

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИВЕДЕННЫХ ЗАТРАТ ЕДИНИЦЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АВИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКИХ РАБОТ

В статье рассмотрены цели и задачи научной школы Оренбургского государственного университета по повышению эффективности применения авиации в народном хозяйстве. Описана аналитическая модель процесса проведения авиационно-химических работ, которая позволяет выполнить комплексные расчеты технических и экономических показателей для разных типов сельскохозяйственных воздушных судов (самолета и вертолета), разных технологий авиационно-химических работ, территориальных и климатических условий. Техничко-экономическая модель дает возможность формализовать и решить математическую задачу отыскания оптимальных параметров авиационной специализированной системы.

Решая проблему производства необходимого объема сельхозпродукции требуемого качества и наименьшей себестоимости, наиболее развитые страны получают высокоурожайные сорта сельскохозяйственных культур с помощью селекционных и генетических исследований. Но, полученные сорта растений теряют сопротивляемость к вредителям и болезням. Эта проблема решается с помощью высокоэффективных средств защиты растений – специальных авиационных работ, применяемых высокоточную и экологически надежную технологию внесения химических средств защиты. Многолетними научными исследованиями и мировой практикой земледелия все больше подтверждаются положения, что средства химизации – материальная основа плодородия почв, богатства и могущества государств [1]. Сравнивая авиационные методы внесения химикатов с целью защиты растений и обработку полей наземными средствами необходимо отметить следующие преимущества авиационно-химических работ (АХР):

– химобработка посевов авиацией происходит в восемь раз быстрее, чем наземной техникой, по данным АПК «Стойленская нива» [2];

– современная высокопроизводительная аппаратура и широкий ассортимент химикатов позволяют в короткий срок обработать большие площади сельскохозяйственных угодий;

– авиатехника может работать на сильно увлажненной почве (например, в ранневесенний период);

– позволяет обрабатывать холмистые пастбища, посевы и сады на склонах;

– применение авиаметода исключает механические повреждения насаждений.

На сегодняшний день остается много нерешенных проблем, связанных с авиационными работами, рассмотренных в статье Костиной И.С., Султанова Н.З. «Технические и экономические проблемы развития авиационно-химических работ в Российской Федерации» [3].

В Оренбургском государственном университете с 90-х годов прошлого столетия функционирует научная школа по повышению эффективности применения авиации в народном хозяйстве и увеличению сфер применения авиационной техники в разных отраслях. В том числе и при проведении авиационно-химических работ. Одним из научных направлений данной научной школы является оптимизация структуры и размерности парка воздушных судов для проведения авиационно-химических работ в Оренбургской области.

Целью данного научного направления ставится получение конкретного оптимального парка ВС для проведения АХР. По структуре – какие типы ВС должны присутствовать в парке: сельскохозяйственные самолеты (СХС) легкого, среднего, тяжелого классов, сельскохозяйственные вертолеты (СХВ) перечисленных классов, мотодельтапланы (МДП). По размерности – сколько в количественном отношении каждого класса каждого типа ВС должно присутствовать в объединенном парке ВС авиационной спе-

специализированной системы для выполнения АХР.

Цель исследования определяет и круг реализуемых научных задач:

- определить как влияет размер и конфигурация обрабатываемого сельхозугодия на производительность, приведенные затраты (стоимость обработки одного гектара), на выбор эффективного типажа ВС, их оптимальных типоразмеров, методов и способов внесения химикатов;

- выполнить аналитическое описание технологического процесса и моделирование АХР;

- определить как влияет объем работ и способ обработки на состав и размерность парка ВС;

- выявить закономерности влияния характерных параметров подсистем (параметры обрабатываемых участков, способы обработки, методы внесения, эксплуатационные параметры ВС – скорость обработки, высота, системы навигации и контроля) на эффективность проведения АХР.

Для этого кафедрами информатики и систем автоматизации производства Оренбургского государственного университета совместно с Федеральным государственным унитарным авиационным предприятием «Оренбургские авиалинии» при непосредственном участии автора данной работы проводится имитационное и аналитическое моделирование технологического процесса АХР. Одной из крупных задач решаемой в вышеприведенной работе является создание методики параметрической оценки, базирующейся на методах классического и системного анализа.

Новизна работы заключается в следующем:

1. Введены новые понятия в технологической подготовке производства АХР:

- удлинение поля (λ);
- показатель производственной эффективности;
- показатель энергетической эффективности;
- целевая производительность;
- целевая экономичность.

Уточнены следующие понятия:

- целевое назначение;
- техническое задание;
- эффективность;
- целевая надежность;
- авиационная специализированная система;
- критерии эффективности;
- показатель эффективности.

2. Создана технико-экономическая и технологическая модель производства АХР и оценки эффективности, которая позволяет анализировать влияние формы и размеров поля на стоимость единицы технологической операции.

3. Определены графические зависимости влияния технологических параметров на выбранный критерий исследования (ПЗ).

4. Проведен анализ проблем в разработке и применении высокоточных авиационных технологий средств защиты растений с построением дерева целей и определены целесообразные пути решения проблем:

- снижение стоимости летного часа эксплуатации специализированных воздушных судов для выполнения авиационно-химических работ;

- использование эффективной организации труда при максимальном соответствии способов внесения, типа и варианторазмера воздушного судна, параметров объекта обработки.

В качестве инструмента исследования создана программа, алгоритм которой представляет собой три связанных модуля (рисунок 1).

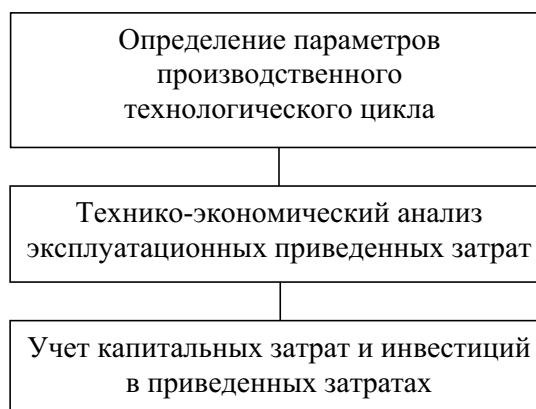


Рисунок 1. Общая схема методики параметрической оценки

Таблица 1. Характерные изменяемые и исследуемые параметры подсистемы АХР

Наименование параметра	Количество значений	Шаг изменения	Min значение	Max 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 , шт	1	Неравномерно	10	90
Температура окружающей среды t , °С	4	10	10	40
Признак условия эксплуатации (коэффициент) M	2	-	M1	M2
Высота обрабатываемой местности над уровнем моря H_0 , м	3	500	0	1000
Количество базируемых ВС на одном аэродроме НКМ в регионе N_6 , шт	2	Var	6	40
Масштабы проведения АХР Q , га	4	Неравномерно	50000	1000000
Площадь обрабатываемого участка $S_{поля}$, га	7	Неравномерно	1	10000
Коэффициент удлинения поля λ	9	Неравномерно	0,1	900

Таблица 2. Методы проведения авиационно-химических работ

Название метода	Обозначение	Индекс (шифр)
Опрыскивание	ОО	00-01
Опыление	ОП	00-02
Рассев	РС	00-03
Разбрасывание	РБ	00-04
Малообъемное опрыскивание	МО	00-05
Ультрамалообъемное опрыскивание	УМО	00-06

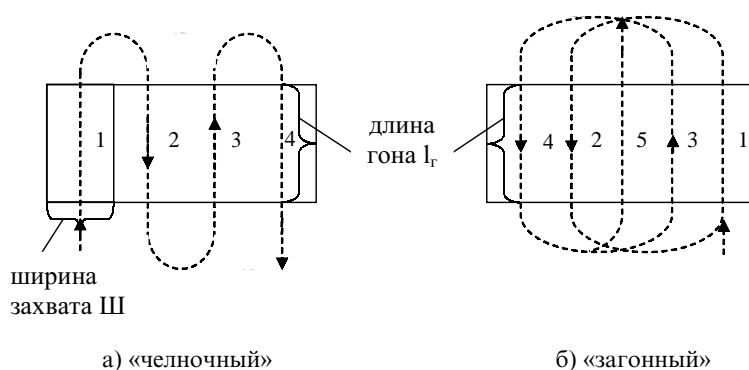


Рисунок 2. Способы обработки участков при АХР

Цель создания программы:

1) моделировать процесс проведения авиационно-химических работ для выявления закономерности влияния характерных параметров подсистемы АХР (таблица 1) на экономическую эффективность проведения таких работ;

2) определить как влияет объем работы и способ обработки на состав и размерность парка ВС;

3) выполнить аналитическое описание и моделирование технологического процесса проведения АХР.

Поля для проведения авиационно-химических работ существенно различаются по размерам, конфигурации, длине гона, удалению от аэродрома. На эффективность проведения также влияют такие показатели как: расположение полей, рельеф местности, высота воздушных препятствий и другие [4]. Кроме того, АХР характеризуется выбранным видом обработки (борьба с сорной растительностью и болезнями сельхоз культур, дефолиация и десикация, борьба с вредителями и другие) и методом внесения химикатов (таблица 2).

Технология выполнения АХР на обрабатываемых участках заключается в последовательном нанесении параллельных полос химикатов (рисунок 2) одним из способов обработки: «челночным» или «загонным» [5]. Суть «челночного» способа заключается в том, что пилот воздушного судна осуществляет отдельные параллельные заходы (гоны) на обрабатываемый участок с включением и выключением сельскохозяйственного оборудования соответственно в на-

чале и в конце участка. При «загонном» способе участок делится на две равные, последовательно обрабатываемые полосы. Этот способ намного безопаснее и проще «челночного» за счет уменьшения крена при развороте на повторный заход. Существуют и другие способы обработки участков. Перед на-

Таблица 3. Сравнительные параметры исследуемых типов воздушных судов (входные данные в программу)

Наименование параметра	СХС	СХВ
Масса пустого снаряженного ВС $m_{пуст}$, кг	3460	2420
Рабочая скорость ВС $V_{рб}$, км/ч	*	
Количество авиадвигателей на ВС $n_{дв}$, шт	1	2
Мощность двигателей на ВС P_0 , кВт	736	294
Взлетная масса ВС (максимальное значение) m_0 , кг	**	
Масса загружаемых химикатов на ВС (максимальное значение) $m_{хм\ max}$, кг	1370	700
Длина взлетно-посадочной площадки $L_{впп}$, м	600	150
Скорость перелета ($V_{пер} \approx 0,95 V_0$ рейс) $V_{пер}$, км/ч	140	100
Ширина захвата $Ш$, м	*	
Рабочая высота полета $H_{рб}$, м	*	
Время обслуживания и заправки ВС химикатами $T_{обсл}$, мин	*	
Время заправки ВС топливом $T_{топл}$, мин	25	20
Время руления до взлета и после посадки $T_{рул}$, мин	5,3	2,0
Время взлета и посадки ВС $T_{вп}$, мин	4,7	4,0
Скорость разворота ВС $V_{рзв}$, км/ч	120	80
Коэффициент качества обработки, влияющий на производительность $K_{кч}$	0,8	0,95
$K_{щ}$	8,25	6,5
K_v	1,2	3,0
θ	0,045	0,061
Высота перелета $H_{пер}$, м	150	50
Угол крена γ , град	30	20
Коэффициент сокращения времени разворота по отношению к стандартному $K_{рзв}$	1,0	0,75
Высота разворота $H_{рзв}$, м	50	30
Емкость топливных баков (максимальная) $m_{т\ max}$, кг	850	620
Часовой расход топлива $q_{ч}$, кг/ч	130	**
Километровый расход топлива $q_{км}$, кг/ч	28	**
Часовой расход масла $q_{м}$, кг/ч	6,1	0
Коэффициент дополнительного расхода топлива K_t	1,48	1,32
Удельный расход топлива C_p , кг/кВтч	0,36	0,44
Коэффициент межполевых перелетов $K_{мп}$	0,25	0,15
Ограничение по налету одним ВС в рабочий день $T_{нлд}$, ч	8	7
Коэффициент удорожания при капитальном ремонте $K_{ц}$	0,3	0,2
Цена топлива C_t , уе/кг	1,25	0,77
Вероятность воздействия (математическое ожидание) V_d	0,985	0,975
Удельная допустимая нагрузка на грунт P_n , даН/м ²	180000	29000
Потребная длина взлетно-посадочной полосы $L_{впп}$, м	600	150
Средняя площадь, занимаемая аэродромами авиаподразделений $S_{аэрод}$, м ²	115000	115000
* - зависит от метода АХР, см. таблицу 4;		
** - зависимость, полученная методом аппроксимации статистических данных (см. таблицу 5)		

чалом полета определяются рациональная длина гона (l_r) исходя из конкретных условий расположения поля (в системе одновременно обрабатываемых полей), направления ветра и других. Очевидно, что выбранная длина гона существенным образом влияет на производительность воздушного судна и на затраты обработки поля.

Норма расходов химикатов на один гектар сельхозугодия ($q_{\text{хм}}$) с одной стороны зависит от метода обработки и вида АХР, с другой стороны влияет на загрузку химикатами ВС ($m_{\text{хм}}$) и на маршруты полета, что не может не влиять на экономическую эффективность.

Сельхозугодия различаются по площади ($S_{\text{поля}}$). Необходимо выявить закономерность влияния площади поля на выбранный критерий исследований – приведенные затраты (ПЗ).

На производительность и эффективность выполнения АХР существенное влияние оказывает рациональное использование парка ВС. Необходим обоснованный выбор типа воздушного судна для проведения обработки: сельскохозяйственный самолет (СХС) или сельскохозяйственный вертолет (СХВ) при том или ином методе АХР, при заданных условиях обработки (длина гона, размер и форма поля, температура окружающей среды, высота местности над уровнем моря и др.). Сельскохозяйственные воздушные суда различаются рядом летно-технических характеристик: масса пустого снаряженного ВС, рабочая скорость, максимальная масса загружаемых химикатов, емкость топливных баков, скорость перелета, время производственного цикла и др. Необходимо исследовать, как влияют особенности каждого типа воздушного судна (таблица 3) на экономическую эффективность авиацион-

но-химических работ. Данные в таблице получены статистически.

Ряд параметров зависит от метода проведения АХР (таблица 4)

Таблица 4. Параметры, зависящие от метода АХР

Наименование параметра	Метод	СХС	СХВ
Ширина захвата Ш, м	00-01	30	25
	00-02	30	25
	00-03	20	15
	00-04	30	35
	00-05	40	50
	00-06	40	50
Рабочая скорость воздушного судна на авиационных работах $V_{\text{рб}}$, км/ч	00-01	150	60
	00-02	160	60
	00-03	140	100
	00-04	140	100
	00-05	140	90
	00-06	140	90
Рабочая высота ВС над обрабатываемой поверхностью $H_{\text{рб}}$, м	00-01	5	5
	00-02	15	15
	00-03	30	30
	00-04	30	30
	00-05	5	5
	00-06	5	5
Время обслуживания и заправки воздушного судна химикатами $T_{\text{обсл}}$, мин	00-01	14	15
	00-02	16	17
	00-03	13	12
	00-04	13	12
	00-05	12	12
	00-06	12	12
Расход химикатов при обработке одного гектара сельхозугодия $q_{\text{хм}}$, кг/га	00-01	30...300	30...300
	00-02	5...300	5...300
	00-03	30...200	30...200
	00-04	5...125	5...125
	00-05	6...25	6...25
	00-06	0,5...5	0,5...5
Зона высокого качества внесения химикатов ЗВК, м	00-01	0,65 Ш	0,69 Ш
	00-02	0,5 Ш	0,6 Ш
	00-03	0,5 Ш	0,6 Ш
	00-04	0,5 Ш	0,6 Ш
	00-05	0,65 Ш	0,69 Ш
	00-06	0,65 Ш	0,69 Ш
Коэффициент нецелевого воздействия химикатов $K_{\text{хм}}$	00-01	0,22	0,24
	00-02	0,14	0,15
	00-03	0,14	0,15
	00-04	0,14	0,15
	00-05	0,22	0,24
	00-06	0,22	0,24
Погектарные расценки за выполнение АХР ПГР, руб/га	00-01	1,65+0,0174 $q_{\text{хм}}$	1,23 (1,65+0,0174 $q_{\text{хм}}$)
	00-02	1,68+0,018 $q_{\text{хм}}$	1,28 (1,68+0,018 $q_{\text{хм}}$)
	00-03	1,72+0,019 $q_{\text{хм}}$	1,28 (1,72+0,019 $q_{\text{хм}}$)
	00-04	1,2+0,009 $q_{\text{хм}}$	1,28 (1,2+0,009 $q_{\text{хм}}$)
	00-05	0,94+0,022 $q_{\text{хм}}$	1,21 (0,94+0,022 $q_{\text{хм}}$)
	00-06	0,98+0,025 $q_{\text{хм}}$	1,15 (0,98+0,025 $q_{\text{хм}}$)

00-01 Опрыскивание 00-02 Опрыскивание 00-03 Рассев
00-04 Разбрасывание 00-05 Малообъемное опрыскивание
00-06 Ультрамалообъемное опрыскивание

Взлетная масса (m_0) для СХС получена методом аппроксимации статистических данных (таблица 5) и представляет собой функцию, зависящую от высоты местности взлетных площадок над уровнем моря ($m_0 = f(H_0)$). Она зависит от двух параметров: высоты местности взлетных площадок над уровнем моря (H_0) и температуры окружающей среды. Исходя из статистических данных была получена функция $m_0 = f(H_0, t)$ (таблица 5).

Приведенные затраты на единицу выполняемой операции одним сельскохозяйственным летательным аппаратом определяются по формуле:

$$ПЗ = ПЗ_{\text{экл}} + ПЗ_{\text{ок}}$$

Второй модуль программы позволяет провести технико-экономический анализ эксплуатационных приведенных затрат ($ПЗ_{\text{экл}}$). Задачи этого этапа решаются на базе результатов предыдущего.

Таблица 5. Параметры, полученные методом аппроксимации статистических данных.

Наименование параметра	СХС	СХВ
Взлетная масса ВС m_0 , кг	$5500 - 0,08 \cdot H_0 - 0,00004 \cdot H_0^2$	$3290 + 0,274 \cdot H_0 + (30,883 - 0,032 \cdot H_0) \cdot t + (-0,892 + 0,00045 \cdot H_0) \cdot t^2$
Часовой расход топлива $q_{\text{ч}}$, кг	130	$V_{\text{ср}}^2 \cdot (0,0124 - t \cdot 1,52 \cdot 10^{-4}) + V_{\text{ср}} \cdot (0,04 \cdot t - 2,332) + m_0 \cdot H_0 \cdot 5,3783 \cdot 10^{-6} - H_0^2 \cdot 6,566 \cdot 10^{-6} + H_0 \cdot 2,6128 \cdot 10^{-3} + t^2 \cdot 0,177 - t \cdot 3,8959 + m_0 \cdot 0,02777 + 142,5$
Километровый расход топлива $q_{\text{км}}$, кг	28	$V_{\text{ср}}^2 \cdot (-5,494 \cdot 10^{-6} \cdot t + 3,1 \cdot 10^{-4}) + V_{\text{ср}} \cdot (0,001 \cdot t - 0,0737) - 0,0247 \cdot t + m_0 \cdot (-4,75 \cdot 10^{-8} \cdot H_0 - 1,3 \cdot 10^{-4}) + 0,15 \cdot H_0 \cdot 10^{-3} + 17,337$

Таблица 6. Расчет стоимости химикатов, израсходованных за летный час, транспортных расходов и стоимости обслуживания

Шифр	00-01	00-02	00-03	Размерность
Метод АХР	Опрыскивание	Опыливание	Рассев	-
$A_{\text{хм}}$	$1,24 \cdot П_{\text{ц}}$	$1,88 \cdot П_{\text{ц}}$	$1,88 \cdot П_{\text{ц}}$	у.е./ч
$A_{\text{гран}}$	$0,08 \cdot П_{\text{ц}}$	$0,11 \cdot П_{\text{ц}}$	$0,11 \cdot П_{\text{ц}}$	у.е./ч
$A_{\text{обсл}}$	$\frac{23,3 + 0,007 \cdot m_{\text{хм}} \cdot \varphi}{T_{\text{нлд}}}$	$\frac{21,4 + 0,014 \cdot m_{\text{хм}} \cdot \varphi}{T_{\text{нлд}}}$	$\frac{20,4 + 0,017 \cdot m_{\text{хм}} \cdot \varphi}{T_{\text{нлд}}}$	у.е./ч
Шифр	00-04	00-05	00-06	Размерность
Метод АХР	Разбрасывание	Малообъемное опрыскивание	Ультрамалообъемное опрыскивание	-
$A_{\text{хм}}$	$1,5 \cdot П_{\text{ц}}$	$3,5 \cdot П_{\text{ц}}$	$5,1 \cdot П_{\text{ц}}$	у.е./ч
$A_{\text{гран}}$	$0,09 \cdot П_{\text{ц}}$	$0,05 \cdot П_{\text{ц}}$	$0,01 \cdot П_{\text{ц}}$	у.е./ч
$A_{\text{обсл}}$	$\frac{18,5 + 0,017 \cdot m_{\text{хм}} \cdot \varphi}{T_{\text{нлд}}}$	$\frac{21,0 + 0,007 \cdot m_{\text{хм}} \cdot \varphi}{T_{\text{нлд}}}$	$\frac{20,0 + 0,008 \cdot m_{\text{хм}} \cdot \varphi}{T_{\text{нлд}}}$	у.е./ч

Эксплуатационные приведенные затраты зависят от прямых эксплуатационных расходов (ПЭР), косвенных аэропортовых эксплуатационных расходов (КЭР) и целевой производительности воздушного судна при определенных условиях (рисунок 3).

Прямые эксплуатационные расходы за производственный час включают в себя: затраты на горюче-смазочные материалы ($A_{гсм}$), на химикаты ($A_{хм}$), на транспортные расходы ($A_{тран}$), на обслуживание ($A_{обсл}$), затраты на заработную плату летному составу ($A_{зплс}$), отчисления на социальное страхование ($A_{сс}$), затраты на поддержание экологической надежности АХР и компенсирование нарушений ($A_{оос}$), расходы на вспомогательный персонал ($A_{всп}$), затраты на техобслуживание, текущий ремонт планера и двигателя ($A_{тр}$).

Стоимость химикатов, израсходованных за летный час, транспортные расходы, стоимость обслуживания зависят от метода АХР (таблица 6).

Оплата труда летному составу на АХР в модели оценки эффективности состоит из двух частей:

- повременной, т.е. приведенный на летный час оклад за отработанное время;
- сдельной, т.е. произведение расценки за обработку одного гектара и количества обработанных площадей.

Кроме того, существует система начислений на оплату труда, где численный коэффициент отражает величину единого социального налога, в том числе отчисления в пенсионный фонд, медицинский фонд, на социальное страхование, на возмещение вреда.

Кроме всех вышеперечисленных расходов в модели необходимо учесть и все вспомогательные расходы на организацию АХР, связанные с работой с заказчиком, со станцией защиты растений, с проводимым маркетингом, рекламой и другими вспомогательными мероприятиями.

Косвенные эксплуатационные расходы включают в себя сумму текущих расходов в год на НКМ, сумму текущих расходов в год на комплекс АХР (оснащение и обслуживание), а также зависят от операционного времени работы авиационной системы.

Текущие расходы в год на НКМ учитывают эксплуатационные расходы аэродрома, средств радиосвязи и УВД, службы ГСМ, АТБ, аэропортовой техники. Текущие расходы в год на комплекс АХР (оснащение и обслуживание) формируются из следующих показателей: эксплуатационные расходы на оснащение (обслуживание) комплекса работ, средства механизации и содержание подъездных путей.

На третьем этапе работы алгоритма рассчитываются капитальные затраты и инвестиции в приведенных затратах ($ПЗ_{ок}$). В этом

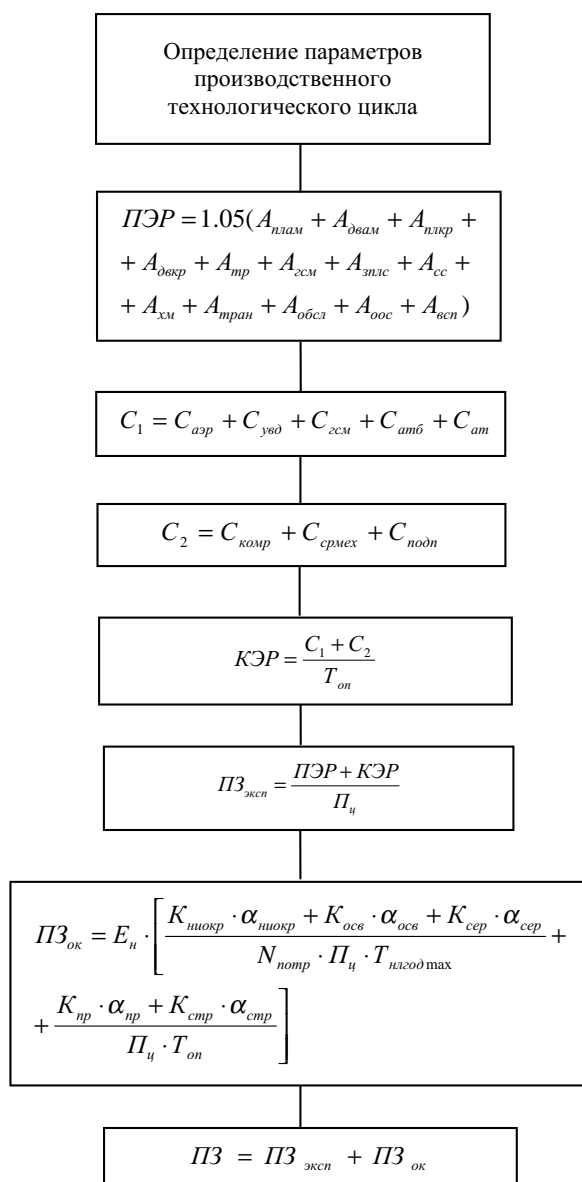


Рисунок 3. Определение приведенных затрат единицы технологической операции

модуле учитываются следующие затраты (рисунк 3):

– стоимость серийного производства парка однотипных воздушных судов с учетом уже существующей промышленной базы авиастроения (без реконструкции существующих предприятий авиапрома);

– необходимые капиталовложения в НИ-ОКР новых планеров и новых двигателей;

– расходы на освоение новой техники (подготовка, переподготовка, поддержание необходимой квалификации персонала, создание учебных центров с тренажерами, модернизацию оборудования НКМ и создание инфраструктуры);

– стоимость строительства грунтовых НКМ в сельской местности, которая вклю-

чает в себя и дополнительные расходы на оснащение всеми необходимыми площадками, службами и помещениями;

– капиталовложения в проектирование НКМ.

Таким образом, представленная модель позволяет выполнить комплексные расчеты технических и экономических показателей для разных типов сельскохозяйственных воздушных судов (самолета и вертолета), разных технологий АХР, территориальных и климатических условий. Технико-экономическая модель дает возможность формализовать и решить математическую задачу отыскания оптимальных параметров авиационной специализированной системы в смысле выбора рационального парка воздушных судов.

Список использованной литературы:

1. Огородников, П. И. Эффективность сельскохозяйственных авиационно-химических работ / П.И. Огородников, В.В. Усик, И.А. Лизнева // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. – 2006. – №2. – С. 103-105.
2. Полякова, Ю. Химавиация возвращается [Электронный ресурс] // Агробизнес. – 2003. – №3. – Режим доступа: <http://www.agro-business.ru/archive/2003/3/471.html>
3. Костина, И.С. Технические и экономические проблемы развития авиационно-химических работ в Российской Федерации / И.С. Костина, Н.З. Султанов // Перспектива: сб. молодых ученых. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. – №7. – С. 259-264.
4. 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.
5. Рекомендации по использованию новой техники на сельскохозяйственных авиационно-химических работах / Р.Т. Абдрашитов, А.П. Локтионов, Н.З. Султанов, Д.А. Тараков. – Москва, 1997. – 40 с.

Статья рекомендована к публикации 28.03.07