

УДК 631.3.075.7

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ВЫБОРА ТИПА ВОЗДУШНОГО СУДНА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АВИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКИХ РАБОТ

И. С. Костина, Оренбургский государственный университет

В настоящее время без обработки пестицидами сельскохозяйственных угодий практически невозможно обеспечить оптимальную урожайность сельскохозяйственных культур. При этом важным технологическим звеном агропроизводства в ряде регионов являются авиационно-химические работы (АХР). Для повышения их эффективности большое значение имеет наиболее рациональная организация производственного процесса, разработка и применение высокоточных авиационных технологий доставки средств защиты растений в агроценоз. С этой целью разработано «дерево целей» (рис. 1), на котором выделены наиболее значимые проблемы. Пока в числе нерешенных проблем следует назвать: неудовлетворительное качество внесения агрохимикатов; отсутствие современной, специализированной авиационной техники и сельскохозяйственного оборудования для высокоточного внесения химикатов; отсутствие комплексной программы развития АХР в направлении совершенствования способов обработки и применения «рациональных» типов воздушных судов и методов АХР [3, 4]. Актуальным остается решение следующих научных задач: аналитическое описание технологического процесса и моделирование АХР; определение влияния размера и конфигурации обрабатываемого угодья на производительность, приведенные затраты (стоимость обработки одного гектара), выбор эффективного типажа воздушных судов (ВС), их оптимальных типоразмеров, методы и способы внесения химикатов; определение влияния объема работ и способов обработки на состав и размерность парка ВС; выявление закономерностей влияния характерных параметров подсистем (обрабатываемого участка, способов обработки, методов внесения, эксплуатационных параметров ВС — скорость обработки, высота, системы навигации и

контроля) на эффективность проведения АХР.

В качестве основной концепции принято положение, что авиационная система для проведения АХР состоит из двух автономных, но в то же время взаимосвязанных подсистем: подсистемы ВС (самолеты и вертолеты) и подсистемы АХР (методы внесения, виды АХР, нормы внесения и конфигурации сельскохозяйственных угодий)

В качестве инструмента исследования в рамках решения указанных задач создана программа, представляющая собой технико-экономическую и технологическую модель производства АХР и оценки эффективности различных вариантов технологических параметров системы. С помощью программы реализовано аналитическое описание и моделирование технологического процесса проведения авиационно-химических работ для выявления закономерности влияния характерных параметров подсистемы АХР на экономическую эффективность.

Программа позволяет определить влияние объема работы и способа обработки на состав и размерность парка воздушных судов, а также формы и размеров поля на стоимость единицы технологической операции. В табл. представлены диапазон и шаг изменения, а также количество значений при исследовании характерных параметров подсистемы АХР. Здесь под коэффициентом удлинения поля λ понимается величина, указывающая на форму поля (у квадратного поля $\lambda=1$) и представляющая собой соотношение:

$$\lambda = \frac{l_2}{l_1} \quad (1)$$

где l_2 — длина рабочего гона над участком, м; $S_{поле}$ — площадь обрабатываемого поля, га.

Созданное программное средство дает возможность автоматизировать процесс выбора наиболее эффективного воздушного судна на данном виде АХР и при определенных технико-эксплуатационных условиях. Данная программа прошла апробацию и зарегистрирована в университетском фонде алгоритмов и программ Оренбургского государственного университета [5].

Программа состоит из трех связанных модулей, обеспечивающих: определение параметров производственно-технологического цикла; технико-экономический анализ эксплуатационных приведенных затрат; учет капитальных затрат и инвестиций в приведенных затратах. Программа позволяет автоматически строить графики зависимости влияния технологических параметров на выбранный критерий исследования — приведенные затраты (ПЗ).

Норма расхода химикатов на 1 га сельскохозяйственного угодья ($q_{хв}$), с одной стороны, зависит от метода обработки и вида АХР, с другой — влияет на загрузку химикатами воздушного судна ($m_{хв}$) и на маршруты полета, следовательно, существенным образом влияет на экономическую эффективность. Зависимость приведенных затрат (ПЗ) от нормы расхода химикатов, построенные с помощью программы, позволяют определить, каким типом воздушных судов обработка потребует меньших затрат. На графике видно (рис. 2), что при выбранных значениях исследуемых параметров (справа от графика) для метода обработки опрыскивание (показано на рис. 2, для других рисунков аналогично) при норме расходов химикатов от 30 до 115 кг/га целесообразнее

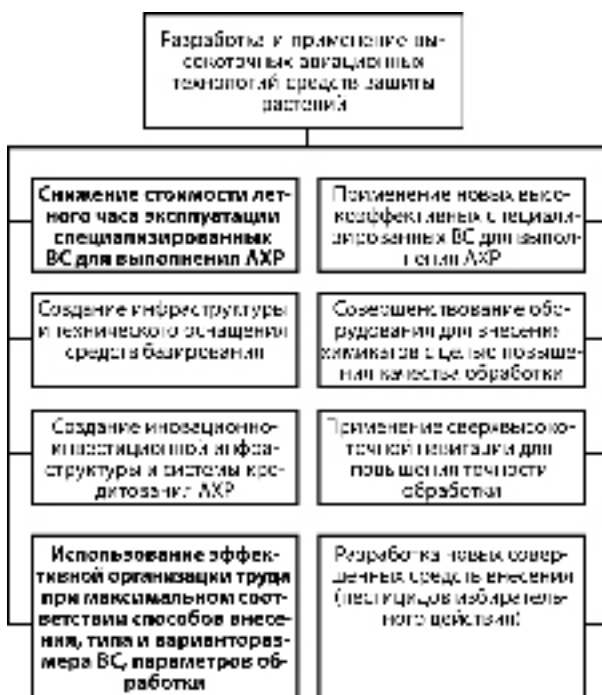


Рис. 1. «Дерево целей» повышения эффективности авиационно-химических работ

Характерные изменяемые и исследуемые параметры подсистемы АХР				
Параметр	Количество значений	Шаг изменения	Минимальное значение	Максимальное значение
Период окупаемости или возврата инвестиций ($T_{ок}$), лет	2	5	5	10
Год эксплуатации ВС ($T_{эксп}$), лет	3	5	1	10
Норма расхода химикатов ($q_{хм}$), кг/га	16	Неравномерно и неоднозначно, в зависимости от метода		
Дальность перелета от аэродрома до места проведения АХР ($L_{пер}$), км	6	Неравномерно	1	30
Длина рабочего гона над участком (l_r), м	6	Неравномерно	100	3000
Количество производственных дней (D), ед.	1	Неравномерно	10	90
Температура окружающей среды (t), °C	4	10	10	40
Высота обрабатываемой местности над уровнем моря (H_0), м	3	500	0	1000
Количество базирующихся ВС на одном аэродроме (НКМ) в регионе (N_0), шт.	2	Var	6	40
Масштабы проведения АХР (Q), га	4	Неравномерно	50000	1000000
Площадь обрабатываемого участка ($S_{поле}$), га	7	Неравномерно	1	10000
Коэффициент удлинения поля (λ)	9	Неравномерно	0,1	900

использовать вертолет, т.к. затраты при его использовании ниже. При норме расхода химикатов от 115 кг/га выгоднее использовать самолет, т.к. приведенные затраты при его использовании значительно ниже, чем при тех же условиях для вертолета. К сожалению, рамки статьи не дают возможность привести анализ результатов исследования в полном объеме. Поэтому результаты приводятся фрагментарно.

Сельскохозяйственные угодья различаются по площади ($S_{поле}$). Необходимо выявить закономерность влияния площади поля на приведенные затраты (ПЗ). Программа позволяет

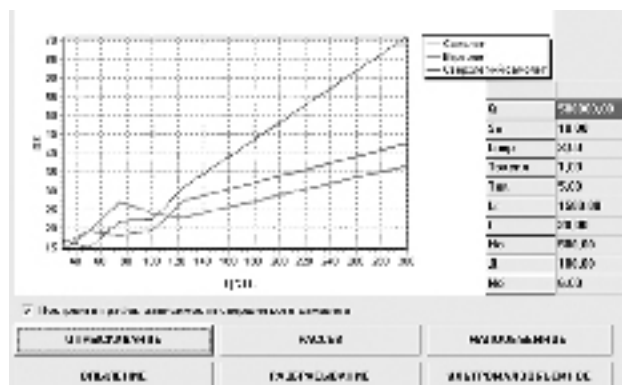


Рис. 2. Зависимость приведенных затрат на единицу технологической операции от нормы расходов химикатов

построить график и выбрать наиболее экономически эффективное воздушное судно для обработки поля определенной площади при заданных условиях обработки (входные параметры для расчетов и построения графика представлены справа на рис.). Пример приведен на рис. 3.

Построенный график позволяет утверждать, что при выбранных значениях входных параметров производственного цикла для площадей поля от 1 до 3 га намного выгоднее использовать сельскохозяйственный вертолет (СХВ), для полей площадью от 3 до 6 га — сельскохозяйственный самолет (СХС), от 6 до 15 га — предпочтительнее использовать для авиационной обработки вертолет, для полей площадью свыше 15 га — самолет.

Выбранная длина гона существенным образом влияет на производительность воздушного судна и на затраты обработки поля. Реализованная в программе возможность построения графика зависимости приведенных затрат от длины рабочего

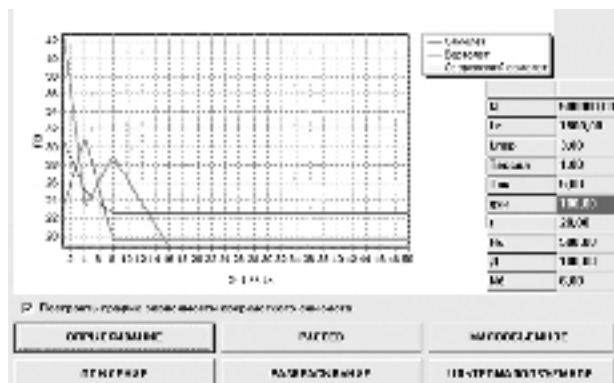


Рис. 3. Зависимость приведенных затрат на единицу технологической операции от площади поля

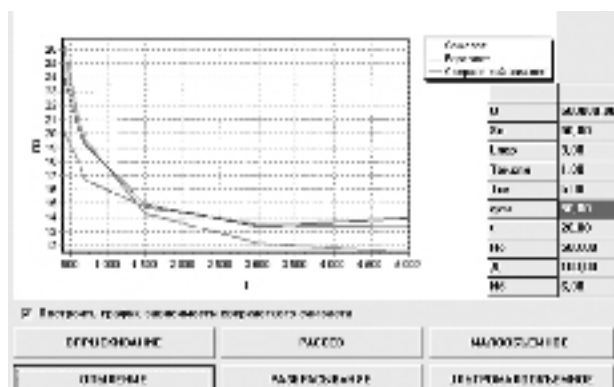


Рис. 4. Зависимость приведенных затрат на единицу технологической операции от длины рабочего гона над обрабатываемым участком

гона над обрабатываемым участком позволяет провести исследование влияния размеров и конфигурации площади поля на экономическую эффективность АХР.

Например, для метода опыления и выбранных исходных параметров производственного технологического цикла (справа на рис. 4) на длинах гона менее 1400 м экономически эффективнее использовать СХВ, более 1400 м — СХС.

Таким образом, проведенные исследования и полученная в результате модель производства АХР позволяет выполнить

комплексные расчеты технических и экономических показателей для разных типов сельскохозяйственных воздушных судов (самолета и вертолета), разных технологий АХР, территориальных и климатических условий. Техно-экономическая модель дает возможность формализовать и решить математическую задачу отыскания оптимальных параметров авиационной специализированной системы с целью выбора

рационального парка воздушных судов для совершенствования управления и принятий наиболее рациональных решений.

Литература

1. Инновационные процессы в авиационно-химических работах – экологический аспект / В. А. Бондаренко, Р. Т. Абдрашитов, К. Ю. Дибихин, А. П. Локтионов, Б. А. Портников, Н. З. Султанов. – Оренбург : ОГУ, 1998. – 200 с.
2. Авиационные химические работы вдвое дешевле наземных [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.agrogu.com/msgs_ext/84458.htm
3. Костина, И.С. Основные тенденции и проблемы развития авиационно-химических работ в Российской Федерации / Костина И.С., Султанов Н.З. / Деп. в ВИНТИ 21.02.2007, № 159-В2007, Оренб. гос. ун-т. – Оренбург, 2007. – 6 с.
4. Костина, И. С. Технические и экономические проблемы развития авиационно-химических работ в Российской Федерации / И. С. Костина, Н. З. Султанова // Перспектива : сб. молодых ученых. – Оренбург : ГОУ ОГУ, 2005. – № 7. - С. 259-264.
5. Костина, И.С. Расчет приведенных затрат единицы технологической операции при проведении авиационно-химических работ / Костина И.С., Вагапова Н.В., Султанов Н.З., Портников Б.А. // Университетский фонд алгоритмов и программ. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2007. – Свидетельство о регистрации программного средства № 242 от 05.06.2007г.