

СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ АВИАПРЕДПРИЯТИЯ КАК АВИАЦИОННОЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

На основании анализа и теории сложных систем сформулированы основные принципы декомпозиции, оптимизации и программно-целевого планирования в рамках авиапредприятия. Разработана система операционных моделей формирования парка для самолетов, вертолетов и легких летательных аппаратов на пассажирских, грузовых, сельскохозяйственных авиаработах, на специальных авиаработах по применению авиации в народном хозяйстве, а также предложены модели обеспечивающих подсистем.

За исключением двух периодов в развитии промышленно развитых стран (топливно-энергетического кризиса 70-х годов; фактора угроз террористических актов начала 2000-х годов) в течение последних десятилетий наблюдался 1,5...3% годовой рост регулярных рейсов воздушного транспорта мира. В настоящее время авиаперевозки пассажиров достигли свыше 1,5 млрд. человек, а пассажирооборот превысил 2,4 трлн. пассажиро-километров (п-км). В среднем за сутки гражданской авиацией государств – членов ИКАО перевозится более 3,5 млн. человек и выполняются транспортные услуги объемом свыше 6 млрд. п-км.

Естественно, это налагает новые и постоянно растущие требования к качеству транспортных услуг, что в первую очередь неразрывно связано с постоянным обновлением парка воздушных судов на базе научно-технического прогресса.

Данное обстоятельство требует создания универсальной практической методики для формулирования требований: к составу парка, к новым воздушным судам, к выбору типажа и типоразмеров воздушных судов (ВС), наиболее удовлетворяющих конкретным условиям функционирования авиапредприятий с их специфичной сетью авиалиний и комплексом других авиационных работ.

Поэтому целью создания структурной модели и далее разработки методики является решение проблемы выбора структуры и размерности парка ВС из широко представленного параметрического ряда по типу и типоразмерам существующих ВС и формирование требований к новым типам ВС и модификаций.

Здесь возникает ряд частных задач, которые должны быть решены для достижения всех поставленных целей:

- выбор критерия эксплуатационной эффективности ВС;
- создание структурированного параметрического ряда ВС, авиаработ (АР), наземного комплекса (НКМ);

- создание совместимых моделей структуры и размерности подсистем ВС, авиаработ, НКМ в авиационной специализированной системе (авиапредприятии);

- синтез показателей эффективности функционирования каждой из перечисленных подсистем;

- определение функций взаимодействия и взаимовлияния параметров данных подсистем;

- определение областей предпочтительного применения разных типов ВС на широкой номенклатуре вариантов и вариантразмеров авиаработ, где наиболее эффективно реализуются эксплуатационные характеристики типов и типоразмеров ВС;

- оптимизация структуры и парка ВС для данного авиапредприятия, определение номенклатуры целесообразных и соответствующих оптимальному парку авиаработ, определение рациональной структуры и размерности НКМ.

Решения этих задач базируются как на инженерно-экономических методах анализа факторов, так и методах математического моделирования.

При этом объектом исследования является авиационная специализированная система – АСС (авиапредприятие), а предметом – эксплуатационная эффективность АСС в целом.

Научная ценность в данном исследовании заключается:

- в концепции двухэтапной многофакторной оценки эффективности авиационной специализированной системы (авиапредприятия);

- в системе применяемых критериев, отражающих показатели всех составляющих подсистем АСС.

Как показали обзор и анализ предыдущих исследований, выполненные в ранее опубликованных работах [1...6], в структуре приведенных затрат на единицу авиаработы ни в прямых эксплуатационных, ни в косвенных расходах не учитывается стоимость достижения не-

обходимого качества при выполнении авиационных работ.

При оценке качества в лучшем случае учитываются лишь расходы на профессиональную подготовку летного состава.

При оценке качества транспортных средств используются дифференциальные, комплексные и смешанные подходы. Многие исследователи признают, что единого показателя, в котором бы учитывались и экономические и комплексные показатели качества, не существует. Отдельные исследования в области реализации частных динамических моделей не объединены общим критериальными показателями и не являются комплексными [7...11]. В данных работах системный подход не соответствует методу индукции, т.е. разворачиванию причинно-следственных связей сверху вниз – от крупных и общих определений к более частным.

Современные условия эксплуатации требуют повышения качества функционирования и услуг, поэтому сейчас появились новые показатели в эксплуатационных расходах:

- аэронавигационные сборы;
- отчисления в ремонтный фонд на выполнение капитальных ремонтов;
- расходы на профессиональную подготовку и переобучение летного состава.

Ранее нами было аргументировано [1...6], что двухуровневая критериальная оценка с выявлением областей предпочтительного применения (ОПП) и оптимизацией параметров АСС (авиапредприятия) «внутри» этих областей позволяет на первом этапе исследования оценить качество ВС с учетом всех трех общепризнанных составляющих:

- технического уровня (топливная эффективность и весовое совершенство);
- качество изготовления (отпускная стоимость ВС, расходы на техобслуживание и капитальные ремонты);
- качество эксплуатации (эксплуатационные расходы, расходы на компенсацию последствий непредвиденных обстоятельств, интегральный показатель объема перевозок, показатель экологической надежности).

Наряду с частными главными задачами или этапы моделирования, которые ставятся и решаются в данной работе, следующие (в соответствии с общей теорией систем):

- разработка и описание системы (АСС) с предварительным анализом;
- моделирование или поиск адекватных описаний;

– исследование свойств исходной АСС путем критериальной оценки математической модели с достаточной степенью адекватности.

Структуризация авиационных работ. Модель структуры и размерности. Авиапредприятие как объект управления – многопрофильное предприятие, которое осуществляет следующие варианты авиаработ (АР): пассажирские перевозки (ПР), грузовые перевозки (ГР), специальные работы по ПАНХ (СР) и авиационно-химические работы (АХР).

Определены четыре варианта авиаработ, используемых в модели:

$$AP = \{PP, GP, CP, AXP\}. \quad (1)$$

Системный подход основан на методе индукции, т.е. разворачивании причинно-следственных связей от общих задач к более детальным. К детальным задачам следует отнести задачи по структуризации вариантразмеров ПР и ГР, видов СР и АХР, а также выделение конкретных главных параметров $u \in G_y$ подсистемы АР, приведенных в работе [12].

Главными универсальными параметрами авиаработ будем считать (эти положения были апробированы в ряде работ, опубликованных автором начиная с 1979 года [1...6]):

- объем авиаработ Q (структура, размерность и методика определения приводится в таблице 1), причем наблюдается условная (только в модели) аддитивность объема авиаработ для всех рассматриваемых вариантов, т.е.

$$Q_{\Sigma} = \sum_0^{PP} \sum_0^{GP} \sum_0^{CP} \sum_{i=1}^{AXP_n} Q_i, i = 1, \bar{n}; \quad (2)$$

- операционное время работы системы в год, которое определяется из условия

$$T_{\text{оп год}} \leq \frac{Q\{d_i(x_{c_j}); d_i(x_{b_j}); d_i(x_{m_{\text{шт}}})\}}{\Pi_{ij}}, \quad (3)$$

для удовлетворения спроса по операционному и календарному времени в год;

- видов (вариантразмеров и их количества) авиаработ из параметрического ряда:

$$\left. \begin{aligned} PP_i &= \overline{1, PP_n}; \\ GR_i &= \overline{1, GR_n}; \\ CP_i &= \overline{1, CP_n}; \\ AXP_i &= \overline{1, AXP_n} \end{aligned} \right\}. \quad (4)$$

Идентификация по варианторазмерам (видам) авиаработ заключается в создании баз данных по авиаработам как для отдельного авиапредприятия, так и в целом для всей Российской Федерации в зависимости от варианта АР. Причем все характеризующие параметры авиаработ также необходимо идентифицировать по времени $t \in [1, T]$ рассматриваемого периода.

Тогда $Q\Sigma(t), T_{оп год}(t)$ и т.д. В дальнейшем, с целью упрощения выражений, отмечать зависимость (t) не будем.

Кроме того, статистический анализ свидетельствует о неравномерном распределении $Q\Sigma, T_{оп год}$ и других параметров из параметрического ряда подсистемы АР по $t \in [1, T]$ в течение календарного года.

Действительно, в летний период интенсивность пассажиропотоков значительно выше. Грузопотоки имеют не такую явную закономерность, но также имеют зависимость по месяцам календарного года. Сезонность АХР и СР нами была показана ранее в работах [3, 6].

Таким образом, в модели структуры и размерности авиационных работ для каждого t периода T известны $T_{оп} \Sigma(t)$ (согласно выражению (2)), а также объем авиаработ $Q\Sigma(t)$. В соответствии с параметрическим рядом по вышеперечисленным главным параметрам определяются и все необходимые параметры, что было показано ранее в работах [2, 4]. Таким образом модель структуры определена.

Модель размерности подсистемы авиаработ основана на построении параметрическо-

го ряда. Параметрический ряд авиаработ в модели предназначен для определения всех необходимых параметров в зависимости от главного характеризующего параметра подсистемы.

Вариант авиаработ {ПР} – пассажирские перевозки. Модель размерности характеризуется объемом перевозок – Q (отправки), распределенных по зонам дальности (ЗОНА L) и по интервалам интенсивности (ЗОНА N) с характеризующим параметром $N_{прив}$. Размерности характеризующих параметров приведены в таблице 1.

В модели учитываются также:

- количество связей (конечные пункты назначения авиарейсов) в выполнении пассажирских перевозок в зависимости от рассматриваемых ЗОНЫ L и ЗОНЫ N ;

- пассажирооборот – ПО в выполнении пассажирских перевозок также в вышеприведенной зависимости.

Базы данных по подсистеме авиаработ {ПР} приведены для конкретного авиапредприятия ФГУП «Оренбургские авиалинии». Параметрический ряд авиаработ {ПР} для авиапредприятия класса «СА» и распределение пассажиропотоков по зонам дальности и интервалам интенсивности приведены в таблице 2. Например, для ФГУП «Оренбургские авиалинии» параметрический ряд авиаработ заключается в пассажирских перевозках {ПР} с зонами дальности:

- $L_1 = 0...700$ км при отправлениях $Q_1 = 13...15$ тыс. пас/год, пассажирообороте $ПО_1 = 6,0...6,5$ млн. п-км, при интервалах интенсивности $N_{прив1} = 0...3$ тыс. взлетов и посадок в год (количество связей $КС_1 = 4$);

Таблица 1. Сводная система определения структуры и размерности универсальных характеризующих параметров авиаработ (за календарный расчетный год)

Характеризующие параметры авиаработ	Вариант АР	Пассажирские перевозки	Авиаперевозки грузов	Специальные авиационные работы по ПАНХ	Авиационно-химические работы
Обозначение		ПР	ГР	СР	АХР
Объем авиаработ		Отправки	Объем авиаперевозок	Налет часов	Площадь обработки
Q		пас	$T \cdot км$	л.ч	га
Операционное время работы системы в год		Время на реализацию всех отправок	Время на выполнение всех авиаперевозок	Время на обеспечение выполнения всех авиаперевозок	Время на выполнение всех АХР
размерность		час	час	час	час
$T_{оп год}$		Q/P	Q/P	Q/P	Q/P
Производительность		Доставка пас-км за летный час	Перевозка т-км за летный час	Выполнение приведенных операций в один летный час	Обработка гектар за летный час
размерность		пас-км/л.ч	т-км/л.ч	опер/л.ч	га/л.ч
P		$\phi \cdot m_{ки} \cdot V_{рейс} \cdot T_{НЛ год}$	$\phi \cdot m_{гр} \cdot V_{рейс} \cdot T_{НЛ год}$	$\phi \cdot m_{ци} \cdot V_{ср} \cdot T_{НЛ год}$	$\phi \cdot m_{хм} / (q_{хм} \cdot T_{ци})$

– $L_2 = 0...700$ км при отправлениях $Q_2 = 52...54$ тыс. пас/год, пассажирообороте $ПО_2 = 23...25$ млн. п-км, при интервалах интенсивности $N_{прив2} = 3...10$ тыс. взлетов и посадок в год (количество связей $КС_2 = 3$);

– $L_3 = 701...1500$ км при отправлениях $Q_3 = 11...13$ тыс. пас/год, пассажирообороте $ПО_3 = 14...15$ млн. п-км, при интервалах интенсивности $N_{прив3} = 0...3$ тыс. взлетов и посадок в год (количество связей $КС_3 = 2$);

– $L_4 = 701...1500$ км при отправлениях $Q_4 = 47...50$ тыс. пас/год, пассажирообороте $ПО_4 = 49...51$ млн. п-км, при интервалах интенсивности $N_{прив4} = 3...10$ тыс. взлетов и посадок в год (количество связей $КС_4 = 2$);

– $L_5 = 1501...2400$ км при отправлениях $Q_5 = 61...62$ тыс. пас/год, пассажирообороте $ПО_5 = 162...163$ млн. п-км, при интервалах интенсивности $N_{прив5} = 0...3$ тыс. взлетов и посадок в год (количество связей $КС_5 = 16$);

– $L_6 = 1501...2400$ км при отправлениях $Q_6 = 68...70$ тыс. пас/год, пассажирообороте $ПО_6 = 137...140$ млн. п-км, при интервалах интенсив-

ности $N_{прив6} = 3...10$ тыс. взлетов и посадок в год (количество связей $КС_6 = 4$);

– $L_7 = 2401...4000$ км при отправлениях $Q_7 = 2...3$ тыс. пас/год, пассажирообороте $ПО_7 = 5...6$ млн. п-км, при интервалах интенсивности $N_{прив7} = 0...3$ тыс. взлетов и посадок в год (количество связей $КС_7 = 2$).

Вариант авиаработ {ГР} – авиaperевозки грузов.

Аналогично, как и при варианте {ПР}, главной характеристикой является объем грузоперевозок – Q (т-км), распределение по зонам дальности и по интервалам интенсивности с характеризующим параметром $N_{прив}$ – приведенное количество взлетов и посадок.

Размерность и форма определения характеризующих параметров приведены в таблице 1.

Например, для ФГУП «Оренбургские авиалинии» (как было представлено ранее – это авиапредприятие класса «СА») объем грузовых авиaperевозок невелик и составляет 38 тыс. т-км при грузопотоке всего 1221 т/год. Обоб-

Таблица 2. Параметрический ряд авиаработ по пассажирским перевозкам {ПР} для авиапредприятия класса «СА», распределение пассажиропотоков по зонам дальности и интервалам интенсивности (2003 год)

Зоны дальности (L), км	Класс самолета	Исходные параметры	Интервалы интенсивности					
			0...3	3...10	10...20	20...30	30...50	50...70
0 – 700	МЛБ	Количество связей (КС), шт.	4	3	0	0	0	0
		Отправки (Q), 10 ³ человек	14	53	0	0	0	0
		Пассажирооборот (ПО), 10 ⁶ П-км	6	24	0	0	0	0
701 – 1500	МЛД	Количество связей (КС), шт.	2	2	0	0	0	0
		Отправки (Q), 10 ³ человек	12	48	0	0	0	0
		Пассажирооборот (ПО), 10 ⁶ П-км	14,4	50	0	0	0	0
1501 – 2400	МСБ	Количество связей (КС), шт.	16	4	0	0	0	0
		Отправки (Q), 10 ³ человек	61,8	69	0	0	0	0
		Пассажирооборот (ПО), 10 ⁶ П-км	162,8	138	0	0	0	0
2401 – 4000	МСС	Количество связей (КС), шт.	2	0	0	0	0	0
		Отправки (Q), 10 ³ человек	2,2	0	0	0	0	0
		Пассажирооборот (ПО), 10 ⁶ П-км	5,7	0	0	0	0	0
4001 – 5000	МСД	Количество связей (КС), шт.	0	0	0	0	0	0
		Отправки (Q), 10 ³ человек	0	0	0	0	0	0
		Пассажирооборот (ПО), 10 ⁶ П-км	0	0	0	0	0	0
> 5001	МКН	Количество связей (КС), шт.	0	0	0	0	0	0
		Отправки (Q), 10 ³ человек	0	0	0	0	0	0
		Пассажирооборот (ПО), 10 ⁶ П-км	0	0	0	0	0	0
Итого:		Количество связей (КС), шт.	24	9	0	0	0	0
		Отправки (Q), 10 ³ человек	90	170	0	0	0	0
		Пассажирооборот (ПО), 10 ⁶ П-км	188,9	212	0	0	0	0

Таблица 3. Перечень полетов, выполненных воздушными судами на специальных авиационных работах по ПАНХ (параметрический ряд) {СР}

Варианты авиаработ	Транспортные полеты	Патрульные полеты	Санитарные полеты
Виды авиаработ из параметрического ряда {СР}	Перевозка бригад, работающих вахтовым методом	Патрулирование газопроводов	Полеты по оказанию экстренной медицинской помощи
	Перевозка служебных пассажиров	Патрулирование нефтепроводов	Полеты по проведению санитарных мероприятий

Таблица 4. Применение воздушных судов на специальных авиационных работах по ПАНХ (данные за 2000 год, шифры приведены в соответствии с классификатором работ по ПАНХ)

Шифр	Виды авиаработ {СР}	Q лет. часы в месяц	Тип задействованных ВС	Число задействованных ВС
661	Перевозка бригад, работающих вахтовым методом	120	Ми-8	1
662	Санитарные полеты	10	Ан-2	1
693-1	Патрулирование газопроводов	35	Ми-8	1
693-2	Патрулирование газоконденсатопроводов	120	Ми-2	1
693-3	Патрулирование нефтепроводов	400	Ми-2	3
		150	Ан-2	3

щенная средняя приведенная стоимость одного т-км – примерно 10 руб/т-км.

Объемы и стоимость транспортных услуг ФГУП «Оренбургские авиалинии» и параметры авиaperевозок приведены в ранее опубликованных работах [1...6].

Варианты авиаработ {СР} – специальные авиационные работы по ПАНХ.

Для рассматриваемого примера – авиапредприятия класса «СА» налет часов по ПАНХ составляет около 11 100 часов.

В таблицах 3 и 4 представлены основные виды авиационных работ, выполняемых в Оренбургской области.

Анализ рынка услуг по эксплуатационным работам проводим на основе собранного банка данных. Основой формирования банка данных были сбор и обработка информации в отделе ПАНХ ГУАП «Оренбургские авиалинии», областной станции защиты растений, а также использовались экспертные оценки специалистов и другие источники.

Сбор и обобщение информации проводились исходя из следующих принципов:

- обобщалась информация по выполняемым работам по ПАНХ ГУАП «Оренбургские авиалинии» в виде конкретного перечня работ и характерных параметров (шифр, включающий номер по классификатору и индекс метода проведения, а также номер по классификатору других видов работ по ПАНХ, выполняемых в Оренбургской области);

- запрашивались и фиксировались для каждого *i*-го вида АХР: объем в гектарах (Q), количество календарных дней проведения *i*-го вида АХР (Д), нормы расхода химикатов кг/га (q_{хм}), дальность перелета от аэродрома до места проведения АХР в километрах (L_{пер}), рекомендуемая ширина захвата в метрах (Ш_о), рабочая высота полета в метрах (Н_{рб}), суточное время использования воздушного судна в часах (Т_{сут}), средняя производительность в гектарах за один летный час на *i*-м виде АХР (Пл.ч), длина рабочего гона в метрах над участком (L_г), период проведения *i*-го вида АХР в днях года (Л);

- для других видов работ по ПАНХ запрашивалось и фиксировалось время использования воздушных судов на *i*-м виде работ (в часах), количество задействованных воздушных судов, период проведения того или иного вида работ;

- определялась производительность, приведенные затраты, прямые и косвенные эксплуатационные расходы.

Изучение и анализ собранной информации позволили проследить динамику изменения авиационных работ в Оренбургской области. Вариант авиаработ {АХР} – авиационно-химические работы.

До конца 80-х годов основными видами авиационно-химических работ, выполняемых в Оренбургской области, считались: борьба с саранчой; борьба с вредителями садовых насаждений; болезнями сельхозкультур; – аэросев горчицы, многолетних трав; ранние весенние подкормки и предсевное внесение минеральных

удобрений; внекорневые подкормки; борьба с сорной растительностью зерновых.

С конца 80-х наметилась тенденция заметного уменьшения работ по борьбе с вредителями и болезнями сельхозкультур. Произошло значительное улучшение культуры земледелия. С конца 80-х потеряли основную значимость саранчовые, хлебные жуки, зерновая совка, наметилось увеличение по отдельным видам работ.

Обобщенные данные эксплуатации воздушных судов и наземной техники по Оренбургской области приведены в таблицах 5...7.

Районы интенсивной борьбы с вредной чрепашкой в Оренбургской области: Соль-Илецкий, Кувандыкский; районы интенсивной борьбы с зерновой совкой: Адамовский, Новоорский, Домбаровский, Ясный. Потребность Оренбургской области как пограничной по обработке посевов сельскохозяйственных культур гербицидами и десикантами составляет на сегодняшний день 750...1500 тыс. гектар, из которых более 50% должно проводиться воздушными судами. По мнению специалистов отдела ПАНХ 2-го летного отряда Оренбургского авиационного предприятия, перспективными направлениями в регионе считаются:

- применение мало- и ультрамалообъемного опрыскивания;
- применение комбинированных способов (гербицид и удобрения);
- снижение скорости обработки (повышается точность внесения и за счет высокой концентрации производительность не снижается);
- применение комбинированного (челночно-загонного) способа обработки;
- применение автоматизации производственного цикла, подготовки и загрузки химикатов.

Несмотря на то, что исполнителем авиационно-химических работ является государственное авиапредприятие, государственное финансирование авиационно-химических работ сведено к нулю. На сегодняшний день основной формой расчета за проведение АХР является взаимозачет и кредитование под будущий урожай поставками авиатоплива. Это обстоятельство, когда авиапредприятие не имеет «живых денег», не позволяет систематизировать и планировать проведение АХР в области, совершенствовать технологию, обновлять парк авиационных средств внесения. Авиационно-химической обработке подвергаются лишь те террито-

рии, где под угрозу попадает весь урожай или где появляются карантинные сорняки, болезни и вредители. В связи с этим появляется актуальная необходимость проведения маркетинговых исследований в данной области, результаты которых необходимо использовать для синтеза структуры и размерности авиационно-химических работ в Оренбургской области.

Маркетинговые исследования проводились на факультете инноватики Оренбургского государственного университета совместно с государственным унитарным авиационным предприятием «Оренбургские авиалинии» при участии областной станции защиты растений в 1995...2004 годах.

Структуризация наземного комплекса. Модель структуры и размерности. Подсистема НКМ условно подразделяется на базовый наземный комплекс (баз) и вспомогательный (всп), а также на функциональные элементы. Структура подсистемы НКМ отображена записью (5, 6).

Формализуем уравнение существования $f(z) \leq 0$.

Обобщенная структурная модель подсистемы приведена ниже, причем

$$НКМ = \{баз, \text{всп}, \text{функционал. элементы}\} \quad (5)$$

$$\left. \begin{aligned} N_{\text{прив}_j} &\geq \frac{Q_i}{I_j} \\ N_{\text{прив}_j} &> \sum_{i=1}^n N_{\text{прив}_j} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

где Q_i – объем авиаработ (табл. 1), $Q_i \{d_i(x_{сj}); d_i(x_{вj}); d_i(x_{мщj})\}$;

I_j – индекс-показатель (табл. 1), характеризующий варианты авиаработ (АР), для ПР

$I_j = m_{\text{щj}}$, для ГР $I_j = m_{\text{грj}}$, для СР $I_j = \sum_{i=1}^n T_{\text{пщj}}$; для

АХР $I_j = \sum_{i=1}^n \frac{m_{\text{хмj}}}{q_{\text{хмi}}}$, $T_{\text{пщj}}$ – время одного производственного цикла.

Суммарные приведенные затраты на выполнение единицы транспортной операции зависят не только от размерности и структуры парка ВС, конфигурации авиасети (распределения пассажиропотоков по дальности и пассажирообороту, грузопотоков и объемов других видов авиаработ, в том числе и АХР), но и от характеристик и параметров НКМ.

Подсистема НКМ включает базовые НКМ и вспомогательные компоненты НКМ, вместе включающие:

Таблица 5. Перечень видов авиационно-химических работ {АХР}, выполняемых в Оренбургской области

Шифр АХР	Наименование АХР	Технология проведения	
		ВС	НС
БОРЬБА С:			
03-1 (03-6)	Саранчовыми и кузнечиками	+	+
04-1 (04-6)	Вредной черепашкой	+	-
05-1 (05-6)	Зерновой совкой	+	-
06-1 (06-5)	Хлебным жуком	+	-
10-1 (10-5)	Хлебными блошками	+	-
14-1 (14-5)	Вредителями технических культур	+	-
15-1 (15-6)	Вредителями сахарной свеклы	х	-
20-1 (20-5)	Вредителями и болезнями картофеля	+	+
21-1	Вредителями и болезнями плодовых и ягодных насаждений	х	-
22-1	Вредителями и болезнями садов	х	-
37-1 (37-5)	Вредителями и болезнями люцерны и однолетних трав	+	-
38-1,2 (38-5)	Вредителями леса (лесозащитных полос)	+	+
ВНЕСЕНИЕ			
58-1	Минеральных удобрений	+	+
ДЕСИКАЦИЯ			
68-1	Предуборочная сельхозкультур	+	-
71-1,3	Прочие АХР	+	+
73-3	Аэросев	х	+

Примечание: (+) – проводится в настоящее время; (-) – не проводится, т.к. не эффективно; (х) – не проводится из-за отсутствия необходимой авиационной техники, () – изменение шифра в методе внесения связано с изменением норм внесения на один гектар ввиду применения новых гербицидов и других химических средств

Таблица 6. Параметры авиационно-химических работ по Оренбургской области (по данным отдела ПАНХ ГУАП «Оренбургские авиалинии»), данные за 1990...2000 годы

№ п/п	Шифр	Q га	Д Авиа дни	q кг/га	L _{пер} км	Ш ₀ м	H _{рб} м	T _{сут} ч	Пл,ч га/ч	l _Г м	λ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	58-3	80020	60	108,6	6	30	20	7	63,4	1800	91-150
2	58-3	100235	554	100	6	28	10	7	66,5	3000	91-150
3	58-3	96	1	150	6	28	10	7	48,0	3600	91-150
4	58-3	10413	53	200	6	28	10	7	42,0	1800	91-150
5	51-6	144825	174	5	5	40	5	5	224,9	1800	121-210
6	51-6	291574	352	25	6,5	40	5	5	148,2	1900	121-210
7	52-1	65691	79	50	5	40	5	5	123,2	2000	121-210
8	3-6	400	1	5	6	40	5	5	400,0	2680	151-210
9	4-5	16219	27	25	2	40	5	5	136,8	1200	151-210
10	5-5	10600	25	25	4	40	5	5	121,7	1100	151-210
11	6-1	129000	285	50	6	40	5	5	43,6	800	151-210
12	10-1	25130	14	50	8	40	5	5	43,6	1280	151-210
13	20-1	22000	12	50	5	40	5	5	43,6	1280	151-210
14	15-1	3000	4	50	4	40	5	5	43,6	1280	151-210
15	68-1	36002	157	100	7,6	25	5	5	54,6	2000	241-300
16	71-1	11449	2	50	6,7	40	5	5	98,7	2240	181-210
17	14-1	175530	34	100	10,7	40	5	5	43,6	1080	151-210
18	71-3	199752	26	48	10	30	15	5	84,0	1850	91-210
Всего:		1123048	1834	32	6,8	38	6	5,2	88,6	1280	91-300

Примечание: Q – объем АХР в гектарах; Д – количество рабочих дней в году; q – расход химикатов (кг/га); L_{пер} – дальность перелета (км); Ш₀ – ширина захвата в метрах; H_{рб} – рабочая высота полета в метрах; T_{сут} – суточное время работы в часах; П_{ч.г} – средняя часовая производительность в гектарах; l_Г – длина гона в метрах; l – период проведения в календарных днях года

- аэродромы с взлетно-посадочными полосами (ВПП) и места стоянки (МС);
- рулежные дорожки (РД) с концевыми полосами безопасности (КПБ), боковыми полосами безопасности (БПБ), МС;
- службы управления воздушным движением (УВД), механизации;
- службы авиационно-технических баз (АТБ) и горюче-смазочных материалов (ГСМ);
- складские, служебно-технические помещения.

Для успешного функционирования авиапредприятия в сфере удовлетворения спроса на воздушные перевозки {ПР, ГР} и авиационные работы {СР, АХР} недостаточно иметь оптимальный по размерности и структуре парк ВС, определенный для выполнения всего множества авиационных работ, всех вариантов. Даже при выполнении вышеизложенных условий эффективность АСС (т.е. авиапредприятия, может оказаться низкой, если будет несовершенен, неэффективен и не будет соответствовать по структуре, размерности, по оснащению наземный комплекс (НКМ), т.е. аэродромы и их сети, связанные с обслуживанием и эксплуатацией наземные службы, АТБ и т.д.

Поэтому, как и было ранее доказано в постановках задач исследования, в обзоре и анализе предыдущих исследований, задачи оптимизации парка ВС необходимо решать с учетом параметров как АР, так и НКМ. В этом случае необходима также структуризация наземного комплекса (НКМ) в виде модели структуры и размерности.

При этом необходимо сразу пояснить, в нашем исследовании не ставятся и не решаются задачи математического моделирования и синтеза сети авиалиний и соответствующих сетей НКМ.

Влияние структуры и размерности НКМ на эффективность АСС прослеживается на суммарных приведенных затратах на единицу транспортной операции – ПЗΣ при фиксированных параметрах АР. Действительно, для года $t \in [1, T]$ суммарные приведенные затраты можно условно разделить на затраты, непосредственно зависящие от главных характеризующих параметров подсистемы ВС – ПЗ(x), и на затраты, зависящие от главных характеризующих параметров подсистемы НКМ – ПЗ(z).

$$ПЗ_z(x, y, z) = ПЗ(x) + ПЗ(y) + ПЗ(z) \quad (7)$$

Легко показать, что всякое решение (x, y) , принимаемое с целью снижения ПЗ(x), ведет к увеличению ПЗ(z). С другой стороны, модификация и приспособление ВС к существующим НКМ ведет к более существенному повышению ПЗ(x).

Задача оптимизации НКМ формулируется таким образом: при ограниченной величине аэропортовых затрат и расходов в общей структуре приведенных затрат необходимо найти такую структуру и размерность НКМ при оптимальных значениях z^* , чтобы $ПЗ(x, y, z^*) \rightarrow \min$.

Если предположить, что сеть авиалиний, объемы авиаработ, а также структура и размерность парка ВС – величины фиксированные, то параметры наземного комплекса будут зависеть от приведенного количества взлетов и посадок за календарный год $N_{прив}$, что и отражено в выражении (6).

Показано, что если пассажиропоток незначительный, то при определенных требованиях, регламентирующих безопасность полетов, дополнительных затрат на реконструкцию и модернизацию не требуется.

Идея частного и приближенного решения задачи отыскания z^* при $ПЗ(x, y, z^*) \rightarrow \min$ имеет смысл, когда предполагается достаточная автономность всех трех составляющих подсистем и неявная зависимость главных характеризующих параметров X, Y и Z.

На множестве видоразмеров НКМ из $k=1...k$ исключаются те варианторазмеры НКМ, для которых требуется существенная реконструкция и модернизация.

На оставшемся подмножестве $G_z^* \in G_z$ определяются те НКМ, структурная реконструкция которых экономически целесообразна и не выходит за пределы финансовых возможностей авиапредприятия.

Далее из полученного подмножества $G_z^* \in G_z$ выбираются такие видоразмеры по структуре и размерности, которые позволяют максимально снизить стоимость НКМ при $ПЗ(x^*, y^*, z^*) \rightarrow \min$ и при которых $G_x^* \sim G_y^* \sim G_z^*$, т.е. достигается соответствие главных характеризующих параметров (а через них и всех остальных параметров функционирования) подсистем ВС, авиаработ и НКМ.

На основе вышеизложенного можно сделать следующее заключение.

1. Выявленные свойства АСС как сложной социально-экономической и производ-

Таблица 7. Параметры авиационно-химических работ по Оренбургской области (по данным отдела ПАНХ ГУАП «Оренбургские авиалинии»), данные за 2000...2004 годы

№ п/п	Шифр	Q га	Д Авиа дни	q кг/га	L _{пер} км	Ш ₀ м	Н _{рб} м	T _{сут} ч	Пл.ч га/ч	I _Г м	λ
1	58-3	500	5	150	6	30	20	7	47,6	2700	91...120
2	51-6	25944	35	5	6,5	40	5	5	208,8	2700	121...180
3	51-5	130307	205	25	6,5	40	5	5	140,9	2700	181...210
4	51-1	206936	385	50	6,5	40	5	5	123,7	2700	181...210
5	14-1	29855	68	50	10,0	40	5	5	108,0	2650	151...210
6	71-3	162003	102	40	6,5	30	15	5	84,0	1850	91...210
Всего:		555545	800	40	6,5	40	5	5	120,0	2700	91...210

Примечание: в работу 14-1 включены АХР 02...38, специально не выделенные ввиду небольшого объема

ственно-технической системы (СЭПО) для создания математической модели потребовали раскрытия внутренней взаимосвязи в структуре АСС, заданной в форме иерархии элементов в виде ориентированного графа. Внутренние взаимосвязи имеют вид двух форм:

– функциональных преобразований и отображений;

– управлений, установленных соотношений входных параметров к выходным в соответствии с целью и программой управления АСС.

2. Доказано, что новые и постоянно растущие требования к качеству авиатранспортных услуг обуславливают учет в постановке задачи и методике исследования эффективности АСС формулировку требований:

– к составу парка;

– к новым ВС;

– к выбору типажа и типоразмеров воздушных судов, наиболее удовлетворяющих конкретным условиям функционирования авиапредприятий с их специфичной сетью авиалиний варианторазмерами других авиаработ и наземным комплексом.

3. Для решения общих главных задач исследования и достижения поставленных целей сформулирован и решен ряд частных задач:

– создание совместных моделей структуры и размерности подсистем ВС, авиаработ, НКМ

в авиационной специализированной системе (авиапредприятие);

– создание структурированного параметрического ряда ВС, авиаработ, НКМ;

– выбор системы критериев эксплуатационной эффективности ВС;

– синтез показателей эффективности функционирования каждой из перечисленных подсистем;

– определение функций взаимодействия и взаимовлияния параметров данных подсистем;

– определение областей предпочтительного применения (ОПП) разных типов ВС на широкой номенклатуре вариантов и варианторазмеров авиаработ, где эффективно реализуются эксплуатационные характеристики рассматриваемых типов и типоразмеров ВС.

4. Решение данных частных задач на основе созданной модели позволит приступить к оптимизации структуры и парка ВС для данного авиапредприятия, определению номенклатуры целесообразных и соответствующих оптимальному парку авиаработ, определению рациональной структуры и размерности НКМ.

5. Решение данных частных задач базируются как на инженерно-экономических методах анализа факторов, так и на методах математического моделирования. При этом объектом исследования является авиационная специализированная система (авиапредприятие), а предметом – эксплуатационная эффективность АСС в целом.

Список использованной литературы:

1. Портников Б.А., Сергеев Д.И. Проектирование самолетов и вертолетов: методические указания к курсовому проектированию, часть I: Брошюра. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 73 с.
2. Портников Б.А., Султанов Н.З. Концепция моделирования и оптимизации бизнес-процессов авиапредприятий // Вестник Оренбургского государственного университета, №3, 2003, с. 59...67.
3. Портников Б.А., Султанов Н.З. Экологическая надежность при проведении авиационно-химических работ // Прогрессивные технологии в транспортных системах: Сб. докл. шестой Российской научно-техн. конф. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. (264 с.), (с. 181...184).
4. Портников Б.А., Султанов Н.З. Определение эффективности авиационной системы по вероятности выполнения основных стадий функционирования: Методические указания к лабораторно-практическим занятиям. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 35 с.

5. Портников Б.А. Современные тенденции развития авиационной промышленности Российской Федерации // Учебная, научно-произв. и инновационная деятельность высшей школы в совр. условиях / Материалы Междунар. научн.-практ. конф. Направление 2. – Оренбург: ОГУ, 2001, с. 130...131.
6. Портников Б.А., Старков Д.А., Султанов М.Н. Критерий и структура технико-экономического анализа инновационных проектов // Оренбургский научный вестник «Вертикаль», №5-6, 2000, с. 5...9.
7. Шор Н. З., Юн Г.Н. Динамическая модель формирования перспективного парка пассажирских самолетов с учетом ресурсных ограничений, // Некоторые задачи оптимизации планирования и проектирования на транспорте. – Киев: ИК АН УССР, 1982, с. 3...26.
8. Кочура С.Н., Юн Г.Н. Одна задача перспективного планирования парка воздушного флота, // Кибернетика, 1969, № 3, с. 46...48.
9. Юн Г.Н. Один способ понижения размерности в задачах оптимального проектирования, // Техническая кибернетика. – Киев: ИК АН УССР, 1970, вып. 16, с. 66...71.
10. Горбач Г.И., Юн Г.Н. Распределительная задача как составной элемент перспективного планирования самолетного парка // Применение математических методов в экономических исследованиях и планировании. – Киев: ИК АН УССР, 1972, с. 96...106.
11. Тарасенко В.П., Юн Г.Н. Обзор моделей прогнозирования воздушных перевозок, // Математическое обеспечение ЭВМ для экономических задач. – Киев: ИК АН УССР, 1972, с. 82...94.
12. Трубин В.А., Юн Г.Н. Синтез авиалиний в процессе выбора оптимального типажа пассажирских самолетов. – Киев: ИК АН УССР, 1972, с. 55...59.