

УДК 629.7(043.3)

UDC 629.7(043.3)

**СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ  
НА ОСНОВЕ МОНИТОРИНГА  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ  
ПРОИЗВОДСТВА АВИАЦИОННО-  
ХИМИЧЕСКИХ РАБОТ**

**SYSTEM OF QUALITY MANAGEMENT  
ON THE BASE OF TECHNOLOGICAL  
PARAMETERS PRODUCTION MONITORING  
OF AVIATION-CHEMICAL WORKS**

Дибихин Константин Юрьевич  
кандидат технических наук

Dibikhin Konstantin Yurievich  
Cand. Tech. Sci.

*Аэрокосмический институт ГОУ ВПО  
«Оренбургский государственный университет»,  
Оренбург, Россия*

*Space institute "Orenburg State University",  
Orenburg, Russia*

В статье представлена проблематика, обусловленная необходимостью соблюдения технологических и экологических нормативов при производстве авиационно-химических работ, отличительными чертами которых являются, с одной стороны - высокая эффективность с другой - нецелесообразное внесение химикатов с несоблюдением нормативов экологической надежности. Анализ классических показателей качества управления, определение базового показателя - точности и методов достижения его эффективных значений позволяет сконфигурировать структурно-функциональную схему автоматизированной системы управления качеством, позволяющей осуществлять управление на основе трехмерной модели подстилающей поверхности в реальном масштабе времени.

The problematic caused by necessity of technological and ecological specifications observance under manufacturing of aviation-chemical works which distinctive features are, from one hand - high efficiency, and with another hand – non objective introduction of chemicals with non-observance of guidelines of ecological reliability is presented in the article. The analysis of classical parameters of management quality, determination of basic parameter - accuracy and methods of its effective values achievement allows to configure the structurally functional scheme of the automated control system of the quality, allowing to carry out management on the basis of three-dimensional model of a spreading surface in real scale of time.

Предлагаемая статья является развитием концепций, подходов и положений, сформулированных автором в работе [1], где для отображения практического аспекта моделирования технологического процесса производства авиационно-химических работ (АХР), проведена его подробная детализация. Реализуемая технология представлена в двух уровнях - последовательной совокупностью авиатехнологии, определяющей средства доставки, и агротехнологии, определяющей средства и способы внесения химикатов. На основе сформулированного подхода сконфигурирована двухуровневая структурная модель технологического процесса производства авиационно-химических работ, приведенная на рисунке 1.

Выходные параметры двухуровневой структурной модели представлены показателями качества химической обработки сельскохозяйственного полигона. Необходимость идентификации показателей качества обработки представлена проблематикой, обусловленной необходимостью соблюдения технологических и экологических нормативов при производстве авиационно-химических работ авиационным специализированным комплексом (АСК).

Анализ совокупности концепций, подходов и методов, направленных на повышение эффективности управления производством АХР показал, что в основе достижения достаточной эффективности и экологической безопасности лежит построение оптимальных тактических схем проведения локальных технологических операций средствами доставки с применением средств внесения - химических препаратов. Отличительными чертами их использования являются, с одной стороны - высокая эффективность и избирательность при оптимальных нормах расхода и точности внесения, с другой - нецелевое воздействие с несоблюдением нормативов экологической надежности.

Основной мерой противодействия нецелевому внесению химикатов является выстраивание оптимальных технологических схем, позволяющих избежать побочных эффектов от проведения агрохимических мероприятий средствами авиации - экологического загрязнения атмосферного воздуха, водоемов и растительного покрова.

Возможности моделирования локальных технологических операций ограничены в связи с наличием ряда влияющих факторов, обусловленных особенностями конкретного сельскохозяйственного полигона. Приводя характеристику трудно прогнозируемых факторов, необходимо отметить: отсутствие надежных естественных ориентиров, неблагоприятные метеорологические условия (ограничение видимости, ветровая нагрузка). Перечисленные негативные факторы не позволяют даже при тщательно

спланированной технологической схеме выдерживать оптимальную траекторию перемещения средства доставки над обрабатываемым полигоном.

Эффективность управления оценивается классическим обобщенным показателем - качеством управления, определяемым на основе его оценки по ряду следующих основных показателей: точности, быстродействия и устойчивости. Поэтому разрешение представленной проблематики возможно путем достижения цели исходя из анализа классических показателей качества управления, а также следующего за этим выбора основного, базового показателя [2]. Исходя из того, что целью проводимых исследований является повышение точности отслеживания оптимальной траектории перемещения средства доставки, и, как следствие, точность внесения средств воздействия, в качестве базового показателя следует принять точность.

Обеспечение достаточной точности отслеживания оптимальной траектории может быть достигнуто путем агрегатирования бортового компьютера средства доставки с нашедшими широкое применение спутниковыми, наземными или мобильными навигаторами. В целях повышения точности возможно комплексное использование перечисленных навигационных систем. Их общей особенностью является использование оцифрованных карт, различия которых заключаются в форме представления информации: векторизованное, растровое и др. Данное противоречие не имеет решающего значения, поскольку различия формы представления информации могут быть преодолены путем решения частной инженерной задачи - обеспечения логического или физического интерфейса на основе конвертирования и последующей адаптации.

Использование оцифрованных карт подстилающей поверхности следует концепции автоматизации, сформулированной автором в работе [1] и направлено на автоматизацию подготовительных операций,

обеспечивающих готовность авиационного специализированного комплекса. Средства автоматизации подготовительных операций представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Средства автоматизации подготовительных операций

	Подготовительные операции	Средства автоматизации
1	2	3
1	Поступление заявки на производство АХР	Пакеты прикладных программ, электронная почта
2	Согласование со станцией защиты растений	Информационно-поисковая система, электронная почта
3	Финансирование областной администрацией	Электронная почта, факс
4	Обследование обрабатываемых площадей	Информационно-поисковая система, <b><u>оцифрованные карты</u></b>
5	Составление программы работ по хозяйствам	Информационно-поисковая система
6	Подготовка наземного комплекса	Пакеты прикладных программ
7	Составление летного задания	Экспертная система
8	Планирование используемой технологии	Экспертная система
9	Подготовка с/х летательного аппарата	Пакеты прикладных программ
10	Подготовка с/х оборудования	Пакеты прикладных программ
11	Подготовка летного состава	Экспертная система

Принципы получения двумерного оцифрованного изображения описаны в работе [3], где была поставлена задача создания аналитического и методологического аппарата для распознавания полей цветности на снимках подстилающей поверхности, полученных с искусственных спутников Земли. Использование двумерных оцифрованных карт позволяет после прокладки на них оптимальной траектории перемещения средства доставки расставить виртуальные контрольные точки - реперы.

Координаты контрольных точек через определенные промежутки времени сравниваются с физическими координатами средства доставки, что определяет скорость его перемещения и величину погрешности, являющейся возмущающим воздействием на систему управления. Плотность распределения контрольных точек может выбираться в зависимости от размеров обрабатываемого полигона, маневренности средства доставки, определяющей число заходов, разворотов и доворотов.

Построение системы управления качеством на основе описанных принципов возможна для двумерной модели, поскольку реализует свои функции в горизонтальной плоскости. Но реальная подстилающая поверхность представлена совокупностью специфических географических особенностей: склонов, возвышенностей, естественных и искусственных препятствий. Наличие этих факторов приводит к необходимости их учета и перехода к трехмерной модели картографирования, представленной на рисунке 2. Описание концепций, подходов и методов, используемых при создании и обработке трехмерных моделей, представлено в работе [4]. При использовании трехмерной модели следует наряду с координатами считывать значения высоты над подстилающей поверхностью. Это приводит к необходимости решения частной задачи ввода и обработки возмущающего воздействия, вызванного перепадом высот.

С учетом вышеизложенного предлагается процесс управления качеством производства АХР осуществлять на основе мониторинга технологических параметров, включающих возмущения: направление и скорость ветра, высоту перемещения средства доставки.

В работе [5] отмечено, что оставленные задачи контроля и управления технологическими процессами связаны с проблемами многопараметрической оптимизации, объектом которой является технологическая операция с  $m$  управляемыми входами  $x_1, x_2, \dots, x_m$  или  $[X = (x_1, x_2, \dots, x_m)]$ , при помощи которых производится оптимизация. На

технологический процесс воздействуют неуправляемые и неконтролируемые факторы  $e = e_1, e_2, \dots, e_i$  в соответствии с принципиальной схемой управления, приведенной на рисунке 3.

Выходные показатели, характеризующие технологический процесс, представлены вектором критерия качества  $Y$

$$Y = \{ Y_1(X, e), Y_2(X, e), \dots, Y_s(X, e) \}. \quad (1)$$

Управляемые переменные  $x_i, i = \overline{1, m}$  независимы друг от друга в процессе оптимизации и могут изменяться в заданных пределах

$$x_{i \min} \leq x_i \leq x_{i \max} \quad (2)$$

Эти переменные характеризуют режимы функционирования технологического процесса (координаты, скорость, высоту и др.). Критериями качества выбираются такие, которые необходимо улучшить (привести к экстремуму-максимуму или минимуму) путем выбора управляемых переменных.

Неуправляемые факторы  $e_j, j = \overline{1, l}$  обусловлены стохастичностью и создают неопределенность. Имеется  $p$  входов (показателей  $h_j, k = \overline{1, p}$ ), определяемых возмущениями.

Создание автоматизированной системы управления качеством связано с необходимостью выбора принципа управления. Этот выбор следует осуществлять на основе учета перечисленных выше влияющих факторов, обусловленных неопределенностью и неуправляемых факторов, определяемых возмущениями. Исходя из разнообразия представленных факторов, наиболее целесообразным представляется выбор принципа комбинированного управления, описанного в [6]. Этот принцип

управления позволяет достигнуть наилучших показателей качества в сравнении с другими. Структурная схема, реализующая принцип комбинированного управления, представлена на рисунке 4.

На основе принципиальной схемы управления и структурной схемы, реализующей принцип комбинированного управления, сконфигурируем структурно-функциональную схему системы управления качеством производства АХР, представленную на рисунке 5.

Целевой функцией  $Y_{ц}$  автоматизированной системы управления качеством является мониторинг и выдерживание заданной траектории перемещения средства доставки. Информация об отклонениях, превышающих допустимые нормативами, через датчики обратной связи и преобразующее устройство обратной связи в виде координат средства доставки, считанных с навигатора, поступает на сравнивающее устройство параллельно с данными о заданной траектории перемещения. При наличии значительных отклонениях сравнивающее и исполнительное устройства формируют управляющее воздействие  $U$  на бортовой компьютер средства доставки для корректировки курса.

Наряду с данными о координатах средства доставки, поступающих по цепи обратной связи, на систему управления воздействуют возмущения, представленные информацией с датчиков о возмущениях, включающих: географические факторы - высоту; метеорологические факторы - скорость и направление ветра.

Представленная на рисунке 5 структурно - функциональная схема ориентирована на использование двухмерной оцифрованной карты, поэтому данные, поступающие от датчика высоты - высотомера отнесены к информации о возмущениях. При использовании оцифрованной карты, полученной на основе трехмерной модели подстилающей поверхности, необходимо данные о высоте передавать по цепи обратной связи на сравнивающее устройство наряду с координатами.

## **Выводы**

Результаты анализа и проведенные исследования, посвященные проблеме управления качеством производства авиационно-химических работ, позволяют сделать следующие выводы:

1 Реализация технологических летных операций, обусловлена рядом побочных эффектов от проведения агрохимических мероприятий средствами авиационного специализированного комплекса - экологическим загрязнением атмосферного воздуха, водоемов и растительного покрова.

2 Анализ концепций, подходов и методов, направленных на повышение эффективности управления производством АХР показал, что в основе достижения достаточной эффективности и экологической безопасности лежит построение оптимальных тактических схем проведения локальных технологических операций средствами доставки с применением средств внесения - химических препаратов.

3 Возможности моделирования локальных технологических операций ограничены в связи с наличием влияющих факторов, обусловленных особенностями конкретного сельскохозяйственного полигона: отсутствия надежных естественных ориентиров, неблагоприятных метеорологических условий (ограничение видимости, значительная ветровая нагрузка).

4 Эффективность управления оценивается обобщенным показателем - качеством управления, определяемым на основе его оценки по следующим основным показателям: точности, быстродействию и устойчивости. Исходя из того, что целью проводимых исследований является повышение точности отслеживания оптимальной траектории перемещения средства доставки, и точность внесения средств воздействия, в качестве базового показателя следует принять точность.

5 Обеспечение точности отслеживания оптимальной траектории может быть достигнуто путем агрегатирования бортового компьютера средства доставки со спутниковыми, наземными или мобильными навигаторами. Их общей особенностью является использование оцифрованных карт.

6 Поверхность сельскохозяйственного полигона представлена, наличием специфических географических особенностей: склонов, возвышенностей, естественных и искусственных препятствий. Наличие географических особенностей или факторов приводит к необходимости их учета и перехода к трехмерной модели картографирования полигона.

7 Процесс автоматизации управление качеством производства авиационно-химических работ предложено проводить на основе мониторинга технологических параметров, включающих направление, скорость и высоту перемещения средства доставки.

8 Создание автоматизированной системы управления качеством связано с необходимостью выбора принципа управления, осуществляемого на основе учета влияющих факторов, обусловленных неопределенностью и неуправляемых факторов, определяемых возмущениями. Исходя из разнообразия представленных факторов, наиболее целесообразным представляется выбор принципа комбинированного управления.

9 На основе принципиальной схемы управления и структурной схемы, реализующей принцип комбинированного управления, сконфигурирована структурно-функциональная схема автоматизированной системы управления качеством производства авиационно-химических работ. Структурно - функциональная схема ориентирована на использование двумерной оцифрованной карты.

10 Наряду с данными о координатах средства доставки, поступающих по цепи обратной связи, на систему управления воздействуют возмущения, представленные информацией с датчиков о

возмущениях, включающих: географические факторы - высоту; метеорологические факторы - скорость и направление ветра. При использовании оцифрованной карты на основе трехмерной модели, необходимо данные о высоте передавать по цепи обратной связи на сравнивающее устройство наряду с координатами. Это позволит реализовать структурно-функциональную схему системы управления качеством, позволяющей осуществлять управление на основе трехмерной модели подстилающей поверхности.

#### Список литературы

1 Дибихин, К.Ю. Повышение эффективности управления производством авиационно-химических работ : Дисс. ... канд. техн. наук : 05.13.06 / К.Ю. Дибихин. - Оренбург, 2007. - 165 с.

2 Дибихин, К.Ю. Повышение эффективности управления специализированным технологическим комплексом на основе метасистемного подхода / К.Ю. Дибихин. Электр. научн. - инф. журнал МФТИ. - М. : Концепт. - 2006. - №.5. - Режим доступа: <http://www.supir.ru/j5s1.html>

3 Дибихин, К.Ю. Геоинформационная подсистема распознавания элементов подстилающей поверхности на основе аэрокосмических технологий / К.Ю. Дибихин, М.А. Коротков. Сб. матер. всероссийск. научн. - практ. конф. с междунар. участием «Водохозяйственные проблемы и рациональное при-родопользование». Часть 2 : Рациональное природопользование / под общ. ред. А.Я. Гаева, П.В. Панкратьева. - Пермь, Типография ПГУ : - 2008. - С. 92-96.

4 Тикунов, В.С. Моделирование в картографии / В.С. Тикунов. - М. : Издательство МГУ, 1997. - 405 с.

5 Булгаков, С.С. Автоматизированный тестовый контроль производства. / С.С. Булгаков, Д.Б. Десятов, С.А. Еремин и др. - М. : Радио и связь, 1992. - 126 с.

6 Пищухин, А.М. Автоматизация на основе мультиструктурных систем / А.М. Пищухин. - Оренбург : ОГУ, 2001. - 258 с.