

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ АГРОТЕХНОЛОГИЯМИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ

Н. СТЕПНЫХ, кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник,

Е. НЕСТЕРОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,

А. ЗАРГАРЯН, научный сотрудник,

ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», г. Екатеринбург, Россия

N. Stepanykh, E. Nesterova, A. Zargaryan, FSBSI UrFASRC UrB of RAS, Ekaterinburg, Russia

АННОТАЦИЯ. На фоне диспаритета цен между средствами производства и продукцией растениеводства для поддержания достаточного уровня рентабельности сельхозпредприятий необходимы повышение эффективности использования ресурсов и их обоснованная экономия, что может быть достигнуто с помощью цифровых методов управления. Цель работы – изучение развития цифровых технологий в растениеводстве и экономической эффективности от их внедрения. Задачами исследования стали расчет показателей, отражающих экономию ресурсов при возделывании полевых культур. Использованы методы монографического, математического, статистического анализов данных из литературных источников, годовых отчетов сельхозпредприятий Курганской области, результатов производственной деятельности Курганского НИИСХ. Подтверждено, что экономически эффективным и наиболее распространенным приемом цифровизации в растениеводстве является использование геоинформационных систем. Подсчитано, что за счет его использования в системах параллельного вождения (не считая сокращения нецелевых расходов ГСМ при мониторинге транспорта) можно экономить более 2 тыс. руб./га. Внедрение цифровых инноваций в производство рассмотрено на примере собственных разработок: компьютерных программ для ведения книги истории полей и автоматическому расчету технологических карт. Результаты исследования показали, что учет экономических параметров по каждому полю позволяет адаптировать технологии под местные условия. Внутренними резервами экономии ресурсов оказались мероприятия, выявленные на основе цифрового мониторинга полей: научно обоснованный, дифференцированный по полям расчет доз удобрений, объемов и ассортимента используемых пестицидов, возделывание толерантных сортов, посев в оптимальные сроки. Установлено, что за счет научно обоснованного проектирования агротехнологий повышение доходности от использования ресурсов может достигать 25%. Практическая ценность заключается в том, что ежегодный экономический анализ производства, дифференцированный по полям, позволит выработать стратегию проектирования агротехнологий в аналогичные годы и повысить эффективность использования ресурсов. Для расширения внедрения цифровизации еще требуется продолжение исследований ее эффективности в растениеводстве.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: цены, диспаритет цен, стоимость ресурсов, ресурсосбережение, экономическая эффективность, цифровые методы управления, навигационные системы, мониторинг транспорта, дифференциация по полям, электронная книга истории полей

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ:

- проанализирована динамика изменения цен в РФ на ресурсы сельхозпроизводства и их соотношение со стоимостью реализованного зерна пшеницы за 2002-2019 гг.;

- установлены факторы, определяющие резервы повышения экономической эффективности растениеводства за счет внедрения цифровых методов управления агротехнологиями применительно к условиям зернового производства Курганской области;

- рассмотрен пример использования электронной книги истории полей в хозяйстве для установления резервов экономии ресурсов при производстве зерна.

Введение. Эффективность сельскохозяйственного производства в первую очередь определяется соотношением дохода от реализации производимой продукции и затрат на ресурсы, необходимых для ее получения. В связи с этим одной из основных причин кризисного состояния АПК оказался сложившийся диспаритет цен на продукцию и ресурсы. Так, если с 1992 по 2010 гг. на сельхозпродукцию цены увеличились в 11,8 тысяч раз, то рост цен на продукцию и услуги промышленности для сельхозтоваропроизводителей составил 50,6 тысяч раз, то есть диспаритет цен достиг 5 раз, что после реструктуризации отрасли в эти годы, лишь усугубило состояние аграрного кризиса в стране [1, с.19].

Анализ динамики цен по Российской Федерации, проведенный нами по данным Росстата за 2002-2018 гг., показал, что для приобретения единицы основных ресурсов сельскохозяйственного производства потребность в реализации растениеводческой продукции растет: линейные тренды имеют четкую направленность вверх (рис.1). Например, в 2002 г. цена одной тонны дизельного топлива была эквивалентна 3,7 т пшеницы, а в 2018 г. – 4,8, или на 30% выше. Для приобретения трактора в 2002 г. необходимо было продать 1,9 тыс. т пшеницы, а в 2018 г. – 2,3, или на 21% больше. Гербицидов в 2002 г. требовалось 0,17 т, а в 2018 г. – 0,37 т, или больше в 2,1 раза. Наибольший рост цен произошел по удобрениям: в 2002 г. для приобретения азотных удобрений в пересчете на действующее вещество требовалось реализовать 1,9 т пшеницы, а в 2018-м – 5,8 т, или в 3 раза больше (рис.1). Примерно в той же пропорции увеличились цены на другие виды удобрений.

Диспаритет цен ведет к существенному снижению экономической эффективности растениеводства. Особенно болезненно это ощущается в зонах рискованного земледелия Южного Урала и Зауралья с распространенными засушливыми явлениями и снижением урожайности до 10-12 ц/га и ниже. В то же время при благоприятных погодных условиях, когда урожайность высокая, цены на продукцию, как правило, резко снижаются, экономическая эффективность может быть даже ниже, чем в неблагоприятный по погодным условиям год. Кроме необходимой, но пока недостаточной, государственной поддержки, выходом из этой ситуации для аграриев является повышение эффективности использования ресурсов за счет внутренних резервов и современных высокопроизводительных ресурсосберегающих технологий с высоким уровнем интенсификации [2, с.326].

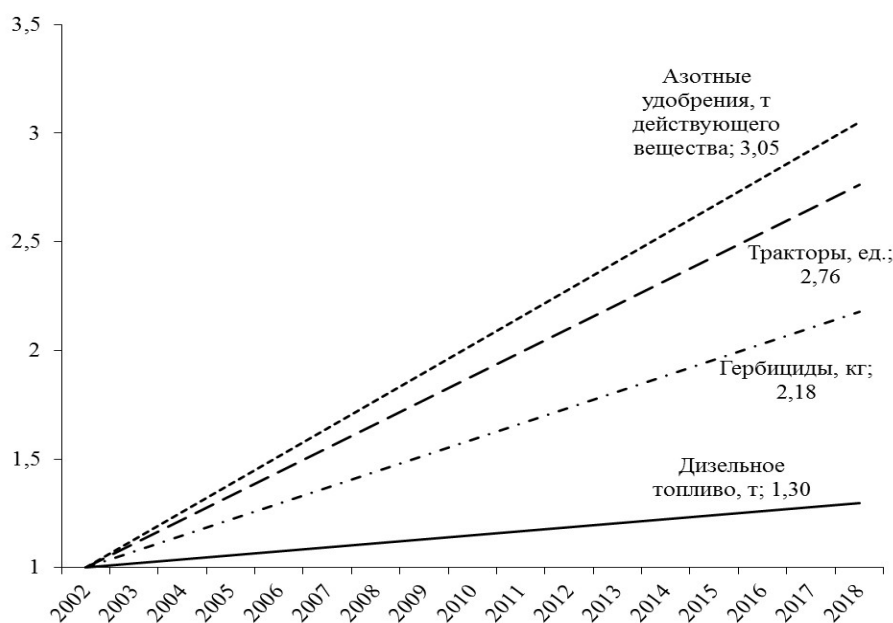


Рисунок 1 – Динамика объема реализации пшеницы для приобретения единицы ресурса, т

Рассчитано авторами на основе источника [26]

Среди наиболее эффективных на сегодняшний день – технологии, основанные на минимализации почвообработок современными широкозахватными посевными комплексами. Их внедрение является мощным фактором, повышающим производительность труда, техники и влияющим на экономию затрат. Производственный опыт курганских сельхозтоваропроизводителей показывает, что комплекс грамотных организационно-технологических мероприятий и применение ресурсосберегающих способов обработки почвы позволяет производить зерновую продукцию без убытка даже в экстремальных экономических условиях [3, с.10].

В Курганской области за последние 10-15 лет произошло существенное расширение посевных площадей с высокоинтенсивными ресурсосберегающими (с минимальной или нулевой обработкой почвы) технологиями и соответственно, их сокращение с традиционной технологией: глубокая вспашка проводится лишь на 10% обрабатываемых площадей [27, с.5].

Научным и производственным опытом установлено, что интенсификация производства за счет широкого использования современной техники, средств защиты растений и удобрений способствует существенному повышению урожайности по сравнению с экстенсивными технологиями – в 1,5-2 раза [3, с.9]. В то же время интенсификация ведет к повышению затрат, прежде всего на средства химизации [2, с.330].

Проведенная нами группировка сельскохозяйственных организаций Курганской области по уровню затрат за 2017 и 2018 гг., показала, что при увеличении затрат на производство растет урожайность пшеницы, одновременно повышается себестоимость зерна и снижается

рентабельность (табл. 1). В 2017 г. в первой группе затраты на 1 га посева пшеницы в среднем составили 4756 руб., урожайность – 12,0 ц/га, себестоимость – 397 руб./ц, рентабельность – 132%. Цена реализации (в среднем 666 руб./ц зерна) позволила даже при такой низкой урожайности получить высокую рентабельность.

Таблица 1 – Экономическая эффективность производства пшеницы в сельскохозяйственных организациях Курганской области, 2017–2019 гг.

Группа предприятий	Число хозяйств в группе	Затраты, руб./га	Площадь посева пшеницы, га	Урожайность, ц/га	Себестоимость, руб./ц	Стоимость зерна, руб./га	Прибыль, руб./га	Рентабельность, %
2017 г.								
1	46	4756	1707	12,0	397	7994	6287	132
2	46	6959	2378	17,1	407	11428	9050	130
3	46	9312	2628	21,0	442	14059	11431	123
4	47	14041	3590	28,5	492	19054	15 464	110
В среднем	185	9695	2581	21,3	455	14224	11643	120
2018 г.								
1	42	4793	1901	9,6	498	7736	2943	61
2	42	7365	1738	13,5	544	10879	3515	48
3	43	9481	2261	15,5	613	12425	2944	31
4	43	14911	3956	23,4	638	18773	3863	26
В среднем	170	10630	2472	17,6	605	14133	3503	33
2019 г.								
1	37	5418	1829	12,3	442	12615	7196	132,8
2	37	8800	2695	15,2	579	15624	6823	77,5
3	37	11319	2188	17,4	651	17884	6565	58,0
4	38	17419	4741	25,6	681	26310	8891	51,0
В среднем	149	12366	2876	19,5	634	20068	7703	62,3

Рассчитано авторами на основе годовых производственных отчетов¹

В четвертой группе затраты оказались выше в 3 раза (14041 руб./га), при этом повысилась урожайность до 28,5 ц/га, или в 2,4 раза, но меньше, чем затраты. Отставание роста урожайности пшеницы от уровня затрат привело к повышению себестоимости зерна (492 против 397 руб./ц) и снижению рентабельности (со 132 до 110%). В то же время за счет роста урожайности увеличилась в 1,8 раза прибыль: с 6287 до 11643 руб./га, что пока сохраняет устойчивые экономически выгодные позиции интенсивных технологий против экстенсивных.

В 2018 г. средняя по предприятиям урожайность пшеницы в силу менее благоприятных погодных и фитосанитарных условий оказалась ниже – 17,6 против 21,3 ц/га. Соответственно, снизились показатели экономической эффективности. Закономерность же сохранилась: в четвертой группе предприятий с интенсивными технологиями затраты увеличились в 3,1 раза (с 4793 до 14911 руб./га), урожайность повы-

¹ Отчеты о производстве, затратах, себестоимости и реализации продукции растениеводства за 2017 и 2018 годы в сельхозорганизациях Курганской области, форма № 9-АПК.

силась в 2,4 раза (с 9,6 до 23,4 ц/га). Однако прибыль увеличилась лишь в 1,3 раза (с 2943 до 3863 руб./га). Отставание роста урожайности пшеницы от уровня затрат привело к повышению себестоимости зерна (638 руб./ц) и снижению рентабельности до 26%. Данные тенденции сохранились и в 2019 г., при этом затраты на производство зерна в четвертой группе предприятий возросли еще больше – до 26310 руб./га. Более высокая средняя стоимость зерна, по которой хозяйства реализовывали продукцию (1028 руб./ц в 2019 г. против 803 руб./ц в 2018 г.), позволила частично их компенсировать и получить прибыль на 1695 руб./га больше по сравнению с первой группой, однако при этом еще более усилился разрыв по рентабельности производства зерна (51% в 4-й группе против 132% в первой).

Очевидно, что в этой ситуации для обеспечения необходимых для рентабельного производства объемов продукции, требующих затрат на интенсификацию, необходимы не только высокоинтенсивные технологии, но и дополнительные источники ресурсосбережения.

На современном этапе неотъемлемой частью таких инновационных «источников экономии» в сельскохозяйственном производстве являются цифровые методы управления и элементы точного земледелия, позволяющие экономно использовать как природные, так и материально-денежные ресурсы.

Информация как ресурс не требует складских помещений, особых производственных мощностей, она не имеет границ, но при этом может существенно повлиять на стоимость.

Цифровизация и всеобщая информатизация стали главным трендом, определяющим трансформацию экономического пространства во всех сферах жизни, и аграрное производство имеет в этом направлении огромный, не используемый пока потенциал. Уже сегодня точное земледелие, умная ферма и системы контроля качества и прослеживаемости продукции все шире и глубже проникают в практику аграриев [4, с.133].

В научной литературе встречается много примеров использования цифровизации в сельском хозяйстве. Лидирующие мировые позиции по разработкам и внедрению цифровых методов управления в сельхозпроизводстве занимают США [5, с.80]. Высшие места в рейтинге по количеству патентов по направлению точного земледелия, автоматизации и роботизации имеют также Япония и Китай, в Европе бесспорный лидер, стоящий у истоков цифровизации – Германия [6, с.50]. Россия пока занимает 15-е место в мире по объемам цифровизации, но 8-е – по ее темпам [7, с.107].

По данным Минсельхоза России, доля предприятий АПК, использующих технологии интернета вещей, точного земледелия, цифрового стада, умных теплиц в 2018 г. составляла менее 1%. Прогнозируется что к 2021 г. она достигнет 20%, а к 2024 г. – 60%.

Внедряются в первую очередь системы параллельного вождения, контроля движения транспорта и учета топлива, создаются электронные карты полей, популярность приобретает дифференцированное внесение удобрений и средств защиты растений (хотя их реальное применение пока не превышает 1%) [8, с.319; 7, с.107].

По результатам экспертных заключений, эффективность от применения цифровизации в АПК может быть достигнута на 32% за счет сокращения затрат на производство продукции и на 31% за счет эффективного использования технических средств. При этом повышение урожайности сельхозкультур может составить по разным оценкам от 10-20 до 30% и выше [9, с.24; 10, с.952].

Цифры, обещающие прибавку урожайности, экономию ресурсов, сокращение потерь благодаря цифровизации, достаточно впечатляющие. Однако на пути дальнейшего внедрения встречается немало проблем. Дело в том, что ввиду недостаточного количества опытов, специально поставленных учеными (из-за дороговизны их проведения), ожидаемый рекламный эффект от конкретного внедрения цифровизации зачастую завышается или искажается недобросовестными поставщиками цифровых разработок, пользующихся некомпетентностью многих клиентов в вопросах информатизации и программирования, не обращается внимание на условия достижения таких результатов. Реальные затраты для достижения успеха оказываются значительно выше предполагаемых и связаны не со стоимостью самой разработки, а с возможностью ее освоения. Зачастую возникают сложности с возможностью представить в стоимостном выражении дополнительные затраты, с этой целью многими исследователями разрабатываются различные поэтапные методики их учета [11, с.679]. Проблемы бывают связаны чаще всего со сложностью измерения цифровых эффектов и нематериальной природой капитала [12, с.28].

Проблема еще и в том, что если в развитых странах, откуда поставляется подавляющее большинство цифровых инструментов, уже создан приемлемый технический и информационный задел, то в отечественном сельском хозяйстве он фактически отсутствует [13, с.783]. Состояние машинно-тракторного парка таково, что подавляющее большинство эксплуатируемых тракторов требуют замены, их оснащение датчиками не решит проблему технического и морального старения [14, с.90].

Несмотря на заманчивые предложения, как минимум для половины сельхозтоваропроизводителей, особенно среднего уровня и малых форм хозяйствования, остаются сомнения и по поводу экономической эффективности при внедрении новых дорогостоящих технологий, требующих профессионального консультирования и системы обслуживания, доступных скорее крупным агрохолдингам. Наблюдался такой период потребительского сопротивления и в европейских странах, которые начали внедрение инноваций намного раньше [15, с.353].

Для многих сельскохозяйственных регионов до сих пор остается проблемой, зачастую решающей, доступность высокоскоростного широкополосного интернета. Например, даже в экономически развитой Свердловской области в городах он доступен для 50-70% пользователей, а в сельской местности лишь для 15-25% [13, с.89].

Кроме того, даже при благоприятно складывающихся условиях освоения IT-технологий в производстве и управлении АПК сохраняются серьезные риски, связанные с кибербезопасностью, сокращением числа рабочих мест средней и низкой квалификации, ростом уровня сложности бизнес моделей и схем взаимодействия, ростом «цифрового

разрыва» между гражданами и бизнесом [16, с.1553; 17, с.78]. В результате цифровая трансформация может усилить неравенство между регионами, так как в одних областях с более развитой экономикой могут появиться новые рабочие места, а в других – они будут потеряны, как это наблюдалось и продолжает наблюдаться в зарубежных странах [18, с.33].

В то же время всеобщая цифровизация – это даже не будущее, это уже настоящее, которое нужно принимать и понимать с максимальной пользой для развития всех отраслей экономики. Согласно экспертным оценкам, пока недостаточно внимания уделяется вопросам популяризации реального внедрения новых цифровых технологий в сельскохозяйственное производство, а главное – тому конкретному эффекту, который при этом достигается и тем проблемам, которые возникают [9, с.25]. Необходимо расширение научных исследований в тесном сотрудничестве с производством, адаптация мирового опыта к местным условиям. В связи с этим целью настоящей работы стало экономическое обоснование эффективности методов цифрового управления применительно к условиям Курганской области и возможности его использования в сельхозпредприятии.

Методология проведения исследований. Исследования выполнены в Курганском НИИСХ – филиале ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН – в лаборатории экономики и инновационного развития в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования по направлению 142 Программы ФНИ государственных академий наук по теме «Усовершенствовать систему адаптивно-ландшафтного земледелия для Уральского региона и создать агротехнологии нового поколения на основе минимизации обработки почвы, диверсификации севооборотов, интегрированной защиты растений, биологизации, сохранения и повышения почвенного плодородия и разработать информационно-аналитический комплекс компьютерных программ и баз данных, обеспечивающий инновационное управление системой земледелия». Использованы методы монографического, математического, статистического анализов. Для анализа экономической эффективности цифровых методов управления в растениеводстве использованы 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 в компьютерной программе «Проектирование технологий выращивания сельхозкультур» на основе данных из электронной книги истории производственных 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, подтверждены свидетельствами о регистрации в Роспатенте. Заключение об эффективности тех или иных цифровых методов управления основаны на расчетах и многолетнем практическом опыте самих

авторов или данных других авторов, подтвержденных в опубликованных литературных источниках.

Результаты. Анализ основных факторов, составляющих экономическую эффективность внедрения цифровых методов управления в АПК, показал, что в первую очередь экономический эффект отмечается от применения системы параллельного вождения. Это наиболее распространенная технология, имеющая два основных важных достоинства: 1) помогает двигаться точно по курсу, исключая перекрытия и огрехи при проведении технологических операций; 2) позволяет работать агрегатам в ночное время суток, повышая производительность техники.

Большое значение система параллельного вождения имеет при обработке полей средствами химизации. Опыт показывает, что управлять опрыскивателем точно без маркера невозможно; а учитывая, что большинство полей имеют неправильную форму – тем более, поэтому зачастую допускаются огрехи. Из-за пропусков биологическая и хозяйственная эффективность обработок препаратами снижается. Чтобы их избежать, механизатор старается проходить опрыскивателем соседние ряды с перекрытием. В конечном счете, такие участки составляют, по разным оценкам, от 5 до 15% и даже до 20% площади [10, с.951]. Это ведет к перерасходу ресурсов и снижению производительности агрегата на соответствующий процент. Применение систем с GPS- навигацией снижает взаимное перекрытие рядов до 1-3%.

Немаловажно и то, что перекрытия значительно усугубляют фитотоксичность пестицидов. Так, исследования тюменских ученых показали, что после гербицидной обработки препаратом «Тайгер 100» в перекрытии (то есть с двойной дозой) в зерне пшеницы увеличивалось содержание остаточного вещества препарата (Феноксапроп-П-этил), а масса отобранного снопа в перекрытии была меньше на 5-10%, что объясняется угнетением культурных растений на этих участках [19, с.289]. Таким образом, сокращение угнетающего эффекта от препаратов – это еще плюс 5-10% прибавки урожайности на данной площади.

Важнейший фактор, влияющий на урожайность сельхозкультур, – оптимальные сроки выполнения полевых работ. Из-за дефицита техники большинство сельхозпредприятий не успевают своевременно провести полевые работы за световой день. По данным Департамента АПК Курганской области, в 2017-2019 гг. в регионе в среднем 27%, или 276 тыс. га, площади засевалось позднее нормативных сроков – в июне. Это вело к переносу созревания культур на неблагоприятные условия сентября и октября и, соответственно, к потерям урожая: урожайность зерновых культур, убранных в сентябре, на 5,7 ц/га ниже, чем убранных в августе. Если половину этих потерь (условно 2,8 ц/га) можно объяснить агротехническими факторами, то другая часть связана с худшими погодными условиями для созревания (в результате – стекание зерна, щуплость зерна, морозобойность) и уборки зерна (последствия – высокая влажность зерна и необходимость затрат на досушивание, простои уборочных работ из-за большего количества дней с осадками) в сентябре по сравнению с августом, что связано с поздними сроками посева. При существующей цене на пшеницу 4-го класса в

первой половине 2020 г. – 1100 руб./ц, в стоимостном выражении эти потери составят 3080 руб./га, за вычетом затрат на уборку – 2380 руб./га.

Площадь, которую засеивает посевной комплекс в среднем за сезон, составляет 1500 га, на поздние сроки приходится примерно 405 га. Тогда стоимость недополученного зерна из-за поздней уборки с этой площади будет составлять 964 тыс. руб., или 643 руб./га. Выдержать сроки посева при существующем наличии техники можно при повышении ее производительности за счет увеличения времени работы с помощью системы параллельного вождения. При посеве яровых зерновых культур в мае продолжительность темного времени составляет от 7 до 8 часов, в среднем 31% от суток. Используя это время, можно провести посев на тех 27% площадях, которые не успевали обычно посеять своевременно. При этом годовые затраты на оборудование системой параллельного вождения одного агрегата, как было показано выше, будут 50 тыс. руб./год, что составит лишь 5% от сохраненных за счет оптимальности сроков посева средств.

Кроме того из-за нарушения по техническим и организационным причинам сроков проведения защитных мероприятий в наиболее оптимальные фазы развития сорняков или патогенов и культуры также может произойти снижение урожайности пшеницы на этой площади. С помощью спутниковой навигации появляется возможность опрыскивания посевов в ночное время, что позволяет сократить сроки работ в 1,5 раза и тем самым максимально сохранить урожай. Кроме того, в ночное время в связи со снижением скорости ветра и повышением влажности воздуха повышается качество опрыскивания: препараты в полном объеме равномерно проникают в растения. Более высокая влажность воздуха в ночное время позволяет в 2 раза снизить расход воды и, соответственно, затраты на ее подвоз.

В общей сложности с помощью системы параллельного вождения за счет сокращения перекрытий и экономии на этой площади ресурсов (времени, ГСМ, семян, удобрений, гербицидов, фунгицидов), а также снижения потерь урожая, можно получить дополнительный доход на сумму 2155 руб./га (табл.2), что в пересчете на 1000 га составляет достаточно внушительный экономический эффект – более 2 млн руб.

Система параллельного вождения помогает трактористу контролировать движение агрегата, но важен также дистанционный контроль выполнения технологий (контроль скорости движения, простоев, времени выполнения работ) и расхода ресурсов, осуществляемый специалистами и руководителями предприятия с помощью системы мониторинга техники и технологий. В Курганском НИИСХ разработана и внедрена программа «Агромонитор», которая нашла применение в ряде крупных хозяйств Курганской области. Компоненты системы мониторинга: навигационный 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 другие.

Таблица 2 – Экономия ресурсов (расчетная) и прибавка урожайности за счет применения системы параллельного вождения при различных технологических операциях, руб./га

Ресурс	Технологические операции				по всем операциям
	посев	обработка посевов гербицидами	обработка посевов фунгицидами	обработка почвы	
Снижение расхода:					
семян	56,1	-	-	-	56,1
удобрений	45,0	-	-	-	45,0
горючего	9,5	13,5	6,75	9,5	39,2
пестицида	-	52,5	30	-	82,5
воды	-	20	20	-	40,0
заработной платы	6,0	20	10	6	42,0
Повышение урожайности:					
за счет исключения перекрытия обработки посевов гербицидами	-	425	-	-	425,0
за счет своевременного выполнения работ	643,0	391	391	-	1425,0
Итого	759,6	922,0	457,8	15,5	2155

Расчитано авторами на основе собственных экспертных исследований.

Экономия горючего при установке датчиков топлива подтверждается данными годовых отчетов: в сельхозпредприятиях Курганской области, применяющих навигационное оборудование, она составляет 254 руб./га².

Суммарные единовременные затраты на оборудование систем параллельного движения и мониторинга техники и технологий не превышают 200 руб./га. Срок его полезного использования – 5 лет, годовые затраты при этом составляют 40 руб./га, или 2% от экономии ресурсов и прибавки урожая, полученных от применения этого оборудования (2155 руб./га, табл. 2), и окупаются, как правило, в первый же год.

Навигационное оборудование в Курганской области применяется уже во многих предприятиях: в 2019 г. с его помощью посев осуществлялся на 17,0% площади, обработка почвы – на 20%, уборка – на 12,1%. Обработка посевов средствами защиты растений по одному и более раз составляет примерно половину всей площади посевов – более 600 тыс. га. Эффективность навигационных систем управления и контроля технологий возделывания сельхозкультур подтверждается дальнейшим активным их внедрением в хозяйствах всей 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 одного миллиарда рублей в год.

Еще одним, менее распространенным, но все более популярным цифровым резервом для повышения экономической эффективности

² Отчеты о производстве, затратах, себестоимости и реализации продукции растениеводства за 2017, 2018 годы в сельхозорганизациях Курганской области, форма № 9-апк

растениеводства, является дифференцированное внесение удобрений, которое относится уже к точному земледелию по определению и, по данным исследователей, позволяет более рационально использовать дорогостоящие минеральные удобрения. На опытном полигоне Агрофизического института она позволила добиться экономии удобрений и прибавки урожая от 5 до 76%, увеличивая в 1,7 раза окупаемость 1 кг азота удобрений прибавкой урожая зерна [20, с.13].

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 [21, с.111; 22, с.9]. Предлагается также новый подход, который для определения оптимального количества азотного удобрения под пшеницу интегрирует дистанционное зондирование, сезонные прогнозы погоды и моделирование урожая [23]. 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» [24, с.467].

Адаптация агротехнологий к условиям каждого поля является важнейшим резервом повышения эффективности использования ресурсов. Решением, позволяющим делать это достаточно эффективно, является электронная книга истории полей – база данных по каждому полю, привязанная к его электронной карте. Дополнительно в базу данных целесообразно включать информацию о выполненных технологиях: видах и дозах удобрений и средств защиты растений, сортовом составе, урожайности культур, сроках выполнения работ и другие параметры.

Анализ накопленных данных с учетом полученной урожайности на каждом поле позволяет определить наиболее оптимальное и эффективное применение ресурсов. Это обстоятельство, известное с советских времен, но недооцененное в 90-е и последующие годы, вновь актуально и озвучивается в научной литературе уже в трансформированном электронном варианте [2, с.337]. Такая работа по заполнению электронной книги истории полей с 2017 г. ведется и в Курганском НИИСХ. Создана электронная карта полей института, фиксируется информация по их истории. Использование цифровых инструментов помогает более обоснованно проводить экономический и технологиче-

ский анализ работы растениеводства и принимать управленческие решения.

Учет всех показателей в среднем по хозяйству производится на основании технологических карт и рассчитанных затрат по каждому полю. Это позволяет анализировать полученные результаты производства как в среднем по хозяйству, так и в разрезе различных полей и параметров, и выявлять резервы экономии ресурсов.

Более половины успеха в сельском хозяйстве зависит от погодных условий. Анализ производства зерна пшеницы на полях Курганского НИИСХ за 2017-2019 годы показал, что даже при ухудшении погодных условий можно достичь высокого уровня рентабельности, маневрируя ценами на ресурсы и объемом их применения (табл. 3). Из 3-х лет наиболее благоприятным для получения высокого урожая (рекордного за последние годы, в том числе во многих регионах РФ) был 2017 г.: гидротермический коэффициент (ГТК) в июне и июле (когда фактически определяется урожай), составил 0,93 (табл. 3).

Таблица 3 – Экономическая эффективность производства зерна в Курганском НИИСХ

Годы	ГТК за июнь-июль	Площадь посева, га	Урожайность пшеницы, ц/га	Затрат всего, руб./га	Себестоимость, руб./ц	Прибыль*, руб./га	Рентабельность, %
2017	0,93	993	33,6	16 873	542	15 338	92
2018	0,71	1 190	21,9	14 692	754	7 678	52
2019	0,68	1 166	20,6	12 939	669	8 420	67

* Цены реализации зерна 3 класса 11250, 4 класса - 10000 рублей

Урожайность пшеницы в 2017 г. получена в 1,5 раза выше, чем в 2018 и 2019 гг. Однако, в 2017-м цена 1 кг зерна 3 и 4 класса составляла 8,6 и 7,8 рублей, а в 2018-м и 2019-м гг. значительно выше, составив в среднем соответственно 11,3 и 10,0 рублей. При фактических ценах реализации зерна рентабельность производства в 2017 и в 2018 гг. оказалась одинаковой, составив 52%, несмотря на существенное снижение урожайности в 2018 г. Это еще раз подтверждает значение фактора цены на продукцию. Чтобы более объективно анализировать эффективность использования ресурсов, было решено взять цену реализации зерна общую для всех лет (табл. 3). В итоге наибольшая рентабельность соответствовала 2017 г., что вполне логично: в этом случае главным фактором, определяющим экономическую эффективность, оказалась урожайность культуры. В то же время, при почти равных значениях урожайности 2018 и 2019 гг. (21,9 и 20,6 ц/га) рентабельность оказалась выше в менее урожайном 2019 г. (67 против 52%). Данные расчетов показали, что определяющим фактором оказалась меньшая сумма затрат на 1 га в 2019 г.

Наибольшие различия в затратах коснулись средств химизации. В Курганском НИИСХ во все исследуемые годы применялись удобрения, гербициды и фунгициды. В 2017 г. была внесена аммиачная селитра на площади 165 га на полях, не обработанных с осени после посева пшеницы, остальные поля засеивались по пару. При этом был поставлен производственный опыт на 3 разных полях с одинаковой тех-

нологией, в результате которого установлены различия по отзывчивости яровой пшеницы на азотные удобрения в разных почвенных условиях, установлены основные факторы, влияющие на уровень прибавки урожая, во всех случаях он был существенным – от 3 до 5 ц/га. Одним из факторов оказалось различие в содержании фосфора. В результате на следующий год было запланировано расширение посевных площадей за счет непаровых полей (на 200 га) и внесение удобрений на большей площади – на 493 га. Доза удобрений скорректирована для каждого поля в зависимости от предшественника и обеспеченности фосфором, кроме аммиачной селитры было использовано удобрение сульфоаммофос, физический вес рассчитан по дозе фосфора, доза азота для посевов – стартовая, 10-15 кг/га (табл. 4). Гектарная стоимость такого варианта, несмотря на высокую цену сложного удобрения, оказалась примерно равной средней цене оптимальной дозы одного азота из аммиачной селитры (из расчета 40 кг/га, как рекомендовано в среднем по области и было внесено в 2017 г.). Затраты на удобрения на всю площадь в 2018 г. оказались выше почти в 2 раза, чем в 2017 г., но в расчете на 1 га удобренной площади – ниже. В более засушливых погодных условиях 2018 г. снижение нормы азотного удобрения и применение фосфорного оказалось научно обоснованным и экономически оправданным решением. В 2019 г. была внесена только аммиачная селитра, но удобренная площадь почти при тех же затратах, что и в 2018 г., увеличена уже до 542 га (табл. 4).

Таблица 4 – Затраты на внесение удобрений в Курганском НИИСХ

Годы	Удобренная площадь, га	Стоимость удобрений на всю площадь, руб.	Стоимость удобрений руб. на 1 га удобренной площади	Фактическая доза в среднем по полям азота / фосфора, кг д.в. /га
2017	165	368 460	1 598	55 / 0
2018	493	709 418	1 468	12 / 18
2019	542	775 560	1 584	43 / 0

Цена аммиачной селитры 13800 руб./т, аммофоса 19820 руб./т.

Если закупочная цена удобрений в течение этих лет для хозяйства не менялась и зависела лишь от их вида, то цена пестицидов различалась больше. Это было связано с разными видами и поставщиками препаратов. Стоимость протравливания семян была выше в 2018 г., составив 147,9 тыс. руб. против 111,3 и 94,5 в 2017 и 2019 гг.. Это было связано как с увеличением объема протравленных семян, так и с повышением стоимости препарата. В 2019 г. не все семена были протравлены (только на площадь 900 га), что допускалось по результатам фитоэкспертизы. Экономия за счет обоснованного снижения объема препарата оказалась несущественной – лишь 9 руб./га, но, с учетом большей стоимости протравителя и меньшей урожайности, это тоже имело влияние на увеличение прибыли.

Стоимость пестицидов, использованных по вегетации, оказалась наибольшей в 2018 г., это было связано со значительным увеличением с 435 до 723 га обработанной площади из-за опасности распространения бурой ржавчины, сильно развивающейся в условиях предшествующего 2017 г. Однако, благодаря более низкой закупочной цене

фунгицида от другого поставщика стоимость гектарной обработки оказалась дешевле в 2 раза, чем в 2017 г., а общие затраты на всю площадь лишь немногим выше. При прежней цене препарата общие затраты составили бы не 409274, а 914595 руб., то есть больше на 505321 руб. Фактором экономии оказалась закупочная цена препарата.

Общие затраты на гербициды в 2018 и 2019 гг. оказались выше, чем в 2017 г. в 1,5 раза, но при этом увеличилась посевная, а следовательно и обрабатываемая, площадь (они применялись на 100% площади), и затраты на 1 га были выше лишь в 1,1 раза. Это также обусловлено ценой приобретения гербицидов аналогичного действия и качества, но других производителей. При этом препаратов (по количеству и видам) было использовано больше, что обусловило лучшую хозяйственную эффективность против большего спектра сорняков.

Затраты на пестициды в 2019 г. были примерно такими же как в 2018 г., но из-за снижения развития болезней на растениях значительно сократились объемы применения фунгицидов.

Таблица 5 – Затраты на применение пестицидов в Курганском НИИСХ

Го- ды	Стоимость пестицидов по вегетации на всю площадь, руб.	Стоимость всех пестицидов по вегетации на 1 га, руб.	Стоимость гербицидов, руб./га	Общий объем гербицидов, л	Площадь под фунгицидную обработку, га	Общий объем фунгицидов, л	Стоимость фунгицидов, руб./га
2017	1 464 811	1 868	963	915	435	261	1 265
2018	1 696 499	1 401	1 094	1 437	723	224	566
2019	1 416 107	1 212	1 009	1 411	269	83	559

Безусловно, эти данные в среднем по предприятию можно получить и при обычном анализе бухгалтерских и складских отчетов (хотя вычленив затраты только на производство продукции из обычных отчетов бывает трудно). Однако при появлении вопроса об эффективности того или иного агроприема, который проводился не на всех полях, возникает проблема, как же ее определить, не зная урожайность и конкретные затраты в разрезе тех полей, на которых этот агроприем применялся. В этом случае необходима история поля. Наши расчеты показали, что рентабельность на всех полях существенно отличалась. Так, например, на рисунке 2 можно увидеть эффективность фунгицидов в 2017 и 2018 г. В 2017 г. при уровне достигнутой урожайности ниже 17 ц/га применение фунгицида оказалось нерентабельным.

В 2018 г. рентабельность производства в целом выше, что обусловлено, в том числе, меньшей ценой используемого препарата (таблица 5). И при урожайности 18 ц/га, рентабельность превышает 20%.

В годы эпифитотий большую роль для экономики сельхозпроизводства играют толерантные сорта, которые позволяют существенно экономить на фунгицидах. Например, в 2017 г. выращивание сорта Радуга, иммунного к бурой ржавчине, позволило получить на данных полях рентабельность не ниже 107%, в среднем по полям для этого сорта она составила 118%.

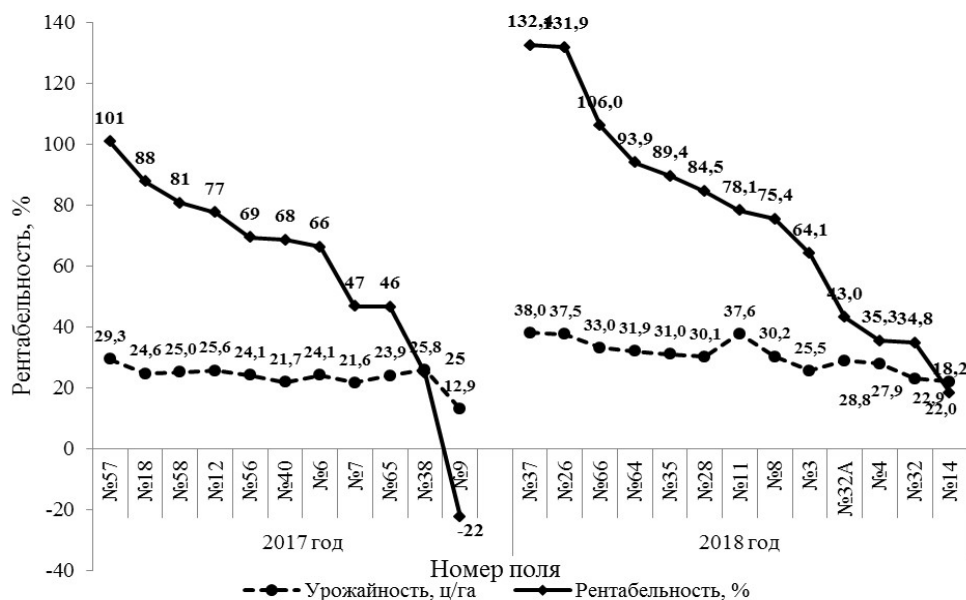


Рисунок 2 – Рентабельность производства зерна яровой пшеницы при фунгицидных обработках на разных полях, 2017-2018 г. (годы проявления болезней)



Рисунок 3 - Рентабельность производства и урожайность зерна яровой пшеницы в зависимости от необходимости проведения фунгицидных обработок, 2017 г.

На полях с другими сортами, восприимчивыми к бурой ржавчине, несмотря на высокую урожайность, средняя рентабельность составила уже 92%, разница – 26 п.п. (рис. 3).

Аналогично выглядит эффективность удобрений. В 2017 г. на одном поле доза удобрений была увеличена в 2 раза (2 ц/га в физическом весе, в то время как на других полях 1 ц/га), так как посев прово-

дился по второй после пара пшенице (на других удобряемых полях предшественник – первая пшеница после пара). Однако такая доза удобрения себя не окупила прибавкой, урожайность в этом году была высокой на всех полях, рентабельность на этом поле составила 70%, но в это же время по паровому предшественнику без удобрений, с учетом затрат прошлого года, она достигала от 107 до 129%. Усредненные по хозяйству показатели не позволяют заметить различия в эффективности агроприемов.

Это важный момент для принятия решения об экономической целесообразности проведения мероприятий. Особенно это касается дорогостоящих удобрений, дозы внесения которых важно дифференцировать с учетом особенностей каждого поля. Такая методика, основанная на роли определяющих факторов, разработана в Курганском НИИ-ИСХ на базе многолетних исследований лаборатории агрохимии [25, с.23]. В результате расчетов в 2019 г. выяснилось, что общепринятая для области доза азота 40 кг/га оптимальна только для 2-х полей из запланированных. На большинстве полей экономически целесообразнее было ее снизить до 30-35 кг/га по зерновому предшественнику и до 0-27 кг/га – по паровому. Общая потребность в азотных удобрениях оказалась меньше на 1509 кг д.в., расчетная экономия удобрений за счет дифференциации по полям составила 150 рублей на каждом гектаре.

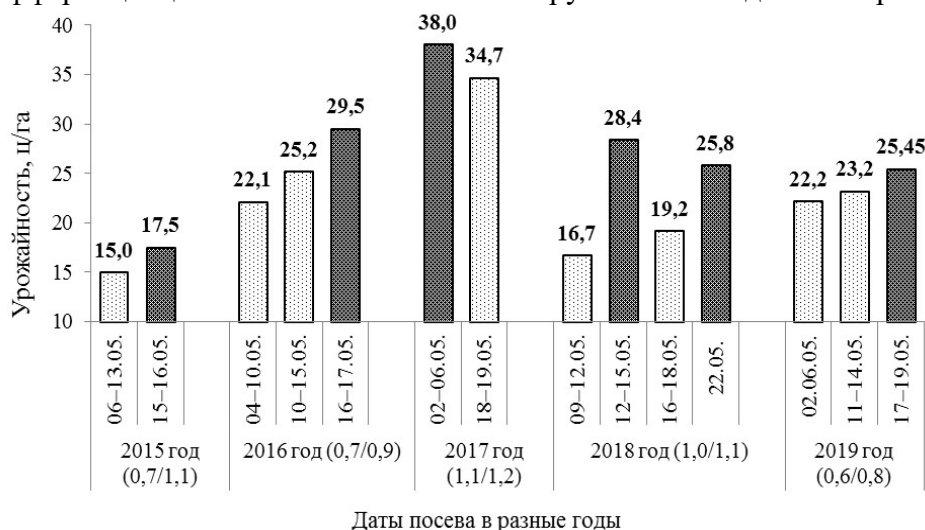


Рисунок 4 – Влияние даты посева на различных полях на урожайность пшеницы сорта Радуга, Курганский НИИСХ, 2015-2019 гг.

При посеве одного и того же сорта в разные сроки производственные результаты также отличаются (рис.4). Несмотря на то, что данные получены на разных полях, влияние фактора «срок посева» все же можно проследить в исследуемые годы (2015-2019 гг.). Так, посевы среднепозднего сорта Радуга, начиная с ультраранних сроков, при засушливом периоде май-июнь (ГТК 0,6-0,7) более продуктивны в более поздние сроки. Разница по урожайности между полями с разными сроками посева доходила до 5 и выше ц/га, то есть резервы дополнительного дохода могут достигать до 5 тыс. руб./га, составляя около 25% дополнительного дохода с 1 гектара. Это соответствует результатам,

полученным в научных исследованиях Курганского НИИСХ в условиях центральной зоны Курганской области. В то же время, если бы хозяйство располагалось в другой природной зоне, где опыты с данными сортами и сроками посева не проводились, то выбор оптимального срока можно корректировать именно на основе производственных результатов за ряд лет.

Таким образом, книга истории полей фактически позволяет проводить научные исследования в производственных условиях без закладки отдельно поставленного опыта, но с учетом научных рекомендаций в аналогичных условиях. Ведение ее в электронном виде с возможностью выгрузки отчетов по различным параметрам существенно упрощает анализ данных и выявляет резервы повышения эффективности тех или иных агроприемов при планировании агротехнологий. Еще одним преимуществом книг истории полей в системе с мониторингом транспорта и проектированием технологий служит вовлечение в оборот колоссального объема полученных в конкретных условиях производственных данных, дающих новые знания, и использование их в комплексе с накопленными научными результатами фундаментальной науки. При этом взаимный обмен технологиями, полезными навыками и приемами экономии средств позволяют получить высокий дополнительный, в том числе экономический, эффект от информатизации [4, с.132].

Заключение. На фоне продолжающегося диспаритета цен на средства производства и продукцию сельского хозяйства снижается уровень рентабельности сельхозпредприятий. Кроме необходимой государственной поддержки сельхозтоваропроизводителей, в растениеводстве есть внутренние резервы повышения эффективности использования дорожающих ресурсов, одним из них является применение цифровых методов управления агротехнологиями. Системы параллельного вождения и мониторинг техники позволяют за счет усиления контроля неэффективного использования ресурсов экономить горючее, удобрения, семена, средства защиты растений. Работа техники с помощью навигационного оборудования в темное время суток обеспечивает выполнение технологических операций в нормативные сроки и тем самым позволяет повысить урожайность культур на 5–10%. По нашим расчетам, дополнительный доход от системы параллельного вождения составляет в среднем 2155 руб./га. Снижение нецелевого использования по различным источникам позволяет экономить до 15–20% ГСМ.

Анализ результатов экономической эффективности по каждому полю за ряд лет позволяет адаптировать технологии под местные условия хозяйства, определить оптимальность тех или иных параметров. Выбор лучшего срока посева, сорта, препарата, дозы удобрения, исходя из их стоимости или дозы применения, в конечном итоге может дать дополнительно до 25% к получаемым доходам. Проектирование технологий на основе электронных карт и книг истории полей позволяет дифференцировать ресурсы по полям в соответствии с почвенными, агрохимическими и агротехническими условиями.

Рассмотренные примеры анализа производства в среднем и в разрезе полей показывают, что при одних и тех же вложенных средств-

вах, даже при снижении урожайности или повышении цен на ресурсы можно сохранять или повышать рентабельность растениеводства, учитывая меняющиеся погодные и экономические условия и маневрируя видами и количеством расходных ресурсов.

Анализ производства яровой пшеницы на полях Курганского НИИСХ с помощью цифровых технологий показал, что главными факторами, определяющими экономическую эффективность растениеводства в зависимости от условий являются урожайность и сумма затрат на 1 гектар. Внутренними резервами экономии оказались: научно обоснованное снижение нормы удобрения, объемов использованных средств защиты растений, выбор менее дорогих препаратов, возделывание толерантных сортов, позволяющих экономить на фунгицидах, посев каждого сорта в оптимальные в данных условиях сроки.

Цифровизация является катализатором рабочих процессов – повышения эффективности от вложенных сил и потраченного времени, увеличения производительности и расширения посевных площадей или улучшения качества производимой продукции, что в конечном итоге дает уже повышение доходности от использования высвободившихся ресурсов. Для обоснованного расширения внедрения цифровизации в растениеводство, по мнению многих экспертов, еще требуется разработка методик, позволяющих установить разнообразные эффекты от масштабного использования методов информатизации в различных сферах жизни, особенно в растениеводстве [4, с.132; 14, с.783]. Вместе с тем, следует иметь в виду, что эти методы не могут полностью заменить вещественную основу сельского хозяйства. Согласимся с мнением А.В.Голубева (2009) о том, что, являясь одним из направлений интенсификации аграрного производства, они будут, скорее всего, играть роль инфраструктуры, весьма мощной и, безусловно, необходимой, но, тем не менее, будут выполнять по отношению к сельскому хозяйству вспомогательную функцию [4, с.133]. Цифровые разработки – это, прежде всего, инструменты, которые будут полезны при их грамотном использовании агрономами в команде с IT-специалистами.

Список источников:

1. Диспаритет цен в аграрной экономике России [Текст] / Н.Р. Амирова, Л.В. Саргина // Путеводитель предпринимателя. – 2017. – №34. – С.17–28.
2. Агротехнологии: Учебник [Текст] / В.И. Кирюшин, С.В. Кирюшин. – СПб.: Изд-во «Лань», 2015. – 464 с.
3. Ресурсосберегающие технологии – основа повышения доходности сельхозпредприятий [Текст] / С.Д. Гилев, Н.В. Степных, И.Н. Цымбаленко // Защита и карантин растений. – 2018. – № 3. – С. 8–10.
4. Голубев, А.В. Инновации как исходный элемент стоимости [Текст] / А.В. Голубев // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. - 2019. – №5. – С.122–137. DOI 10.34677/0021-342x-2019-5-122-137.
5. Стратегии адаптации компаний США к цифровизации сфер производства [Текст] / В.П. Бауэр, Г.Л. Подвойский, Н.Е. Котова // Мир новой экономики. 2018. – 12(2). – С. 78–89. DOI: 10.26794/2220-6469-2018-12-2-78-89.
6. Цифровизация сельского хозяйства: российский и зарубежный опыт [Текст] / Е.С. Устинович, М.В. Куликов, Ю.Н. Воробьев // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2019. – №9. - С.48–51. DOI 10.31442/0235-2494-2019-0-9-48-51.

7. О внедрении современных информационно-технологических решений в сельское хозяйство [Текст] / О.А. Моторин, М.И. Горбачев, А.П. Петренко, Г.А. Суворов // Управление рисками в АПК. – 2019. – №4. – С.105–122. URL: <http://www.agrorisk.ru/20190409> [дата обращения: 15.06.2020.].
8. Войтюк, В.А. Цифровые технологии в растениеводстве: отечественная практика, перспективы развития [Текст] / В.А. Войтюк // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 4 (29). – С. 311–320.
9. Оценка готовности регионов к внедрению цифровых технологий в сельское хозяйство [Текст] / Е.В. Труфляк, Н.Ю. Курченко // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2019. – №10(180). – С.22–26.
10. Шаталина, Л.П. Точное земледелие как один из путей к энергосбережению ресурсов в сельскохозяйственном производстве [Текст] / Л.П. Шаталина // АПК России. – 2017. – Т.24. – №4. – С. 949–953.
11. Volkmann J. W., Westkamper E. Cost Model for Digital Engineering Tools // Procedia CIRP. – 2013. – Vol. 7. – P. 676–681.
12. Goldfarb A., Tucker C. Digital Economics // Journal of Economic Literature. – 2019. – Vol. 57(1). – P. 3–43. DOI: 10.1257/jel.20171452.
13. Перспективы «умного сельского хозяйства» в России [Текст] / В.П. Якушев, В.В. Якушев // Вестник Российской Академии Наук. – 2018. – Том 88. – №9. – С. 773–784. DOI: 10.31857/S086958730001690-7.
14. Управление процессами цифровизации сельского хозяйства России [Текст] / Б.А. Воронин, А.Н. Митин, О.А. Пичугин // Аграрный вестник Урала. – 2019. – №4. – С.86–95. DOI 10.32417/article_5cfa04a236d520.12761241.
15. Kleijnen M., Lee N., Wetzels M. An exploration of consumer resistance to innovation and its antecedents // Journal of Economic Psychology. – 2009. – №30. – P.344–357.
16. Autor D. and D. Dorn. The growth of low-skill service jobs and the polarization of the US Labor Market // American Economic Review. –2013. – Vol. 103/5. – P. 1553–1597. DOI: 10.1257 / aer.103.5.1553.
17. Гончарова, Д.А. Трансформация отрасли сельского хозяйства в результате цифровизации [Текст] / Д.А. Гончарова // Вестник Московского университета. Серия 27: Глобалистика и геополитика. – 2019. – № 4. – С. 70–84.
18. Sorbe S., Gal P., Millot V. Can productivity still grow in service-based economies? Literature overview and preliminary evidence from OECD countries, OECD Economics Department Working Papers. – № 1531. – OECD Publishing, Paris, 2018. – 53 p. DOI: 10.1787/4458ec7b-en.
19. Агроэкологическое обоснование защиты растений с использованием спутниковых систем [Текст] / А.С. Логачев, Н.В. Абрамов // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения : Сборник материалов ЛП Международной студенческой научно-практической конференции. – 2019. – С. 287–291.
20. Дифференцированное применение средств химизации при выращивании яровой пшеницы [Текст] / В.П. Якушев, П.В. Лекомцев, В.В. Воропаев, А.В. Конев, Т.С. Первак // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – №4. – С.13–17.
21. 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. – Ampthill, UK. – P. 111–121.
22. Новый метод количественной оценки внутриполевой изменчивости по оптическим характеристикам посевов для точного земледелия [Текст] / В.П. Якушев, А.Ф. Петрушин, Д.А. Матвеевко, С.Ю. Блохина, Е.В. Канаш, В.В. Якушев // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2020. – №2. – С.4–10. DOI: 10.30850/vrsn/2020/2/4-10.
23. Morari, F., 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/s11119-020-09730-6.

24. Rodriguez M. A., Cuenca L., Ortiz Á. Big Data Transformation in Agriculture: From Precision Agriculture Towards Smart Farming // Camarinha-Matos L., Afsarmanesh H., Antonelli D. (eds) Collaborative Networks and Digital Transformation. PRO-VE 2019. IFIP Advances in Information and Communication Technology. – 2019. – vol 568. Springer, Cham, P. 467–474. DOI 10.1007/978-3-030-28464-0_40.
25. Методы анализа и проектирования системы удобрения яровой пшеницы для формализации принятия решений в условиях Зауралья [Текст] / Н.В. Степных, А.Н. Копылов, Е.В. Нестерова, А.М. Заргарян // Агрохимия. – 2020. – №4. – С.19–29. DOI: 10.31857/S0002188120040110.
26. Цены в России. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gks.ru/folder/210/document/13239> (дата обращения 10.03.2020).
27. Рекомендации по проведению весенне-полевых работ сельскохозяйственными товаропроизводителями Курганской области в 2018 году. – Куртамыш: ООО «Куртамышская типография», 2018. – 120 с.

ABSTRACT. Against the background disparity of price between means of production and crops production, to maintain a sufficient level of profitability of agricultural enterprises, it is necessary to increase the efficiency of resource use and their reasonable savings, which can be achieved using digital management methods. The purpose of this work is to study the development of digital technologies in crop production and the economic efficiency of their implementation. The research task was to calculate indicators that reflect resource savings in the cultivation of field crops. The methods of monographic, mathematical, and statistical analysis of data from literary sources, annual reports of agricultural enterprises in the Kurgan region, and the results of production activities of the Kurgan research Institute are used. It is confirmed that the most cost-effective and most common method of digitalization in crop production is the use of geoinformation systems. It is estimated that due to its use in parallel driving systems (not counting the reduction of non-target fuel costs when monitoring transport), it is possible to save more than 2 thousand roubles/ha. The introduction of digital innovations in production is considered on the example of our own developments: computer programs for maintaining a book of history fields and automatic calculation of technological maps. The results of the study showed that taking into account the economic parameters for each fields makes it possible to adapt technologies to local conditions. Internal reserves for saving resources were identified based on digital monitoring of fields: scientifically based, differentiated by fields calculation of fertilizer doses, volumes and assortment of pesticides used, cultivation of tolerant varieties, and sowing in optimal terms. It is established that due to the scientifically based design of agricultural technologies, the increase in profitability from the use of resources can reach 25 %. The practical value lies in the fact that the annual economic analysis of production, differentiated by fields, will allow you to develop a strategy for designing agricultural technologies in similar years and improve the efficiency of resource use. To expand the implementation of digitalization, further research on its effectiveness in crop production is still required.

KEYWORDS: prices, price disparity, resource cost, resource conservation, economic efficiency, digital management methods, navigation systems, transport monitoring, differentiation by fields, e-book history of fields

Контактный адрес. Степных Николай Васильевич: тел.: +7(35231)57-622, e-mail: stepnyh@ketovo.zaoral.ru, **Нестерова Елена Викторовна:** тел.: +7(905)852-5151, e-mail: l.nesterowa2009@yandex.ru. **Заргарян Артур Меружанович:** тел.: +7(35231)57-622, e-mail: nietsmmarrock@yandex.ru. 641325, Курганская область, Кетовский район, с. Садовое, ул. Ленина, 9.
