

КОНЦЕПЦИИ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕРНОСТИ И СТРУКТУРЫ ПАРКА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ АВИАПРЕДПРИЯТИЯ

В данной статье обоснованы и сформулированы концепции повышения эффективности функционирования авиационной специализированной системы, основанные на обеспечении требуемых свойств и вида бизнес-функций, удовлетворяющих оптимальной размерности и структуре парка воздушных судов авиапредприятия как авиационной специализированной системы.

Решение задачи оптимизации означает поиск и достижение оптимального соотношения параметров авиационной специализированной системы (АСС) или обеспечение свойств и вида некоторых бизнес-функций системы, которые влияют на качество и результат функционирования АСС. Оптимальность – обозначает наличие в системе наилучшего сочетания приемлемых свойств в соответствии с принятым критерием эффективности.

В нашей постановке – это структура и размерность парка воздушных судов (ВС) и структура управления авиапредприятием. Обоснование и выбор критерия заключается в том, что вне зависимости от состава и структуры критерия смысл оптимальности должен состоять в обеспечении максимальной прибыли.

Оценка эффективности заключается в вычислении приведенных затрат на единицу выполняемого объема работ. По приведенным затратам оцениваются не только функциональные, но и производственные и эксплуатационные качества воздушного судна.

Выбор варианта представляет собой оптимизацию размерности и структуры парка воздушных судов в зависимости от вида авиационных работ. Определенное время в календарном году специализированные для конкретного вида авиаработ воздушные суда простаивают, но при определенной степени переоборудования воздушного судна можно существенным образом повысить степень использования парка за счет его количественного сокращения.

Таким образом, оценка эффективности в нашей постановке – оптимизация параметров выполнения определенного зада-

ния, предусматривающая построение и реализацию математической модели.

Управление структурой и размерностью парка воздушных судов, задействованных на авиационных работах, осуществляется с применением теории оптимального управления сложными системами, что предполагает решение ряда задач:

- оптимизация процесса выбора типа и типоразмеров ВС;
- выбор оптимальных режимов эксплуатации;
- выявление внутренних параметров авиационных работ и связей между ними;
- определение условий функционирования сложной системы;
- исследование устойчивости объемов авиаработ.

Анализ литературных источников в данной области в предыдущих работах [1, 2] показал, что существуют по крайней мере два подхода к решению аналогичных задач.

Первый подход заключается в использовании общей теории автоматизации управления сложными объектами (в рамках данной работы – это специализированная система для выполнения авиационных работ), в разработке специальной методики решения задач управления.

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. развертывании причинно-

следственных связей от общих задач к более детальным. К детальным задачам следует отнести задачи по структуризации варианто-размеров ПР и ГР, видов СР и АХР, а также выделение конкретных главных параметров $y \in G_y$ подсистемы АР.

Здесь: y – главные характеризующие параметры; G_y – область изменения исследуемых параметров подсистемы АР.

Большое разнообразие объектов исследования сложной системы может привести к тому, что общая теория распадется на отдельные теории и методики решения задач для определенных процессов. Это приведет либо к разработке методов отдельно для {ПР}, {ГР}, {СР} и {АХР}, слабо связанных друг с другом, либо потребует создания новой специальной теории применительно к определенному процессу.

Другой подход заключается в оптимальной организации и исследовании имеющихся методов, которые позволяют решить практически любую задачу управления небольшим числом достаточно универсальных методов, учитывающих специфику различных объектов управления. Решение этой задачи наиболее эффективно может быть достигнуто на основе системного подхода, в соответствии с которым для определенного множества задач имеется множество методов. Решение комплекса задач, поставленных в работе (суть которых в оптимальном регулировании параметров функционирования системы, которая, в свою очередь, является одной из типовых задач оптимального управления сложными системами), в нашей постановке можно вести с использованием методики решения задач оптимального управления сложными системами.

Сложность построения определяется рядом особенностей, присущих самой системе: большая размерность системы, разнообразность элементов и ее подсистем. В то же время для решения проблем управления сложными системами можно предположить, что все перечисленные задачи можно решить в рамках одной модели. Для этого необходимо найти единую формулировку задач управления, для которой все рассматриваемые задачи являются лишь частными

случаями. Анализ практических задач управления позволяет выделить из всего набора типовых задач наиболее важные и сложные из них, объединить в классы. Так, задачи оптимального регулирования параметров функционирования системы объединяются в класс задач оптимизации; оценка эффективности функционирования входит в класс задач распознавания образа; задачи планирования и прогнозирования определяются в класс задач прогнозирования; задача нормирования решается также в рамках вышеперечисленных данных задач.

Остановимся на задачах оптимизации размерности и структуры парка воздушных судов более подробно. Содержание данной концепции опубликовано в работе [3]. Решение задачи оптимизации обозначает поиск и достижение оптимального соотношения параметров системы или обеспечение свойств и вида некоторых функций системы, которые влияют на качество и результат функционирования систем [4]. Оптимальность, таким образом, обозначает существование в системе подходящих приемлемых или наилучших свойств в некотором смысле в соответствии с принятым критерием оптимальности.

Ключевыми задачами при переходе на технологии оптимизации бизнес-процессов являются оптимизация парка ВС авиапредприятия (АСС) по структуре и размерности и оптимизация организационных структур. Разработанная структурная модель АСС основана на концепции двухэтапной многофакторной оценки эффективности и соответствующего критериального построения, отражающих показатели всех соответствующих подсистем АСС (авиапредприятия).

Проведенный анализ предыдущих исследований [1...4] показал, что функциональная схема исследования, принятая в выполненных ранее работах по данному направлению, обладает рядом недостатков, не позволяющих получить полного решения в настоящей постановке ввиду большой размерности, порядка 10^{68} сочетаний параметров (по подсистеме ВС > 1600 переменных, по подсистеме АР > 1400, по подсистеме НКМ > 200).

Предлагаемая функциональная схема, представленная на рисунке 1, с разделением задачи на два этапа (декомпозиция значительно снижает размерность задачи) позволила получить полное решение поставленных задач исследования.

I этап (рис. 1). Решается так называемая «внешняя» задача, т.е. задача, где сравниваются показатели эффективности АСС соответствующего уровня авиационной техники с «конкурирующими». После принятия решения об исследова-

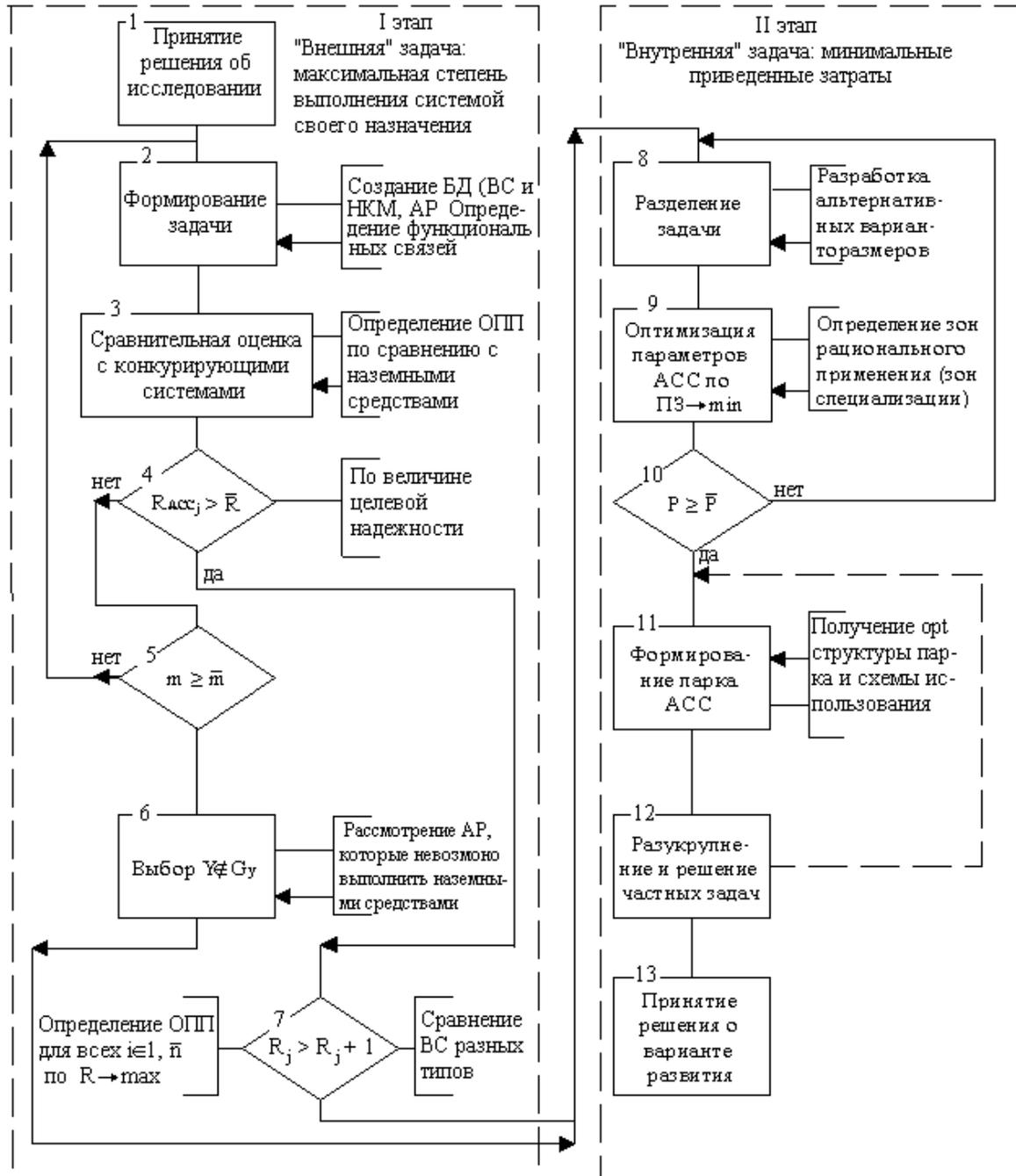


Рисунок 1. Предлагаемая функциональная схема исследования авиационной специализированной системы: m – количество вариантов АСС (типов ВС); \bar{m} – количество рассматриваемых типов ВС (многоцелевые специализированные); P – число типоразмеров; \bar{P} – число предусмотренных типоразмеров

нии (блок 1) в процессе формирования задачи создаются базы данных по подсистемам ВС, АР, НКМ (НКМ – наземный комплекс). Определяются функциональные связи (блок 2) в виде эмпирических и физических зависимостей параметров и характеристик трех функциональных подсистем (ВС, АР и НКМ).

Далее (блок 3) проводится сравнительная оценка с «конкурирующими» системами (можно и не с одной) по предложенному критерию первого этапа R – «максимальная степень выполнения системой своего назначения (целевая надежность)».

Выявляются области предпочтительного применения (ОПП) авиационных средств по сравнению с «конкурирующими» по показателю целевой надежности (блоки 4 и 5). Причем в ОПП попадают сразу те работы, которые невозможно физически произвести другими средствами (блок 6), т.к. при этом $R = 0$.

После выполнения блока 6 происходит «расслоение» множества АР Y_i на подмножества:

Y_b – «вертолетные» АР, для которых $R_b > R_c > R_{кон}$, причем $(R_b - R_c)/R_c < 0,36$;

Y_c – «самолетные» АР, для которых $R_c > R_b > R_{кон}$, причем $(R_c - R_b)/R_b < 0,36$;

$Y_{св}$ – «спорные» АР, для которых показатели эффективности отличаются незначительно, в пределах доверительного интервала (36%) искажения результатов в виду погрешностей эмпирических формул и тех погрешностей, которые дают способы обработки статистических данных;

$Y_{кон}$ – «конкурирующие» АР, выходящие за пределы области предпочтительного применения авиационных средств.

II этап (рис. 1). Дальнейшее исследование включает решение «внутренней» задачи, когда оптимизируется сама авиационная система по своим главным параметрам в областях предпочтительного применения (блоки 8, 9, 10). Итерационный процесс при этом (блок 10) не выходит за рамки «внутренней» задачи и количество итераций зависит от глубины исследования (вплоть до получения идеально-конечного результата). Одновременно оптимизи-

руются и технологии, т.е. определяются те рациональные методы, способы и параметры АР, при которых достигается максимальный результат (минимум приведенных затрат).

Размерность задачи:

$$R = R_1 + R_2; R = 0,7 \cdot 10^{10}$$

В сравнении с функциональными схемами предыдущих исследований предлагаемая функциональная схема не имеет итерационного процесса сравнения уже «оптимизированной» авиационной системы (II этап) с «конкурирующими» (I этап). То есть нет возвратного цикла с уровня «внутренняя задача» на уровень «внешняя задача» и нет возвращения вновь к формированию задачи с разработкой новых принципиальных требований к АСС.

Получение зон рационального применения разных типов ВС (самолетов и вертолетов) происходит в виде выборки из подмножества $Y_{св}$ авиационных работ, соответствующих оптимальному применению определенного типа ВС по экономическому (более чувствительному) критерию «приведенные затраты».

Здесь же решается задача оптимального распределения ресурсов, т.е. получение оптимальной структуры парка (N_b/N_c) , где N_c, N_b – минимально возможное количество самолетов и вертолетов для выполнения потребного объема АР в необходимые технологические сроки. Определяется оптимальная размерность парка $(N_b + N_c > \min)$.

Решение частных задач (блоки 12 и 13) предполагает получение решений по вариантам развития, т.е. оптимальных:

- степени специализации авиационной техники;
- степени автоматизации производственных процессов;
- структуры производственных процессов;
- величин типоразмеров (два или один типоразмер вертолета или самолета в парке);
- прогнозируемых структур и размерностей парка ВС с учетом динамики изменения объемов и тенденций АР и т.д.

Принятое построение модели упрощает вычислительный процесс исследования за счет того, что оптимизационные подмодели (блоки 8...12) будут «работать» в выбранных ОПП. Размерность общего решения задачи складывается из размерностей всех трех этапов и составит 10^{10} вариантов сочетаний исследуемых параметров.

Кроме того, функциональное разделение задачи соответствует логике «дерева целей» исследования.

Таким образом, разработанные концепции предусматривают:

- построение технико-экономической модели и ее математическую формализацию в соответствии с определенными этапами жизненного цикла системы;
- необходимость применять двухэтапную декомпозицию с релаксацией ограничений с соответствующим критериальным построением на одной базе данных;
- учитывать фактор времени в форме разновременности затрат на создание и эксплуатацию системы;
- структуру АСС в модели принимать состоящей из трех подсистем, функционально разделенных (определенная автономность) и одновременно связанных: воздушных судов; наземного комплекса; авиационных работ.

Предложенные концепции и разработанная методология оптимизации параметров АСС также включают:

- обоснование принципа поэтапного моделирования;
- декомпозицию главных задач исследования;
- анализ и учет процессов жизненного цикла системы;
- системный учет факторов, влияющих на структуру и размерность парка;
- учет разновременности затрат;
- детальность учета затрат;
- учет возможной реализации прогнозируемых технических достижений;
- методы поиска оптимальных параметров;
- дифференциацию стоимостей оценки параметров АСС;
- реализацию «теории замен»;
- типизацию задач и снятие неопределенностей;
- функциональную схему синтеза оптимальной структуры парка;
- сетевую модель «дерева целей»;
- принципиальные схемы операционных, критериальных, ресурсных, проектных, оптимизационных исследований;
- математическую постановку, запись целевых функций и функциональных ограничений.

Список использованной литературы:

1. Сергеев Д.И. Оптимизация и управление парком воздушных судов на основе показателя эксплуатационной надежности / Автореферат диссерт. на соиск. уч. степени канд. техн. наук, спец. 05.22.14 – эксплуатация воздушного транспорта. – Оренбург – Санкт-Петербург: ОГУ – Академия ГА, 2002. – 173 с. (– 18 с.)
2. Абдрашитов Р.Т. Методы синтеза оптимальных автоматических систем управления сельскохозяйственными технологическими процессами / Автореферат диссерт. на соиск. уч. степени докт. техн. наук. – Оренбург, 1980.
3. Портников Б.А., Султанов Н.З., Сергеев Д.И. Методические основы оценки эффективности воздушных судов на авиационных работах// Прогрессивные технологии в транспортных системах / Сб. докл. седьмой рос. науч.-практ. конф. (1 – 2 дек. 2005 г.). – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2005 (– 433 с.), с. 221...229.
4. Куклев Е.А. Методы математического моделирования систем. – СПб.: Издательство Академии гражданской авиации, 1998. – 116 с.

Статья рекомендована к публикации 15.01.07