Усик Владимир Викторович

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ (НА ПРИМЕРЕ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ)

Специальность 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – АПК и сельское хозяйство)

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук

Работа выполнена в Оренбургском филиале Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института экономики Уральского отделения Российской академии наук

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор

Огородников Петр Иванович

Официальные оппоненты: Гоголев Игорь Михайлович, доктор

экономических наук, профессор,

ФГБОУ ВПО «Ижевская

государственная сельскохозяйственная академия», кафедра экономики АПК,

заведующий

Ишманова Мария Сергеевна, кандидат экономических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет», кафедра экономической

теории, доцент

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Оренбургский

государственный университет»

Защита состоится «11» декабря 2012г. в 11 часов на заседании диссертационного совета ДМ 212.275.04 при ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет» по адресу: 426034, г. Ижевск, ул. Университетская 1, корп. 4, ауд. 444.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет», с авторефератом — на официальном сайте Министерства образования и науки РФ http://mon.gov.ru.

Автореферат разослан «<u>9</u> » ноября 2012 г.

Ученый секретарь диссертационного совета: кандидат экономических наук, профессор

Баскин А.С.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Аграрная реформа, проводимая в России, не дает ожидаемых результатов. В условиях последствий мирового экономического кризиса в стране, разрыва многих межхозяйственных связей, отсутствия единой системы материально - технического обеспечения возникает более ощутимая разница цен на продукцию сельского хозяйства и промышленности, убыточность сельскохозяйственных организаций, потеря производственных мощностей, ухудшение состояния производственного потенциала.

При условиях существенного снижения количественного состава МТП говорить об успешной борьбе по защите сельскохозяйственных культур с применением только наземного транспорта, по меньшей мере, некорректно. Поэтому использование летательных аппаратов в отрасли растениеводства целесообразно и экономически оправдано.

Улучшение применения летательных аппаратов — одно из решающих направлений повышения эффективности производства продукции сельскохозяйственных культур. Высокое качество зерновых культур в отрасли растениеводства зависит, прежде всего, от качества семян и рациональной и оперативной борьбы с их заболеваниями, в том числе и с помощью летательных аппаратов.

Высокопроизводительная работа летательных аппаратов зависит от многих факторов. Они используются тем эффективнее, чем рациональнее оснащены авиаотряды различными типами легких летательных аппаратов.

Таким образом, обоснование направлений и разработка практических рекомендаций по повышению эффективности применения летательных аппаратов в отрасли растениеводства имеют большую актуальность.

Область исследования соответствует требованию специальностей ВАК 08.00.05. - Экономика и управление народным хозяйством: экономика, организация И управление предприятиями, отраслями, комплексами - АПК и сельское хозяйство: 1.2.34. Особенности развития материально - технической базы АПК и его отраслей, 1.2.42. Организационный и экономический механизм хозяйствования в АПК, организационно - экономические аспекты управления технологическими процессами в сельском хозяйстве.

Состояние изученности проблемы исследования. Повышение эффективности использования летательных аппаратов нашло отражение в работах: Х. Ареуся, Ф. Балтина, О. Боткина, С. Легкоступа, В. Назарова, С. Попова, В. Скоропада, М. Славкова, В. Шумилова.

Влияние эксплуатационных режимов на параметры сельскохозяйственного оборудования и методы АХР отражены в работах В. Деревянко, Н. Демидова, Ю. Логачева, М. Прокофьева, Е. Козлова, М. Кунашева, Н. Султанова.

Цель и задачи исследования. Целью исследования является организационно - экономическое обоснование эффективных способов использования летательных аппаратов в сельском хозяйстве.

Реализация поставленной цели предусматривала решение следующих задач:

- исследовать факторы, влияющие на эффективность использования летательных аппаратов в отрасли растениеводства;
- обосновать экономические условия, предъявляемые к использованию летательных аппаратов в процессе производства продукции отрасли растениеводства;
- разработать эффективные способы применения летательных аппаратов в отрасли растениеводства на основе современных информационных технологий;
- разработать математические модели по прогнозированию объема производства и урожайности зерна.

Объект исследования - сельскохозяйственные организации Оренбургской области.

Предмет исследования — организационно - экономические отношения, возникающие в процессе использования летательных аппаратов в сельском хозяйстве.

Теоретической и методологической основой диссертационного исследования явились труды советских, российских и зарубежных ученых по эффективного использования проблемам летательных аппаратов производстве продукции растениеводства, повышении эффективности применения летательных аппаратов производственных системах. законодательные Использовались нормативные И акты законодательной и исполнительной власти Российской Федерации. В исходной информации использовались годовые качестве сельскохозяйственных организаций Оренбургской области, статистическая Оренбургстата, данные первичного учета, отчетность специальная литература.

В результате проведенного исследования получены результаты, содержащие элементы научной новизны:

выявлены особенности использования малых летательных аппаратов при производстве сельскохозяйственных культур в отрасли растениеводства, которые обусловлены влиянием системы производственных, технологических и экономических факторов;

обоснованы эффективные способы применения летательных аппаратов в отрасли растениеводства;

разработаны математические модели по прогнозированию объема производства зерна и его урожайности;

разработана организационно - информационная модель повышения эффективности применения летательных аппаратов в отрасли растениеводства на региональном уровне с применением современных информационных технологий ГЛОНАСС.

Практическая значимость работы состоит теоретических исследованиях, сформулированных выводах, предложениях рекомендациях, которые могут быть использованы в практике организации использования аппаратов обработке эффективного летательных сельскохозяйственными сельскохозяйственных культур всеми товаропроизводителями независимо от форм собственности.

Апробация и реализация результатов исследований. Результаты исследований по теме диссертации в течение 2007 – 2011 гг. доложены, обсуждены и одобрены на научно - практических конференциях ОГАУ, ОГУ и на НТС департамента АПК при правительстве Оренбургской области.

Публикации. Основное содержание диссертации отражено автором в 15 научных публикациях с объемом авторского текста 3,4 п.л., в том числе в 3 изданиях, рекомендованных ВАК РФ, с объемом авторского текста 0,6 п.л.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Работа содержит 134 страницы основного текста, 29 рисунков, 36 таблиц, 152 наименования литературных источников, 4 приложения.

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы исследования.

«Теоретическое эффективного B первой главе обоснование использования сельскохозяйственной авиации» сущность выявлена основные направления повышения эффективности применения малых летательных аппаратов при производстве сельскохозяйственной продукции. Исследованы факторы, влияющие на эффективность использования аппаратов при обработке посевов сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей. Систематизированы математические модели процесса обработки полей летательными аппаратами.

Во второй главе «Организационно - экономические условия использования летательных аппаратов в сельском хозяйстве» обоснована экономическая необходимость использования летательных аппаратов при обработке посевов от болезней и вредителей. Предложены пути повышения эффективности производства сельскохозяйственной продукции на основе производственных, технологических и экономических факторов.

В третьей главе «Моделирование организационных схем эффективного применения летательных аппаратов в сельском хозяйстве» проведено экономическое обоснование целесообразности применения летательных аппаратов при обработке посевов. Разработаны и обоснованы математические модели по прогнозированию валового объема производства зерновых культур и их урожайности на основе регрессионных зависимостей.

Определены основные направления повышения эффективности применения летательных аппаратов в отрасли растениеводства на основе современных информационных технологий.

В заключении сделаны основные выводы по теме исследования.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Выявлены особенности использования малых летательных аппаратов при производстве сельскохозяйственных культур в отрасли растениеводства, которые обусловлены влиянием системы производственных, технологических и экономических факторов.

Стабильные высокие урожаи зерновых сельскохозяйственных мечта хлеборобов России и Оренбургской области, культур заветная работающих довольно жестких природных условиях. континентальный осадков, иссушающий климат, недостаток поздневесенние и раннеосенние заморозки, высокая подверженность распаханных почв эрозионным процессам, благоприятные условия для массового размножения особо опасных вредителей сельскохозяйственных культур и распространения болезней предъявляют повышенные требования к земледельнам области.

Значительный ущерб сельскому хозяйству наносят различные стихийные бедствия. Так, в 1998, 2009 и 2012 годах из - за жесточайшей засухи сельскохозяйственные культуры в области погибли на площади 2,6 млн. га. Определенную угрозу урожаю представляют особо опасные вредители сельскохозяйственных культур (саранчовые, луговой мотылек, клоп - вредная черепашка). Борьба с ними должна вестись на самом высоком техническом и технологическом уровнях, с использованием самых современных химических и технических средств.

Повышение урожайности возделываемых культур, сохранение и рациональное использование растительных ресурсов, снижение потерь в сельскохозяйственном производстве невозможны без зашиты растений от вредителей и болезней. По данным ФАО, вредные организмы, если с ними не бороться, могут уничтожить в среднем до 30% потенциального урожая различных культур, а в отдельные годы привести к полной гибели посевов на значительных площадях. Массовое развитие вредных насекомых и грибных болезней культивируемых растений вызывает не только гибель растений, снижение урожайности сельскохозяйственных посевов, порчу растительных продуктов и сырья, но и ухудшение общего состояния окружающей среды в данном регионе.

По статистическим данным станции защиты растений Оренбургской области, ежегодные потери урожая сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков составляют примерно треть потенциальной урожайности возделываемых культур. Снижение этих потерь путем применения средств защиты растений - одна из важнейших задач, эффективное решение которой могло бы гарантировать полное обеспечение не только области, но и России сельскохозяйственной продукцией. Своевременное и качественное внесение удобрений авиационным способом также способствует получению высоких урожаев (рост урожайности на 15...20%).

Сельскохозяйственная авиация области широко используется на борьбе с сорняками. При этом подавляющая часть работ (70... 80%) приходится на борьбу с сорняками зерновых культур.

Следует отметить, что современное состояние парка сельскохозяйственной авиации в области характеризуется, прежде всего, его моральным и физическим старением. Эксплуатируемый парк отстает на два три поколения от зарубежных воздушных судов соответствующего класса по (весовой отдаче, целому показателей расходу ряду энерговооруженности, производительности полетов и т.д.). Самолеты Ан - 2 обладают целым рядом недостатков.

Анализ проблем применения и эффективности воздушных судов на авиационно - химических работах, приведенный в настоящее время показал необходимость ускорения инновационных процессов в этой области и достижения при эксплуатации:

- высокой степени соответствия параметров и характеристик воздушных судов сельскохозяйственной модификации для конкурентоспособной, эффективной эксплуатации при рыночных отношениях;
- оптимальных режимов производственного полета на авиационно химических работах, высокой степени и средств автоматики;
 - рациональной структуры и состава наземного комплекса;
- новых направлений и порядка решения организационных вопросов при проведении авиационно химических работ;
- устойчивости рынка авиационно химических работ и динамики потребности в самолетах.

Авиационный способ применения химических средств обеспечивает, в первую очередь, оперативность обработок на значительных площадях, а также обработку высокостебельных культур и культур сплошного посева без технологии колеи. Он дает возможность обрабатывать посевы при любом состоянии почвы и рельефа, что позволяет за короткий период времени обрабатывать большую площадь сельхозугодий и не дать возможность вредителям и болезням нанести ущерб, а при использовании гербицидов успеть обработку В определенную сельскохозяйственной культуры и сорняков. Например, обработка зерновых культур в фазу молочной, молочно - восковой спелости против клопа черепашки, хлебных жуков, тлей, трипсов возможна только авиационным способом, не говоря уже о десикации подсолнечника и уничтожении саранчи. Обработка наземной техникой обширных площадей подсолнечника от лугового мотыля, гороха от гороховой зерновки затруднены, так как растения в этот период уже имеют большую высоту, да и в этих случаях нужна большая оперативность.

Перед наземным способом химической обработки сельскохозяйственных культур применение летательных аппаратов имеет целый ряд преимуществ: высокая производительность (в 6 - 15 раз выше наземных машин), что позволяет выполнять работу в сжатые сроки;

экономия трудовых и материальных ресурсов (за сезон один летательный аппарат высвобождает труд 14 - 20 рабочих и 7 - 10 тракторных агрегатов), отсутствие неблагоприятного воздействия на почву и механических повреждений растений (при обработке наземными машинами 6 - 8% посевной площади выводится из оборота за счет технологической колеи; возможность выполнения работ при любом состоянии почвы; экономия энергоносителей (на 18 - 20% меньше на единицу площади в сравнении с наземной техникой); высокая маневренность и мобильность.

По стране во время кризиса нехватки оборотных средств, значительных скачков цен на авиа ГСМ, дороговизны запасных частей, агрегатов и ремонтно - восстановительных работ привели к фактическому банкротству большинства авиапредприятий, выполняющих работы в аграрном секторе. Однако просматриваются и положительные сдвиги. Разрабатываются новые сельскохозяйственные летательные аппараты, в том числе с каждым годом на рынке все больше появляется легких и сверхлегких самолетов, допущенных к эксплуатации в гражданской авиации. Уже сейчас в сельском хозяйстве страны при помощи сверхлегких летательных аппаратов обрабатывается ежегодно 1,2 - 1,4 млн. га.

Сверхлегкие летательные аппараты по производительности практически не уступают большим сельскохозяйственным самолетам и намного превосходят наземные агрегаты. Несмотря на небольшой объем химического бака (100 - 150 л.), за счет аппаратуры ультрамалообъемного опрыскивания они обрабатывают за один вылет примерно тоже количество гектар, что и самолеты АН - 2.

В остальном сверхлегкие летательные аппараты при выполнении авиационно - химических работ имеют преимущества:

- Во первых, удешевление процесса за счет экономии ГСМ и менее затратного технического обслуживания.
- Во вторых, у них более приемлемые для авиационно химических работ летно технические характеристики: хорошая маневренность, небольшая скорость на гоне, укороченная дистанция для взлета и посадки, что позволяет проводить заправку летательного аппарата в непосредственной близости к обрабатываемому полю.
- В третьих, организация работ сверхлегкого летательного аппарата для заказчика намного удобнее не требуется подвозить много воды, легче производить заправку рабочим раствором, нет необходимости подбирать специальную площадку для организации сельскохозяйственного аэродрома. Так что использование сверхлегких летательных аппаратов способствует снижению затрат на защитные мероприятия (по отношению к внешней среде); повысилась их окупаемость. За рубежом сверхлегкие самолеты находят широкое применение при ультрамалообъемном опрыскивании основных сельскохозяйственных культур.

эффективности Для повышения сверхлегких использования работу профессионально летательных аппаратов должны проводить использующие испытанную подготовленные летчики техники,

авиационную технику и технологически новое опрыскивающее оборудование.

2. Обоснованы эффективные способы применения летательных аппаратов в отрасли растениеводства.

Процесс обработки сельскохозяйственных культур малыми летательными аппаратами состоит из отдельных полетов в течение всего рабочего дня (повторяющиеся циклы обработки посевов), а сам процесс обработки также состоит из монотонно повторяющихся этапов:

$$T_{\text{п.э.}} = T_{\text{обсл.}} + T_{\text{гсм}} + T_{\text{тр}} + T_{\text{обр.п.}} + T_{\phi \text{из. п}},$$
 (1)

где $T_{\text{обсл}}$ — время обслуживания и загрузки летательного аппарата химическими веществами; $T_{\text{гсм}}$ — время заправки топливом; $T_{\text{тр}}$ — время передвижения летательного аппарата до и после полета (наземное перемещение), $T_{\text{обр.}}$ — время обработки сельскохозяйственных культур; $T_{\phi \text{из.п}}$ — время на физические потребности человека.

Одновременно, время на обработку посевов состоит из:

 $T_{\mbox{\tiny BII}}$ - время взлета и посадки (меняется в зависимости от типа летательного аппарата); $T_{\mbox{\tiny пер}}$ - время перелета от аэродромной площадки до обрабатываемого поля; $T_{\mbox{\tiny обр.п.}}$ - время обработки поля; $T_{\mbox{\tiny рзв}}$ - время разворота.

$$T_{\text{обр}} = T_{\text{вп}} + 2T_{\text{пер}} + \Sigma T_{\text{обр.п.}} + \Sigma T_{\text{рзв}},$$
 отсюда $T_{\text{п.э.}} = T_{\text{обсл}} + T_{\text{гсм}} + T_{\text{вп}} + 2T_{\text{пер}} + \Sigma T_{\text{обр.п.}} + \Sigma T_{\text{рзв}} + T_{\phiиз.п},$ (2) где эффективное производственное время математической модели -

это $T_{\text{обр.п}}$. Количество полетов при обработке посевов летательными аппаратами может достичь 30 полетов и более за рабочий день. Это показывает, что производственный процесс носит ярко выраженный циклический характер.

Анализ времени дан в таблице 1. Таблица 1
Анализ времени производственного цикла, %

Летательные	Твп	Тобел	T_{rp}	2 T _{πep}			Всего %			
аппараты					oopiiii	_				
Сельскохозяйствен	4,2	13,4	5,3	19,7	7,2	40,2	100			
ные самолеты										
МДП	1,2	5,0	1,0	28,0	60,0	4,5	100			

Исходя из особенностей полета по обработке сельскохозяйственных культур летательным аппаратом, определение оптимальных параметров процесса обработки посевов (с учетом расхода горючего, профессиональной подготовки летного персонала и т.д.) играют существенную роль в повышении его эффективности.

Одним из составляющих процесса обработки посевов является подготовка обрабатываемого участка, от которой зависит производительность летательных аппаратов и затраты на обработку сельскохозяйственных культур.

Поля посевов для проведения авиахимических работ различаются по размерам, конфигурации, длины гона, удаленности от аэродромной площадки. После визуального обследования посевов определяется сложность

обработки каждого поля и разрабатывается схема авиационной обработки выделенных участков с применением современных технологий, в том числе и ГЛОНАСС, GPS.

Перед началом полетов определяется высота воздушных препятствий, оптимальная в данных конкретных условиях длина гона, последовательность и маршруты обработки полей, размещение сигнальщиков на каждом участке, схемы их движения и ширины переходов на следующую сигнальную линию и обосновываются маршруты перелетов и полетов в конкретных условиях.

Обработка полей осуществляется последовательным наложением с воздуха параллельных полос распределяемых веществ челночным, загонным или нестандартным способами.

Этапы обработки сельскохозяйственных культур летательными аппаратами (самолетами, мотодельтапланами и др.) отличаются незначительно, исходя лишь из особенностей каждого типа летательного аппарата. Исходя из этого, моделируя процесс обработки полей, вводим систему поправок коэффициентов, учитывающих применение того или иного типа летательного аппарата.

Производственный полет летательными аппаратами осуществляется на небольшой высоте и с малой скоростью полета. Поэтому уравнение (3) движения летательных аппаратов можно рассматривать с достаточной точностью для моделирования.

Уравнение движения летательных аппаратов в общем виде (по трем осям координат) запишем следующим образом:

$$m \cdot v = P - Q + ZB - mg \cdot Sin\gamma w$$

$$mvw = P \cdot \left[(\alpha - \beta) \cdot Cos\gamma + \beta Sin\alpha \right] - Q\beta \cdot Sin\gamma - Y \cdot Cos\gamma - ZSin - mg \cdot Cosw$$
(3)
Таблица 2

Изменение характеристик движения малых летательных аппаратов при обработке посевов.

**	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	C TOCCBOD:	- ·
Изменение	Набор высоты	Снижение	Горизонтальный
скорости			полет
Разгон V>O	Разгон с набором	После разворотов	Полет при перелете
	высоты до параметров	между параллельными	туда и обратно
	режима перелета (туда	гонами	(горизонтальный
	и обратно)		разгон)
Торможение	Торможение с выходом	Торможение после	Торможение при
V <o< td=""><td>на разворот между</td><td>перелета с выходом на</td><td>перелете туда и</td></o<>	на разворот между	перелета с выходом на	перелете туда и
	гонами	рабочую высоту (Н _{раб})	обратно
Постоянная	Возможно	Возможно	Полет:
скорость	1) H \rightarrow H _{пер}	1) $H_{\text{nep}} \rightarrow H_{\text{pad}}$	а) на перелете
V=O	2) H \rightarrow H _{pa3B. B}	2) $H_{pa3B} \rightarrow H_{pa3B. B}$	б) на обработке
	общем случае	общем случае	полей

Разворот — установившийся вираж, при котором центростремительная сила создается углом крена постоянной скоростью разворота. Применяем следующие обозначения:

 α - угол атаки; β - угол скольжения; γ - угол крена; m — масса летательного аппарата с полной загрузкой; P — тяга; Q — сила сопротивления; g — ускорение свободного падения; $W\theta$ - угол набора высоты или снижения (угол накопления траектории); V — скорость; γ - угол тангажа; Ψ - угол виража (угол отворота); Υ - подъемная сила.

Угол $(\alpha - \varphi)$ и $P \cdot (\alpha - \varphi) << Y$ и этой величиной можно пренебречь.

Отсюда уравнение движения летательного аппарата (за исключением горизонтального полета) запишем:

$$m \cdot V = P \cdot Q - mg \cdot Sin\Theta, \quad m \cdot V \cdot Q = Y - m \cdot g \cdot Cos\Theta$$
 (4)

Уравнение движения горизонтальной плоскости, когда H = const, $\beta = Z = \Theta = O$, $\gamma \neq O$, запишем в виде:

$$m \cdot V = P - Q$$

$$mg = Y \cdot Cos \cdot Y$$

$$m \cdot V \cdot \Psi = Y \cdot Sin\gamma$$
(5)

Из всех этапов только величины $T_{\rm oбсл} + T_{\rm Tp} + T_{\rm BH} = const$ и составляет от 18 до 22 минут для различных типов летательных аппаратов. Рассмотрим подробнее остальные этапы обработки полей.

Моделирование перелета от аэродромной площадки до обрабатываемого поля и обработки:

$$T_{\text{nep ij}} = L_{\text{nep i}} / V_{\text{nep j}}, \tag{6}$$

где $L_{\rm пер~i}$ — дальность перелета (км) задается в зависимости от вида обработки сельскохозяйственных культур; $V_{\rm пер~j}$ — скорость перелета (ограничена руководством по летней эксплуатации).

Длина маршрута перелета разбивается на три характерных участка:

- по длине: $L_{\text{nep}} = l_{\text{p}} + l_{\text{гор}} + l_{\text{т}}$,
- время перелета: $T_{\text{пер}} = t_{\text{p}} + t_{\text{гор}} + t_{\text{г}}$,

где $l_{\rm p}$ – участок разгона; $l_{\rm rop}$ – участок полета с постоянной скоростью; $l_{\rm T}$ – участок торможения; $t_{\rm p}$ – время полета на участке разгона; $t_{\rm rop}$ – время полета на участке с постоянной скоростью; $t_{\rm r}$ – время полета на участке торможения.

Для получения $T_{\text{пер}} \to \text{ в min}$ целесообразно, чтобы участок $l_{\text{гор}} = O(t_{\text{ГОР}} = \text{O})$. При достаточной энерговооруженности силовой установки летательных аппаратов желательно вести разгон до скорости $V_{\text{гор}} = V_{\text{max}}$ и сразу начать торможение, так как $L_{\text{пер}}$ ограничена.

В общем случае запишем:

$$L_{\text{пер}} = \int_{V_{\text{H}}}^{V_{\text{k}}} \frac{VdV}{Vp} + \int_{V_{DD}}^{V_{\text{k}}} \frac{VdV}{V_{\text{T}}} + V_{\text{k}} \cdot t_{\text{rop}}, \tag{7}$$

$$T_{\text{nep}} = \int_{V_H}^{V_k} \frac{VdV}{Vp} + \int_{V_{pp}}^{V_k} \frac{VdV}{Vp} + t_{\text{rop}}, \tag{8}$$

где $V_{\rm H}$ — начальная скорость разгона; $V_{\rm p6}$ - скорость в конце торможения, в общем случае равна скорости гона; $V_{\rm k}$ - конечная скорость

разгона, близка к максимальной скорости полета; $V_{\rm p}$ - ускорение разгона, $V_{\rm r}$ - ускорение торможения.

- 3. Разработаны математические модели по прогнозированию объема производства зерна и его урожайности. Доходная часть сельскохозяйственного производства находится в тесной взаимосвязи с урожайностью культуры и валовым сбором. В свою очередь урожайность зерновых, так же зависит от ряда факторов. В рамках проводимого эксперимента, мы логическим путем выделили факторы, которые потенциально могут оказывать влияние на результат, то есть на урожайность зерновых культур. Данные факторы, представлены ниже, а в таблице 3 содержатся значения факторов в динамике за ряд лет. Данные динамические ряды являются фактологической основой модели.
 - 1) у урожайность зерновых и зернобобовых культур ц/га
 - 2) x_1 площади под зерновые, тыс. га
- 3) x_2 внешний мин. ущерб (в пересчете на 100% питательных веществ), кг
- 4) x_3 площади обрабатываемых сельскохозяйственных культур летательными аппаратами;
 - 5) x_4 –рентабельность отрасли растениеводства, в %;
 - 6) x_5 себестоимость 1 тонны реализуемого зерна, руб.
- 7) x_6 энергетические мощности сельскохозяйственных организаций, л.с. на 100 га посева.

Таблица 3 Значения факторов в динамике за ряд лет

Год	Y	\mathbf{x}_1	\mathbf{x}_2	X 3	X4	X5	x ₆
2001	10,3	2908,9	3,2	610,0	34,7	2340,0	178
2002	10,4	2959,1	4,5	583,5	6,7	2480,0	163
2003	9,8	2517,3	3,9	274,9	41,3	2617,0	172
2004	8,1	2396,1	3,9	277,3	42,9	2710,0	165
2005	7,6	2208,9	5,4	208,2	13,1	2748,0	162
2006	8,3	2175,6	3,0	146,2	12.9	2938,0	151
2007	11,6	2095,1	6,4	116,6	40,6	3091,0	152
2008	12,8	2161,1	4,5	47,9	40,3	3606,0	140
2009	12,6	2216,6	5,2	26,4	25,2	3596,0	132

На первом этапе оцениваем взаимосвязь данных факторов с помощью расчета корреляционной матрицы (таблица 4).

Таблица 4 Корреляционная матрица вышеотмеченных факторов

	y	x1	x2	x3	x4	x5	x6
y	1,000	- ,088	,370	- ,277	,318	,641	- ,580
X1	- ,088	1,000	- ,445	,957	- ,187	- ,746	,677
x2	,370	- ,445	1,000	- ,424	,047	,421	- ,420
x3	- ,277	,957	- ,424	1,000	- ,217	- ,873	,800
x4	,318	- ,187	,047	- ,217	1,000	,180	,084
x5	,641	- ,746	,421	- ,873	,180	1,000	- ,952

x6	- ,580	,677	- ,420	,800	,084	- ,952	1,000

По результатам расчета корреляционной матрицы можно сделать следующие выводы, во - первых, определить тесноту связи независимых и зависимой переменной и во - вторых, определить, какие факторы оказываю взаимное влияние друг на друга.

Себестоимость тонны зерна, имеет прямую связь с показателем урожайности, по тесноте связи можно сказать, что она средняя, причем скорее первопричина здесь находится в себестоимости тонны продукции. Так увеличивая затраты на единицу площади, в потенциале можно получить более высокий урожай.

Энергетические мощности на 100 га посева, имеют обратную среднюю связь с показателем урожайности. Использование более современных технологий и техники, позволяет получать более высокие результаты в виде урожайности.

Что касается взаимозависимости факторов, то здесь их можно поделить на 6 групп: по типу связи (прямая, обратная) и по тесноте связи (слабая, средняя, сильная). В итоге проанализировав корреляционную матрицу можно получить направление и степень взаимовлияния факторов внутри модели.

Проведенный корреляционный анализ позволил установить тесноту и направления влияния факторов модели на результат.

На втором этапе, необходимо построить регрессионную модель, которая позволила бы получить адекватный прогноз изменения урожайности под влиянием различных факторов.

С помощью метода наименьших квадратов, была построена регрессионная модель.

$$Y = 0.004x1 + 0.483x2 + 0.003x3 + 0.037x4 + 0.006x5 + 0.001x6 - 21.089$$
 (9)

Коэффициент детерминации по построенной модели равен 0,889. Стандартная ошибка оценки 1,28.

Полученная модель была проверена на адекватность получаемых результатов (рис.1).

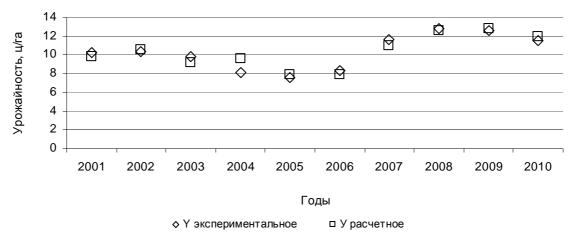


Рис. 1 – Исходные и расчетные значения модели

Предикативные характеристики модели удовлетворяют заданному уровню точности (Суммарная ошибка <15%), в связи с этим можно

заключить, что данная модель пригодна для практических расчетов при прогнозировании урожайности с учетом обработки посевов летательными аппаратами.

Обработка сельскохозяйственных посевов (в том числе и летательными аппаратами) при имеющихся обрабатываемых площадях (20 - 25 тыс. га) оказывает незначительное влияние на урожайность. Можно сказать о том, что изменение урожайности будет заметным при обработке посевов свыше $250\ 000\$ га, а в Оренбургской области потребность обработки более $200\ 000\$ га (фактор x^3).

Нами было что вопросов выявлено, решение повышения эффективности отрасли растениеводства на основе повышения урожайности сельскохозяйственных культур с учетом широкого применения летательных аппаратов для борьбы с болезнями и вредителями зависит от достаточно большой совокупности факторов. Влияние каждого из них далеко не равнозначно. Степень участия каждого их них в обосновании приоритетных направлений повышения урожайности сельскохозяйственных диктует необходимость моделирования (прогнозирования) различных ситуаций. Исходные данные представлены в таблице 5.

> Таблица 5 Исходные данные для моделирования валового сбора зерна

	неходиве даниве для моделирования валового соора зерна										
Года	Производ	Инвест	Энерге	Себест	Урове	Затрат	Внес	Посевные	Доля	Обраб	
	ство	иции	тич.	ои -	НЬ	Ы	ение	площади,	зернов	отка	
	зерна (в	млн.	мощно	мость	рентаб	труда	мине	тыс. га	ых в	авиац	
	весе	руб.	сть на	1 т	ель -	чел. на	р.удо		структ	ионны	
	после		100 га	реализ	ности,	1 га	брен		ype	M	
	доработк		посева	ован -	%	посево	ий на		посево	метод	
	и), тыс. ц.		Л.С.	НОГО		В	1 га		в, %	OM	
				зерна,			зерно				
				руб.			вых				
	У	\mathbf{x}_1	\mathbf{x}_2	X ₃	X_4	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X9	
2001	29685,4	389,0	178	1600	34,7	10,5	1,0	2908,9	73,1	610,0	
2002	30493,3	458,4	163	1420	6,7	11,0	2,0	2959,0	74,1	583,5	
2003	24428,0	688,0	172	1640	41,3	116	1,2	2517,3	72,1	274,9	
2004	18996,2	919,2	165	2360	42,9	12,0	1,5	2396,1	70,6	277,3	
2005	15274,7	1853,9	162	2720	13,1	12,1	2,4	2208,9	69,2	208,3	
2006	15829,3	2178,8	151	2938	11,4	10,4	1,3	2175,6	69,0	146,2	
2007	23888,0	2797,9	152	3091	36,3	10,2	4,3	2095,1	72,4	116,6	
2008	27282,2	4428,6	140	3606	42,0	9,3	5,3	2161,1	72,7	47,86	
2009	19054,9	3303,0	132	3596	17,9	9,5	6,3	2216,6	73,6	26,36	

В таблице приведены исходные данные для моделирования зависимости объемов производства зерна в весе после доработки от различных факторов. Первым этапом анализа является проверка корреляции факторов участвующих в модели. Для этого строим корреляционную матрицу. Результаты ее построения представлены в таблице 6.

		Y	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9
Корреляция	Y	1,000	- ,219	,294	- ,478	,271	,099	- ,033	,685	,807	,593
Пирсона	x1	- ,219	1,000	- ,896	,947	,087	- ,336	,860	- ,783	,010	- ,851
	x2	,294	- ,896	1,000	- ,897	,188	,390	- ,883	,677	- ,107	,800
	x3	- ,478	,947	- ,897	1,000	,025	- ,418	,805	- ,881	- ,179	- ,911
	x4	,271	,087	,188	,025	1,000	,348	,031	- ,114	,140	- ,129
	x5	,099	- ,336	,390	- ,418	,348	1,000	- ,323	,136	,033	,047
	x6	- ,033	,860	- ,883	,805	,031	- ,323	1,000	- ,547	,395	- ,684
	x7	,685	- ,783	,677	- ,881	- ,114	,136	- ,547	1,000	,491	,957
	x8	,807	,010	- ,107	- ,179	,140	,033	,395	,491	1,000	,298
	x9	,593	- ,851	,800	- ,911	- ,129	,047	- ,684	,957	,298	1,000

Полученная, с помощью метода наименьших квадратов, линейная модель позволяет с высокой точностью описать закономерности влияния перечисленных факторов (x_i) на результат (y).

Соответственно модель имеет вид:

$$V = 6,190x1-9,665x2+58,597x4-31,524x5-1524,917x6-7,628x7+2514,614x8+$$
 (10)

Коэффициент детерминации данной (R^2) модели равен 1.

Из полученной модели был исключен фактор описывающий значение энергетического фактора в модели, так как он не оказывает влияние на результат.

Повышательное влияние на результат оказывают факторы: x1, x4, x8, x9.

Увеличение объема инвестиций на гектар посевов, безусловно, при всех равных условиях позволит получить более высокий выход продукции. Больший объем инвестиций позволяет приобретать более совершенные посевные материалы и более эффективно осуществлять агротехнический процесс.

Уровень рентабельности производства сельскохозяйственной культуры так же позволяет получать больший выход на единицу площади.

Увеличение доли зерновых в структуре посевов позволяет увеличить выход продукции. Использование одинаковых технологий на большой площади позволяет добиться более высоких результатов по получению количества продукции.

Использование авиации позволяет эффективно бороться с болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур, соответственно, данный фактор так же оказывает повышающее значение на результат.

Понижательное влияние оказывают на результат следующие факторы: x3, x5, x6, x7.

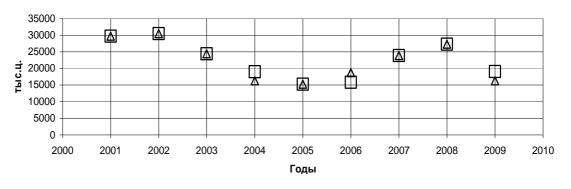
Увеличение себестоимости и затрат человеческого труда на единицу площади (x3,x5) оказывает негативное влияние на количество получаемой продукции. Так как не всегда повышение себестоимости и количества

человеческого труда ведет к увеличению выхода готовой продукции. Хотя такая зависимость имеется между затратами человеческого труда и себестоимостью продукции.

Факторы (x6,x7) так же оказывают понижательное влияние на результат. Рассматривая фактор — количество минеральных удобрений на гектар посевов можно заключить, что существует экстремальная зависимость между количеством удобрений и валовой продукцией. Таким образом, увеличение количества минеральных удобрений не всегда ведет к повышению валового сбора продукции. Данный фактор необходимо более детально исследовать в рамках не линейной зависимости.

Увеличение площади не всегда является позитивным моментом в росте выхода валовой продукции, так как требуется большее количество техники и сложнее ухаживать за посевами. Соответственно можно заключить, что данный фактор так же является экстремальным (то есть имеет локальный максимум соответствующий максимальной эффективности).

Построенные по результатам моделирования графики позволяют убедиться, что предсказываемые значения идентичны исходным (рис. 2).



∆ у экспериментальное □ у расчетное

Рис. 2 - Значения рядов: исходного и модельного

4. Разработана организационно - информационная модель повышения эффективности применения летательных аппаратов в отрасли растениеводства на региональном уровне с применением современных информационных технологий.

Высокая производительность летательных аппаратов, их высокий коэффициент надежности при эксплуатации, многооперационность в работе вынуждает сельскохозяйственных производителей арендовать технику, которая проводит цикл работ на высоком технологическом уровне. При движении в режиме автопилотирования на посевных уборочных работах, защите растений, внесении удобрений целесообразно использовать спутниковую навигацию систем GPS или ГЛОНАСС.

При выполнении технологических операций по обработке сельскохозяйственных культур летчик ориентируется в системе глобального позиционирования GPS или ГЛОНАСС через спутник и станцию управления. Одновременно другой бортовой компьютер контролирует выполнение технологических операций при обработке сельскохозяйственных культур. Он

показывает скорость движения летательного аппарата, ширину захвата, производительность, расход топлива и так и далее. Практически аграрное производство XXI века подошло к использованию в отрасли растениеводства роботизированных комплексов.

В процессе выполнения работ с роботизированного датчиков самолетного комплекса компьютер заносятся данные скорости пространственном положении, выполнения технологической операции и параметры агротехнологий в целом. По этим материалам и составляются агроландшафтные, космическим снимкам детальные агроэкологические и специальные технологические карты. Полученные пространственные и технологические данные позволяют планировать, проведение всех работ по обработке сельскохозяйственных культур на следующий год и рассчитывать затраты на их осуществление.

Для определения состояния сельскохозяйственных культур (заболеваний, нашествия саранчи), вегетации природных и культурных растений, фитосанитарной обстановки в различных регионах привлекаются данные дистанционного зондирования, получаемые с КА серии landsat. Снимки с этих спутников имеют разрешение 15 - 30 м или 1 см. карты - 150м и 300 м. В России для аграрных целей привлекают космические снимки с индийского спутника IRS (разрешение 1 м) или французского КА Spot (разрешение 2,5 м).

Материалы космической съемки широко применяют в сельском хозяйстве Алтайского края, Иркутской и Тюменской областей, начинают применяться в Оренбургской области.

В Оренбургской области создан инновационный центр по внедрению новых информационных технологий. Инновационный центр объединил в себе современные научные и практические разработки, передовую технику и оборудование известных мировых производителей.

Комплексный подход к созданию инновационного центра потребовал создания качественной материально - технической и научной базы, которая

включает в себя оборудование автоматического контроля маршрута полета летательных аппаратов, полевые компьютеры (КПК и защитный ноутбук) с GPS - приемниками и программным обеспечением для картирования полей, агрохимическую лабораторию для экспресс - анализа проб почв, разбрасыватель удобрений с контроллером AMATRON и бортовым компьютером INSIGHT, опрыскиватель AMASPRAY.

Навигационное оборудование Ag GPS Guide Plus и подруливающее устройство Ag GPS EZ Steer T2 были установлены и отработаны на самолете АН - 2. Пилот все внимание уделяет не тому, куда и как лететь, а работе, в результате чего снижается утомляемость работника, что напрямую влияет на качество проводимой технологической операции. Именно поэтому автоматическое управление стремительно набирает популярность.

Принцип действия определяется следующим образом: сигнал спутника принимается приемником, установленным на самолете, после чего техника выполняет команды. Это позволяет:

- увеличить наработки самолетов в 1,5... 1,8 раза за счет выполнения работ в ночное время;
 - сократить расходы химикатов и ГСМ до 20% на гектар;
 - уменьшить металлоемкость агрегатов;
 - увеличить производительность труда на 15% 18%;
- устранить 10% перекрытий и 3% пропусков при обработке сельскохозяйственных посевов;
 - сэкономить денежные средства свыше 180 рублей за гектар.

Вторым этапом стало получение электронной карты, позволяющей уточнить площади и конфигурации полей, что дало возможность заранее точно рассчитать потребность химикатах, ГСМ и других расходных материалах (первая такая карта была получена в программе SMS Mobil и обработана программой SMS Advanced).

Третьим этапом является картирование.

Географическая информационная система Панорама АГРО предназначена для автоматизации управления летательными аппаратами в отрасли растениеводства и является одним из составляющих элементов комплексной технологии производства сельскохозяйственной продукции на основе GPS/ГЛОГАСС навигации технических средств - информационно - аналитическая система «АгроХолдинг».

Использование в сельскохозяйственных организациях информационной системы Панорама АГРО приводит к:

- повышению площади обработки посевов за счет сокращения потерь химикатов при AXP;
- проведение обработки в оптимальные агротехнические сроки во всех зонах Оренбургской области с сохранением ритмичности проведения всех остальных операций по возделыванию зерновых культур;
- стабилизации, а затем укреплению и увеличению производственно технического и кадрового потенциала.

При применении панорамы АГРО только расходы на минеральные удобрения 30% сокращаются на cодновременным повышением урожайности. Используя программу, неэффективных онжом выявить работников, уменьшить число отрицательного воздействия на природу, оптимизировать расход ГСМ и других материальных ресурсов.

Таким образом, разработанные диссертационной работе В теоретические методические прилагаемые положения, также рекомендации позволяют повысить эффективность обработки сельскохозяйственных культур летательными аппаратами на базе применения современных информационных технологий.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОТРАЖЕНЫ В СЛЕДУЮЩИХ ПУБЛИКАЦИЯХ:

Публикации в периодических научных изданиях, рекомендуемых ВАК

- 1. Огородников П.И, Усик В.В. Прогнозирование производства и урожайности зерновых культур на основе регрессионных моделей // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. №13. 0,4 п.л. (авт. 0,2 п.л.).
- 2. Огородников П.И, Усик В.В. Экономическое обоснование эффективного применения летательных аппаратов в отрасли растениеводства // Известия ОГАУ. 2011. №3(31). С. 264 268. 0,3 п.л. (авт. 0,2 п.л.).
- 3. Огородников П.И. Усик В.В., Лизнева И.А. Эффективность сельскохозяйственных авиационно химических работ // Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. №2. С.103 105. 0,3 п.л. (авт. 0,2 п.л.).

Научные статьи в других журналах и изданиях

- 4. Огородников П.И, Усик В.В. Прогнозирование процесса обработки сельскохозяйственных посевов летательными аппаратами // Вестник мясного скотоводства. 2011. Выпуск 64(3). С.130 134. 0,3 п.л. (авт. 0,1 п.л.).
- 5. Огородников П.И., Усик В.В. Повышение эффективности применения летательного аппарата при проведении авиационно химических работ на основе формирования оптимальной траектории его перемещения // Актуальные вопросы экономических наук: сборник материалов XVII Международной научно практической конференции. Часть 2., Новосибирск, 2010. С. 200 203. 0,2 п.л. (авт. 0,1 п.л.).
- 6. Огородников П.И, Усик В.В. Математическое моделирование технологических процессов с использованием малых летательных аппаратов // Социальные и производственные основы модернизации экономики Оренбуржья: сб. ст. Международной научно практической конференции / под общ. ред. академика РАН А.И. Татаркина. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2011. С.440 445. 0,3 п.л. (авт. 0,25 п.л.).
- 7. Огородников П.И., Усик В.В. Применение авиации в чрезвычайных ситуациях (в сельском хозяйстве) экономически оправдано // Высокие технологии, образование, промышленность: сборник статей XI Международной научно практической конференции. Т4. СПб.: Издательство Политехнического университета, 2011. С. 235 237. 0,2 п.л. (авт. 0,1 п.л.).
- 8. Огородников П.И., Усик В.В, Яворская Н.В. Тенденция развития технического потенциала и растениеводства Оренбургской области // Актуальные вопросы экономических наук: сборник материалов XVII Международной научно практической конференции. Часть 2., Новосибирск, 2010. С. 163 167. 0,4 п.л. (авт. 0,25 п.л.).
- 9. Усик В.В. Повышение эффективности отрасли растениеводства на сельскохозпредприятиях Оренбургской области на основе применения авиационно химических работ // Агроэкологические проблемы сельскохозяйственного производства: сборник статей II Международной

- научно практической конференции, Пенза, 2007. С.162 164. 0,3 п.л. (авт. 0,2 п.л.).
- 10. Усик В.В. Пути повышения эффективности авиационно химических работ // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы: сборник материалов IV Международной научно практической конференции, Пенза Нейбранденбург, 2007. С. 176 177. 0,2 п.л. (авт. 0,1 п.л.).
- 11. Усик В.В. Пути повышения эффективности производства авиационно химических работ // Агроэкологические проблемы сельскохозяйственного производства: сборник статей II Международной научно практической конференции, Пенза, 2007. С.164 167. 0,3 п.л. (авт. 0,25 п.л.).
- 12. Огородников П.И., Усик В.В. К вопросу об эффективности применения авиации при обработке сельскохозяйственных культур // Экономическое и социальное развитие регионов России: сборник статей IV Всероссийской научно практической конференции, Пенза, 2008. С. 179 181. 0,3 п.л. (авт. 0,2 п.л.).
- 13. Огородников П.И., Усик В.В. Эффективное управление конкурентоспособностью агрокомплекса основа стабильности экономики региона // Конкурентоспособность предприятий и организаций, Пенза, 2008. С.33 35. 0,3 п.л. (авт. 0,2 п.л.).
- 14. Усик В.В. Энергосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур с использованием АХР // Повышение эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения: сборник статей Всероссийской научно практической конференции, Пенза, 2008. С.123 125. 0,3 п.л. (авт. 0,2 п.л.).
 - 15. Огородников П.И., Клюшин Д.И., Рубцова О.С., Усик В.В. Формирование и состояние технического потенциала сельскохозяйственных организаций отрасли растениеводства // Молодежная наука как взгляд в будущее: сб. статей Международной научно практической конференции. Оренбург. 2011. С.126 133.