

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ АВИАПРЕДПРИЯТИЯ КАК АВИАЦИОННОЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

В статье приведен детальный анализ новых системных подходов к совершенствованию бизнес-процессов типового авиапредприятия на основе оптимизации структуры и размерности парка воздушных судов и организационных структур управления.

В ранее опубликованных работах [1...6] по данному направлению было доказано, что для реализации условий перехода на технологии оптимизации бизнес-процессов необходимо выполнение трех взаимосвязанных задач. Первая задача (многофакторный, функциональный и статистический анализ работы подразделений и авиапредприятия в целом с получением математических моделей процессов его функционирования) до получения моделей процессов решена и представлена в работах [7...9].

Решению задач получения математических моделей процессов функционирования авиапредприятия и идентификации (описанию и анализу) бизнес-процессов авиапредприятия с выявлением основных направлений их совершенствования и посвящена настоящая статья.

Анализ литературных источников, приведенных ранее [1...9], позволил выявить основные бизнес-процессы авиапредприятия, оптимизация которых – суть совершенствования системы управления авиапредприятием. На рисунке 1 приведена схема основных бизнес-процессов авиапредприятия. Анализ влияния отдельных выделенных бизнес-процессов, таких, как:

- оптимизация парка;
- системный подход в управлении;
- целевое управление;
- маркетинговое управление;

- ситуационное управление;
- управление рисками;
- оптимизация организационных структур;
- управление на основе конкурентной стратегии;

– структурирование кадровой политики показал, что наиболее существенными и определяющими эффективностью авиапредприятия, являются бизнес-процессы, сгруппированные в определенные взаимосвязанные по структуре звенья:

1) Оптимизация парка – целевое управление – управление на основе конкурентной стратегии – маркетинговое управление;

2) Оптимизация организационных структур – системный подход в управлении – ситуационное управление – управление рисками – структурирование кадровой политики.

Таким образом, ключевыми задачами перехода на технологии оптимизации бизнес-процессов являются:

– оптимизация парка воздушных судов авиапредприятия;

– оптимизация организационных структур.

Все остальные – являются частными задачами по разработке мероприятий по сокращению издержек сохраненных технологических процессов.

Отсюда вытекает предположение о необходимости построения концептуальной модели

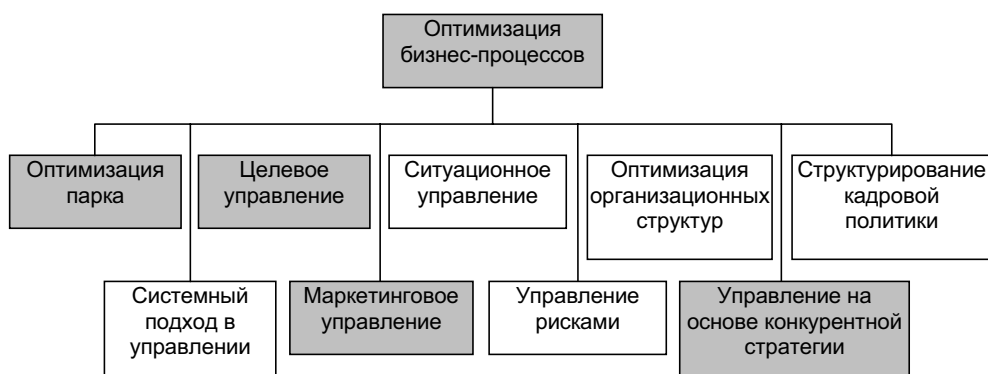


Рисунок 1. Схема основных бизнес-процессов предприятия

авиапредприятия как авиационной специализированной системы, которая послужит инструментом для идентификации основополагающих бизнес-процессов: – оптимизации парка и организационных структур.

Объект исследования – авиапредприятие как сложная авиационная специализированная система (АСС). Моделирование функционирования АСС и бизнес-процессов в системе ведем на основе системного подхода, т. е. в виде совокупного множества взаимосвязанных и взаимодействующих подсистем с формализацией цепочек прямых и обратных связей. Таким образом, авиапредприятие как систему представим как совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих подсистем:

$$АСС = \{ПС_p | И\}, \quad (1)$$

где: ПС – компоненты подсистемы;

p – идентификационный номер подсистемы (p = {X, Y, Z});

И – идентификация условий функционирования.

Элементами или подсистемами назовем части АСС в виде выделяемых групп элементов, так что ПС_p ∈ АСС. Число подсистем в общем случае зависит от степени детализации структурной модели АСС. Если использовать большое число подсистем (p > 3) на уровне числа структурных подразделений авиапредприятия, то это затруднит формализацию связей между ними и приведет к разрыву связей выделяемых (исследуемых) параметров АСС с другими независимыми параметрами.

Принимаем p=3, т. е. число подсистем равно трем:

- подсистема воздушных судов ВС (X);
- подсистема авиаработ АР (Y);
- подсистема наземного комплекса НКМ (Z).

Здесь: X, Y, Z – главные характеризующие параметры подсистем.

Правильность выбора p=3 подтверждается результатами оптимизации параметров и проектирования специализированных авиационных систем с участием автора, где применялись предложенные концепции. Результаты данных исследований опубликованы в соответствующих работах разного периода [10...13].

Обобщенная структурная модель (без учета специализации системы) приведена на рисунке 2.

Подсистема ВС включает в себя в свою очередь подсистемы более низкого уровня – парки ВС: самолетов (c), вертолетов (в), мотодельтап-

ланов или сверхлегких летательных аппаратов (мдп). В целом подсистема ВС зависит от m варьируемых параметров, которые можно считать точкой X_j = (X₁, ..., X_m) в m-мерном пространстве параметров подсистемы ВС (j = 1, m̄). С учетом идентификации по типу ВС в структурной модели правомерна следующая запись, отображающая одновременно и структуру и размерность парка (подсистемы ВС):

$$\begin{cases} X = \{X_c, X_v, X_{мдп}\}; \\ X_{c_j} = (X_{c_1}, \dots, X_{c_m}); \\ X_{v_j} = (X_{v_1}, \dots, X_{v_m}); \\ X_{мдп_j} = (X_{мдп_1}, \dots, X_{мдп_m}); \\ j = 1, \bar{m}. \end{cases} \quad (2)$$

Подсистема АР включает в себя в свою очередь подсистемы более низкого уровня – комплексы работ: по пассажиропотокам (ПР), грузоперевозкам (ГР), по специальным работам по ПАНХ (СР), по авиационно-химическим работам (АХР). В целом подсистема АР зависит от n варьируемых параметров, которые можно считать точкой Y_i = (Y₁, ..., Y_n) в n-мерном пространстве параметров подсистемы АР (i = 1, n̄). С учетом идентификации по вариантам АР в структурной модели правомерна следующая запись, отображающая структуру и объем разных видов авиаработ (подсистемы АР):

$$\begin{cases} Y = \{Y_{ПР}, Y_{ГР}, Y_{СР}, Y_{АХР}\}; \\ Y_{ПР_i} = (Y_{ПР_1}, \dots, Y_{ПР_n}); \\ Y_{ГР_i} = (Y_{ГР_1}, \dots, Y_{ГР_n}); \\ Y_{СР_i} = (Y_{СР_1}, \dots, Y_{СР_n}); \\ Y_{АХР_i} = (Y_{АХР_1}, \dots, Y_{АХР_n}); \\ i = 1, \bar{n}. \end{cases} \quad (3)$$

Подсистема НКМ в отличие от предыдущих, включает в себя базовый наземный комплекс (баз) и вспомогательные (всп), а также функциональные элементы и зависит от k варьируемых параметров, которые можно считать точкой Z_k = (Z₁, ..., Z_k) в k-мерном пространстве параметров подсистемы НКМ (k = 1, k̄). Правомерна следующая запись, отображающая структуру подсистемы НКМ:

$$\begin{cases} Z = \{Z_{баз}, Z_{всп}\}; \\ Z_{баз_k} = (Z_{баз_1}, \dots, Z_{баз_k}); \\ Z_{всп_k} = (Z_{всп_1}, \dots, Z_{всп_k}); \\ k = 1, \bar{k} \end{cases} \quad (4)$$

Уравнения существования $f(X) \leq 0, f(Y) \leq 0, f(Z) \leq 0$ записываются и формализуются для каждой подсистемы, т. к. они обладают определенной автономностью. Для подсистемы ВС уравнения существования будут являться уравнениями весового баланса и нормы летной годности (НЛГ) каждого типа и типоразмера ВС. Для подсистемы АР – взаимозависимости главных характеризующих параметров АР (объем, дальность перевозки, перелета, интенсивность) и параметров, отражающих специфичность вариантов размеров АР. Для подсистемы НКМ уравнения существования будут являться взаимозависимости между параметрами НКМ согласно «Технологическим указаниям по проектированию, строительству и эксплуатации аэродромов (ВСН-30)», требованиям ИКАО.

АСС в целом будет зависеть от $n^3 \cdot m^4 \cdot k^2$ параметров (рисунок 2). Ограничения G_x, G_y, G_z в рассматриваемых функциональных подсистемах выделяют в $n^3 \cdot m^4 \cdot k^2$ – мерном пространстве параметров системы подмножество допустимых параметров $G = G_x \cup G_y \cup G_z, X \in G_x, Y \in G_y, Z \in G_z$.

В определении системы (1) входит и идентификация условий.

Условия И характеризуют функционирование подсистем следующим образом, это:

- характеристики ограничений и форма упорядоченности в подсистемах G_x, G_y, G_z ;
- характеристики и факторы влияния внешней среды в виде набора признаков воздействия однозначно и неоднозначно отображенные во

времени $x(t), y(t), z(t)$ и x_s, y_s, z_s (по общей теории управления – возмущения);

– зависимость исследуемых процессов от времени $t \in [0, T]$, где T – длительность периода эксплуатации системы.

Тогда выражение (1) запишется в следующем виде:

$$ACC = \{X, Y, Z | x(t), y(t), z(t), x_s, y_s, z_s, G_x, G_y, G_z, t\}. (5)$$

Построение структурной модели – это структуризация и описание авиационной специализированной системы, которая, как было показано выше, состоит из подсистем:

- воздушных судов (x);
- авиаработ (y);
- наземного комплекса (z).

Поэтому далее, учитывая определенную автономность вышеприведенных подсистем, наличие уравнений существования и собственных ограничений, структурные модели каждой подсистемы рассмотрим отдельно и последовательно.

Структура и размерность парка ВС – это оптимальное количество и соотношение типов и типоразмеров ВС по грузоподъемности. Введем в модель идентификацию по типу ВС:

- самолеты {С};
- вертолеты {В};
- мотодельтапланы и сверхлегкие летательные аппараты {МДП}.

Идентификация по типоразмерам (или классам) ВС заключается в выборе типоразмеров (классов) по грузоподъемности (коммерческой нагрузке) внутри определенного типа ВС. Идентификация по типоразмерам невозможна

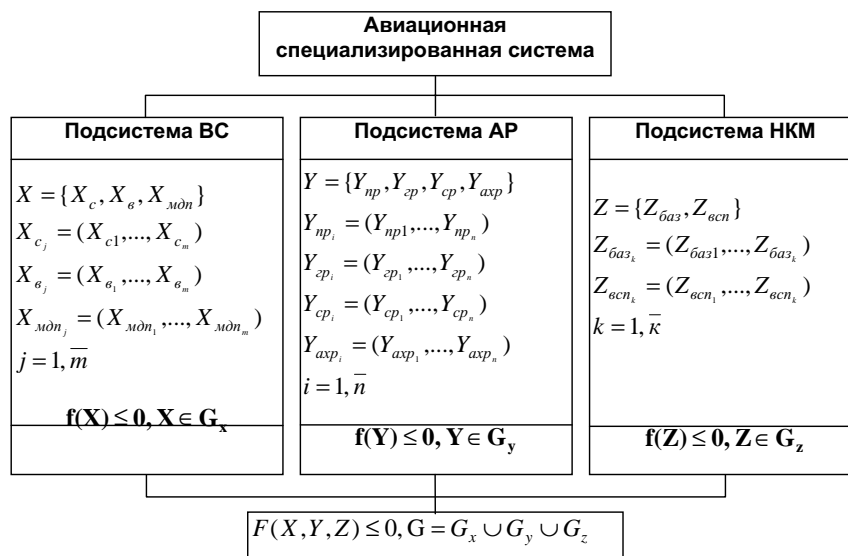


Рисунок 2. Обобщенная структурная модель авиационной специализированной системы

без идентификации по вариантам АР и варианторазмерам АР.

Например, для каждого варианта АР (пассажирские {ПР}, грузовые {ГР}, специальные работы по ПАНХ {СР}, авиационно-химические {АХР}) по нашей концепции соответствует свой тип, а для каждого варианторазамера – свой типоразмер ВС. Идентификация по варианторазамерам построена (как будет пояснено ниже) на дальнейшем разделении вариантов АР по видам с главными характеризующими их параметрами.

В ранее опубликованных работах [1...13] приведены:

- классификация авиаработ (АР) по базам данных по подсистеме АР (включая АХР и работы по ПАНХ, данные по пассажиропотокам);
- классификация ВС по базам данных воздушных судов (ВС);
- основные понятия и определения (гlossарий).

Таблица 1. Двумерная матрица сочетаний «тип ВС ~ вариант АР»

Тип ВС Вариант АР	{С}	{В}	{МДП}
{ПР}	1	1	0
{ГР}	1	1	0
{СР}	1	1	1
{АХР}	1	1	1

Примечание: 1 – реальное множество сочетаний.
0 – «пустое» (нереальное) множество сочетаний

Идентификация парка ВС (подсистемы ВС) заключается в распознавании признаков возможных сочетаний типоразмера ВС и варианторазамера АР.

Такой подход интерпретирован автором в терминах ряда реальных представителей широкого класса ВС, доведенных до разработки рабочей экспертной системы «ВЫБОР», применение которой в научно-исследовательской практике показало высокую эффективность.

Таким образом, модель структуры и размерности парка в виде матрицы размещается в четырехмерном пространстве, (четырёхмерная матрица), что затрудняет визуальное и графическое отображение в целом. Ввиду последнего, для наглядности показаны фрагменты идентификации (система «ВЫБОР») на производных двумерных матрицах возможных сочетаний (таблица 1).

«Тип ВС» ~ «вариант АР» ⇒ «типоразмер ВС ~ варианторазамер АР». Двумерные матрицы сочетаний «типоразмер ВС ~ варианторазамер АР» для {ПР} ~ {С} приведены в таблице 2, а для {ПР} ~ {В} приведены в таблице 3.

Аналогично можно построить двумерные матрицы сочетаний «типоразмер ВС ~ варианторазамер АР» для:

- {ГР} ~ {С} {СР} ~ {С} {АХР} ~ {С}
- {ГР} ~ {В} {СР} ~ {В} {АХР} ~ {В}
- {СР} ~ {МДП} {АХР} ~ {МДП}

Основными элементами подсистемы ВС в авиационной специализированной системе

Таблица 2. Двумерная матрица сочетаний «типоразмер ВС ~ варианторазамер АР» для {ПР} ~ {С}

Варианторазмер АР	Типоразмер ВС {С}	МЛБ	МЛД	МСБ	МСС	МСД	МКН	Соответствующий интервал интенсивности, N _{прив} , 10 ³ взлетов и посадок в год
Зона дальности 0...700 км		1	0	0	0	0	0	0...3
Зона дальности 701...1500 км		1	1	0	0	0	0	3...10
Зона дальности 1501...2400 км		0	1	1	0	0	0	10...20
Зона дальности 2401...4000 км		0	0	1	1	0	0	3...10
Зона дальности 4001...5000 км		0	0	0	1	1	0	1...3
Зона дальности > 5000 км		0	0	0	0	0	1	0...1

Примечание: 1 – реальное множество сочетаний; 0 – «пустое» (нереальное) множество сочетаний

Таблица 3. Двумерная матрица сочетаний «типоразмер ВС ~ варианторазамер АР» для {ПР} ~ {В}

Варианторазмер АР (зоны дальности)	Типоразмер ВС {В}	«легкий» вертолет (ЛВ)	«средний» вертолет (СВ)	«тяжелый» вертолет (ТВ)	Соответствующий интервал интенсивности, N _{прив} , 10 ³ взлетов и посадок в год
0..100 км		1	1	1	2,5...3
100...250 км		1	1	1	1,5...2,5
250...500 км		0	1	1	1...1,5
500...750 км		0	0	1	0,5...1
> 750 км		0	0	1	0...0,5

Примечание: 1 – реальное множество сочетаний; 0 – «пустое» (нереальное) множество сочетаний

(АСС) являются воздушные суда (ВС), объединенные по типоразмеру, совокупность которых составляет парк ВС.

Состав парка ВС в t-ом году можно записать в виде уравнения:

$$N_{\Sigma}(t) = N_{\Sigma}(t-1) + ПБ_{\Sigma}(t) - СП_{\Sigma}(t), \quad (6)$$

где $N_{\Sigma}(t-1)$ – состав парка ВС в предыдущем, т. е. в (t - 1) году;

$ПБ_{\Sigma}(t)$ – приобретенные ВС в t-ом году;

$СП_{\Sigma}(t)$ – списанные ВС в t-ом году.

Идентификация размерности парка выражается слагаемыми состава парка ВС в t-ом году:

$$N_{\Sigma}(t) = \sum_{j=1}^m N_{C_j}(t) + \sum_{j=1}^m N_{B_j}(t) + \sum_{j=1}^m N_{MДП_j}(t), \quad (7)$$

где $\sum_{j=1}^m N_{C_j}(t)$ – состав парка самолетов в t-ом году;

$\sum_{j=1}^m N_{B_j}(t)$ – состав парка вертолетов в t-ом году;

$\sum_{j=1}^m N_{MДП_j}(t)$ – состав парка мотодельтапланов и сверхлегких летательных аппаратов в t-ом году;

$x_{C_j}(j=1, m)$; $C_j = \overline{1, Cm}$ – параметрический ряд самолетов (С) в парке ВС авиапредприятия.

Для примера: ФГУАП «Оренбургские авиалинии» имеет параметрический ряд самолетов $C_5 = \overline{1, C5}$ (самолеты Ту-154, Ту-134, Ан-24, Як-40, Ан-2), материал по которым приведен в статье [8].

$N_{C1} = 5$ (пять самолетов Ту-154);

$N_{C2} = 6$ (шесть самолетов Ту-134);

$N_{C3} = 5$ (пять самолетов Ан-24);

$N_{C4} = 3$ (три самолета Як-40);

$N_{C5} = 45$ (сорок пять самолетов Ан-2).

$x_{B_j}(j=1, m)$; $B_j = \overline{1, Bm}$ – параметрический ряд самолетов (В) в парке ВС авиапредприятия.

Для примера: ФГУАП «Оренбургские авиалинии» имеет параметрический ряд вертолетов $B_2 = \overline{1, B2}$ (вертолеты Ми-2, Ми-8), материал по которым приведен в статье [8].

$N_{B1} = 7$ (семь вертолетов Ми-2);

$N_{B2} = 7$ (семь вертолетов Ми-8).

$x_{MДП_j}(j=1, m) = \emptyset$; $MДП_j = \overline{1, MДПm}$ – параметрический ряд мотодельтапланов и сверхлегких летательных аппаратов (МДП) в парке ВС авиапредприятия ($j=0, N_{MДП_j} = 0$).

Для примера: ФГУАП «Оренбургские авиалинии» не имеет параметрический ряд мотодельтапланов и сверхлегких летательных аппаратов.

Слагаемое $ПБ_{\Sigma}(t)$ определяет программу закупок ВС авиапредприятием (авиационной специализированной системой) в t-ом году.

$$ПБ_{\Sigma}(t) = \sum_{j=1}^m ПБ_{C_j}(t) + \sum_{j=1}^m ПБ_{B_j}(t) + \sum_{j=1}^m ПБ_{MДП_j}(t), \quad (8)$$

где $\sum_{j=1}^m ПБ_{C_j}(t)$ – программа закупок самолетов из параметрического ряда $C_j = \overline{1, Cm}$ в t-ом году;

$\sum_{j=1}^m ПБ_{B_j}(t)$ – программа закупок вертолетов из параметрического ряда $B_j = \overline{1, Bm}$ в t-ом году;

$\sum_{j=1}^m ПБ_{MДП_j}(t)$ – программа закупок мотодельтапланов и сверхлегких летательных аппаратов (МДП) из параметрического ряда $MДП_j = \overline{1, MДПn}$ в t-ом году.

Моделирование структуры парка ВС имеет свою специфику для самолетов, вертолетов и сверхлегких летательных аппаратов на пассажирских, грузовых перевозках, для специальных авиационных работ и для авиационно-химических работ. Так для пассажирских перевозок характерна более определенная регулярность, интенсивность и распределение в течении $t \in [1, T]$. Для транспортных грузовых перевозок присуща неопределенность условий их применения и неоднородность перевозимого груза. Для АХР и специальных авиационных работ характерно многообразие целей, для достижения которых они проводятся. Данные особенности приведены в статье [9]. Поэтому необходим специальный подход к построению универсальной методики структуризации парка ВС, учитывающей суммарный объем авиаработ (Q) без конкретизации составляющих операций, но попадающих в двумерные матрицы сочетаний «типоразмер ВС ~ вариантразмер АР», приведенных в таблицах 1...3.

Модель размерности парка ВС состоит из последовательности выражений б...8, в которых

$\sum_{j=1}^m N_{C_j}(t)$, $\sum_{j=1}^m N_{B_j}(t)$, $\sum_{j=1}^m N_{MДП_j}(t)$ определяются в

областях предпочтительного применения G_y . Значение, описание и методы получения областей предпочтительного применения G_y подробно апробированы автором в ряде работ [2...7] и в реализации проектов. Области предпочтительного применения (ОПП) – это области, где:

$$\begin{cases} x \in G_x \\ y \in G_y \\ z \in G_z \end{cases} \quad (9)$$

т. е. области, в которых можно выделить в пространстве всех возможных параметров авиара-

бот совокупность тех авиаработ, которые эффективно могут быть выполнены определенным типом ВС с учетом эксплуатационной надежности (выбор критерия, методика определения и этапы исследования по областям предпочтительного применения приведены в работах [3, 8...13]).

В областях предпочтительного применения (ОПП) для каждого типа ВС:

$$\begin{cases} d_i(x_{c_j}) \\ d_i(x_{b_j}) \\ d_i(x_{мп_j}) \end{cases} \quad (10)$$

существует соответствующий параметрический ряд типоразмеров ВС:

$$\begin{cases} c_j = 1, c_m \\ b_j = 1, b_n \\ мп_j = 1, мп_n \end{cases} \quad (11)$$

Каждое значение выражения 10 является областью достижимых заданий в совокупности (системно они выделяются в G_j).

Под размерностью парка в работе понимается абсолютная совокупность разных типов и типоразмеров ВС в парке как отдельного авиапредприятия, так и в стране в целом.

Под структурой парка ВС будем понимать относительную совокупность в парке типов и типоразмеров ВС: самолетов, вертолетов, мотодельтапланов и сверхлегких летательных аппаратов, т. е. (виды модификаций и размеры внутри определенного типа).

В областях предпочтительного применения размерность потребного парка каждого типа ВС определяется из выражений:

– для самолетов:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^m N_{c_{ij}}(t) = \frac{Q_i \{d_i(x_{c_j})\}}{\Pi_i \{d_i(x_{c_j})\} T_{плгод_i}}; \\ \sum_{j=1}^m N_{c_j}(t) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m N_{c_{ij}}(t); \end{cases} \quad (12)$$

– для вертолетов:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^m N_{b_{ij}}(t) = \frac{Q_i \{d_i(x_{b_j})\}}{\Pi_i \{d_i(x_{b_j})\} T_{плгод_i}}; \\ \sum_{j=1}^m N_{b_j}(t) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m N_{b_{ij}}(t); \end{cases} \quad (13)$$

– для мотодельтапланов и сверхлегких летательных аппаратов:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^m N_{мп_{ij}}(t) = \frac{Q_i \{d_i(x_{мп_j})\}}{\Pi_i \{d_i(x_{мп_j})\} T_{плгод_i}}; \\ \sum_{j=1}^m N_{мп_j}(t) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m N_{мп_{ij}}(t); \end{cases} \quad (14)$$

Тогда, с учетом сложившегося парка авиапредприятия, характеризуемым показателем $N\Sigma(t-1)$ и определяемым по выражениям 12...14, а также с учетом потребной размерности парка по областям предпочтительного применения (ОПП) для разных типов ВС $N\Sigma(t)$, корректируем размерность парка планом закупок (ПБЗ) и планом списаний ВС (СПС) в t-ом, т. е. расчетном году.

Ранее, в авторских работах [8, 9] было доказано, что:

– в ОПП $d_i(x_{c_j})$ выражение $c_j = 1, c_m$ есть не что иное, как параметрический ряд самолетов, подготовленных к закупке в t-ом году;

– в ОПП $d_i(x_{b_j})$ выражение $b_j = 1, b_n$ есть не что иное, как параметрический ряд вертолетов, подготовленных к закупке в t-ом году;

– в ОПП $d_i(x_{мп_j})$ выражение $мп_j = 1, мп_n$ есть не что иное, как параметрический ряд мотодельтапланов, подготовленных к закупке в t-ом году.

Таким образом, определяется структура парка ВС для конкретного авиапредприятия из собственного параметрического ряда $\sigma = 1, s$, существующих авиапредприятий ($s = 240$ – принято на январь 2004 года) по трем классам: КА – «крупные», СА – «средние», МА – «мелкие», ранжированных по объему авиаперевозок (авиаработ).

Следует отметить, что s – очень динамичный показатель. Например, с июня 2003 года по январь 2004 года изменился с 299 до 240. Однако, существенное значение данное 20%-ое изменение на структуру и размерность парка ВС по стране не внесет, т. к. ресурсы перетекают из одного авиапредприятия в другое в виде объединения или приобретения и ни в коем случае не уничтожаются.

Эффективность функционирования авиапредприятия как системы возрастает при применении ВС не на всей его области достижимых заданий, а на более узкой области, задающей оптимальное сочетание его универсально-

сти и специализации (выполняются экономические закономерности: снижение затрат при аналогичном объеме работ повышает эффективность всей системы). Такие области назовем зонами рационального применения:

$$D(x, y) = \{x_{opt} / \mathcal{E}(PH) \rightarrow \max, N_{потр} \rightarrow \min, t \in [1, T]\}. \quad (15)$$

Очевидно, что $D(x, y)_c \cap D(x, y)_в \cap D(x, y)_{мдп} = \emptyset$ – не пересекаются, решаются как задачи оптимального распределения и ограничены возможностями самолета, вертолета и мотодельтаплана как типов воздушных судов.

Многообразие возможностей каждого типоразмера самолета, вертолета и МДП в одной выделенной операции (i-ый вид авиаработ) выражает свойство универсальности и характеризуется областью достижимых заданий $d_i(x_{мдп_j})$, $d_i(x_{c_j})$ или $d_i(x_{в_j})$. Эта область выделяет в пространстве параметров заданий y совокупность тех авиаработ, каждая из которых может быть выполнена эффективно только определенным типом и типоразмером ВС с учетом эксплуатационной надежности.

В этом случае возможность выполнения некоторого задания y летательным аппаратом x_{c_j} , $x_{в_j}$ или $x_{мдп_j}$ определяется условием:

$$y_c \in d_i(x_{c_j}), y_v \in d_i(x_{в_j}), y_{мдп} \in d_i(x_{мдп_j}). \quad (16)$$

Это условие выделяет на множестве X допустимые множества вектор-параметров $x_{мдп}$, x_c и x_v , выполняющих конкретную авиаработу y_i :

$$x_y = \{x \in X : y \in d_i(x)\}. \quad (17)$$

Это условие читается следующим образом: x_y представляет собой такую совокупность векторов x из X , для которой выполняется условие $y \in d_i(x)$.

Параметры АСС – множества, которые выделяются из $x \in G_x$, $y \in G_y$, $z \in G_z$ в результате получения областей предпочтительного применения (ОПП) (1 этап) и зон рационального применения (2 этап).

В этом случае соотношение количества типов ВС представляется в виде упорядоченной тройки $x_j = \{x_c, x_{мдп}, x_v\}$:

$$x_c = \bigcup_{j=1}^{mc} x_{c_j}, x_v = \bigcup_{j=1}^{mv} x_{в_j}, x_{мдп} = \bigcup_{j=1}^{мдп} x_{мдп_j}, \quad (18)$$

Отметим, что множество параметров X , определяемое как путем аналитического расчета и из банка данных ВС, включает всю возможную совокупность МДП, самолетов и вертолетов рассматриваемых классов (где действуют определенные взаимозависимости между параметрами), реализуемых на данном техническом уровне. Это дает возможность путем изменения

исследуемых параметров получить не только оптимальную совокупность и соотношение МДП, самолетов и вертолетов в парке, но и определить, при каких совокупных параметрах ВС реализуется оптимальная с экономической и организационной точки зрения АСС. Использование модели для этой цели позволяет получить идеально-конечный результат по отношению структуры парка АСС.

Размерность парка самолетов авиапредприятия j-го типоразмера определяется величиной $N_{cijk\sigma}(t)$ – количество самолетов j-го типоразмера, необходимых (потребных) для выполнения i-го варианторазмера {в виде выборки из вариантов: пассажирские перевозки; грузовые перевозки; специальные авиаработы ПАНХ; авиационно-химические работы} при k-ом виде базирования в σ -классе авиапредприятия в t-ом году рассматриваемого периода $\{0, T\}$.

Размерность парка самолетов авиапредприятия всех типоразмеров определяется величиной

$$N_{cik\sigma}(t) = \sum_{j=1}^m N_{cijk\sigma}(t), \quad (20)$$

– количество самолетов, необходимых (потребных) для выполнения i-го варианторазмера из выборки вариантов {ПС, ГР, СР, АХР} при k-ом виде базирования в σ -классе авиапредприятия в t-ом году периода $\{0, T\}$.

Размерность парка самолетов авиапредприятия всех варианторазмеров пассажирских перевозок

$$N_{ck\sigma}(t) = \sum_0^{ПР} \sum_{i=1}^n N_{cijk\sigma}(t) \quad (21)$$

– количество самолетов для пассажирских перевозок при k-ом виде базирования в σ -классе авиапредприятия в t-ом году периода $\{0, T\}$.

Аналогично выражение 21 запишется для:

– всех вариантов грузовых перевозок

$$N_{ck\sigma}(t) = \sum_0^{ГР} \sum_{i=1}^n N_{cijk\sigma}(t), \quad (22)$$

– всех видов специальных авиационных работ

$$N_{ck\sigma}(t) = \sum_0^{СР} \sum_{i=1}^n N_{cijk\sigma}(t), \quad (23)$$

– всех видов авиационно-химических работ

$$N_{ck\sigma}(t) = \sum_0^{АХР} \sum_{i=1}^n N_{cijk\sigma}(t). \quad (24)$$

Размерность потребного парка самолетов при всех видах базирования и всех классов авиапредприятий в t-ом году периода $\{0, T\}$ опреде-

ляется выражением (в целом для Российской Федерации)

$$N_c(t) = \sum_{\sigma=1}^S \sum_{k=1}^K \sum_{\substack{AXPCP \\ 0}} \sum_{\substack{GP \\ 0}} \sum_{\substack{PP \\ 0}} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m N_{cij\sigma}(t). \quad (25)$$

Аналогичные выражения получаются и для вертолетного парка $N_v(t)$, сверхлегких ЛА $N_{млп}(t)$.

В заключение отметим следующее.

1. Для описания и анализа (идентификации) бизнес-процессов авиапредприятия разработаны математические модели процессов функционирования авиапредприятия, выявлены основные бизнес-процессы, оптимизация которых – суть совершенствования системы управления авиапредприятием. Доказано, что ключевыми задачами перехода на технологии оптимизации бизнес-процессов авиапредприятия являются:

- оптимизация парка ВС;
- оптимизация организационных структур.

Таким образом определена необходимость создания инструмента для идентификации вышеперечисленных бизнес-процессов – построение структурной модели авиапредприятия как авиационной специализированной системы.

2. Обозначен объект исследования – авиапредприятие как сложная авиационная специализированная система (АСС), т. е. как совокупность множеств взаимосвязанных и взаимодействующих подсистем. Доказано, что число подсистем при оптимальной степени детализации равно трем: подсистема ВС (X), подсистема АР (Y), подсистема НКМ (Z).

На основании этого предложена структурная модель АСС с записью и формализацией уравнений существования для каждой подсистемы, т. к. они обладают определенной автономностью.

3. Определена и обоснована размерность системы в целом ($n^3 \cdot m^4 \cdot k^2$ – параметров). Выделены ограничения G_x, G_y, G_z и подмножество допустимых параметров $G = G_x \cup G_y \cup G_z$, $X \in G_x$, $Y \in G_y$, $Z \in G_z$, определены характеристики и факторы влияния внешней среды в виде набора признаков воздействия однозначно и неоднозначно отображенных во времени. Разработана структурная модель авиационной специализированной системы на основе моделей структуры и размерности подсистем ВС, АР, НКМ.

4. На основании проведенных автором анализа статистического материала, исследований, а также выполненных под научным руководством и при участии автора разработок в области отраслевого и внутрифирменного планиро-

вания и оптимального проектирования социально-экономических и производственных объектов, предложены концепции, принципы формирования структуры АСС, касающиеся оптимального парка ВС, представляющие собой единый комплекс научно-методических положений, математических моделей, алгоритмов и программ. Последние предназначены для решения оптимизационных задач в области планирования, разработки и внедрения перспективных бизнес-процессов на авиапредприятиях.

5. Концепция, принципы и модели интерпретированы в терминах параметрического ряда типов и типоразмеров ВС, классов авиапредприятий, сети авиалиний с разной протяженностью и загрузкой разных вариантов и варианторазмеров АР (включая и АХР).

6. Реализация предложенного комплекса в виде соответствующих методик и применение в научных, производственно-эксплуатационных организациях на протяжении 20-ти с лишним лет показало сравнительно высокую эффективность предлагаемых методов моделирования.

7. В данной статье дан детальный анализ новых системных подходов к совершенствованию бизнес-процессов типового авиапредприятия на основе оптимизации структуры и размерности парка ВС и организационных структур управления.

На основании этого анализа и теории сложных систем сформулированы основные принципы декомпозиции, оптимизации и программно-целевого планирования в рамках авиапредприятия, территориального управления и страны в целом.

Разработана система операционных моделей формирования парка для самолетов, вертолетов и сверхлегких летательных аппаратов, пассажирских, грузовых, сельскохозяйственных и для авиаработ по ПАНХ, а также моделей обеспечивающих подсистем.

8. Доказана целесообразность и возможность проведения сравнительной критериальной оценки новых, не находящихся в эксплуатации ВС, с использованием метода сопоставимости с помощью моделей распределительной задачи, методологически и программно увязанной с задачами целевого планирования.

9. Идентификация парка ВС осуществлялась с распознаванием признаков возможных сочетаний типоразмеров воздушных судов и варианторазмеров авиационных работ при приемлемом классе авиапредприятия с соответствующим наземным комплексом в четырехмерных

матрицах сочетаний рабочей экспертной системы «Выбор».

10. Апробация модели произведена на примере типового авиапредприятия «среднего класса» ФГУП «Оренбургские авиалинии» с ограниченным параметрическим рядом самолетов в количестве Ту-154 (5), Ту-134 (6), Як-40 (3), Ан-24 (5), Ан-2 (45); вертолетов Ми-2 (7), Ми-8 (7).

11. Исследования подтвердили и это отражено в структурной модели подсистем АР:

– для пассажирских перевозок характерна более определенная регулярность, интенсивность и распределение в течение определенного периода времени;

– для транспортных грузовых перевозок присуща неопределенность условий их применения и неоднородность перевозимого груза;

– для авиационно-химических работ и для специальных авиационных работ характерно многообразие целей, для достижения которых они проводятся.

12. Разработана концепция, по которой суммарный потребный парк определяется в областях предпочтительного применения $G_y^* \in G_y$. Значение, описание и методы получения областей предпочтительного применения подробно апробированы автором в ряде работ и реализации проектов.

Области предпочтительного применения (ОПП) – это области, в которых выделяется в пространстве всех возможных параметров авиа-

работ совокупность тех авиаработ, которые эффективно могут быть выполнены определенным типом ВС с учетом эксплуатационной надежности. Выбор критерия, методика определения и этапы исследования по областям предпочтительного применения апробированы в ряде работ, ранее опубликованных автором, а также внедрены при реализации проектов на базе ФГУП «Оренбургские авиалинии».

13. В данной статье конкретизированы и проанализированы используемые и вновь введенные понятия: области предпочтительного применения; структура парка; размерность парка; параметрический ряд ВС; параметрический ряд АР; классификация авиапредприятий; зоны рационального применения типоразмеров ВС.

14. Численно определены и математически записаны выражения для главных характеризующих параметров для подсистем АСС:

- подсистема ВС – типы (типоразмеры ВС и их количество), структура и размерность парка, производительность;

- подсистема АР – объем авиаработ и операционное время работы системы в год для удовлетворения спроса по операционному и календарному времени в год, виды (варианто-размеры и их количество) авиаработ из соответствующего параметрического ряда;

- подсистема НКМ – приведенное количество взлетов и посадок в год.

Список использованной литературы:

1. Портников Б.А. Технико-экономический анализ состояния воздушного транспорта региона/ Российский информ. техн. журнал «Вертолет». – Казань: 1999, №1.
2. Портников Б.А., Локтионов А.П., Султанов Н.З. Модели и методы оценки экономического ущерба от воздействия авиационно-химических работ на окружающую среду/ В науч. сб.: Формирование рыночного хозяйства: Теория и практика. Часть 2. – Оренбург: ОГУ, 1997.
3. Портников Б.А., Султанов Н.З. Области предпочтительного применения воздушных судов на специальных авиационных работах с учетом экологической надежности/ В сб.: Вопросы региональной геологии и геологии// Совм. выпуск УрО РАН и Южно-Уральского отд. МАНЭБ. – Оренбург: ИПК ОГУ, 2002, с. 117...126.
4. Портников Б.А., Султанов Н.З. Совершенствование системы управления авиапредприятием на основе перехода на информационные технологии/ В кн.: Современные информационные технологии в науке, образовании и практике// Матер. научно-практ. конф. – Оренбург: ИПК ОГУ, 2002, с. 163...175.
5. Портников Б.А., Султанов Н.З. Системное и ситуационное моделирование социально-экономических и производственных объектов/ В журн. «Вестник Оренбургского государственного университета», №8, 2002, с. 163...171.
6. Портников Б.А., Елагин В.В., Султанов Н.З. Формализация задач организационного структурирования авиапредприятия как единой интегрированной системы/ В сб.: Современные аспекты компьютерной интеграции машиностроительного производства// Сб. статей Всероссийской научно-практ. конф. – Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2003, с. 191...194.
7. Портников Б.А., Султанов Н.З. Концепция моделирования и формализации задач функционирования авиапредприятий/ В сб.: Современные аспекты компьютерной интеграции машиностроительного производства// Сб. статей Всероссийской научно-практ. конф. – Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2003, с. 195...198.
8. Портников Б.А. Факторно-статистический анализ типового предприятия/ В кн.: Прогрессивные технологии в транспортных системах: Сб. докл. шестой Российской научно-техн. конф. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. (-264 с.), (с. 169...176)
9. Портников Б.А., Султанов Н.З. Тенденции развития и технико-экономический анализ состояния качества воздушного транспорта/ В кн. Прогрессивные технологии в транспортных системах: Сб. докл. шестой Российской научно-техн. конф. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003, с. 177...181.
10. Портников Б.А., Карташов Л.П., Локтионов А.П., Пак Е.Г., Султанов Н.З. Комплексный научно-исследовательский проект: Оптимизация парка воздушных судов для сельскохозяйственных авиационных работ с учетом экологической надежности // Монография «Теория и практика регионального инжиниринга». – Санкт-Петербург: издательство «Политехника», 1998.
11. Портников Б.А., Абдрашитов Р.Т., Бондаренко В.А., Дибихин К.Ю., Локтионов А.П., Султанов Н.З. Инновационные процессы в авиационно-химических работах – экологический аспект // Монография. – Оренбург: ОГУ, 1998. – 200 с.
12. Портников Б.А. Минимизация нецелевого воздействия химических веществ на компоненты окружающей среды при проведении специальных авиационных работ // Автореферат диссерт. на соискание уч. степени канд. техн. наук. – Оренбург: ОГУ, 1998. – 24 с.
13. Портников Б.А., Локтионов А.П., Султанов Н.З. Структура и размерность парка воздушных судов сельскохозяйственной модификации и окружающая среда // В журн. «Вестник ОГУ», № 3, 1999.