

ОПЕРАЦИОННО-СИСТЕМНЫЕ ОСНОВАНИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПО КРИТЕРИЯМ СТОИМОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ

А.И.Егоров
(г. Москва)

Задача оптимизации характеристик летательных аппаратов по таким объективным признакам их совершенства, как стоимость и эффективность, относится к той разновидности задач рационального планирования операций, где должны быть определены параметры технических средств, осуществляющих операцию. Роль этих параметров в рассматриваемой задаче играют характеристики, формирующие технико-экономический облик комплексов летательных аппаратов.

Комплекс летательных аппаратов (КЛА) представляет собой совокупность собственно летательных аппаратов со всеми их составными частями (планер, двигатели, бортовое снаряжение и полезный груз) и наземных сооружений, обслуживающих летательные аппараты (аэродромно-стартовый комплекс, станции наведения, сопровождения и др.). Исходя из операционного подхода к задаче, следует формировать смысловую (логическую), а затем для количественных исследований и математическую части модели операции таким образом, чтобы отразить не только направленность операции, но и цель рассматриваемого конкретного научного исследования. Это значит, что в рассматриваемом случае модель операции, охватывающая исследование количест-

венными методами, должна быть чувствительна („критична“) к характеристикам летательных аппаратов. Все вышеизложенное обусловило формирование следующего понятия исследуемой типовой операции.

Определение. Типовой операцией называется схема целенаправленного выполнения задания исследуемыми комплексами летательных аппаратов, поддающаяся количественным методам определения характеристик этих аппаратов и содержащая:

- 1) описание всех этапов выполнения задания;
- 2) описание схемы построения, состава, параметров и принципов работы комплексов летательных аппаратов;
- 3) описание условий, в которых действуют рассматриваемые комплексы;
- 4) указание на целесообразность параметрирования в исследовании количества комплексов летательных аппаратов, участвующих в операции, и количества вылетов, совершаемых каждым комплексом;
- 5) формулировку целевого назначения исследуемых комплексов;
- 6) функциональную зависимость показателей эффективности и стоимости типовой операции от:
 - а) количества комплексов, участвующих в операции;
 - б) количества вылетов, совершаемых каждым комплексом;
 - в) показателей эффективности и стоимости действия одного комплекса за один вылет.

Приведенный выше подход к рассматриваемой задаче обусловлен следующей общей схемой исследования операций с использованием летательных аппаратов (рис.1).

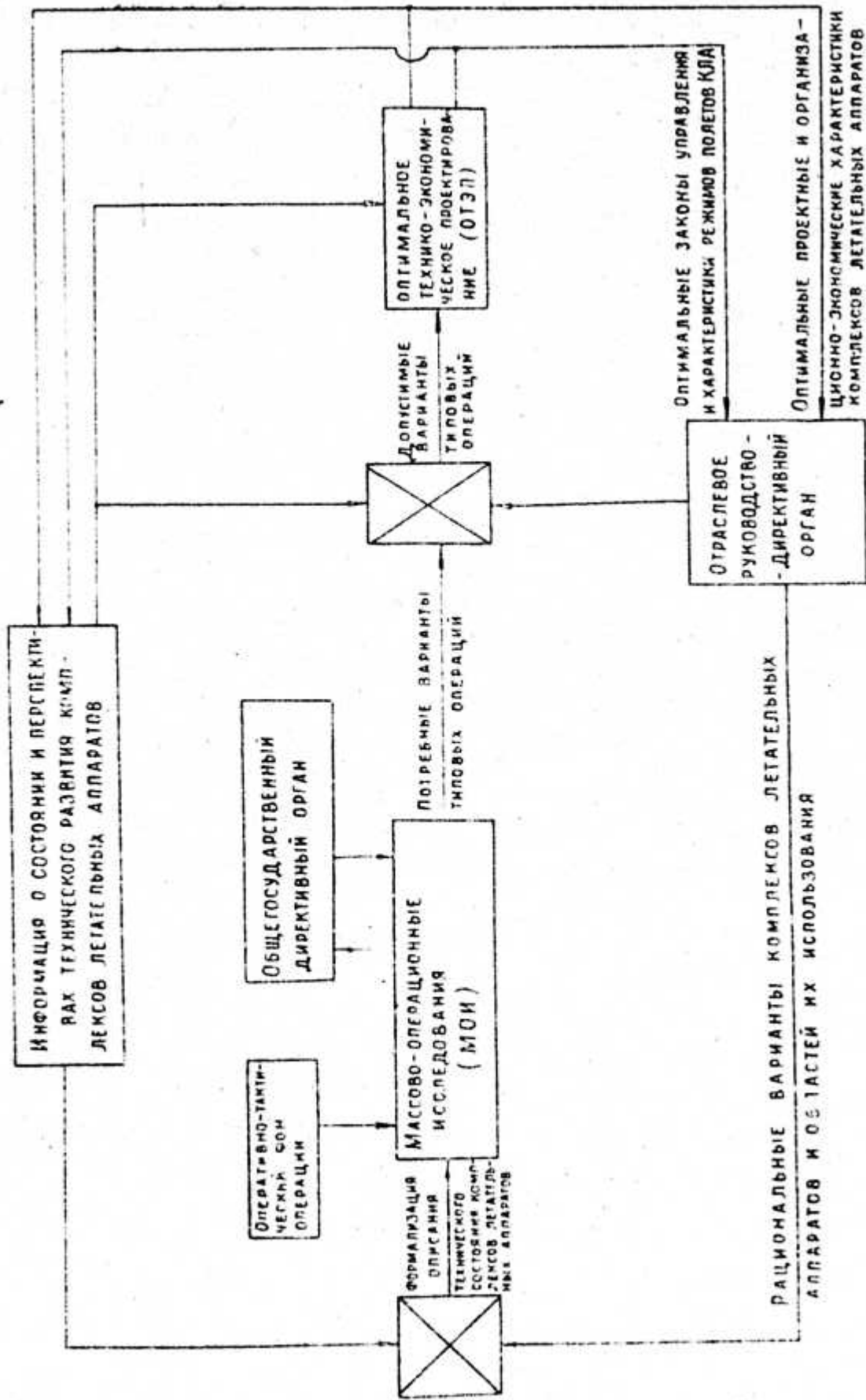


Рис.1. Общая схема исследования операций.

Как видно из этой схемы, процессу оптимизации характеристик летательных аппаратов соответствуют две взаимосвязанные стадии исследования.

1. На первой стадии (стадии массово-операционных исследований - МОИ), используя информацию об условиях действия летательных аппаратов (оперативно-тактический фон операции) и о состоянии и перспективах их технического развития, исследуют массовые операции (вплоть до взаимодействия государств в мировом масштабе) с разнородными техническими средствами (авиация, ракеты, автомобильный и железнодорожный транспорт, морской флот, речные суда и т.д.). Результаты этих исследований обуславливают формирование вариантов типовых операций, подлежащих рассмотрению на второй стадии исследования.

2. На второй стадии (стадии оптимального технико-экономического проектирования - ОТЭП) исследование вариантов типовых операций, сформированных на предыдущей стадии, приводит к определению оптимальных проектно-экономических параметров и характеристик режимов полета летательных аппаратов (геометрические размеры, веса, компоновки, размеры опытных партий, периоды производства, ресурсы элементов комплексов летательных аппаратов, траектории, законы управления и т.д.).

Таким образом, именно на этой стадии и определяется оптимальный технико-экономический облик комплексов летательных аппаратов и области их использования. Полученные количественные обоснования оптимальных решений поступают в отраслевой директивный орган, который производит выбор рационального варианта решения.

Это решение в свою очередь используется в процедуре исследования массовых операций с участием летательных аппаратов. При этом результаты массово-операционных исследований анализируются в общегосударственном директивном органе, формирующем задания на исследования и принимающем решения относительно рациональных направлений этих исследований.

В рассматриваемой схеме процесс исследования завершается, когда выбранный рациональный вариант технико-экономического решения приходит в соответствие с состоянием и перспективами развития комплексов летательных аппаратов.

Поскольку задача оптимизации характеристик летательных аппаратов, формирующих их технико-экономический облик, относится ко второй стадии исследования, рассмотрим ее подробнее.

Подробная схема процедуры определения рациональных характеристик комплексов летательных аппаратов по критериям эффективности и экономичности приведена на рис.2.

Весь процесс оптимального технико-экономического проектирования описывается следующим образом.

После того, как были сформулированы варианты типовых операций на основании анализа и обработки собранного статистического массива комплексов аппаратов-прототипов, производится формирование первого приближения компоновки, расчетных весовых, экономических и геометрических связей для исследуемых комплексов летательных аппаратов.

Эти связи используются в системе ограничений, входящих в составленную для исследуемой типовой операции математическую модель оптимизации характеристик летательных аппаратов по критериям стоимости и эффективности. После этого, используя схему учета надежности летательных аппаратов, осуществляют первое приближение процесса оптимизации; в результате — определяются численные значения проектно-экономических параметров и характеристик режимов движения летательных аппаратов. На основании этих значений осуществляется второе и т.д. последовательные приближения оптимизации, пока не будет достигнута с приемлемой точностью сходимости процесса.

Отметим, что в процессе этих приближений непрерывно совершенствуется математическая модель оптимизации технико-экономического облика комплексов летательных аппаратов.

Этому способствуют летные и наземные испытания масштабных и натурных моделей и агрегатов составных частей комплекса.

Результаты указанных испытаний позволяют сопоставить расчетные и экспериментальные значения параметров математической модели исследования. Среди этих параметров в первую очередь рассматриваются аэродинамические, прочностные и тепловые характеристики, характеристики двигателей и систем, входящих в исследуемый комплекс и др., что позволяет оценить и уровень полноты функциональных зависимостей, составляющих используемую математическую модель.

Таким образом, по результатам указанных испытаний непрерывно уточняются характеристики и схема математической модели оптимизации технико-экономического облика комплексов летательных аппаратов, составленной для исследуемой типовой операции.

Выше описывался процесс количественного обоснования выбора технико-экономического облика комплексов летательных аппаратов и областей их использования.

Само понятие решения - выбора является компетенцией отраслевого директивного органа, где, опираясь на количественные обоснования рациональных решений и на известные дополнительные данные (среди которых есть и не поддающиеся математической формализации), выбирают рациональный вариант решения.

Схемы рис.1 и 2 позволяют без труда установить кибернетически-системный характер процедуры определения рациональных характеристик и областей использования комплексов летательных аппаратов по критериям эффективности и экономичности.

Как известно, кибернетически система представляет собой совокупность элементов любого происхождения, которая рассматривается как связанное целое. При этом техническую кибернетику отличает относительность взгляда на систему в том смысле, что одна и та же совокупность элементов может рассматриваться с одной стороны как система, а с другой - как

часть некоторой большей системы, в которую она входит. Системный подход и термин „большая система“ введены в техническую кибернетику не с целью классификации систем (деления их на „большие“ и „небольшие“), а с целью выделения способа постановки и исследования задач, не позволяющего игнорировать тесную взаимосвязь между факторами, характеризующими состояние системы.

Системный подход характеризуется учетом участия в системе людей, машин, природной среды, наличием материальных и информационных связей между частями системы.

Отличительной особенностью больших систем является иерархичность их структуры, характеризуемая последовательным объединением частей системы (подсистем), каждая из которых содержит компоненты, наиболее тесно связанные друг с другом.

Легко увидеть, что схемам, приведенным на рис.1 и 2, присущи все указанные выше отличительные признаки больших систем.

Действительно, процесс оптимального технико-экономического проектирования (ОТЭП) является, с одной стороны, составной частью большой системы, изображенной на рис.1, а с другой – сам представляет собой большую систему (рис.2). При этом ОТЭП, как большая система, характеризуется тесной связью подсистемы оптимизации характеристик комплексов летательных аппаратов по критериям экономичности (стоимости) и эффективности с подсистемой проектных исследований.

Участие людей в системах (рис.1 и 2) очевидно; причем процессы проектирования и принятия решений отраслевым и общегосударственным директивными органами следует пока полагать математически не формализуемыми.

Иерархичность структуры приведенных больших систем проявляется уже в том, что подсистемы математического моделирования, надежности и типовых операций объединяются в систему более высокого ранга,

