

УДК 629.7(043.3)

## СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ АВИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКИХ РАБОТ

Дибихин К. Ю., – к. т. н.

*Аэрокосмический институт ГОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»*

Производство авиационно-химических работ для обработки объектов сельского хозяйства требует новых подходов к их организации, основанных на замене локальных технологических схем разработкой ряда стратегий. Наиболее важным в техническом отношении этапом при выстраивании стратегии является сбор оперативной информации об объемах и формах поражения сельскохозяйственных массивов.

Manufacture of air-chemical activities for machining objects of an agriculture demands new approaches to their organization, the local flow diagrams set up by replacement by development of some strategy. The most important technically a stage at forming strategy is the tax of a current information about volumes and forms of a defeat of agricultural masses.

Ключевые слова: СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВО АВИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКИЕ

С развитием методов и средств защиты объектов сельского и лесного хозяйства, создаваемых на основе использования новых технологий, в развитых государствах особое внимание уделяется системам управления производствами, поставленными на промышленную основу.

Стремление повысить эффективность управления производством авиационно-химических работ связано с исследованиями, проводимыми в направлении автоматизации процессов управления, замены методов принятия решений, ориентированных на решение тактических задач методами, позволяющими разработку и реализацию решений стратегического плана.

### **1. Классификация влияющих факторов**

Качество принимаемых органами управления решений во многом определяется точностью прогноза развития локальных экологических ситуаций. Прогнозирование осуществляется в условиях недостаточности, неопределенности, а иногда и противоречивости исходной информации.

Значительную неопределенность в процесс принятия решения относительно выбираемой технологии вносит ряд разнородных факторов:

1. Естественные, природные факторы:

- сложная топография (рельеф) местности;
- высота над уровнем моря;
- метеорологическая обстановка (перепады температур, преобладающие направления ветров, количество выпадающих осадков);
- конфигурация обрабатываемых участков;
- разноудаленность обрабатываемых участков.

2. Техногенные факторы:

- промышленные и гражданские высотные здания;
- промышленные сооружения (фабричные и заводские трубы, линии электропередач).

3. Экологические факторы:

- наличие вблизи обрабатываемых участков рек, озер, водохранилищ;
- наличие вблизи обрабатываемых участков санаториев, домов отдыха, пионерских лагерей;
- наличие вблизи обрабатываемых участков посадок культурных растений (земельные садово-огородные участки).

Необходимость учета перечисленных факторов приводит к необходимости выстраивания оптимальных тактических схем реализации технологических летных операций, носящих локальный характер. Данная тематика отражена в работах [1; 2].

Попытки перенести опыт производства АХР в конкретных хозяйствах на областной, а тем более на региональный уровень, как правило, обречены на неудачу, это обусловлено спецификой их хозяйственной деятельности и географическими особенностями. Сложившееся положение осложняется возникающей потребностью в

решении ряда задач, выходящих за рамки внутривладельческих, районных и даже региональных интересов.

Необходимость решения таких задач находится в глубоком противоречии с необходимостью соблюдения интересов субъектов рынка сельскохозяйственной продукции и, в конечном счете, обусловлена их финансовым благополучием. Сложившееся положение приводит к необходимости централизации или, по крайней мере, координации их управленческой и финансовой составляющих.

В настоящее время разработкой концепций производства АХР занимается НИИ ПАНХ, являющийся подразделением ОАО НПК «ПАНХ», включающего ряд подразделений, определяющих и осуществляющих политику их взаимодействия. Однако следует учитывать тот факт, что опыт и технологические наработки научно-производственной компании «ПАНХ», регионально закреплённой в сравнительно благополучных географической и климатической зонах, малоприспособлен для использования, например, в Оренбуржье, расположенном в зоне рискованного земледелия.

Для приблизительной оценки многообразия влияющих факторов остановимся подробнее, в качестве примера, на специфических региональных особенностях Оренбургской области [3], учитывая, что, она граничит с Казахстаном, одной из крупнейших в промышленном и сельскохозяйственном отношении стран ближнего зарубежья при значительной протяженности общей границы.

## **2. Специфические региональные особенности Оренбургской области**

По объёму и разнообразию производимых АХР Оренбургская область включена во входящее в ряд самых крупных - Приволжское управление.

Проведенный анализ потребности в АХР по Оренбургской области показал, что, несмотря на сложные экономические условия, АХР <http://ej.kubagro.ru/2007/07/pdf/03.pdf>

проводятся наряду с наземными средствами в соотношении от 20 % до 94 %.

Фактически потребность Оренбургской области по обработке посевов сельскохозяйственных культур гербицидами и десикантами составляет на сегодняшний день 500...750 тыс. гектаров, из которых более 50 % должны проводиться авиационной техникой.

Сравнительный объем работ по борьбе с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур в хозяйствах Оренбургской области показал наличие таких видов АХР, которые могли бы быть проведены при наличии достаточного количества авиационной техники, начиная с 1992 года.

С введением в земледелие больших поливных площадей в районах Поволжья и Урала, возрастает роль авиационной подкормки сельскохозяйственных культур во время всего периода вегетации. В засушливых зонах Поволжья и Южного Урала для неполивного возделывания зерновых культур перспективной является авиапрополка, сокращающая количество механических обработок, за счет чего лучше сохраняется структура почвы и ее водный режим.

Все большее внимание заслуживает такой вид АХР, как внекорневая авиаподкормка озимой и яровой пшеницы, посевов гороха, от которой, наряду с прибавкой в урожае, значительно улучшается качество зерна, особенно сильных пшениц, за счет увеличения содержания в нем клейковины 4...6 %.

Возрастает роль проводимой авиацией внекорневой подкормки кукурузы, возделываемой на силос. Такая подкормка увеличивает содержание протеина, чего недостает для кормовой полноценности зеленой массы данной культуры.

По мнению специалистов отдела ПАНХ Оренбургского объединенного авиаотряда перспективными направлениями применения АХР в регионе считаются:

- применение малообъемного (МО) и ультрамалообъемного (УМО) опрыскивания;
- применение комбинированных химических компонентов;
- повышение экологической точности внесения;
- применение комбинированного способа обработки;
- автоматизация технологического процесса;
- механизация подготовки и погрузки химикатов.

К региональным особенностям производства АХР в Оренбургской области относятся:

- повышенная норма расхода жидкости в химикатах из-за низкой относительной влажности в дневное время суток в сезон применения;
- сравнительно высокая среднесуточная разница температур окружающей среды, снижающая производительность СЛА;
- большие высоты разворотов и перелетов, связанные с наличием холмистой и пересеченной местности и линий электропередач;
- наличие сети мелких населенных пунктов и связанные с этим экологические ограничения по эксплуатации;
- высокая степень запыленности воздуха.

Специфические региональные особенности обусловлены, прежде всего, географическими, метеорологическими и экологическими факторами.

Географические факторы: средняя высота над уровнем моря колеблется у нулевой отметки; в виду преимущественно равнинной местности преобладают участки сельскохозяйственного назначения большой протяженности; на равнинных территориях произрастают, как правило, однолетние травы; высокорослые растения на равнинных

территориях представляют собой искусственные лесополосы; естественные лесные массивы сосредоточены в поймах рек.

Метеорологические факторы: метеорологические факторы региона обусловлены резко континентальным климатом со значительными колебаниями сезонных температур; ввиду отсутствия естественных преград скорость ветра может достигать значительных величин; в период весеннего таяния снега поймы рек и низко расположенные участки затапливаются талыми водами.

Экологические факторы: интенсивная эксплуатация нефтяных и газовых месторождений; деятельность предприятий, занимающихся переработкой нефти и газа; использование тепловозной тяги при железнодорожных перевозках.

В свою очередь, несоблюдение норм производства АХР, использование устаревших технологий, нарушения технологических режимов зачастую приводят к непоправимым экологическим последствиям. В 1995...98 годах зарегистрировано свыше 60 случаев нарушения норм и правил производства АХР: использование несертифицированной авиационной техники, непромышленного бортового сельскохозяйственного оборудования, неапробированных технологических приемов, повлекших экологический ущерб.

Экологические требования к АХР ужесточаются, и многие страны Европы отказываются от применения АХР без соответствующих систем автоматики и автоматизации, обеспечивающих высокую экологическую безопасность и экономическую эффективность производимых АХР.

Системному анализу авиационной специализированной системы (АСС) для производства АХР в целом и применению средств внесения химикатов значительное внимание уделено в работе [4]. При этом основное внимание было уделено моделированию летной операции при исследовании процессов, связанных с применением системного подхода

для решения проблемных задач, стоящих перед подсистемами АСС, в том числе, методам внесения химикатов. Т.е., усилия ученых и практиков традиционно были сосредоточены на разработке локальных тактических схем, технологий и методов. Единовременные выгоды и выигрыш во времени, при этом, позволял позитивно оценивать полученные результаты и исключал необходимость разработки глобальной стратегии производства АХР, обусловленную известной проблематикой, хотя и, безусловно, сулящую в перспективе значительную выгоду.

Согласно [5], под стратегией  $s$  понимается правило или набор правил, предписывающих определенные действия на каждом этапе процесса принятия решения. Формализация этого понятия позволяет определить стратегию  $s$  как функцию от имеющейся в данный момент информации и принимающая значения на множестве альтернатив. Представляя данные альтернативы компонентами вектора  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , опишем любую стратегию выражением

$$s_n = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (1)$$

где  $S_n$  -  $n$  - я выбранная или выстроенная стратегия.

Индекс  $n$  в обозначении стратегии показывает, что она может быть обусловлена множеством способов действия [6]. Таким образом, мы имеем дело с множеством возможных стратегий  $S$ . При этом будем рассматривать

элементы множества  $\{s_1; s_2; \dots; s_n\}$  как подмножества, на том основании, что каждый элемент множества  $S$  характеризуется рядом параметров:

- порядковым номером;
- наименованием;
- задействованными при реализации стратегии подсистемами;

- степенью участия задействованных подсистем;
- сроками реализации и т.д.

Тогда выражение (1) можно записать в следующем виде:

$$S = f(X), \quad (2)$$

Т.е., выражение (2) показывает, что множество стратегий определяется как функция от множества альтернатив.

### **3. Проблематика задач, лежащих в основе выстраиваемой стратегии**

Осознанный выбор или целенаправленное выстраивание любой стратегии в конечном счете сводится к оценке возможных противодействий, препятствующих ее реализации и развитию, и является одним из важнейших элементов организации АХР, проводится на этапе оценки обстановки и обеспечивает научную обоснованность принимаемых решений путем получения количественно-качественных показателей [7].

Сбор, анализ и оценка информации средствами приобретения и обработки информации (СПОИ), являющимися неотъемлемой компонентой АСС, согласно [3], о текущей обстановке должны осуществляться непрерывно. При этом наиболее важная информация о распространении очагов поражения должна собираться и анализироваться в реальном масштабе времени. В связи с тем, что оценкой площади и распространении очагов поражения занимаются специальные штабы, созданные при ПАНХ в этом процессе выделяют три этапа:

- прогнозирование масштаба и характера поражения;
- моделирование развития ситуации по результатам прогноза;
- учет результатов прогнозирования при моделировании возможного развития ситуации [5].



Поскольку результаты прогнозирования используются как для моделирования возможного развития ситуации, так и, непосредственно, при принятии решений, можно сделать вывод о том, что прогнозирование занимает центральное место в общей схеме оценки возможных затрат и потерь.

Прототипом программного комплекса, осуществляющего прогнозирование объемов и условий производства АХР, может служить экспертная система поддержки принятия решения «КООРДИНАТОР 2000» [8], подсистема прогнозирования которой построена на полиномиальных регрессионных моделях [9].

Как было показано выше, прогнозированию, позволяющему выстраивать наиболее выгодную стратегию, предшествует сбор и обработка информации, поступающей от различных источников в реальном масштабе времени. В плане анализа концепций, остановимся на системах сбора информации, с анализом ряда технических решений.

#### **4. Анализ концепций сбора информации**

В общем объеме информации, подлежащей получению, обработке и хранению с целью принятия адекватных мер по обеспечению контроля над развитием ситуации решающее значение имеет информация о площади и географическом положении очагов поражения.

##### **4.1. Использование космических средств наблюдения**

В системе сбора информации большое значение имеет использование космических средств наблюдения, что не умаляет необходимости дальнейшего развития обычных методов (наземных, самолетных, аэростатных) [10].

Детально разработана в настоящее время методика анализа спутниковых изображений с целью изучения пространственной структуры

подстилающей поверхности. Важным средством слежения за подстилающей поверхностью являются радиолокаторы бокового обзора (РБО). Радиолокационные станции с синтезированной аппаратурой (РСА), обеспечивают очень высокое пространственное разрешение (около 25 м). Контрасты яркости в видимой области спектра позволяют выявлять области поражения с высокой степенью надежности.

Наиболее содержательной является информация в форме полей яркости, относящихся к различным участкам длин волн – от ультрафиолетового до радиодиапазона, которая допускает как количественную интерпретацию (путем автоматизированной обработки данных на ЭВМ), так и качественный анализ визуализированных данных в форме изображений.

Возрастающий интерес к использованию космических средств наблюдения для слежения за окружающей средой и изучения природных ресурсов стимулировал разработку разнообразных методов исследования Земли из космоса. Появились специализированные метеорологические, ресурсные, океанографические, геодезические, геодинамические и другие спутники, решающие задачи, относящиеся к соответствующим наукам о Земле. Анализ всей совокупности рассматриваемых задач показывает, однако, что существующие космические системы наблюдения земной поверхности далеки от оптимальности и достаточно затратно.

Большинству орбитальных спутниковых группировок для наблюдения за земной поверхностью присущи следующие недостатки:

- значительная высота орбиты - до 1000 и более км, что позволяет получать лишь мелкомасштабные изображения;

- высокая стоимость аренды оборудования для приема спутниковой информации;

- сложность приема микроволновых изображений (метеорологические спутники серии «Нимбус» с частотой передаваемого

сигнала от 19 до 37 ГГц) вследствие высокой стоимости оборудования станции приема сигналов.

Наиболее перспективным представляется использование информации с метеорологических спутников NOAA (США) в силу ее относительной доступности. В пользу этого говорят следующие соображения:

- спутники этой орбитальной группировки движутся по сравнительно низким (870 км) полярным орбитам, что обеспечивает ширину захвата земной поверхности, достаточную для анализа получаемых изображений;

- численность группировки (NOAA 12 - NOAA 18) позволяет снимать информацию со спутников с необходимой периодичностью (не менее 4-х раз в сутки);

- сравнительно низкая частота принимаемого сигнала (137,5 - 138,5 МГц);

- использование широко распространенной частотной модуляции принимаемого сигнала;

- возможность использования свободно распространяемой версии программы для декодирования сигналов WxSAT;

- возможность использования свободно распространяемой версии программы для декодирования сигналов WxTrak;

- невысокая стоимость программно-аппаратного комплекса станции приема сигналов со спутника;

- возможность получения изображений в видимом и инфракрасном диапазонах.

#### 4.2. Использование аэрофотоснимков

Использование аэрофотоснимков нашло широкое распространение при производстве топографических и геодезических работ. Это

обусловлено их высоким качеством вследствие использования высокоточной аппаратуры, специальных методов производства аэрофотосъемки и ее тщательного планирования [11].

К недостаткам при использовании аэрофотоснимков следует отнести:

- невозможность получения оперативной информации вследствие того, что значительное время занимают подготовка и планирование аэрофотосъемки, (при производстве топографических и геодезических работ это не имеет решающего значения);

- высокая стоимость одного летного часа и материалов, используемых при аэрофотосъемке;

- ограниченный доступ к материалам аэрофотосъемки.

#### 4.3. Использование снимков с малоразмерных летательных аппаратов

Малоразмерные летательные аппараты (МЛА) в последнее время нашли широкое распространение. К ним следует отнести мотодельтапланы, легкие планеры, крупно- и среднемасштабные авиационные модели [12].

С недавнего времени малоразмерные летательные аппараты применяются как средства наблюдения за земной поверхностью:

- патрулирование автотранспортных магистралей;

- патрулирование линий газопроводов;

- патрулирование лесных массивов;

- производство АХР.

Преимущества использования МЛА заключаются в следующем:

- нет необходимости в организации авиационно-технической базы (АТБ) и взлетно-посадочной полосы (ВПП);

- малая трудоемкость доставки к месту временного базирования;

– нет необходимости в привлечении к работам летного состава с высокой квалификацией;

– возможность использования МЛА в беспилотном варианте [12].

Обследование подстилающей поверхности МЛА может осуществляться с высоты от сотни метров до 2–3 тысяч метров. На беспилотные варианты МЛА устанавливаются фото- или видеокамеры. При обследовании местности со столь малых высот нет необходимости накладывать жесткие ограничения на разрешающую способность фото- и видеотехники. Использование таких летательных аппаратов целесообразно при уточнении границ областей поражения сельскохозяйственных и лесных массивов вредителями.

### **5. Общая концепция выстраивания стратегии**

Следует отметить, что выбор или выстраивание стратегии лишены всякого смысла при производстве АХР на одном или отдельно взятых участках. Преимущества стратегического подхода состоят не только и не столько в возможности своевременной обработки площади поражения, но и в возможности локализации выявленных очагов. Это позволит избежать поражения находящихся поблизости участков, грамотно выстраивая последовательность обработки очагов поражения с учетом:

- нахождения поблизости естественных препятствий (реки, горы);
- нахождения поблизости искусственных препятствий (постройки, водохранилища);
- направления и скорости ветра;
- расположения стационарных АТБ;
- расположения заброшенных или полевых аэродромов;
- нахождения поблизости участков земной поверхности, пригодных для организации временных АТБ и полевых аэродромов.

Подводя итоги, следует сделать выводы о том, что существуют:

- доступные и невысокие по стоимости технические средства сбора информации с обследуемых площадей;
- прототипы системы поддержки принятия решения, ориентированные на обработку информации, сопровождающей производство АХР и обеспечивающие возможность выдачи прогнозов;
- региональные подразделения ПАНХ, способные осуществлять координирующие и диспетчерские функции.

### **Выводы**

Анализ технических решений [10] позволяет сделать ряд следующих принципиально важных выводов:

1. Наиболее содержательной является информация в форме полей яркости, которая допускает как количественную интерпретацию, так и качественный анализ визуализированных данных в форме изображений.
2. Математическая некорректность задач дистанционного зондирования подстилающей поверхности определяет необходимость сочетания спутниковых и обычных методов наблюдений для уточнений и получения калибровочных массивов информации (наземных, самолетных).
3. Задачи распознавания природных объектов успешнее всего решаются на основе использования изображений в той или иной области спектра.

В заключение сформулируем ряд частных задач, определяющих проблематику исследуемой предметной области:

1. Обеспечение единого информационного пространства для оперативной передачи данных (на областном, региональном уровнях).
2. Создание распределенной базы данных (на областном, региональном уровнях).
3. Разработка автоматизированных методов распознавания изображений с космических снимков, аэрофотоснимков и снимков с МЛА.

4. Разработка и изготовление действующей модели МЛА с фото- или видеокамерой, а также системой передачи информации.
5. Разработка и создание программно-аппаратного комплекса для приема информации со спутников серии NOAA.

### Литература

1. Султанов, Н.З. К вопросу об автоматизации технологических режимов проведения авиационно-химических работ: материалы V российской научно-технической конференции «Прогрессивные технологии в транспортных системах» / Н.З. Султанов, С.Г. Хибатуллин. - Оренбург : ОГУ, 2002. - С. 145.
2. Дибихин, К.Ю. Определение типоразмера сельскохозяйственного летательного аппарата для производства авиационно-химических работ / К.Ю. Дибихин // Политематич. сетевой электр. научн. журн. КубГАУ. - Краснодар : КубГАУ, 2006, №.5 <http://ej.kubagro.ru/2006/05/pdf/26.pdf>.
3. Султанов, Н.З. Оптимизация технологий и парка машин для проведения сельскохозяйственных авиационно-химических работ. : авт. дис. докт. техн. наук : 05.20.01 : защищена 11.06.97 : утв. 3.10.1997 / Султанов Наиль Закиевич. - Оренбург, 1997. - 355 с.
4. Дибихин, К.Ю. Инновационные процессы в авиационно-химических работах - экологический аспект : монография. / В.А. Бондаренко, Р.Т. Абдрашитов, К.Ю. Дибихин, А.П. Локтионов, Б.А. Портников, Н.З. Султанов. - Оренбург : РИК ОГУ. - 1999. - 181 с.
5. Гусев, Ю.В. Стратегическое управление. / Ю.В. Гусев. - Новосибирск : НГАЭиУ. - 1997. - 119 с.
6. Кофман, А. Пошаговые методы принятия решений на моделях с неопределенностями / А. Кофман, Х. Алуха. - Минск : Скарына. - 1998. - 259 с.
7. Гвишиани, Д.М. Организация и управление. / Д.М. Гвишиани. - М. : МГТУ. - 1998. - 332 с.
8. Дибихин, К.Ю. Экспертная система поддержки принятия решения «КООРДИНАТОР 2000»: свидетельство о регистрации программного продукта № 3959 от 19 октября 2004 г. в ОФАП Госкооцентра информационных технологий МО России / К.Ю. Дибихин: - М. : ОФАП. - 2004. - 3125 кбайт.
9. Дибихин, К.Ю. Оптимизация временных параметров процесса технологической подготовки авиационного специализированного комплекса / К.Ю. Дибихин // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2006. - №10. - С. 371-375.
10. Барталев, С.А. Организация системы сбора и обработки спутниковых данных для мониторинга сельскохозяйственных районов: всероссийская конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» / С.А. Барталев, Д.М. Ершов, Е.А. Лупян [и др.]. - Москва : ИКИ РАН. - 2003. С. 26-29.
11. Воронков, Н.Н. Геодезия. Геодезические и фотограмметрические приборы : Справ. пособие / Н.Н. Воронков ; под ред. : В.П. Савиных, В.Р. Яценко. - М. : Недра. - 1998. - 428 с.
12. Иванов, Д.В. Новые технологии мониторинга протяженных объектов / Д.В. Иванов // Электр. научн. журн. «Беспилотная авиация». - М. : UAV.RU. - 2006. - №.4. - Эл. адрес : <http://uav.ru/ivanov.php>. Проверено 31.10.2006.