

На правах рукописи

АЛТЫНБАЕВ Равиль Биктимурович

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
УПРАВЛЕНИЯ АВИАЦИОННЫМИ РАБОТАМИ
ПО ТЕРРИТОРИАЛЬНОМУ РАСПРЕДЕЛЕНИЮ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ
НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
(НА ПРИМЕРЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА)**

**Специальность: 05.13.06
Автоматизация и управление технологическими процессами
и производствами (в промышленности)**

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук**

Уфа – 2011

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО
«Оренбургский государственный университет»

- Научный руководитель д-р техн. наук, проф.
Султанов Наиль Закиевич
зав. кафедрой систем автоматизации производства
Оренбургского государственного
университета
- Официальные оппоненты д-р техн. наук, доц.
Загидуллин Равиль Рустэм-бекович
проф. кафедры автоматизации
технологических процессов Уфимского
государственного авиационного технического
университета
- канд. техн. наук, доц.
Гаибова Татьяна Викторовна
доц. кафедры системного анализа
и управления Оренбургского государственного
университета
- Ведущая организация ФГБОУ ВПО «Оренбургский
государственный аграрный университет»

Защита состоится «09» декабря 2011 года в 10 часов
на заседании диссертационного совета Д 212.288.03
при Уфимском государственном авиационном техническом университете
по адресу: 450000, Уфа-центр, ул. К. Маркса, 12

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке университета

Автореферат разослан «02» ноября 2011 года

Учёный секретарь
диссертационного совета
д-р техн. наук, проф.



В. В. Миронов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

Население Земли постоянно увеличивается, необходимо решать серьёзную продовольственную проблему. Это решение возможно путём повышения производительности, продуктивности и эффективности агропромышленного комплекса. Речь идёт о том, чтобы производить здоровые полноценные продукты, не причинив при этом вреда человеку, животным и окружающей среде. Основное направление в решении данной проблемы связано с высокоурожайными сортами сельскохозяйственных растений, полученными в результате достижений селекции и генетики. Однако новые сорта, значительно выигрывая в урожайности, часто теряют сопротивляемость к болезням и вредителям. Поэтому необходимы высокоэффективные средства защиты этих растений, связанные, прежде всего, с применением специальных авиационных технологий с высокоточным и экологически надёжным способом внесения химических и биологических средств воздействия.

В настоящее время данные работы в соответствии с классификатором авиационных работ «Авиационные работы. Классификация. Термины и определения» РД-54-2-24.047-2000 называются «Авиационное распределение веществ и биологических объектов» взамен старого термина «Авиационно-химические работы».

Авиационный способ химической защиты растений имеет целый ряд преимуществ перед наземным способом. К примеру, производительность самолёта Ан-2СХ на внесении удобрений под вспашку в 3–4 раза, а на подкормке зерновых культур – в 5–6 раз выше производительности наземной техники. При хорошей организации работы самолёт Ан-2СХ может внести в течение одной минуты удобрения на площади в 1 га. Туковой сеялкой СТН-28 за это же время их можно внести на площади в 0,035 га. Кроме этого, авиационные работы по распределению веществ (АРРВ) позволяет провести обработку участков в сжатые и наиболее оптимальные сроки; при выполнении АРРВ отсутствуют механическое повреждение растений и уплотнение почвы (колея колёс наземной техники уничтожает до 8 % растений), имеется возможность использования ультрамалообъёмного опрыскивания, а также способность выполнять работы при любом состоянии почвы. Стоит отметить высокую точность нормы расхода и равномерность распределения вносимых веществ, в том числе и в малых дозах.

К сожалению, в настоящее время определение эффективных технологических параметров выполнения АРРВ проводится по устаревшим методам с применением старых справочников, использующих приближенные расчёты: предполагается, что сельскохозяйственный участок имеет строго прямоугольную форму, что не всегда соответствует действительности; некорректно учитываются перелёты от аэродрома до участка, а именно не рассматривается их взаимное расположение; не учитывается влияние ветра и т.д.

Проблемой повышения эффективности управления АРРВ занимались следующие учёные: Н. А. Поспелов, С. С. Легкоступ, Г. И. Шмелев, Н. С. Харитонов, М. И. Славков, Н. В. Долбня, К. Ю. Дибихин, Н. А. Попов,

Л. А. Сабетов, Н. З. Султанов, Н. И. Куликов, М. А. Федоренко и др. Несмотря на ценность и важность проведённых исследований, в настоящее время не выполнено комплексное моделирование процессов выполнения АРРВ.

Повышение эффективности управления АРРВ возможно на основе использования современных информационных технологий и представляет собой актуальную научно-техническую задачу.

Цель работы и задачи исследования

Целью работы является повышение эффективности управления авиационными работами по территориальному распределению активных веществ на основе информационных технологий и оценка эффективности конечных результатов.

Основные задачи исследования в соответствии с поставленной целью сформулированы следующим образом:

1. Разработать концепцию исследования и системного моделирования процессов управления авиационными работами по территориальному распределению активных веществ.

2. Разработать модель технологического процесса и определить обобщенный критерий эффективности управления технологическим процессом авиационных работ по территориальному распределению активных веществ.

3. Разработать алгоритм повышения эффективности управления и структуру автоматизированной системы управления технологическим процессом авиационных работ по территориальному распределению активных веществ.

4. Разработать программное обеспечение автоматизированной системы управления технологическим процессом авиационных работ по территориальному распределению активных веществ и исследовать эффективность его работы.

Методы исследования

При решении указанных задач использованы методы теории управления, системного анализа, теории моделирования, математические методы, методы объектно-ориентированного программирования.

Основные научные результаты, выносимые на защиту

1. Концепция исследования и системного моделирования процессов управления авиационными работами по территориальному распределению активных веществ.

2. Модель технологического процесса и обобщенный критерий эффективности управления технологическим процессом авиационных работ по территориальному распределению активных веществ.

3. Алгоритм повышения эффективности управления и структура автоматизированной системы управления технологическим процессом авиационных работ по территориальному распределению активных веществ.

4. Программное обеспечение автоматизированной системы управления технологическим процессом авиационных работ по территориальному распределению активных веществ и результаты исследования эффективности его работы.

Научная новизна результатов

1. Научная новизна предложенной концепции исследования и системного моделирования процессов управления АРРВ состоит в том, что авиаработы представлены, с одной стороны, в виде системы, а с другой – в виде технологического процесса, что позволяет использовать методы системного анализа для исследования связей и закономерностей функционирования АРРВ с целью повышения эффективности их управления.

2. Научная новизна модели технологического процесса АРРВ заключается в том, что она учитывает влияние ветра в заданных ограничениях по его скорости и направлению на время выполнения отдельных элементов полёта воздушного судна, что позволяет повысить эффективность планирования и выполнения АРРВ.

3. Научная новизна обобщенного критерия эффективности управления технологическим процессом АРРВ состоит в том, что он учитывает время обработки единицы площади участка, а также площадь зон нулевой обработки – необработанные участки, площадь зон загрязнений – участки нецелевого внесения веществ и площадь зон двойной обработки – участки, обработанные два раза, что позволяет увеличить производительность АРРВ, повысить равномерность и снизить затраты распределяемых активных веществ.

4. Научная новизна алгоритма повышения эффективности управления технологическим процессом АРРВ заключается в том, что он применим для обрабатываемых участков с формой, отличной от прямоугольной, что позволяет определять эффективные схемы траектории движения воздушного судна при выполнении АРРВ.

Практическая ценность работы состоит в следующем:

1. Разработанная модель технологического процесса АРРВ позволяет проводить на её основе исследования и вычислительные эксперименты за счёт её универсальности и более высокой точности по сравнению с существующими.

2. Разработанный в работе алгоритм повышения эффективности управления технологическим процессом АРРВ гарантирует определение наиболее эффективных технологических параметров выполнения АРРВ за счёт использования метода полного перебора.

3. Разработанное программное обеспечение автоматизированной системы управления технологическим процессом АРРВ позволит снизить расход авиационного топлива и повысить производительность авиаработ за счёт сокращения общей длины траектории полёта воздушного судна и более рациональной схемой обработки участка.

4. Результаты диссертационной работы целесообразно использовать в производственном процессе авиапредприятий и учебном процессе вузов.

Связь темы исследования с научными программами

Работа выполнена на кафедре систем автоматизации производства ОГУ в рамках следующих грантов и научных программ: грант Российского фонда фундаментальных исследований 08-08-99110-р_офи по теме «Повышение эф-

фективности функционирования и управление качеством авиационно-химических работ»; госбюджетная НИР № ГР 01200407019 «Анализ эффективности использования воздушных судов по разным сферам применения и оптимизация парка воздушных судов» (2007–2011 гг.); аналитическая ведомственная целевая программа Рособразования «Развитие научного потенциала высшей школы» по теме «Методология управления качеством авиационно-химических работ на основе моделирования технологического процесса с применением авиакосмических технологий» № 2.1.2/1259 (2009–2011 гг.).

Реализация результатов исследования

Материалы диссертационного исследования внедрены и используются:

- в подразделениях федерального государственного унитарного предприятия «Оренбургские авиалинии» (с 2008 г.);
- в учебном процессе кафедры систем автоматизации производства федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» (с 2009 г.).

Апробация работы

Основные положения, материалы диссертации и результаты исследований докладывались, обсуждались и получили одобрение на:

- всероссийских и международных конференциях: 7-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные информационные технологии в науке, образовании и практике» (Оренбург, 2008 г.); 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Молодежь и современные информационные технологии» (Томск, 2009 г.); 2-й Международной научно-практической конференции «Молодежь и наука: реальность и будущее» (Невинномысск, 2009 г.); 10-й Всероссийской научно-технической конференции «Наука. Промышленность. Оборона» (Новосибирск, 2009 г.); Всероссийской научно-практической конференции «Многопрофильный университет как региональный центр образования и науки» (Оренбург, 2009 г.); Международной молодежной научной конференция «XVII Туполевские чтения» (Казань, 2009 г.); Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы авиации и космонавтики» (Красноярск, 2009 г.); 4-й Всероссийской научно-практической конференции «Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии» (Оренбург, 2009 г.); 52-й научной конференции Московского физико-технического института «Современные проблемы фундаментальных и прикладных наук» (Москва, 2009 г.); XV Международной научной конференции «Современные проблемы информатизации в экономике и обеспечении безопасности» (Воронеж, 2010 г.); Международной научной конференции «Перспективные информационные технологии для авиации и космоса» (Самара, 2010 г.); Международной научной конференции «Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации» (Оренбург, 2010 г.); Научной школе-семинаре молодых учёных и специалистов в области компьютерной интеграции производства (Оренбург, 2010 г.); Межрегиональной научно-практической конференции «50-лет космической эры: Человек, Земля, Вселен-

ная» (Оренбург, 2011 г.); Межвузовской молодежной конференции в рамках Дней молодежной науки в Оренбургской области (Оренбург, 2011 г.);

- на семинарах и заседаниях кафедры систем автоматизации производства Оренбургского государственного университета (Оренбург, 2008–2011 гг.);

- на научно-техническом совете федерального государственного унитарного предприятия «Оренбургские авиалинии» (Оренбург, 2008 г.);

- на семинаре «Направления и перспективы научной деятельности в промышленности Аэрокосмического института ОГУ» (Оренбург, 2009 г.).

Научные разработки по теме диссертации экспонировались на:

- областных выставках научно-технического творчества молодёжи «НТТМ» (Оренбург, 2008, 2009, 2011 гг.);

- специализированных выставках «Промэнергстроймаш» (Оренбург, 2008 и 2009 гг.);

- Первой региональной выставке «Партнёрство регионов» (Оренбург, 2009 г.);

- IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций (Москва, 2009 г.).

Работа включена в каталог инновационных разработок Оренбургского центра научно-технической информации (Оренбург, 2009 г.)

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы и приложений. Основное содержание работы изложено на 160 страницах машинописного текста, проиллюстрировано 87 рисунками и 16 таблицами. Список литературы включает 108 наименования.

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 23 работах, включая 2 статьи в рецензируемых научных журналах из списка ВАК, 17 публикаций в сборниках материалов конференций. Получены 4 свидетельства о регистрации программного средства в университетском (г. Оренбург) и отраслевом (г. Москва) фондах алгоритмов и программ.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность заведующему кафедрой вычислительной техники ОГУ, профессору, доктору технических наук Т.З. Аралбаеву за консультации в области автоматизации и управления.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, сформулирована цель, задачи исследования, научная новизна и практическая ценность полученных результатов.

В первой главе рассмотрена актуальная проблема управления авиационными работами по территориальному распределению активных веществ. В результате анализа публикаций в периодических и научных изданиях, посвящённых проблемам управления авиационными работами по территориальному распределению активных веществ, выявлено, что развитие научных исследований

в этой области ещё отстает по сравнению с масштабами применения авиации в агропромышленном комплексе. При этом предполагается, что авиаработы можно представить в виде сложной антропоной организационно-технической системы, представляющей собой организованную совокупность характерных объектов и функциональных связей между ними и предназначенную для целевой реализации задачи распределения веществ в заданных внешних условиях.

Отмечено, что авиационный способ внесения веществ имеет существенные преимущества перед наземным, однако анализ существующих методов расчёта технологических параметров выполнения АРРВ выявил их существенные недостатки: расчёты ведутся для участков строго прямоугольной формы, не учитываются координаты аэродрома, не рассматривается влияние ветра, не учитываются необработанные части участка вдоль его контура и т.д., что делает данные методы крайне неэффективными. Анализ современных программно-аппаратных средств повышения эффективности управления АРРВ показал, что они не решают задачу определения эффективной схемы траектории движения воздушного судна относительно обрабатываемого участка.

Таким образом, существует целый ряд проблем, связанных с эффективностью управления авиационными работами, а именно с их рациональной организационно-технологической схемой проведения, решение которых представляет собой актуальную научно-техническую задачу.

Во второй главе предложена концепция исследования и системного моделирования процессов управления АРРВ, определён обобщенный критерий эффективности управления технологическим процессом АРРВ, разработана модель технологического процесса АРРВ, а также разработана и исследована модель влияния ветра на время выполнения отдельных элементов полёта воздушного судна при выполнении АРРВ.

Концепция исследования и системного моделирования заключается в том, что АРРВ представлены в виде технологического процесса и рассматриваются все операции этого процесса, даже самые мелкие, в их взаимосвязи и взаимодействии друг с другом. К примеру, при рассмотрении траектории движения воздушного судна над обрабатываемым участком расчёты ведутся для всех, даже самых мелких элементов полёта. Общая схема технологического процесса АРРВ представлена на рис. 1.

Конечной целью АРРВ является достижение посредством воздействия распределяемых в полёте активных веществ необходимого потребителю изменения состояния объекта обработки, при этом полет воздушного судна (ВС), в отличие от воздушных перевозок, является не целью авиационных работ, а необходимым элементом обеспечения целевого эффекта работ.

Всё множество операций технологического процесса сгруппированы в четыре группы: подготовительные операции (1-6), вспомогательные операции (7, 8, 10 11), рабочие операции (12), заключительные операции (13-14). Показана зависимость производительности авиаработ от времени выполнения операции в соотношении их к каждой из групп.

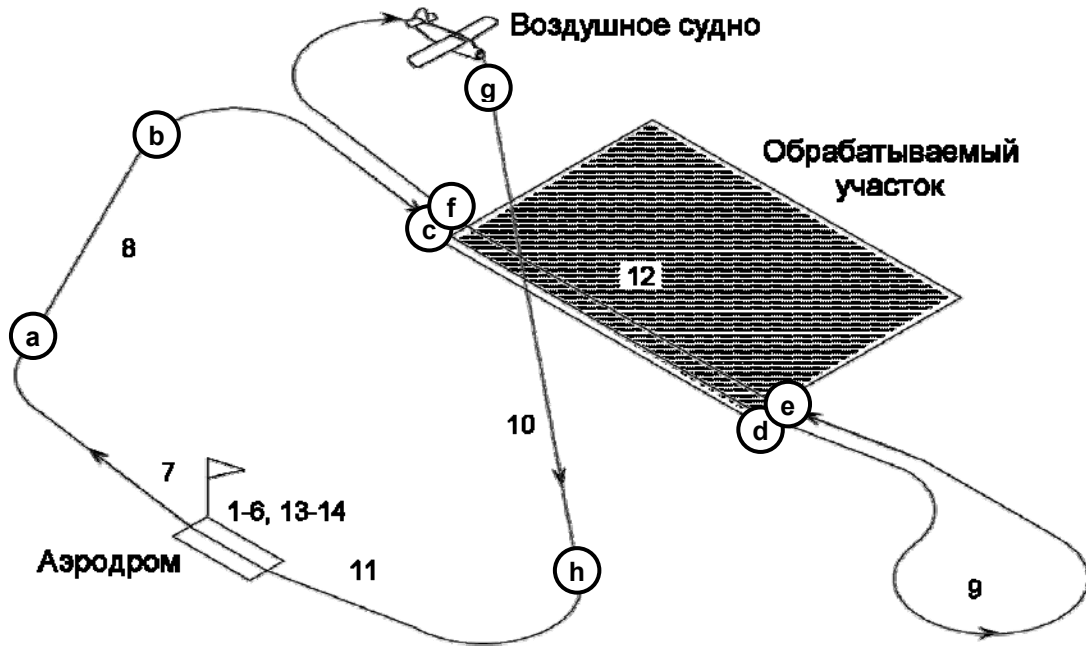


Рисунок 1 – Общая схема технологического процесса APPV

Показателями эффективности управления технологическим процессом APPV будут являться:

$T_{n.n.}$ – время производственного процесса APPV;

$S^{ЗНО}$ – площадь зоны нулевой обработки (пропущенные участки, рис. 2 а);

$S^{ЗЗ}$ – площадь зоны загрязнения (рис. 2 б);

$S^{ЗДО}$ – площадь зоны двойной обработки (рис. 2 в).

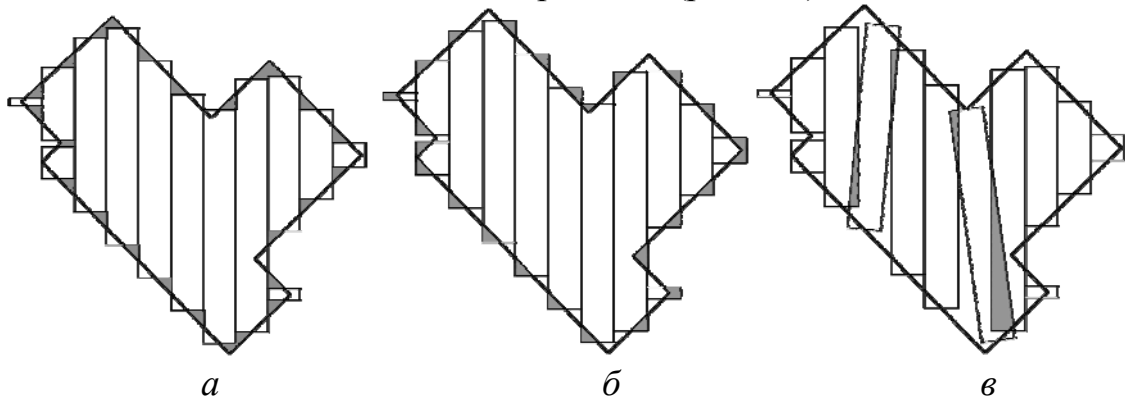


Рисунок 2 – Нежелательные зоны при выполнении APPV

Критериями эффективности управления технологическим процессом APPV будут являться:

$$T_{n.n.} \leq T_{\text{задан}}, \quad (1)$$

$$S^{ЗНО} = 0, \quad (2)$$

$$S^{ЗЗ} = 0, \quad (3)$$

$$S^{ЗДО} = 0. \quad (4)$$

где $T_{\text{задан}}$ – максимально допустимое время выполнения авиационных работ для данного участка.

Данные условия означают, что обрабатываемые участки должны быть полностью покрыты распределяемым веществом ($S^{\text{ЗНО}} = 0$) за время, не превышающее заданное время ($T_{\text{н.н.}} \leq T_{\text{задан}}$), а зоны загрязнения и зоны двойной обработки должны отсутствовать ($S^{\text{ЗЗ}} = 0, S^{\text{ЗДО}} = 0$).

Обобщённый критерий эффективности управления технологическим процессом АРРВ можно представить в виде записи

$$F = \sum_{i=1}^N F_i \alpha_i \rightarrow \min \quad (5)$$

$$\text{при выполнении условия нормировки } \sum_{i=1}^N \alpha_i = 1, \quad (6)$$

где N – количество различных критериев ($N = 4$);

F – частные критерии, список которых представлен в таблице 1;

α_i – весовые коэффициенты.

Таблица 1

Критерий	Назначение критерия	Формальный образ критерия
F_1	Критерий минимума времени обработки единицы площади	$\frac{D - D_{\min}}{D_{\max} - D_{\min}} = 0$
F_2	Критерий минимума площади зоны нулевой обработки	$\frac{S^{\text{ЗНО}} - S_{\min}^{\text{ЗНО}}}{S_{\max}^{\text{ЗНО}} - S_{\min}^{\text{ЗНО}}} = 0$
F_3	Критерий минимума площади зоны загрязнения	$\frac{S^{\text{ЗЗ}} - S_{\min}^{\text{ЗЗ}}}{S_{\max}^{\text{ЗЗ}} - S_{\min}^{\text{ЗЗ}}} = 0$
F_4	Критерий минимума площади зоны двойной обработки	$\frac{S^{\text{ЗДО}} - S_{\min}^{\text{ЗДО}}}{S_{\max}^{\text{ЗДО}} - S_{\min}^{\text{ЗДО}}} = 0$

Таким образом, имеется задача многокритериальной оптимизации с использованием неопределенных весовых коэффициентов, решение которой затруднено в силу сложности назначения весовых коэффициентов. При решении задачи многокритериальной оптимизации использовались методы определения весовых коэффициентов Р. Р. Загидуллина. Получение значения α_i как вещественного числа чаще всего затруднительно в плане субъективного характера этой оценки, имеющей экспертную природу значения, но в то же время возможно экспертное попарное сравнение данных оценок по принципу «больше или равно», например, $(\alpha_i > \alpha_j)$, $(\alpha_i = \alpha_j)$; $i, j \in [1, N]$, т.е. с минимальной долей неопределенности. В данном случае экспертами возможно заполнение следующей матрицы оценок предпочтения между критериями функционирования

$$B = \left\{ \begin{array}{l} \beta_i > \beta_j \\ \beta_i = \beta_j \end{array} \right\}; \beta_i \in F_i; i, j \in [1, N], \quad (7)$$

т.е. необходимо указать – какие частные критерии предпочтительнее других или равны им по значимости. В работе рассмотрены два метода получения весовых коэффициентов для случаев с неопределенным назначением весовых коэффициентов α_i : метод целочисленного ранжирования оценок предпочтения и метод ранжирования оценок предпочтения по допуску, позволяющие изначально уменьшить влияние субъективного фактора при определении весовых коэффициентов в решении многокритериальной задачи оптимизации.

Разработанная **модель технологического процесса АРРВ**, структурная схема которой представлена в соответствии с рис. 3, включает в себя модель обработки участка челночным способом движения воздушного судна с учётом перелёта от аэродрома, модель разворота воздушного судна для повторного захода на гон в трёхмерном пространстве, модель влияния ветра на время выполнения отдельных элементов полёта воздушного судна.

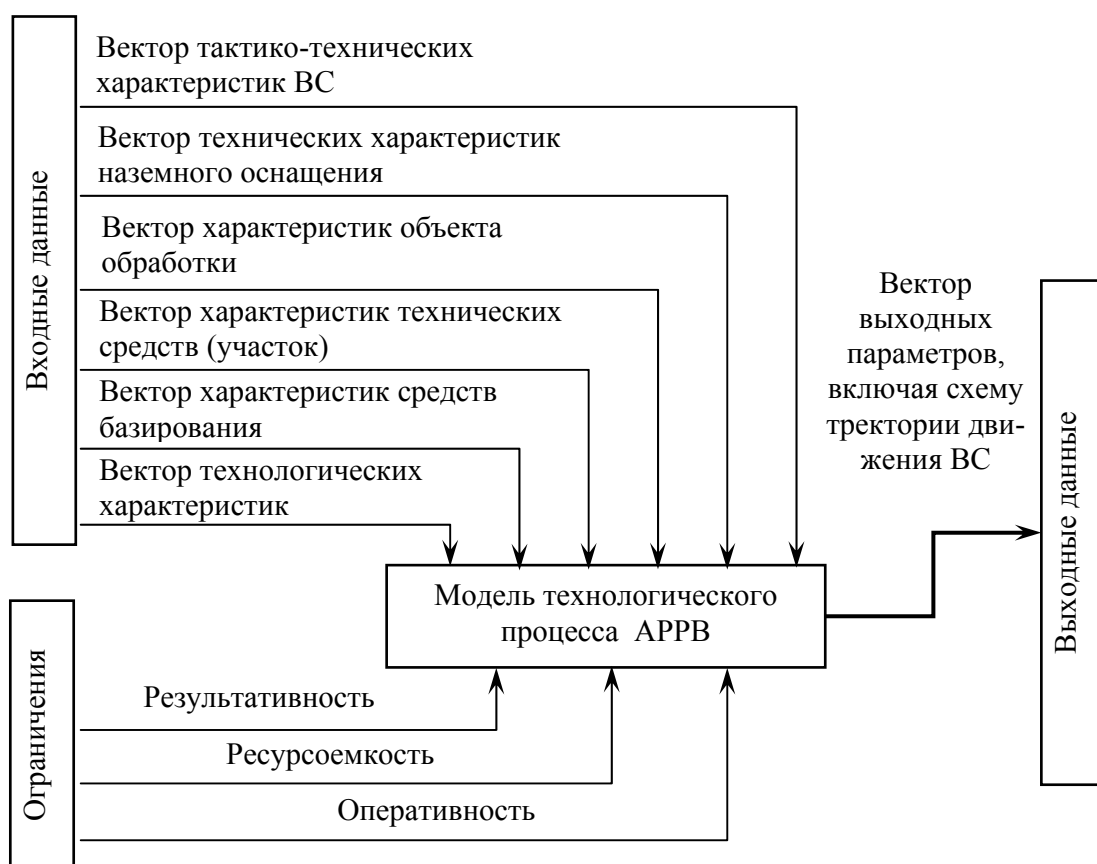


Рисунок 3 – Структурная схема модели технологического процесса АРРВ

Общая схема разворота воздушного судна в трёхмерном пространстве для повторного захода на гон при челночном способе обработки представлена на рис. 4.

Получена аналитическая зависимость времени разворота от входных параметров в следующем виде:

$$T_{\text{повт}} = \frac{2 \cdot \Delta H}{(V_{\text{раб}} + V_{\text{рзв}}) \cdot \Theta} + \frac{2\pi V_{\text{рзв}}}{g \cdot \text{tg} \varphi} \cdot \left(\frac{180^\circ + 2\varphi}{360^\circ} \right) + \frac{2\sqrt{(\Delta H \text{ctg} \Theta + 2R \sin \varphi)^2 + \Delta H^2}}{(V_{\text{раб}} + V_{\text{рзв}})}, \quad (8)$$

где $\Delta H = H_{\text{рзв}} - H_{\text{раб}}$.

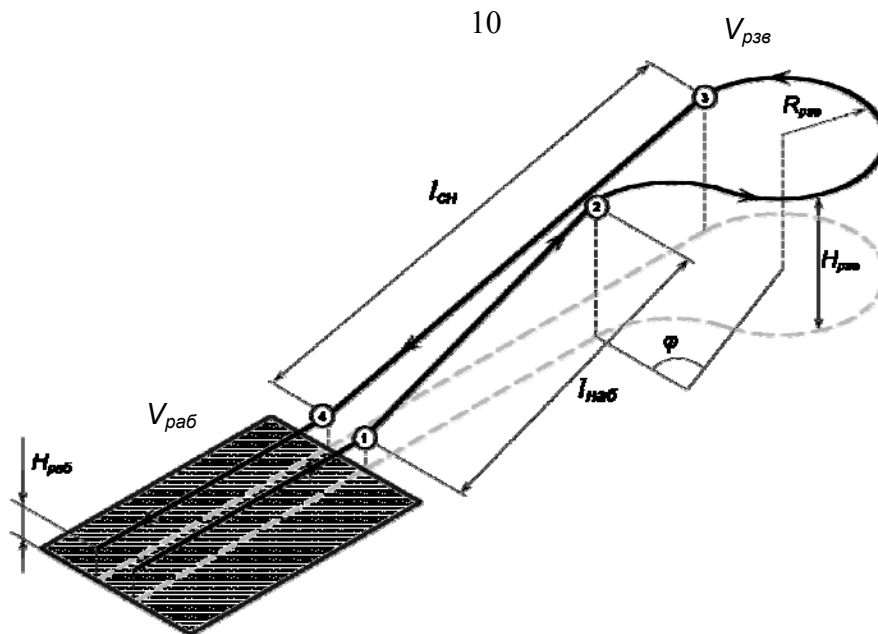


Рисунок 4 – Схема разворота воздушного судна для повторного захода на гон

Разработана и исследована модель влияния ветра на время выполнения отдельных элементов полёта воздушного судна при выполнении АРРВ.

Приняты следующие ограничения и допущения:

- под ветром понимается ламинарное движение воздуха в горизонтальном направлении;
- ветер имеет постоянную скорость и направление;
- на каждой высоте скорость и направление ветра одинаково;
- температура и давление воздуха на каждой высоте не изменяются.

Движение ВС относительно воздушного пространства ведётся в системе координат XYZ , которая перемещается под действием вектора скорости ветра U в системе координат $X_0Y_0Z_0$ относительно Земли (рис. 5).

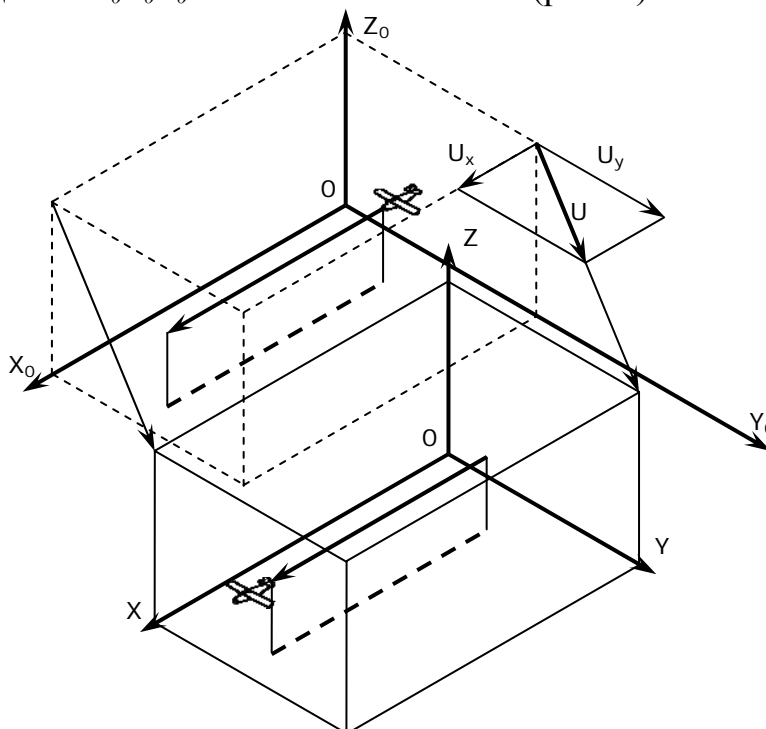


Рисунок 5 – Прямолинейное движение ВС в системе координат относительно Земли

Выполнена группировка участков траектории движения ВС в соответствии со схемой на рис. 1:

– первая группа: участки траектории (a-b) и (g-h) – это перелёты ВС от аэродрома к участку и обратно. ВС при наличии ветра должно придерживаться выбранного направления движения без всяких ограничений на скорость. С целью компенсации сноса в результате влияния ветра ВС должно изменить направление движения так, как показано на схеме на рис. 6 слева;

– вторая группа: участки траектории (c-d) и (e-f) – это рабочие полёты ВС над обрабатываемым участком с внесением активных веществ. ВС при наличии ветра должно не только придерживаться выбранного направления движения, но и сохранять заданную скорость, указанную в технологии по данным видам работ. С целью компенсации сноса в результате влияния ветра ВС должно изменить направление и скорость движения так, как показано на схеме на рис. 6 справа;

– третья группа: участки траектории (d-e) – это развороты ВС для захода на повторный гон. ВС при наличии ветра должно выйти на заданную точку и иметь определенную скорость так, как показано на схеме на рис. 7.

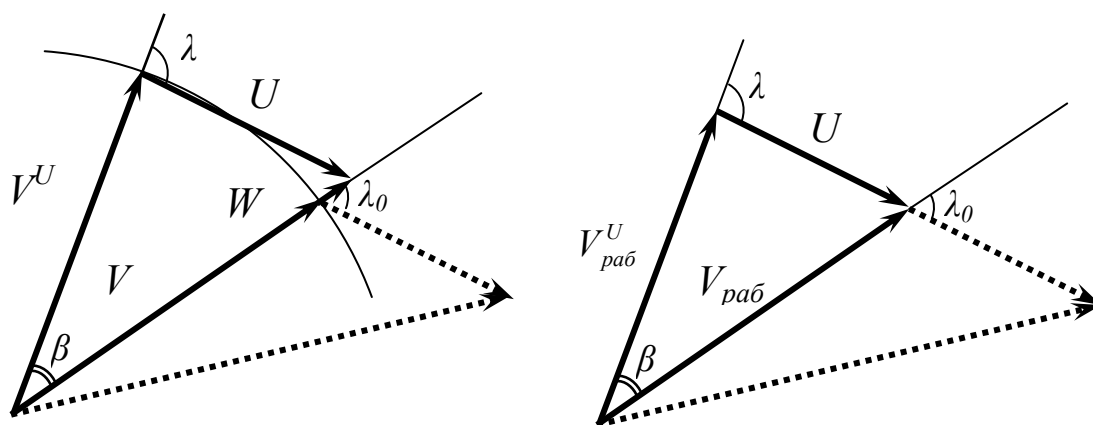


Рисунок 6 – Схемы компенсации сноса в результате влияния ветра

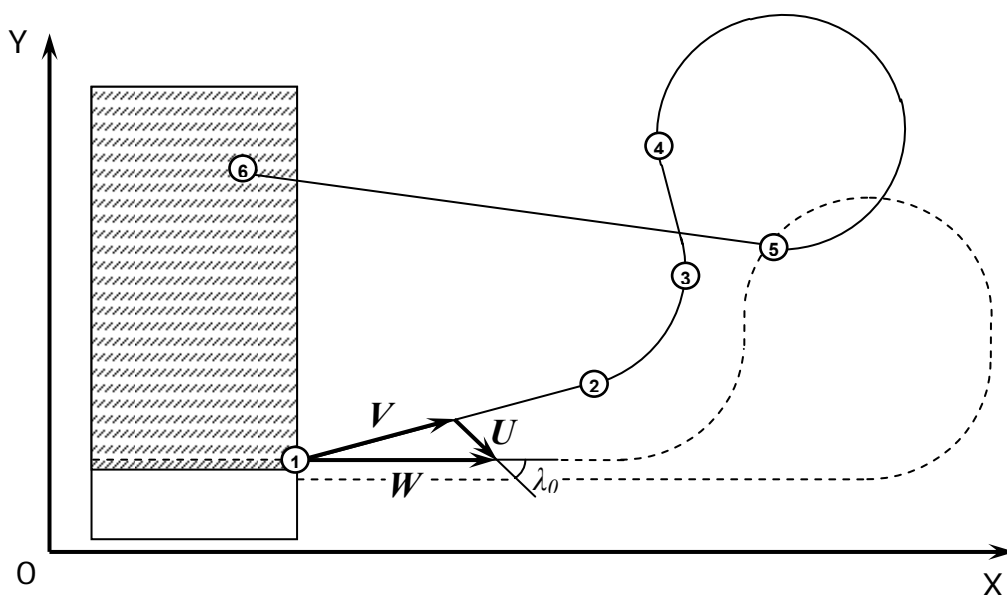


Рисунок 7 – Схема разворота ВС для захода на повторный гон при наличии ветра

Получены аналитические выражения зависимости влияния скорости и курсового угла ветра на время выполнения отдельных элементов полёта ВС. Построен график зависимости времени разворота ВС для повторного захода на гон от скорости и курсового угла ветра (рис. 8).

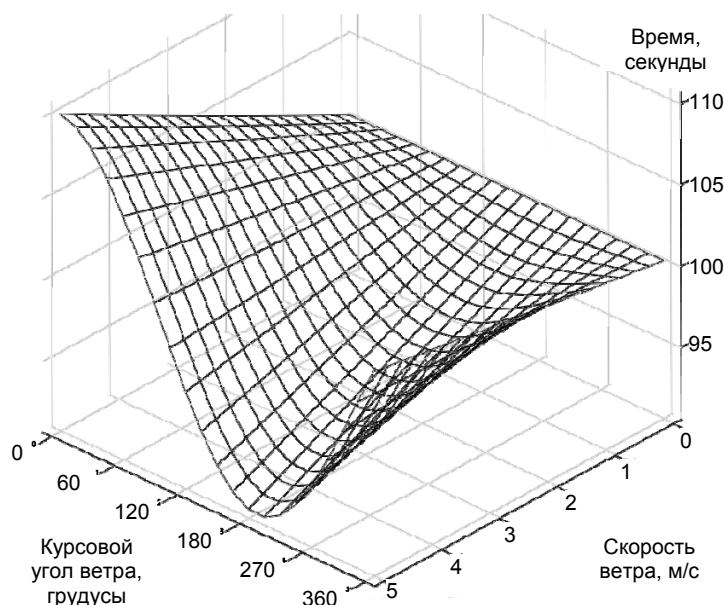


Рисунок 8 – График зависимости времени разворота ВС для повторного захода на гон от скорости и курсового угла ветра

В третьей главе предложена концепция модели управления и структурная схема АСУТП авиационных работ по территориальному распределению активных веществ, разработан алгоритм формирования траектории движения воздушного судна для челночного способа обработки, а также алгоритм повышения эффективности управления технологическим процессом АРРВ.

Разработанная функциональная схема модели управления технологическим процессом АРРВ показана на рис. 9.

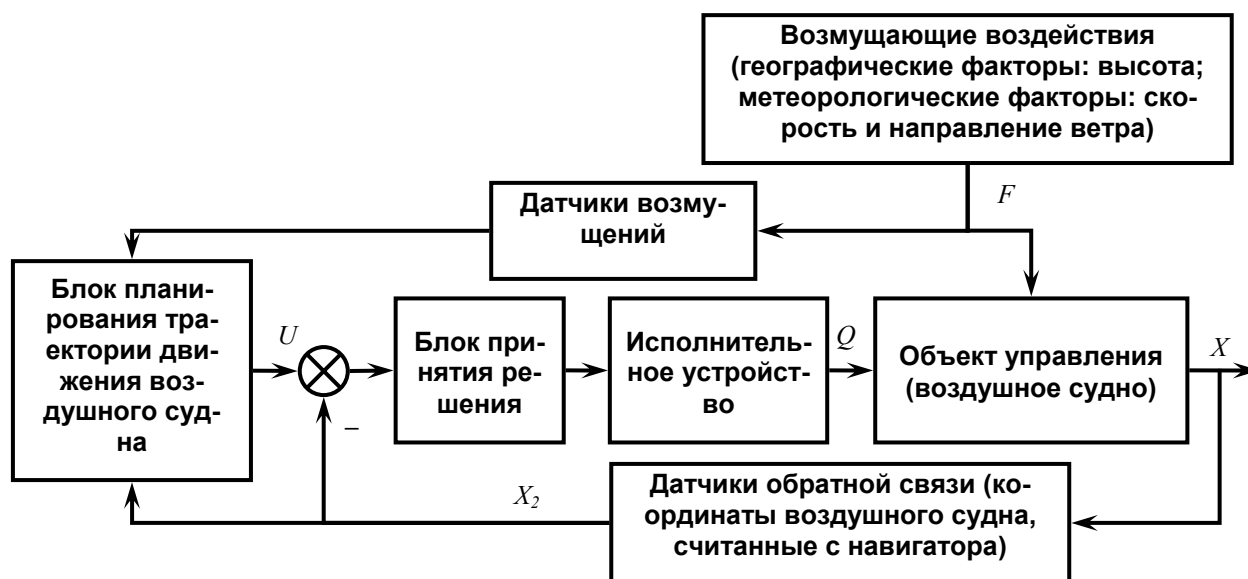


Рисунок 9 – Функциональная схема модели управления технологическим процессом АРРВ

Алгоритм повышения эффективности управления технологическим процессом АРРВ сводится к выполнению следующих операций:

1. Задаются координаты углов многоугольника участка для обработки.
2. Задаётся вектор текущего направления движения ВС.
3. В процессе вращения вектора линии гона от 0 до 179° с приращением на один градус по часовой стрелке строится траектория движения ВС.
4. Относительно рассчитанной траектории определяются технологические параметры АРРВ.

По окончании работы алгоритма получаем наиболее эффективный вариант траектории движения ВС.

В четвёртой главе выполнены системные исследования эффективности процессов управления авиационными работами по территориальному распределению активных веществ.

Разработано программное и информационное обеспечения АСУТП авиационных работ. Исследована эффективность функционирования разработанного программного обеспечения АСУТП (рис. 10).

Основные возможности разработанного программного обеспечения:

- загрузка цифровой версии географической карты реального района с расположенными на ней участками сельскохозяйственных угодий;
- проектирование оптимальной траектории движения воздушного судна для челночного способа обработки;
- возможность выбора в качестве воздушного судна различные модели самолётов и вертолётов;
- получение выходных параметров на каждом шаге расчёта с возможностью вывода на печать;
- получение рекомендаций по выполнению АРРВ пилотам воздушных судов.

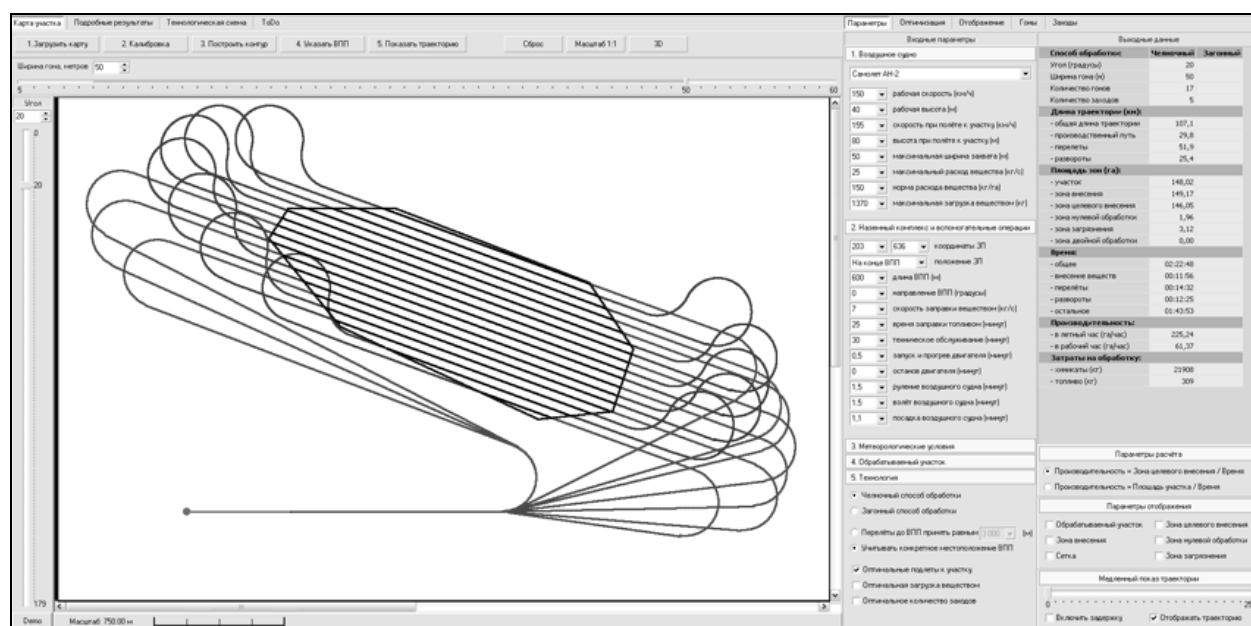


Рисунок 10 – Внешний вид программного обеспечения

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Предложенная концепция исследования и системного моделирования процессов управления АРРВ базируется на представлении авиационных работ, с одной стороны, в виде организационно-технологической системы, а с другой – в виде технологического процесса, что позволяет выполнить группировку операций на подготовительные, вспомогательные, рабочие и заключительные и показать зависимость производительности авиаработ от времени выполнения операции в соотношении их к каждой из групп.

2. Разработанная модель технологического процесса АРРВ включает в себя модель обработки участка челночным способом движения воздушного судна с учётом перелёта от аэродрома, модель разворота воздушного судна для повторного захода на гон в трёхмерном пространстве, модель влияния ветра на время выполнения отдельных элементов полёта воздушного судна. При этом выявлено, что время полёта и разворота воздушного судна зависят от скорости ветра линейно, а зависимость времени полёта и разворота воздушного судна от курсового угла ветра представляют собой синусоидальную функцию.

Определённый обобщенный критерий эффективности управления технологическим процессом АРРВ учитывает время обработки единицы площади участка, а также площадь зон нулевой обработки – необработанные участки, площадь зон загрязнений – участки нецелевого внесения веществ и площадь зон двойной обработки – участки, обработанные два раза, что позволяет увеличить производительность АРРВ, повысить равномерность и снизить затраты распределяемых активных веществ.

3. Разработанный алгоритм повышения эффективности управления технологическим процессом АРРВ исследует все варианты схем траектории движения воздушного судна, что гарантирует определение наиболее эффективных технологических параметров выполнения АРРВ. Алгоритм применим для участков с контуром, отличным от прямоугольной формы, при этом учитываются координаты аэродрома и площади необработанных зон по контуру участка. На основе принципа управления по возмущению и по отклонению разработана функциональная схема модели управления технологическим процессом, что позволило спроектировать структуру АСУТП авиационных работ по территориальному распределению активных веществ.

4. Разработанное программное обеспечение АСУТП авиационных работ по территориальному распределению активных веществ позволяет моделировать технологический процесс АРРВ и на основании введённых критериев рассчитывать эффективную схему траектории полёта воздушного судна и технологические параметры проводимых авиаработ; увеличить среднюю производительность авиаработ примерно на 17 %; уменьшить площадь необработанных зон в 2,5 раза, а площадь зон загрязнения в 3,6 раза за счёт сокращения общей длины траектории полёта воздушного судна и более рациональной схемой обработки участка.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях из списка ВАК

1. Повышение точности расчёта времени выполнения авиационных работ по распределению веществ и биологических объектов / Р. Б. Алтынбаев, С. Г. Хибатуллин // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Серия «Информатика. Телекоммуникации. Управление». 2010. № 5. С. 130–135.

2. Компоненты качества авиационного распределения веществ и биологических объектов в сельском хозяйстве / Р. Б. Алтынбаев // Вестник Оренбургского государственного университета, 2010. № 4. С. 14.

Другие публикации

3. Проблема оптимизации траектории полёта сельскохозяйственного летательного аппарата при проведении авиационно-химических работ / Р. Б. Алтынбаев, Н. З. Султанов // Современные информационные технологии в науке, образовании и практике: матер. VII Всерос. научн.-практ. конф. Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2008. С. 22–23.

4. Компьютерное моделирование траектории движения летательного аппарата при проведении авиационного распределения веществ и биологических объектов / Р. Б. Алтынбаев // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов VII Всерос. научн.-практ. конф. Томск: «СПБ Графикс», 2009. Ч. 1. С. 83–84.

5. Использование картографического сервиса Google Maps в повышении эффективности проведения авиационного распределения веществ и биологических объектов в сельском хозяйстве / Р. Б. Алтынбаев // Молодежь и наука: реальность и будущее: матер. II Междунар. научн.-практ. конф. Невинномысск: НИЭУП, 2009. С. 299–301.

6. Моделирование траектории движения летательного аппарата при проведении авиационного распределения веществ и биологических объектов / Р. Б. Алтынбаев, Н. В. Вагапова, А. Г. Магдин // Наука. Промышленность. Оборона: труды X Всерос. научн.-техн. конф. Новосибирск: НГТУ, 2009. С. 13–17.

7. Классификация сельскохозяйственных участков со сложной конфигурацией по группам контуров / Р. Б. Алтынбаев // Многопрофильный университет как региональный центр образования и науки: матер. Всерос. научн.-практ. конф. Оренбург, ИПК ГОУ ОГУ, 2009. С. 558–560.

8. Автоматизированная система формирования оптимальной траектории движения сельскохозяйственного летательного аппарата для участков сложной конфигурации / Р. Б. Алтынбаев // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: сборник докладов Всерос. научн.-практ. конф. Красноярск: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т., 2009. Т. 1. С. 281–282.

9. Использование графических процессоров и платформы NVIDIA CUDA в задачах многокритериальной оптимизации технологических процессов / Р. Б. Алтынбаев // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии: сборник матер. четвертой Всерос. научн.-практ. конф. Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2009. С. 119–127.

10. Моделирование и оптимизация технологического процесса проведения авиационного распределения веществ и биологических объектов в сельском хозяйстве / Р. Б. Алтынбаев // Современные проблемы фундаментальных и прикладных наук: труды 52-й научн. конф. МФТИ. М.: МФТИ, 2009. Ч. IV. С. 132–134.

11. Использование OpenGL в задаче визуального моделирования технологического процесса авиационного распределения веществ и биологических объектов / Р. Б. Алтынбаев // Современные проблемы информатизации в экономике и обеспечении безопасности: сборник трудов XV Междунар. открытой научн. конф. Воронеж: «Научная книга», 2010. Вып. 15. С. 49–51.

12. Использование дистанционно-пилотируемых летательных аппаратов в технологическом процессе авиационного распределения веществ и биологических объектов в сельском хозяйстве / Р. Б. Алтынбаев // Интеграция науки и практики в профессиональном развитии педагога: матер. Всерос. научн.-практ. конф. Оренбург, ИПК ГОУ ОГУ, 2010. С. 551–554.

13. Сельскохозяйственный комплекс дистанционно-пилотируемых летательных аппаратов: общие принципы / Р. Б. Алтынбаев // Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации: сборник матер. Междунар. научн. конф. Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2010. Ч. 6. С. 4–8.

14. Система автоматизированного проектирования оптимальной траектории движения воздушного судна при проведении авиационных работ по распределению веществ в сельском хозяйстве / Р. Б. Алтынбаев // Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации: сборник матер. Междунар. научн. конф. Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2010. Ч. 7. С. 178–182.

15. Авиационное распределение веществ и биологических объектов в сельском хозяйстве: экологический аспект / Р. Б. Алтынбаев // Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации: сборник матер. Междунар. научн. конф. Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2010. Ч. 5. С. 102–104.

16. Повышение эффективности авиационных работ по распределению веществ в сельском хозяйстве на основе оптимизации траектории движения воздушного судна / Р. Б. Алтынбаев // Перспективные информационные технологии для авиации и космоса: сборник матер. междунар. научн. конф. Самара: СГАУ, 2010. С. 393–398.

17. Выбор оптимальной траектории движения воздушного судна при проведении авиационного распределения веществ и биологических объектов / Р. Б. Алтынбаев, Н.З. Султанов // Современные информационные технологии в науке, образовании и практике: матер. IX Всерос. научн.-практ. конф. Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2010. С. 275–276.

18. Системный подход к моделированию функционирования авиационной специализированной системы для выполнения авиационного распределения веществ и биологических объектов / Р. Б. Алтынбаев // Современные информационные технологии в науке, образовании и практике: матер. IX Всерос. научн.-практ. конф. Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2010. С. 272–274.

19. Повышение эффективности авиационных работ по распределению веществ в сельском хозяйстве на основе оптимизации траектории движения воздушного судна / Р. Б. Алтынбаев // Научная школа-семинар молодых учёных и специалистов в области компьютерной интеграции производства: сборник матер. Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2010. С. 5–10.

20. Свид. об отраслевой рег. разработки № 11361. Формирование оптимальной челночной траектории перемещения сельскохозяйственного летательного аппарата / Р. Б. Алтынбаев, Н. З. Султанов, С. Г. Хибатуллин / М.: ОФАП ФГНУ «Госкоорцентр», 2008.

21. Свид. об отраслевой рег. разработки № 12208. Формирование оптимальной загонной траектории перемещения сельскохозяйственного летательного аппарата / Р. Б. Алтынбаев, Н. З. Султанов / М.: ОФАП ФГНУ «Госкоорцентр», 2009.

22. Свид. о рег. программного средства № 380. Формирование оптимальной челночной траектории перемещения сельскохозяйственного летательного аппарата / Р. Б. Алтынбаев, Н. З. Султанов, С. Г. Хибатуллин / Оренбург: УФАП ГОУ ОГУ, 2008.

23. Свид. о рег. программного средства №407. Формирование оптимальной загонной траектории перемещения сельскохозяйственного летательного аппарата / Р. Б. Алтынбаев, Н. З. Султанов / Оренбург: УФАП ГОУ ОГУ, 2009.

АЛТЫНБАЕВ Равиль Биктимурович

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
УПРАВЛЕНИЯ АВИАЦИОННЫМИ РАБОТАМИ
ПО ТЕРРИТОРИАЛЬНОМУ РАСПРЕДЕЛЕНИЮ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ
НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
(НА ПРИМЕРЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА)

Специальность: 05.13.06

Автоматизация и управление технологическими процессами
и производствами (в промышленности)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Подписано к печати 01.11.2011 г. Формат 60×84 1/16.
Бумага офисная. Печать плоская. Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л. 1,0. Уч.-изд. 1,0.
Тираж 100 экз. Заказ № 348.

ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный
технический университет
Центр оперативной полиграфии
450000, Уфа-центр, ул. К. Маркса, 12