграрных предприятий на каждом этапе полевых работ.

Исследование элементов цифровизации в растениеводстве проводилось на базе структурного подразделения Саратовского ГАУ учеб-

ного научно-производственного объединения «Поволжье» (УНПО «Поволжье»), которое является базой для практического обучения студентов. Полученные результаты по внедрению цифровых решений в отрасли сельского хозяйства получили высокую оценку Минсельхоза России.

В Саратовской области и других регионах России цифровые технологии в растениеводстве в течение многих лет внедряет компания ООО «ИнфоБиС» на базе цифровой платформы «Агросигнал», объединяющей комплекс цифровых решений. Ученые Саратовского ГАУ реализуют совместный с ООО «ИнфоБиС» проект по созданию на базе собственных производственных подразделений цифрового сельского хозяйства [38, 39].

Материально-техническая база УНПО «Поволжье» включает в себя 84 ед. сельскохозяйственной техники, в том числе 13 тракторов, 6 комбайнов, 8 автомобилей, более 100 почвообрабатывающих орудий, зерноочистительный комплекс, селекционное и научное оборудование. Площадь обрабатываемой пашни составляет 5,3 тыс. га. Структура посевных площадей включает в себя как основные, так и нетрадиционные для Саратовской области сельскохозяйственные культуры.

В рамках сотрудничества с компанией «ИнфоБиС» в начале 2020 г. Саратовским ГАУ были приобретены цифровые системы мониторинга и учёта для оснащения 30 ед. техники (тракторы, комбайны, грузовые и легковые автомобили, самоходные машины, топливозаправщик, оросительный комплекс). Цифровая платформа «Агросигнал» начала действовать с началом весенне-полевых работ, что позволило обеспечить сбор, обработку оперативной информации и ее использование при принятии управленческих решений (рис. 12).

Для эффективного использования цифровой платформы «Агросигнал» в УНПО «Поволжье» разработан организационно-информационный механизм управления элементами системы ведения растениеводства (рис. 13).

К информационной подсистеме отнесены системы управления ресурсами, электронного учета, документооборота, а также информационные базы данных и комплексы технических и программных средств.



Рис. 12. Система сбора и обработки оперативной информации на цифровой платформе «Агросигнал»

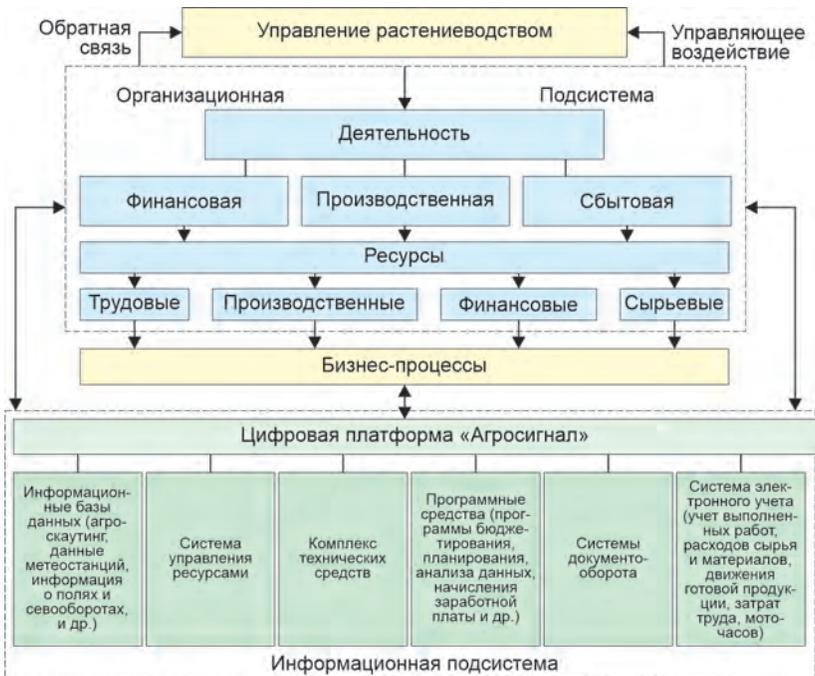


Рис. 13. Схема структуры организационно-информационного механизма управления элементами системы ведения растениеводства на основе цифровой платформы «Агросигнал»

В табл. 13 представлены показатели выполнения норм выработки по данным цифровой платформы «Агросигнал».

Таблица 13

Выполнение норм выработки на отдельных технологических операциях в УНПО «Поволжье» в 2020 г.

Технологическая операция	Состав агрегата	Выработка, га/ч		
		норма	факт	отклонение факта от нормы (±)
Покровное боронование	ХТЗ-150К + БЗСС-1	6,4	6,4	0
Предпосевная культивация	К-744 + КБМ-14,4	8,6	10,5	1,9
Посев нута	Бюллер + ПК-12	8,6	11,3	2,7
Прикатывание посевов нута	МТЗ-1221 + ЗККШ-6	10	7,3	-2,7
Междурядная культивация подсолнечника	МТЗ-80 + КРНГ-5,6-01П	2,4	5,8	3,4
Уборка подсолнечника	Полесье	2,6	4,8	2,2
Дискование стерни	К-744 + БДМ-7×3	3,4	4	0,6
Вспашка зяби	Бюллер + ПБС-10	5,7	3,9	-1,8

Источник: [38].

Данные табл. 13 показывают, что из перечисленных видов работ планируемые и фактические часовые выработки совпали только на покровном бороновании и бороновании по всходам подсолнечника. При этом на прикатывании посевов нута и вспашке зяби закладываемые нормы выработки в технологических картах оказались превышены.

Установка датчиков контроля топлива на тракторы и комбайны позволила снизить расход ТСМ на 1 га пашни до 5 кг в зависимости от вида работ (табл. 14).

Установка данного оборудования способствует повышению производительности труда работника, качества и своевременности выполнения работы. Экспертные оценки ученых и практиков свидетельствуют о том, что при использовании датчиков затраты на топливо можно снизить до 30 %. Контроль объемов заправок и рас-

хода топлива позволяет исключить слив топлива и упрощает работу бухгалтерии по учету ТСМ. Полученные результаты позволили скорректировать нормы выработки и расхода топлива по всем технологическим операциям на плановый 2021 г.

Таблица 14

**Расход топлива на отдельных технологических операциях
в УНПО «Поволжье» по результатам данных цифровой платформы
«Агросигнал» в 2020 г.**

Технологическая операция	Состав агрегата	Расход топлива, л/га		
		норма	факт	отклонение факта от нормы (±)
Покровное боронование	ХТЗ-150К + БЗСС-1	4,7	3,6	-1,1
Предпосевная культивация	К-744 + КБМ-14,4	6,9	6,2	-0,7
Посев нута	Бюллер + ПК-12	7,5	5,3	-2,2
Прикатывание посевов нута	МТЗ-1221 + ЗККШ-6	3,9	1,4	-2,5
Междурядная культивация подсолнечника	МТЗ-80 + КРНГ-5,6-01П	3,9	1,8	-2,1
Уборка подсолнечника	Полесье	10,2	8,1	-2,1
Дискование стерни	К-744 + БДМ-7×3	12,4	8,6	-2,1
Вспашка зяби	Бюллер + ПБС-10	18	13	-5

Источник: [38].

Данные табл. 15 показывают сокращение производственных затрат при возделывании кукурузы на зерно в условиях орошения и характеризуют эффективность использования цифровых технологий в управлении растениеводством.

Использование датчиков расхода топлива позволило снизить затраты на нефтепродукты в расчете на 1 га при возделывании кукурузы на зерно при орошении на 1601,82 руб., на оплату труда – на 5518,18 руб. В целом затраты на 1 га сократились на 15456,37 руб. Внедрение цифровых технологий позволило сократить фактический расход дизельного топлива по сравнению с плановым на 18,9 т, или

на 909,8 тыс. руб., затраты труда на производство продукции растениеводства – на 1469 чел.-ч, что в денежной оценке по фактически сложившейся стоимости 1 чел.-ч с учетом отчислений на социальные нужды составляет 931,9 тыс. руб. (табл. 16).

Таблица 15

Изменение производственных затрат на возделывание кукурузы на зерно при орошении в УНПО «Поволжье»

Показатели	2019 г. (до внедрения цифровых технологий)	2020 г. (после внедрения цифровых технологий)	Отклоне- ния
Затраты на 1 га (всего), руб.	35254,55	19798,18	-15456,37
В том числе:			
оплата труда с отчислениями	6610,91	1092,73	-5518,18
семена и посадочный материал	1181,82	6745,45	5563 63
нефтепродукты	2400	798,18	-1601 82
орошение	12621,82	10914,55	-1707 27
запасные части	4318,18	301,82	-4016,36

Источник: [38].

Таблица 16

Эффективность применения цифровой платформы «Агросигнал» в УНПО «Поволжье» в 2020 г.

Показатели	Значение
Затраты на приобретение оборудования, тыс. руб.	1853,8
Расход ТСМ, кг:	
при обычном использовании тракторов и комбайнов	117972
с применением датчиков расхода топлива	99018
Экономия (+), перерасход (-), кг	18954
Средняя цена ТСМ в 2020 г., тыс. руб/т	48
Экономия ТСМ на всю площадь пашни, тыс. руб.	909,8
Затраты труда трактористов-машинистов, чел.-ч:	
при обычном использовании тракторов и комбайнов	6632
с применением телематических датчиков	5163
Экономия (+), перерасход (-), чел.-ч	1469

Показатели	Значение
Стоимость 1 чел.-ч, руб.	634,4
Экономия затрат труда, тыс. руб.	931,9
Экономия затрат (всего), тыс. руб.	1841,7
В том числе на 1 га пашни, руб.	347,4
Срок окупаемости затрат, годы	1,1

Источник: [38].

В 2020 г. только по двум приведенным показателям экономия затрат по растениеводству в УНПО «Поволжье» составила 1841,7 тыс. руб., или 347,5 руб. на 1 га пашни. По расчетным данным ученых Саратовского ГАУ, все затраты на оснащение техники и производственных объектов цифровыми системами мониторинга и учета окупятся за 1,1 года. Проведенные исследования в хозяйствах Саратовской области показали, что экономический эффект от применения цифровых технологий может составить до 2,2 тыс. руб. на 1 га пашни [40]. С помощью систем автоматизированного управления сельским хозяйством можно контролировать 2/3 факторов, приводящих к потерям урожая [41]. Эффективность проекта «Цифровое сельское хозяйство» возрастает при использовании элементов цифровизации в комплексе, так как сокращаются расходы на их внедрение. Срок окупаемости при комплексном внедрении элементов составляет от одного года до двух лет, а при частичном внедрении может достигать четырех.

Проект цифрового сельского хозяйства в УНПО «Поволжье» находится в стадии реализации. В дальнейшем планируется оснастить специализированную технику датчиками контроля и дифференцированного внесения удобрений и средств защиты растений. Установка датчиков влажности и температуры почвы позволит рационально организовывать орошение полей и корректировать плановую урожайность сельскохозяйственных культур. Анализируются возможности оснащения оросительных машин датчиками учета расхода воды и контроля давления в гидросистеме, дистанционного управления процессом орошения, а также информирования об аварии на трубопроводе. Планируется переход на использование беспилотных летатель-

ных аппаратов для обследования полей и проведения мероприятий по защите растений. Максимальная цифровизация всех элементов организационно-информационного механизма управления растениеводством в УНПО позволит накапливать большой объём информации, который в перспективе позволит использовать цифровую платформу «Агросигнал» для выполнения советующей функции, предлагающей наиболее оптимальные стратегии ведения хозяйства в зависимости от складывающихся условий и потребностей [38].

Применение цифровых технологий в растениеводстве обеспечивает адаптацию к реальным условиям выращивания сельскохозяйственных культур, сокращение непроизводительных затрат и оптимизацию использования имеющихся в распоряжении предприятия ресурсов, а главное – более высокий уровень сокращения затрат и потери ресурсов предприятия. Эффект от внедрения цифровых платформ в сельскохозяйственных предприятиях характеризуется ростом прибыли, получаемой с 1 га. Использование подобных сервисов создает предпосылки для значительного ускорения цифровизации сельского хозяйства.

Цифровые технологии позволяют решать проблемы не только повышения экономической эффективности агробизнеса, но и рационального использования всех ресурсов – природных, трудовых, материальных и финансовых, что является приоритетным направлением инновационного развития сельского хозяйства России.

3.2. Эффективность технологии No-Till в условиях цифровизации в К(Ф)Х «АНТО»

В К(Ф)Х «АНТО» Марковского района Саратовской области при переходе на технологию No-Till возникли трудности в организации отлаженного эффективного производственного процесса. Так, например, по мнению экспертов, несоблюдение срока посевных работ при нулевой технологии может снизить урожайность на 10-20 %. Поэтому потребовался принципиально новый, полностью автономный и одновременно дисциплинирующий работников подход к механизмам управления как по отдельным технологическим операциям, так и предприятием в целом.

При No-Till основными технологическими операциями являются уборка урожая предшественника, обработка гербицидами-глифоса-

тами, посев. Несмотря на то, что нулевая технология предполагает значительно меньшее число операций в сравнении с традиционной, при No-Till, как уже отмечалось, возникает вероятность переуплотнения почвы. В связи с чем в К(Ф)Х «АНТО» для предотвращения данного явления возникла необходимость, во-первых, оборудовать комбайны сдвоенными передними и задними колесами, что позволило снизить площадь давления на почву. Во-вторых, заезд на поля грузовых автомобилей для подвоза семян, удобрений, выгрузки зерна из комбайнов запрещен, эти операции осуществляются у края поля. В-третьих, полевые работы проводятся только по достижении почвой оптимального уровня влажности.

В данных условиях оптимизировать все перечисленные операции и осуществлять контроль их выполнения позволила система компьютерного мониторинга, который направлен на повышение эффективности технологических процессов сельскохозяйственного предприятия, рационализацию использования сельскохозяйственных угодий, оборудования и рабочего времени, а значит, повышение прибыли и рентабельности предприятия. Система контроля и мониторинга – аппаратно-программные комплексы, которые состоят из комплектов оборудования, устанавливаемых на транспортные средства или механизмы (от сеялок и комбайнов до автомобильной и тракторной техники), а также из специализированного программного обеспечения, производящего обработку, анализ и визуализацию полученных от контролируемого транспортного средства данных с последующим формированием отчетов.

Наиболее популярными из представленных систем являются следующие:

- «АгроКонтроль» – специализированная система мониторинга и управления транспортом и земельными участками. Установленное на подвижный объект навигационное оборудование обеспечивает сбор необходимой информации и передачу на центральный сервер системы. Данная информация может быть доступна специалистам и руководителю, которые принимают управленческие решения. Передача данных осуществляется как через электронный накопитель (флэш-память), так и в реальном времени при помощи сетей сотовой связи;

- система мониторинга техники «АвтоГРАФ» – гибкая и рентабельная, работает на отечественных приборах, позволяет осуществлять проверку работы сельскохозяйственных работников, оценивая качество работы, пресекая хищение посевного материала и товарно-зерна, удобрений, средств защиты растений и ТСМ;

- «СКАУТ», или спутниковый контроль автотранспорта и учет топлива, – система мониторинга и контроля транспортных средств. Благодаря этой системе можно отследить местоположение и состояние любого транспорта, на котором она установлена.

В К(Ф)Х «АНТО» используется система мониторинга оборудования «АвтоГРАФ», для чего на сельскохозяйственную технику установлен контроллер «АвтоГраф», который является передающим и обрабатывающим устройством. К нему подключены необходимые датчики с использованием SIM-карты местного оператора сотовой связи стандарта GSM и внешних GPS- и GSM-антенн. По GPRS-каналу информация о положении техники, уровне топлива в баке и других параметрах отправляется на сервер предприятия. В случае потери связи устройство-контроллер начинает запись информации во внутреннюю память, которая позволяет сохранять информацию в течение 60 суток, после возобновления GPRS-канала прибор отправляет на сервер все сохраненные данные.

Для обработки полученной информации компьютер предприятия подключается к сети Интернет с установкой специальной бесплатной программы, которая обеспечивает широкий спектр возможностей для просмотра данных на электронной карте в виде графиков, их анализа и формирования отчетов. Система «АвтоГраф» обладает также рядом других функциональных возможностей:

- скрытная установка оборудования позволяет не только осуществлять функцию контроля работы техники, но и защищать её от угона;

- наличие в контроллере четырех входов для различных датчиков (число датчиков можно увеличивать): температуры, частоты вращения коленчатого вала двигателя, глубины заглубления рабочих органов, уровня топлива в баках, что позволяет контролировать эти параметры, чтобы, например, предупредить несанкционированный слив топлива;

- подключение голосовой связи для общения с механизатором.

В целом система позволяет точно определять не только географическое положение той или иной сельскохозяйственной машины, но и направление, скорость движения, а также контролировать процесс погрузки, транспортировки и разгрузки сельскохозяйственной продукции. С помощью этой системы навигации у руководителя предприятия появилась возможность отслеживать время начала и окончания определенной технологической операции в любое время, что способствовало повышению уровня дисциплины механизаторов. Установив приемники на комбайны, руководство «АНТО» исключило возможность хищения зерна, ведь каждое отклонение от маршрута или длительная стоянка машины отражается на мониторе компьютера.

Экономическая эффективность использования системы мониторинга «АвтоГРАФ» отражена в табл. 17.

Таблица 17

Эффективность использования системы мониторинга «АвтоГРАФ» при организации полевых работ в К(Ф)Х «АНТО», руб/га

Затраты	Без применения системы мониторинга	С применением системы мониторинга	Экономия	
			руб/га	%
ТСМ	1691	1437	254	15
Химические средства защиты растений и удобрений	2261	2098	163	7
Семена	3723	3350	373	10
Материальные (всего)	7675	6885	790	10,2

Использование системы мониторинга «АвтоГРАФ» в К(Ф)Х «АНТО» позволило уменьшить материальные затраты хозяйства при производстве зерновых на 10,2 %, причем в расчете на 1 га расход ТСМ снизился на 15 %, средств защиты растений и удобрений – на 163 руб., расход семян – на 10 %. Общая сумма экономии затрат составила 790 руб. на 1 га, или 1,8 млн руб., на всю площадь посева зерновых. Оптимизация организации технологических процессов позволила повысить уровень урожайности, качество производимой продукции, снизить степень уплотнения почвы, что очень важно в системе нулевой обработки почвы. При использовании спутниковой

навигации руководство «АНТО» смогло более эффективно управлять деятельностью предприятия, увеличить объем производства продукции, производительность труда и рентабельность.

С конца 2020 г. К(Ф)Х «АНТО», опираясь на опыт использования цифровой платформы «Агросигнал» в других хозяйствах, начала использование этой платформы, приобретя у компании ООО «ИнфоБиС» системы мониторинга и учета для оснащения имеющейся техники, что позволило производить учет выполняемых работ по полям севооборота, получать оперативную информацию о них и ежедневном расходовании сырья и материалов, обеспечить оперативное отслеживание движения готовой продукции, получать данные метеостанций и т. д. Использование цифровой платформы «Агросигнал» предоставляет больше возможностей, чем система мониторинга «АвтоГРАФ», для обеспечения оперативного контроля и мониторинга всех технологических процессов при производстве растениеводческой продукции и своевременного принятия управленческих решений, позволяет установить взаимосвязь между оперативным управлением технологическими процессами, формированием себестоимости продукции, бухгалтерской программой 1С (рис. 14).



Рис. 14. Формирование оперативной информации по управлению технологическими процессами в растениеводстве по цифровой платформе «Агросигнал»

После оцифровки полей севооборота в К(Ф)Х «АНТО» были уточнены границы полей и их размеры, обеспечен доступ их просмотра на интернет-сервере, что позволило установить своевременный контроль изменения размеров площади посева по каждому полю севооборота хозяйства (рис. 15).

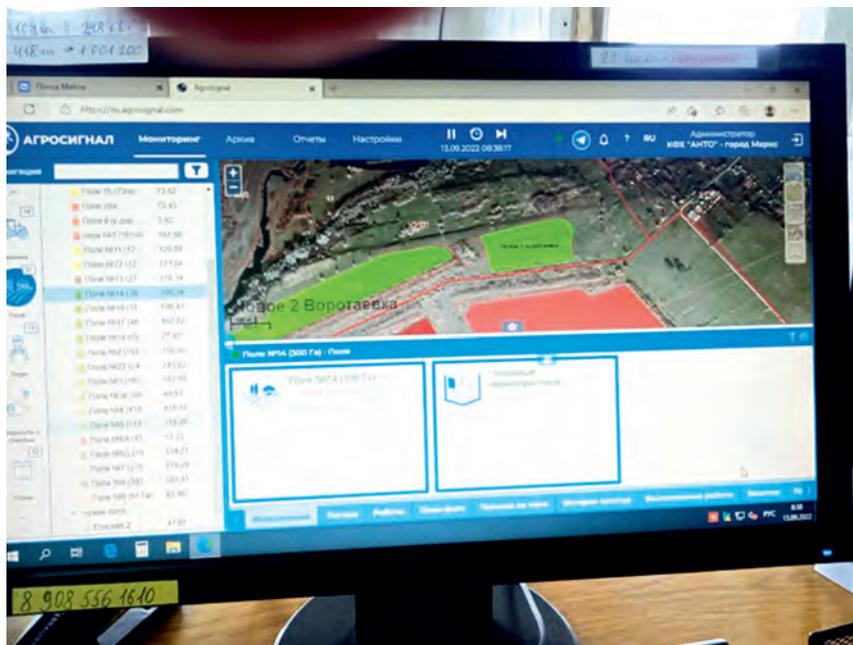


Рис. 15. Возможность мониторинга полей севооборота К(Ф)Х «АНТО» на интернет-сервере цифровой платформы «Агросигнал»

С помощью серверов можно отследить размещение культур по отдельным полям, их размеры, выполняемые механизаторами на полях работы, их качество, выработку, скорость движения агрегатов, расход топлива, сроки проведения агротехнических работ. Используемая система позволяет отслеживать во время вегетации фазы развития растений, наличие сорняков, появление вредителей и болезней, что позволяет установить уровень развития биомассы растений и более точно определять прогнозную урожайность сельскохозяйственных культур по

каждому полю, дает возможность дистанционно управлять и контролировать работу опрыскивателей при обработке полей ядохимикатами, отслеживая четкое соблюдение норм использования гербицидов, скорость движения агрегатов, время простоя, внештатные ситуации и т. д.

Система позволяет получать оперативно информацию о наполнении бункеров комбайнов зерном и их выгрузке при уборке зерновых и подсолнечника при установке на имеющиеся комбайны цифровых датчиков. Диспетчер отслеживает движение продукции от поля до весовой, на которой установлены электронные весы, и до мест хранения, оперативно формируя отчет о ходе уборки урожая и урожайности сельскохозяйственных культур по полям севооборота (рис. 16).

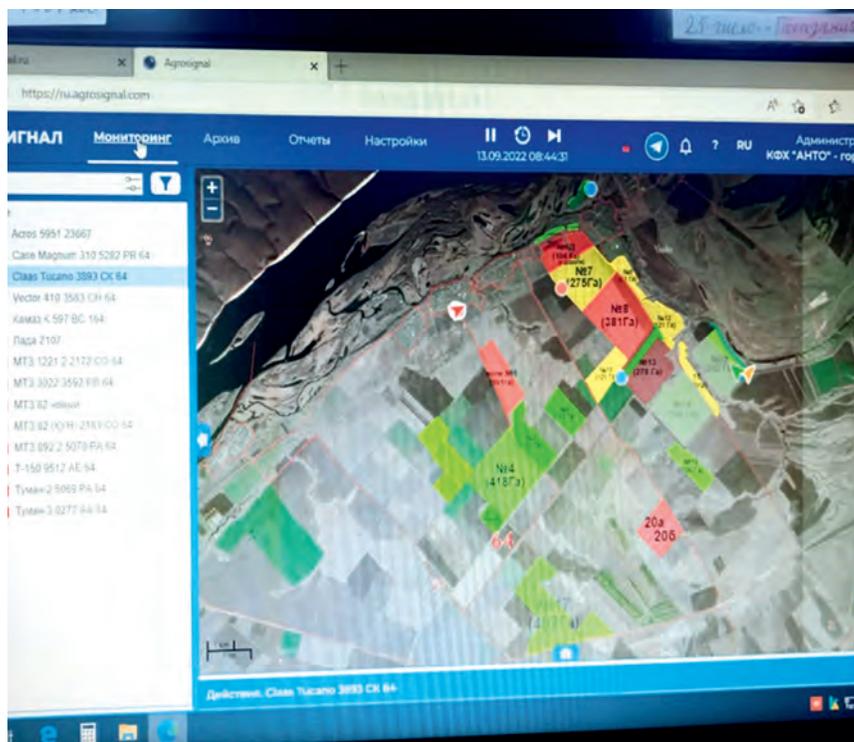


Рис. 16. Границы полей и их размеры К(Ф)Х «АНТО» на интернет-сервере цифровой платформы «Агросигнал» и отслеживание движения комбайна CLASS на уборке льна в 2022 г.

Важным элементом системы является возможность ежесменного контроля местонахождения, движения сельскохозяйственной техники и транспортных средств, отслеживания их маршрута, скорости движения, расхода ТСМ, простоев, качества выполняемых технологических операций, что значительно упростило порядок и повысило оперативность учета выполняемых работ каждым работником и расчета заработной платы. Накопленная на серверах информация позволяет оперативно формировать и контролировать бюджет: как первичную бухгалтерскую отчетность (путевые листы, отчеты о размере прямых затрат по каждому полю севооборота и т. д.), так и итоговую отчетность, используя увязанную с системой «Агросигнал» бухгалтерскую программу 1С. Платформа постоянно совершенствуется, пополняется новыми базами данных (табл. 18).

Таблица 18

Эффективность использования цифровой платформы «Агросигнал» при возделывании зерновых культур в К(Ф)Х «АНТО» в 2021 г.

Затраты	До внедрения системы	После внедрения системы	Изменение	
			%	руб.
Производственные затраты на 1 га посева зерновых, руб.	13861	12865	-7	-976
В том числе:				
зарплата	1491	1559	+5	+68
семена	3405	3065	-10	-340
средства защиты растений	3446	3002	-13	-444
ТСМ	1664	1404	-16	-260
Затраты на ТСМ в расчете на 1 га, кг	32	27	-16	-5

Установка датчиков контроля топлива на сельхозмашинах позволила экономить топливо-смазочные материалы при возделывании зерновых культур (5 кг в расчете на 1 га), а в расчете на всю площадь посева зерновых экономия нефтепродуктов составила 726 тыс. руб. Своевременный контроль работы опрыскивателей «Туман-2» и использование при приготовлении растворов более качественной воды обеспечили экономию средств защиты растений в размере 444 тыс. руб. Регулировка движения посевных агрегатов по полям зерновых куль-

тур позволила сэкономить 340 руб/га. Общий эффект от использования цифровой платформы «Агросигнал» в расчете на 1 га составил 976 руб., а на всю площадь посева зерновых – более чем 2,6 млн руб.

Таким образом, установка и использование платформы позволили обеспечить рост эффективности сельскохозяйственного производства за счет более рационального использования средств на ТСМ, средства защиты растений, семена, удобрения, оптимальную организацию выполнения технологических операций, предотвращения возможности несанкционированного слива дизельного топлива, установление более четкого контроля учета зерна при уборке, его отгрузке, взвешивании и хранении. Ликвидация простоев техники, своевременное устранение неполадок оказывают влияние на эффективность использования машинотракторного парка, способствуют своевременному выполнению всех технологических операций и ведут к росту урожайности сельскохозяйственных культур.

В качестве фактора, от которого зависит эффективность внедрения рассматриваемых технологий, можно выделить влияние импорта на обеспечение сельхозтоваропроизводителей высококачественными семенами, степень которого возрастает в связи санкциями. Но самая главная проблема – отсутствие эффективной связи между научно-исследовательскими учреждениями и структурами по внедрению инноваций, что препятствует разработке научно обоснованного перехода предприятий от традиционной технологии производства к No-Till для каждой природно-климатической зоны и типов почв. Это связано с недостаточной проработкой вопросов организации научного обеспечения и сопровождения, нехваткой квалифицированных ученых, компетентных в вопросах применения таких технологий, отсутствием государственной поддержки координации, внедрения и контроля данных наукоемких систем земледелия. Недостаточное финансирование снижает научный потенциал аграрной науки, а отсутствие опыта финансирования инновационного сектора АПК препятствует быстрому и эффективному внедрению инновационных технологий.

Один из способов решения проблем перехода на инновационные технологии – его финансовое обеспечение. Результаты анализа финансового состояния многих хозяйств, особенно малого и средне-

го агробизнеса, свидетельствуют о недостаточности собственных средств, которые могут быть направлены на инновационные проекты. Поэтому главным источником финансирования сельхозтоваропроизводителей являются внешние, заемные средства кредитных организаций, бюджетные ассигнования, средства фондов, гранты и т.д. Основным источником финансирования остаются банковские организации (Россельхозбанк, Сбербанк и др.).

Упрощение процедуры доступа к кредитным ресурсам, своевременная выплата сельхозпроизводителям компенсации части затрат по кредитным процентным ставкам и их снижению до 5 %, в том числе и по инвестиционным кредитам, установление государством определенного лимита кредитных ресурсов, выделяемых по льготным процентным ставкам малому и среднему агробизнесу с установлением срока погашения краткосрочного льготного кредита до двух лет с ограничением его размера в расчете на одного заемщика не более 1 млрд руб., а долгосрочного инвестиционного – до 15 лет, без ограничения размера в 2017 г. способствовало решению многих проблем для осуществления деятельности предприятий агропромышленного комплекса.

В качестве фактора, от которого зависит эффективность внедрения рассматриваемых технологий, можно выделить влияние импорта на обеспечение сельхозтоваропроизводителей высококачественными семенами. По данным Минсельхоза России, доля импортных семян составляет от 20 до 80 %, в том числе кукурузы – 28, подсолнечника – 44 %, поэтому правительственная программа по импортозамещению включают в себя мероприятия по развитию отечественной селекции и семеноводства с целью обеспечения сельхозпроизводителей качественными российскими семенами. Разработанные мероприятия нацелены на освоение современных технологий производства семян с технологическим оснащением процесса выращивания и хранения семенного материала, организацию эффективной системы технического регулирования и обеспечения контроля производства и оборота семян с созданием лабораторий по паспортизации новых сортов и гибридов и проверке их на наличие ГМО.

Более быстрому продвижению и внедрению инновационных технологий в сельском хозяйстве будет способствовать разработ-

ка системы льготного налогообложения для сельхозпредприятий, внедряющих новые базовые инновационные технологии, а также привлечение и переориентация работы научно-исследовательских станций, вузов, НИИ, создание технопарков, привлечение венчурных фирм.

3.3. Опыт использования цифровых ресурсосберегающих технологий в Зауралье и Сибири

За последние 10-15 лет в Курганской области существенно расширились посевные площади с высокоинтенсивными ресурсосберегающими (с минимальной или нулевой обработкой почвы) технологиями. Глубокая вспашка проводится лишь на 10 % обрабатываемых площадей [42]. Использование современной техники, средств защиты растений и удобрений способствует существенному повышению урожайности по сравнению с экстенсивными технологиями в 1,5-2 раза [43]. Одновременно интенсификация ведет к повышению затрат, прежде всего на средства химизации [44]. Группировка сельскохозяйственных организаций Курганской области по уровню затрат в 2017-2018 гг. показала, что при увеличении затрат на производство растет урожайность пшеницы, одновременно повышается себестоимость зерна и снижается рентабельность. Это обуславливает поиск резервов повышения эффективности производства, которыми на современном этапе являются цифровые методы управления и элементы точного земледелия, позволяющие экономно использовать как природные, так и материально-денежные ресурсы.

В Курганском НИИСХ – филиале «Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра» (Уральское отделение РАН) для анализа экономической эффективности цифровых методов управления в растениеводстве использовались данные департамента АПК Курганской области из годовых и оперативных отчетов работы сельхозпредприятий и Курганского НИИСХ. Внедрение цифровизации в производство рассмотрено на примере использования собственных разработок. Экономические расчеты производились с применением компьютерной программы «Проектирование технологий выращивания сельхозкультур» на основе данных из электрон-

ной книги истории полей Курганского НИИСХ за 2017-2019 гг. (программа «Управление электронной базой данных состояния и функционирования агроландшафтов»). Расчеты эффективности системы мониторинга транспорта проведены на основе экспертной оценки результатов от внедрения программы «Агромонитор» в сельхозпредприятиях. Все компьютерные программы и базы данных разработаны в Курганском НИИСХ [45].

Анализ основных факторов, составляющих экономическую эффективность внедрения цифровых методов управления в АПК, показал, что в первую очередь экономический эффект получен от применения системы параллельного вождения. С помощью этой системы благодаря сокращению перекрытий и экономии ресурсов на этой площади (времени, ТСМ, семян, удобрений, гербицидов, фунгицидов), а также снижения потерь урожая можно получить дополнительный доход на сумму 2155 руб/га (табл. 19). В пересчете на 1000 га экономический эффект составит более 2 млн руб.

Таблица 19

Экономия ресурсов (расчетная) и прибавка урожайности за счет применения системы параллельного вождения при различных технологических операциях, руб/га

Ресурс	Технологические операции				
	посев	обработка посевов гербицидами	обработка посевов фунгицидами	обработка почвы	все операции
1	2	3	4	5	6
Снижение расхода:					
семян	56,1	-	-	-	56,1
удобрений	45	-	-	-	45
ТСМ	9,5	13,5	6,75	9,5	39,2
пестицидов	-	52,5	30	-	82,5
воды	-	20	20	-	40
заработной платы	6		10	6	42
Повышение урожайности за счет:					

1	2	3	4	5	6
исключения перекрытия обработки посевов гербицидами		425			425
своевременного выполнения работ	643	391	391		1425
Всего	759,6	922	457,8	15,5	2155

Курганским НИИСХ разработана и внедрена программа «Агромонитор», которую применяют крупные хозяйства области. Система мониторинга включает в себя навигационные терминалы, устанавливаемые на тракторы и автомобили, сервер и программное обеспечение. Цена терминала с установкой – 10 тыс. руб., сервера вместе с программным обеспечением – 80 тыс. руб. Дополнительно могут устанавливаться датчики расхода топлива, семян и др.

Экономия ТСМ при установке датчиков топлива в сельхозпредприятиях Курганской области, применяющих навигационное оборудование, составляет 254 руб/га. Суммарные единовременные затраты на оборудование систем параллельного движения и мониторинга техники и технологий не превышают 200 руб/га. Срок его полезного использования – пять лет, годовые затраты при этом – 40 руб/га. Экономия ресурсов и прибавка урожая, полученные от применения этого оборудования (2155 руб/га), окупаются практически в первый год.

В Курганской области навигационное оборудование применяют многие предприятия. В 2019 г. с его помощью посев осуществлялся на 17 % площади, обработка почвы – на 20, уборка – на 12,1 %. Обработка посевов средствами защиты растений по одному и более раз составляет примерно 50 % всей площади посевов – более 600 тыс. га. Эффективность навигационных систем управления и контроля технологий в растениеводстве подтверждается их активным внедрением в хозяйствах области. Повышение эффективности растениеводства только за счет этого оборудования при минимальных значениях потенциальной экономии и снижения потерь может составить по области, где засеивается около 1,4 млн га пашни, более 1 млрд руб. в год.

Одним из менее распространенных в регионе, но все более востребованным в условиях цифровизации резервом повышения экономической эффективности растениеводства является дифференцированное внесение удобрений. На опытном полигоне Агрофизического института дифференцированное внесение удобрений позволило добиться их экономии и прибавки урожая от 5 до 76 %, увеличивая в 1,7 раза окупаемость 1 кг азота удобрений прибавкой урожая зерна [46].

Однако серьезной проблемой пока остается обоснованность выбора метода расчета оптимальной дозы удобрения для каждого участка и составления карт-заданий. Наиболее перспективны в этом направлении исследования по установлению связи значений индекса NDVI и других оптических характеристик посевов с потребностью в удобрениях, которые уже несколько лет проводятся различными исследователями [47, 48]. Предлагается также новый подход, который для определения оптимального количества азотного удобрения под пшеницу интегрирует дистанционное зондирование, сезонные прогнозы погоды и моделирование урожая [49]. Пока же более актуальна тема учета почвенной и агрохимической разности в разрезе отдельных полей.

Важнейшей задачей цифровизации в сельском хозяйстве является получение оперативных данных о каждом параметре, привязанном к микроучастку или полю, технике, расходу ресурсов и полученной урожайности. В результате получается огромный объем данных, который за небольшое время переходит в категорию так называемых Big Data. Создание системы анализа этих данных в масштабах районов, регионов, страны и мира может произвести революцию в сельскохозяйственной науке, создать новые источники знаний по земледелию. Однако в сельском хозяйстве из-за присущей ему неопределенности «методы и модели больших данных из других сред не могут быть использованы сразу в этой области» [50].

Резервом повышения эффективности использования ресурсов является адаптация агротехнологий к условиям каждого поля. Для этого готовится электронная книга истории полей – база данных по каждому полю, привязанная к его электронной карте, в которую дополнительно включают информацию о выполненных работах: виды

и дозы удобрений, средства защиты растений, сортовой состав, урожайность культур, сроки выполнения работ и др.

Анализ накопленных данных с учетом полученной урожайности на каждом поле позволяет определить наиболее оптимальное и эффективное направление применения ресурсов. Работа по заполнению электронной книги истории полей ведется в Курганском НИИСХ с 2017 г. Создана электронная карта полей института, в которой представлена информация по их истории. Использование цифровых инструментов помогает более обоснованно проводить экономический и технологический анализ функционирования отрасли растениеводства и принимать управленческие решения.

Одним из первых регионов, внедряющих цифровые технологии в Сибири, стала Новосибирская область. Эти технологии применяются при подготовке почвы и посеве, сборе урожая и обработке зерна. Системы точного земледелия с использованием цифровых технологий стали важными элементами в производстве зерна в сельскохозяйственных предприятиях Новосибирской области (табл. 20).

Таблица 20

Использование элементов цифровых технологий в растениеводстве хозяйствами Новосибирской области

Технологии	Площадь полей, на которых применяется технология, тыс. га	Число хозяйств, применяющих технологию
1	2	3
Точное земледелие	555	78
Локальный отбор проб почвы в системе координат	93	12
Параллельное вождение	504,7	64
Спутниковый мониторинг транспортных средств	181	52
Дифференцированные технологии:		
опрыскивания от сорняков	141,8	29
внесения удобрений	35	8
посева	86,2	11
обработки почвы по почвенным картам	37,3	4

1	2	3
Мониторинг состояния посевов с использованием дистанционного зондирования с помощью аэро- или спутниковой фотосъемки	48,9	5
Составление цифровых карт урожайности	28,9	3

Источник: [51].

В растениеводческие проекты Новосибирской области в 2021 г. было инвестировано около 1 млрд руб., из них 512 млн руб. – на модернизацию парка сельскохозяйственной техники. Применение цифровых технологий наиболее актуально в зерновом производстве, поэтому были закуплены сконструированные по новейшим технологиям сушилки для зерна, семена высокоурожайных сортов. В табл. 21 представлено влияние внедрения цифровых технологий на себестоимость выращивания ячменя.

Таблица 21

**Влияние внедрения цифровых технологий
на себестоимость выращивания ячменя**

Затраты	Базовый вариант (до цифровых технологий)		После реализации проекта		Экономия	
	на весь объем производства, тыс. руб.	на 1 т, руб.	на весь объем производства, тыс. руб.	на 1 т, руб.	на весь объем производства, тыс. руб.	на 1 т, руб.
1	2	3	4	5	6	7
Арендная плата, лизинг техники	3203	278	3203	268,26	-	9,74
Оплата труда с начислениями	19895	1727	18000	1507,54	1895	219,46
Топливосмазочные материалы	10886	945	7895	661,22	2991	283,78
Сырье, материалы, комплектующие	45573	3956	38375	3213,99	7198	742,01

1	2	3	4	5	6	7
В том числе: семена пестициды удобрения	13824	1200	12612	1056,28	1212	143,72
	13202	1146	9863	826,05	3339	319,95
	18547	1610	15900	1331,66	2647	278,34
Налоги, включаемые в себестоимость сельхозпродукции	641	55,67	641	53,69	-	1,98
Амортизационные отчисления	4955	430,12	4955	414,99	-	15,13
Прочие затраты, в том числе обще- производственные, общехозяйственные	23558	2045,00	23558	1973,03	-	71,97
Затраты исходные без учета исполь- зования цифровых технологий	108816	9445,79	96627	8092,71	12189	1353,08
Обследование полей с использованием беспилотных лета- тельных аппаратов	-	-	750	62,81	750	62,81
Инжиниринговые услуги	-	-	250	20,94	250	20,94
Всего	108816	9445,79	97727	8184,84	11089	1260,95

Источник: [52].

Данные табл. 21 показывают, что экономия на весь объем производства составила 11089 тыс. руб. Таким образом, система точного земледелия позволила снизить себестоимость продукции за счет эффективного использования имеющихся ресурсов. По данным [53], цифровыми системами оснащено около 12 % сельхозтехники, и это количество продолжает расти. Важную роль в повышении эффективности растениеводства региона играет внедрение ресурсосберегающих технологий No-Till, Strip-Till и Mini-Till. Наибольший по-

тенциал имеет применение нулевой обработки почвы, поскольку в области особые агроклиматические условия – в отдельные годы регион подвержен засухе, прогрессируют деградация почвы и другие процессы, снижающие плодородие.

Однако доля обрабатываемых земель по нулевой технологии в области в 2019 г. составила всего 4 %, при этом половина этих площадей – земли Краснозерского района. В последние годы нулевая технология стала использоваться в Коченевском, Искитимском и других районах области. Вместе с тем технологии щадящей обработки почвы с использованием инструментов для сохранения влаги и эффективного распределения удобрений позволяют существенно повысить урожайность. Так, опыт ООО «Соколово» показал, что повышение урожайности зависит от применения таких технологий на 80 %, при этом влияние погодных условий снижается до 20 %.

Наиболее широко сельскохозяйственными предприятиями региона используются такие элементы точного земледелия, как анализ спутниковых снимков, контроль и мониторинг параметров техники, управление ее работой, применение датчиков анализа почв и погодных условий, планирование производства. Данные технологии относительно недорогие и быстро окупаются. Среди К(Ф)Х популярны системы контроля, автоматические метеостанции, модули управления сельскохозяйственным оборудованием.

Однако лишь около 5 % фермеров применяют технологии спутникового анализа поля и исследования поля с помощью дронов. Исследования показали, что средние по размеру сельхозорганизации и небольшие фермерские хозяйства из-за недостатка средств на приобретение новых технологий и отсутствия высококвалифицированных сотрудников для работы с цифровыми решениями пока не склонны к их широкому внедрению [51, 52].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Растениеводство является одной из основных отраслей сельского хозяйства. От темпов развития производства продукции растениеводства зависят продовольственная безопасность и обеспеченность необходимыми продуктами питания населения. Существенное влияние на экономическую эффективность отрасли оказывают два основных фактора:

- постоянно увеличивающиеся затраты на производство продукции из-за применения многооперационных технологий, постоянного роста цен на энергоносители, сельскохозяйственную технику, минеральные удобрения, средства защиты растений и услуги сторонних организаций, оказываемых сельхозтоваропроизводителям, при сравнительно низких темпах роста цен на производимую сельхозпродукцию;
- потеря плодородных почвенных ресурсов и ухудшение экологического состояния окружающей среды. Из-за процессов эрозии почв и чрезмерной минерализации гумуса, отвода земель под строительство ежегодно теряются значительные площади сельскохозяйственных угодий.

Дальнейшее развитие растениеводства неразрывно связано с интенсификацией отрасли, ускоренным внедрением цифровых ресурсосберегающих технологий. Интенсивные методы развития отрасли требуют перехода к освоению принципиально новых технологических решений.

Для регионов с засушливым климатом высокую эффективность показывают цифровые технологии с минимальной обработкой почвы. Использование технологий «нулевой» обработки почвы в хозяйствах Саратовской области и других регионах России показало ее преимущество по сравнению с традиционной системой земледелия.

Показатели эффективности внедрения ресурсосберегающей технологии на примере крестьянских (фермерских) хозяйств засушливой зоны Саратовского Заволжья, свидетельствуют о росте урожайности и производительности труда при возделывании кукурузы на зерно и подсолнечника соответственно на 62 и 51 %, 54 и 43 %, снижении себестоимости единицы продукции на 20 % и расходе топливосмазочных материалов на 40 %. В анализируемых хозяйствах

прибыль в расчете на 1 га и рентабельность производства подсолнечника выросли в 2 раза, зерна кукурузы – в 3 раза при увеличении затрат на средства защиты растений и минеральные удобрения под подсолнечник в 3 раза, под кукурузу на зерно – в 6 раз.

В К(Ф)Х «АНТО» Марковского района Саратовской области, где освоение технологии «нулевой» обработки почвы началось в 2012 г., доказана высокая эффективность применения этой технологии: с 2015 г. выручка от реализации продукции растениеводства увеличилась в 3 раза, прибыль от продаж – в 4, рентабельность продаж – в 1,27 раза.

Кроме того, применение цифровых решений в растениеводстве, обеспечивающих адаптацию к реальным условиям выращивания сельскохозяйственных культур, сокращение непроизводительных затрат и оптимизация использования имеющихся в распоряжении предприятия ресурсов, а главное – более высокий уровень сокращения затрат и потери ресурсов предприятия играют важную роль в ресурсосбережении.

Цифровые ресурсосберегающие технологии широко применяются за рубежом и в отдельных крупных российских агрохолдингах, но находятся на начальном этапе распространения у отечественных сельхозтоваропроизводителей малых и средних форм хозяйствования. Они позволяют решать проблемы не только повышения экономической эффективности агробизнеса, но и рационального использования всех ресурсов – природных, трудовых, материальных и финансовых, что является приоритетным направлением инновационного развития сельского хозяйства России.

Внедрение и освоение ресурсосберегающих технологий, основанных на принципах минимальной обработки почвы и использовании цифровых решений, требуют научно-технического, информационного сопровождения и финансового обеспечения за счет активного привлечения инвестиций в цифровизацию АПК. Результаты анализа финансового состояния хозяйств малого и среднего агробизнеса свидетельствуют о недостаточности собственных средств, которые могут быть направлены на инновационные проекты цифровизации отрасли растениеводства. Важным источником финансового обеспечения инвестиций в инновацион-

ные цифровые технологии сельхозтоваропроизводителей МФХ являются внешние, заемные средства кредитных организаций, бюджетные ассигнования, средства фондов развития. Решение проблем доступа к льготному кредитованию, предоставления налоговых льгот и других преференций для малого и среднего агробизнеса позволит ускорить внедрение в производство инновационных технологий, основанных на принципах цифровизации и ресурсосбережения.

Для ускорения внедрения ресурсосберегающих цифровых технологий также необходимо:

- составить федеральный регистр перспективных цифровых ресурсосберегающих, адаптированных к зональным условиям технологий производства продукции в приоритетных подотраслях растениеводства и животноводства;
- создать базу данных по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам, направленным на разработку и использование цифровых ресурсосберегающих технологий в АПК;
- дать оценку технического и технологического состояния крестьянских (фермерских) хозяйств, сельскохозяйственных кооперативов и личных подсобных хозяйств;
- разработать план проведения фундаментальных и прикладных исследований в области внедрения цифровых ресурсосберегающих технологий в малых и средних формах хозяйствования в АПК, а также комплекс других сопутствующих этому мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Биждов К.Д.** Сельскохозяйственное страхование как фактор финансовой защиты аграриев при ЧС. [Электрон. ресурс]. URL: <https://mgimo.ru/upload/2020/11/koreikin.pdf> (дата обращения: 10.03.2022).
2. **Липски Л.А.** Состояние и использование земельных ресурсов России: тенденции текущего десятилетия // Проблемы прогнозирования. – 2020. – № 4. – С. 111.
3. **Новиков В.Г., Шайтан Б.И.** Шаги цифровизации // Информ. бюл. Минсельхоза России. – 2022. – № 3. – С.17-18.
4. **Колесников А.** Риски и угрозы внедрения цифровых технологий в сельском хозяйстве // Экономика сел. хоз-ва России. – 2021. – № 6. – С. 11–19.
5. **Карпузова Н.В., Чернышева К.В., Королькова А.П.** Совершенствование управления сельскохозяйственной организацией в условиях информационной экономики // Техника и оборуд. для села. – 2021. – № 2. – С. 44-47.
6. **Чернышева К.В., Королькова А.П. Карпузова Н.В., Афанасьева С.И.** Использование информационно-аналитических систем в экономике и менеджменте // Техника и оборуд. для села. – 2022. – № 1. – С. 43-48.
7. **Труфляк Е.В., Курченко Н.Ю.** Оценка готовности регионов к внедрению цифровых технологий в сельское хозяйство // Вестник Самар. гос. экон. ун-та. – 2019. – № 10 (180). – С. 22-26.
8. **Королькова А.П., Карпузова Н.В., Чернышева К.В.** Об информационных технологиях в сфере управления экономической организацией // Экономическая безопасность агропромышленного комплекса: проблемы и направления обеспечения : сб. науч. тр. I Нац. науч.-практ. конф. – 2021. – С. 103-107.
9. Effects of experiment duration on carbon mineralization and accumulation under No-Till / Kan Z.-R. [and other] // Soil & Tillage Research. – 2021. – Т. 209. – P. 104939.
10. **Кокунова И.В., Мышлякова А.Н.** Особенности реализации технологий No-Till и Strip-Till // Агрофорум-2022. – № 9. – С. 22–24.
11. **Дридригер В.К.** Пути освоения технологии No-Till и допускаемые при этом ошибки // APK News. – 2018. – № 3. – С. 24-29. [Электрон. ресурс]. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34865158> (дата обращения: 06.04.2022).
12. **Кузнецова Н.А., Ильина А.В., Королькова А.П.** Инновационные ресурсосберегающие технологии: эффективность и проблемы внедрения // Агрофорум. – 2022. – № 2. – С. 60-63.
13. **Кокунова И.В.** Технология No-Till – важнейшее направление ресурсосбережения в растениеводстве / И. В. Кокунова, Е. Г. Котов // Инновационная наука. – 2017. – № 2-2. – С. 39-41. [Электрон. ресурс]. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28319002> (дата обращения: 06.04.2022).
14. **Койнова А.Н.** Технология No-Till и ее техническое оснащение // Агрофорум. – 2019. – № 5. – С. 24-29.

15. **Милоткин В.А.** Технические решения для технологий No-Till и Strip-Till / В. А. Милоткин, Н. Ф. Стребков, С. А. Соловьев, З. В. Макаровская // Изв. Оренбургский ГАУ. – 2014. – № 6 (50). – С. 61-63. [Электрон. ресурс]. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22872403> (дата обращения: 06.04.2022).

16. **Королькова А.П., Горячева А.В.** Государственная поддержка импортозамещения в селекции и семеноводстве // Агрофорум-2022. – № 9. – С. 52-55.

17. **Королькова А.П., Кузнецова Н.А., Ильина А.В., Заводило О.В.** О проблемах импортозамещения на рынке семян сельскохозяйственных культур // Теория и практика современной аграрной науки : сб. IV Нац. (Всерос.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Новосибирский ГАУ, 2021. – С. 1209-1212.

18. **Королькова А.П., Горячева А.В., Маринченко Т.Е.** О мерах государственной поддержки селекции и семеноводства кукурузы // Техника и оборуд. для села. – 2019. – № 10 (268). – С. 43-48.

19. **Кокунова И.В., Елисева В.А., Громов Л.Г.** Технология No-Till: возможности применения на Северо-Западе России // Актуальные проблемы науки в области АПК : матер. регион. науч.-практ. конф. – Великие Луки: Великолукская ГСХА, 2021. – С. 16-19.

20. **Доманов М.Н.** Минимальная обработка почвы: разрушение мифов // Агробизнес. – 27 августа 2017 г. [Электрон. ресурс]. – URL: <https://agbz.ru/articles/minimalnaya-obrabotka-pochvyi--razrushenie-mifov/?ysclid=17k6vuh17k428740847>.

21. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы»: [Электрон. ресурс]. – URL: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201705100002.pdf> (дата обращения: 12.09.2022).

22. Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»: [Электрон. ресурс]. – URL: <http://static.government.ru/media/files/urKNm0gTRPnzJlaKw3M5cNLo6gczMkPF.pdf> (дата обращения: 10.10.2022).

23. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство». – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 48 с.

24. **Дудин М., Шкондинский С., Анищенко А.** Цифровизация роста: будущее сельского хозяйства России в индустрии 4.0 // АПК: экономика, управление. – 2021. – №5. – С. 25-37.

25. Точное земледелие – мировой опыт и отечественные проблемы. [Электрон. ресурс]. – <https://dzen.ru/media/id/5cbed355ae6cb600af8706b5/tochnoe-zemledelie--mirovoi-opyt-i-otechestvennyye-problemy-5cd1aa033c1e9b00b3aa8ffb> (дата обращения: 10.10.2022).

26. Индикаторы цифровой экономики – 2021: стат. сб. / Г. И. Абдрахманова, К. О. Вишневский, Л. М. Гохберг и др. – М.: НИУ ВШЭ, 2021. – 380 с.

27. Итоги федерального статистического наблюдения по форме № 3-информ «Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг»: [Электрон. ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/3-inform.html> (дата обращения: 10.10.2022).

28. ВІ-системы в России: [Электрон. ресурс]. – URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/VI> (дата обращения: 13.12.2021).

29. ВІ-система Loginom: учеб. пособ. / Н. В. Карпузова, К. В. Чернышева, С.И. Афанасьева. – М.: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2020. – 162 с.

30. **Яковлев В. Б.** Анализ данных в аналитической платформе Loginom : учеб. пособ. – Lambert Academic Publishing, 2020. – 174 с.

31. Проекты в отрасли «Сельское хозяйство и рыболовство»: [Электрон. ресурс]. – URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/VI?cache=no&otr> (дата обращения: 13.10.2022).

32. **Chernysheva K., Karpuzova N., Korolkova A.** Corporate Information Systems in Agricultural Informatization // В сб.: European Proceedings of Social and Behavioural Sciences. Proceedings of the Conference on Land Economy and Rural Studies Essentials (LEASECON 2021). 2022. С. 603-609

33. II Конгресс по цифровизации АПК : [Электрон. ресурс]. – https://www.agroprod mash-expo.ru/common/img/uploaded/exhibitions/agroprod mash/doc_2022/Prog_kongress-po-tsifrovizatsii-apk_111022.pdf (дата обращения: 10.10.2022). .

34. **Карпузова Н.В., Чернышева К.В., Королькова А.П.** Информационные системы в экономике сельскохозяйственных предприятий : учеб. пособ. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. – 96 с.

35. **Архипова М.Ю., Кагирова М.В., Уколова А.В., Романцева Ю.Н., Харитонов А.Е., Демичев В.В.** Анализ международной практики внедрения цифровизации в агропромышленный комплекс национальных и наднациональных экономик на примере стран с традиционно развитым сельским хозяйством: аналит. матер. – М.: Научный консультант, 2021. – 118 с.

36. **Худякова Е.В.** Цифровая трансформация сельского хозяйства и совершенствование аграрного образования // Forum.Digital Agro 2021.3-й ежегодный форум по цифровизации агропромышленного комплекса (Москва, 22 09.2021).

37. **Степаневич М.Н.** Методика оценки эффективности цифрового проекта как основа модели формирования цифровых компетенций выпускников аграрных вузов // Научные подходы к формированию цифровых компетенций выпускников аграрных вузов : форсайт-сессия. – ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева» (Москва, 27 09.2022).

38. **Воротников И., Четвериков Ф., Наянов А., Полетаев И., Шмелев А.** Совершенствование организационно-информационного механизма управления растениеводством на основе цифровых технологий // АПК: экономика, управление. – 2021. – № 5. – С. 16-24.

39. К «цифровой зрелости» АПК // Информ. бюл. Минсельхоза России. – 2022. – №3. – С. 16.

40. **Наянов А.В.** Цифровая платформа как элемент организационно-информационного механизма управления растениеводством // Актуальные проблемы и перспективы инновационной агроэкономики : сб. матер. Нац. (Всерос.) науч.-практ. конф.(г. Саратов, 25 декабря 2020 г.). – Саратов: ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ», 2020. – С. 242–246.

41. Разработка методики оценки эффективности внедрения цифровых технологий в агропромышленном комплексе / О.А. Рада, Е.А. Федулова, П.Д. Косинский // Техника и технологии пищевых производств. – 2019. – Т. 49. – № 3. – С.495-504.

42. Рекомендации по проведению весенне-полевых работ сельскохозяйственными товаропроизводителями Курганской области в 2018 г. – Куртамыш: ООО «Куртамышская типография», 2018. – 120 с.

43. Ресурсосберегающие технологии – основа повышения доходности сельхозпредприятий / С.Д. Гилев, Н.В. Степных, И.Н. Цымбаленко // Защита и карантин растений. – 2018. – № 3. – С. 8-10.

44. Агротехнологии : учеб. / В.И. Кирюшин, С.В. Кирюшин. – СПб: Лань, 2015. – 464 с.

45. **Степных Н., Нестерова Е., Заргарян А.** Влияние цифровизации управления агротехнологиями на эффективность использования ресурсов // АПК: экономика, управление. – 2020. – № 8. – С. 46-65.

46. Дифференцированное применение средств химизации при выращивании яровой пшеницы. Якушев В. П., Лекомцев П. В., Воропаев В. В. и др. // Вестник рос. с.-х. науки. – 2017. – №4. – С. 13-17.

47. **Lee K. J., Lee B. W.** Application of Color Indices and Canopy Cover Derived from Digital Camera Image Analysis to Estimate Growth Parameters of Rice Canopy // Precision Agriculture / Ed. by J.V. StaUord. Proceeding of 8th European Conference on Precision Agriculture. – Prague, 11-14 July 2011. – Amphill. – P. 11-121.

48. Новый метод количественной оценки внутритролевой изменчивости по оптическим характеристикам посевов для точного земледелия [Текст] / В.П. Якушев, А.О. Петрушин, Д.А. Матвеевко, С.Ю. Блохина, Е.В. Канаш, В.В. Якушев // Вестник рос. с.-х. науки. – 2020. – № 2. – С. 4-10. – DOI: 10.30850/vrsn/2020/2/4-10.

49. **Morari E., Zanella V., Gobbo S.** et al. Coupling proximal sensing, seasonal forecasts and crop modelling to optimize nitrogen variable rate application in durum wheat // Precision Agric. – 2020. – Vol. 21. – № 3. – DOI: 10.1007/s1119-020-09730-6.

50. Развитие агропромышленного комплекса в условиях цифровой экономики: сб. науч. тр. – Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. – 229 с.

51. **Кузьмина Е.** Организационный механизм стимулирования внедрения цифровых технологий в зерновое производство Новосибирской области // АПК: экономика, управление. – 2022. – № 5. – С. 91-97.

52. **Кузьмина Е.** Роль цифровизации в развитии сельскохозяйственной отрасли Новосибирской области // АПК: экономика, управление. – 2022. – № 3. – С. 92-99.

53. **Мамай О.В.** Преимущества и риски цифровизации аграрного сектора экономики // Развитие агропромышленного комплекса в условиях цифровой экономики : сб. науч. тр. – Кинель: РИО Самарского ГАУ, 2019. – С. 108-110.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ	5
1.1. Инновационные ресурсосберегающие технологии в растениеводстве	5
1.2. Экономическая эффективность ресурсосберегающей технологии No-Till	17
2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ	36
2.1. Направления использования цифровых технологий в сельском хозяйстве	36
2.2. Методические подходы к оценке эффективности цифрового проекта	48
3. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ В РЕГИОНАЛЬНЫХ АПК	51
3.1. Опыт применения цифровых технологий в растениеводстве Саратовской области	51
3.2. Эффективность технологии No-Till в условиях цифровизации в К(Ф)Х «АНТО»	58
3.3. Опыт использования цифровых ресурсосберегающих технологий в Зауралье и Сибири.....	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	76
ЛИТЕРАТУРА	79

Антонина Павловна Королькова
(ФГБНУ «Росинформагротех»);
Нина Анатольевна Кузнецова,
Антонина Владимировна Ильина
(ФГБОУ ВО «Саратовский ГТУ имени Гагарина Ю.А.»);
Владимир Яковлевич Гольяпин,
Валерий Николаевич Кузьмин
(ФГБНУ «Росинформагротех»);
Елена Викторовна Худякова
(ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева)

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦИФРОВИЗАЦИИ
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ
В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

Аналитический обзор

Редакторы: *И.С. Горячева, М.Н. Жукова*
Обложка художника *Т.Н. Лапиной*
Компьютерная верстка *А.Г. Шалгинских*
Корректор *В.А. Белова*

fgnu@rosinformagrotech.ru

Подписано в печать 15.11.2022 Формат 60×84/16
Печать офсетная Бумага офсетная Гарнитура шрифта «Times New Roman»
Печ. л. 5,25 Тираж 500 экз. Изд. заказ 71 Тип. заказ 192

Отпечатано в типографии ФГБНУ «Росинформагротех»,
141261, Московская обл., г.о. Пушкинский, рп. Правдинский, ул. Лесная, д. 60

ISBN 978-5-7367-1728-6



9 785736 717286 >

