

М 497901

Государственный комитет по народному образованию
Московский ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена
Трудового Красного Знамени государственный технический университе-
имени Н.О. Баумана

На правах рукописи

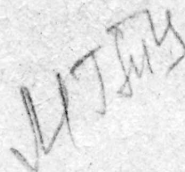
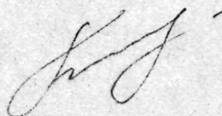
Балаклеяский Сергей Иванович

РАЗРАБОТКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ
МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
КРИОГЕННОЙ И ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

08.00.28 - организация производства (промышленность)

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



Москва - 1991

Работа выполнена в Московском ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени государственном техническом университете им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: доктор экономических наук,
профессор Мымрин К.Н.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор Акопов В.С.
кандидат технических наук,
Никонова И.А.

Ведущая организация: НИО Криогенмаш

Защита диссертации состоится "10" июня 1991 г.

В 10⁰⁰ час. на заседании специализированного совета

К 053.15.16 в Московском государственном техническом универ-

107005, Москва, 2-я Бауманс-

бся в библиотеке Московского
ситета им. Н.Э. Баумана
ом экземпляре, заверенный
инному адресу.

архив 1991г.

63-65-14

Садовская Т.Г.

Лем I п.л., тир. 100 экз.

. M 497901

Актуальность исследования. Одним из важнейших направлений ускорения научно-технического прогресса является повышение технического уровня и качества продукции, увеличение экономичности, производительности и надежности разрабатываемой техники. Именно на стадии НИОКР формируются экономические показатели процессов создания и эксплуатации, определяющие эффективность и конкурентоспособность изделий на мировом рынке.

В общем комплексе проблем повышения эффективности новой техники ведущее место занимает вопрос совершенствования процесса создания изделий, изучению которого посвящено данное исследование.

Для обеспечения предпосылок выхода отечественной промышленной продукции на мировой рынок необходимо совершенствовать работу по изучению вопросов оценки уровня конкурентоспособности новой техники еще до начала этапа проектно-конструкторских работ. Однако, как бы ни была важна эта работа на ее основе можно решить весьма ограниченный круг задач, связанный главным образом с констатацией положения, занимаемого изделием на рынке. Практика же требует от науки ответа на вопрос, каким образом надо строить работу по повышению конкурентоспособности, какие методы использовать на стадиях НИОКР для обеспечения соответствия новой техники лучшим мировым достижениям. В решении этих вопросов большими потенциальными возможностями располагают технико-экономические методы обеспечения эффективности изделий на стадии НИОКР.

Разработка методов, основанных на методологии технико-экономического анализа (ТЭА), осуществлялась в диссертации применительно к таким технологически сложным и наукоемким изделиям, какими являются объекты криогенной и холодильной техники (К и ХТ).

Своевременность постановки вопроса об исследовании технико-экономической эффективности К и ХТ вызвана той значительной ролью, которую играет эта техника в проникновении отечественной продукции на западный рынок технических идей и наукоемких технологий, а также влиянием на другие отрасли народного хозяйства.

Вместе с тем, всесторонний анализ работ по технико-экономическому обеспечению эффективности и конкурентоспособности К и ХТ показал недостаточный уровень их проведения. Актуальной остается проблема повышения экономичности, снижения металлоемкости и энерго-

НТБ МГТУ им. Н.Э.Баумана



1497901

Балаклепский С.И. Разработч

МВТУ
им. Н.Э. Баумана
БИБЛИОТЕКА

емкости, улучшения массогабаритных характеристик криогенной и холодильной техники.

Целью настоящего исследования является разработка системы технико-экономических и организационных методов обеспечения эффективности изделий К и ХТ и на этой основе создание предпосылок для повышения их конкурентоспособности на мировом рынке.

Исходя из поставленной цели в работе решаются следующие задачи: 1) анализируются факторы и предлагаются пути сокращения затрат и длительности цикла создания и освоения новой техники (СОНТ) за счет оптимальной организации процесса проведения испытаний; 2) разрабатывается метод технико-экономической оценки эффективности криогенных систем на предпроектной стадии исследования; 3) разрабатывается метод выбора конкурентоспособных технических решений на основе моделирования стоимости жизненного цикла и оптимизации изделий; 4) разрабатывается метод моделирования затрат на НИОКР сложных технических систем, позволяющий учитывать изменяющиеся в процессе разработки требования потребителя к характеристикам создаваемых объектов; 5) разрабатывается система технико-экономического и организационного обоснования вновь создаваемой и действующей опытно-экспериментальной базы для проведения экспериментов, стендовых, исследовательских и заводских испытаний К и ХТ.

Методологической и теоретической основой исследования являются философское и экономическое учение классиков марксизма-ленинизма, работы советских и зарубежных ученых.

Для решения поставленных в работе задач применялись методы системного и технико-экономического анализа, математической статистики, теории подобия, экономико-математического моделирования, теории надежности, имитационного моделирования производственных процессов.

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

1. Предложена совокупность методов, приемов и алгоритмов, позволяющая решать задачи организационного и технико-экономического обеспечения эффективности изделий К и ХТ на стадиях цикла СОНТ. Определены области наиболее рационального использования разработанных методов и предложены процедуры автоматизации расчетов в системе технико-экономического проектирования.

2. Разработан метод технико-экономической оценки эффективности криогенных систем (КС) на базе безразмерного комплексного показателя. Предложена процедура поиска оптимальных путей обеспечения

эффективности КС на предпроектной стадии исследования, включающая целенаправленный выбор наилучших решений по экономическим и техническим критериям на основе разработанного метода.

3. Разработан метод выбора оптимальных схемных и конструкторских решений систем кондиционирования воздуха (СКВ) летательных аппаратов по критерию стоимости жизненного цикла (СЖЦ). Предложен метод расчета технико-экономической характеристики СКВ, позволяющий находить область конкурентоспособных решений с удовлетворением энергетическому и экономическому оптимуму при оптимизации систем.

4. Разработана подсистема технико-экономического моделирования СКВ, ориентированная на использование в САПР и включающая организационное, информационное и методическое обеспечение проведения технико-экономических расчетов при разработке новых изделий.

5. Разработана методология организационного и технико-экономического обоснования эффективности процесса проведения экспериментальных исследований и стендовых испытаний изделий К и ХТ, позволяющая сокращать длительность и затраты на СОНТ за счет оптимизации процесса проведения испытаний в опытно-экспериментальном производстве.

Практическая ценность работы. Использование разработанной системы технико-экономического обеспечения эффективности К и ХТ позволяет: уменьшить материалоемкость и энергоемкость создаваемых систем; значительно сократить сроки разработки и уменьшить затраты на эксплуатацию изделий; приступить к формированию комплексной системы обеспечения конкурентоспособности продукции на основе технико-экономических и организационных методов управления эффективностью жизненного цикла изделий.

Результаты исследований использовались при проектировании сложных испытательных комплексов и организации на них испытаний в НИО "Гелиймаш".

Применение разработанных организационно-экономических методов привело к повышению эффективности экспериментальных исследований и стендовых испытаний турбодетандеров криогенных установок. В результате удалось сократить трудоемкость испытаний на 50 тыс. часов на годовую программу выпуска, получен экономический эффект в 50 тыс. руб. за счет оптимизации длительности цикла испытаний.

Разработанные в диссертации методы, алгоритмы и экономико-математические модели могут служить основой для создания системы уп-

равления эффективности и конкурентоспособностью изделий на предприятиях, в НИИ, конструкторских бюро и специализированных подразделениях при решении конкретных конструкторских, технологических и экономических задач в рамках САПР криогенной и холодильной техники. Результаты исследований использовались для технико-экономического моделирования и оптимизации при создании СКВ в НПО "Наука".

Суммарный экономический эффект составил 70,0 тыс.руб.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на Всесоюзной научно-технической конференции по криогенной технике "Криогеника-87" (г. Москва, 1987 г.), Всесоюзной научной конференции "Управление эффективностью производства с применением экономико-математических методов и АСУ" (г. Москва, 1989 г.), Всесоюзной научной конференции "Научно-технический прогресс и эксплуатация воздушного транспорта" (г. Москва, 1990 г.), III Всесоюзном научно-техническом симпозиуме "Функционально-стоимостной анализ в интенсификации экономики" (г. Суздаль, 1990 г.), Всесоюзном научно-техническом семинаре на кафедре "Криогенная техника и кондиционирование" МГТУ им. Н.Э.Баумана (г. Москва, 1991 г.).

Публикации. По результатам исследований опубликовано 7 печатных работ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, списка использованной литературы из 98 наименований и 18-ти приложений. Основное содержание изложено на 195 страницах машинописного текста, в 19 таблицах на 42-х рисунках.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы, излагается научная новизна и практическая ценность представленной диссертационной работы, основные научные положения, выносимые на защиту.

В первой главе - "Анализ существующих методов обеспечения эффективности криогенной и холодильной техники" рассматривается до настоящего времени мало исследованный (с позиций методологии ТЭА) класс К и ХТ - системы криогенного обеспечения (СКО) для получения условий сверхпроводимости в сверхпроводящих устройствах (СПУ) и системы кондиционирования воздуха (СКВ), обеспечивающие жизнедеятельность и комфортные условия пассажирам на борту лета-

тельных аппаратов (ЛА).

Анализируются методы оценки эффективности систем на предпроектной стадии исследования. На основе проведенной классификации выявлены достоинства и недостатки существующих методов и критериев оценки при анализе эффективности указанных систем. Обосновывается необходимость разработки организационных и технико-экономических методов обеспечения эффективности К и ХТ для управления в процессе СОНТ конкурентоспособности продукции.

Для создания эффективных и конкурентоспособных изделий важное значение имеет использование ТЭА непосредственно в процессе проведения НИОКР. Методология ТЭА включает в себя разработку зависимостей расходных и стоимостных показателей от технических параметров изделий, структурно-стоимостной анализ, методы оптимизации, оценки эффективности, функционально-стоимостной анализ и др. Указанные методы позволяют решать широкий круг задач при проведении НИОКР — прогностические, оценочные, обоснования, оптимизационные.

Несмотря на наличие большого числа работ, посвященных данной проблеме в целом по машиностроению для организаций и предприятий, занимающихся созданием К и ХТ эти вопросы в настоящее время остаются актуальными и недостаточно исследованными.

К числу не решенных проблем следует отнести отсутствие комплексности и системности в подходе к обеспечению эффективности разрабатываемой К и ХТ; недостаточное использование ТЭА и ФСА на этапах НИОКР; отсутствие специализированных технико-экономических методов оценки эффективности, учитывающих специфику создания и эксплуатации сложных криогенных и холодильных систем. Недостаточное внимание уделяется организационно-экономическим методам обеспечения эффективности К и ХТ, и в частности, рациональному использованию потенциала сложной экспериментальной и стендовой испытательной базы предприятий отрасли.

На основании этого был сделан вывод о необходимости разработки системы технико-экономического и организационного обеспечения эффективности К и ХТ в процессе СОНТ и на этой основе создание предпосылок для повышения ее конкурентоспособности на мировом рынке. Предлагаемая система содержит виды работ по стадиям жизненного цикла изделий, необходимые методы алгоритмы и приемы, позволяющие решать задачи обоснования и выбора рациональных технических решений в процессе создания конкурентоспособной К и ХТ (рис. I).

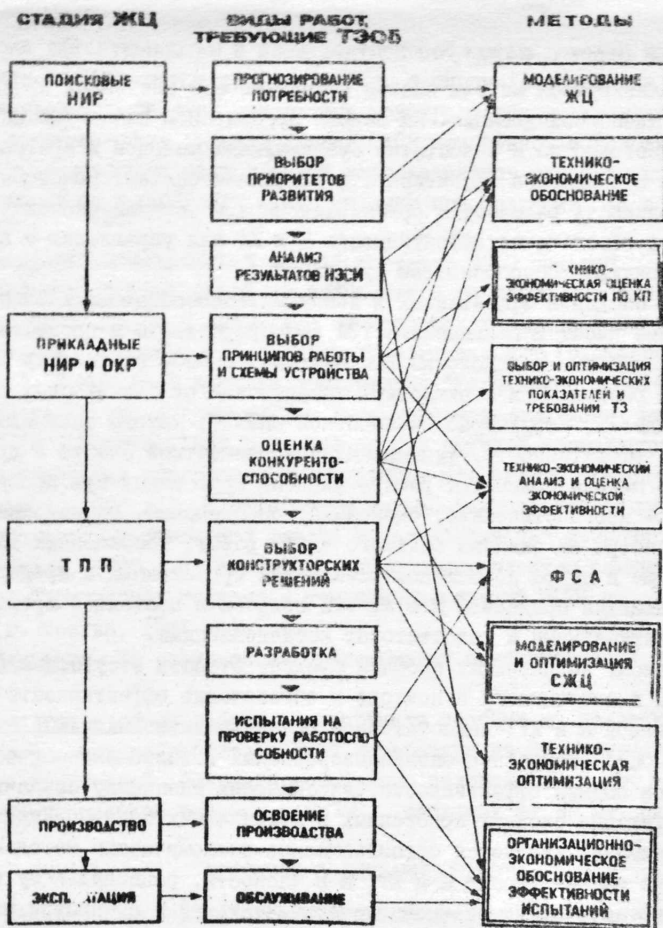


Рис.1. Система технико - экономического обеспечения (ТЭОБ) эффективности криогенной и холодильной техники

Вторая глава - "Совершенствование методов оценки эффективности криогенных систем на предпроектной стадии" посвящена разработке метода технико-экономической оценки эффективности систем криогенного обеспечения сверхпроводящих устройств (СКО СПУ).

Подход к проблеме управления конкурентоспособностью машин и оборудования помимо исследования рынка и его потребностей, основывается на стремлении добиться оптимальных соотношений между потребительскими свойствами изделий и расходами на их приобретение и использование, т.е. к получению максимального эффекта на единицу затрат.

С точки зрения конкурентоспособности качество К и ХТ можно разделить на три составляющие: назначение, функциональная эффективность (или полезный эффект) и экономичность эксплуатации. Для К и ХТ полезный эффект - это получаемая в системе холодопроизводительность, а специфика техники такова, что функциональная эффективность на 80-95% предопределяется выбранным охемным решением на предпроектной стадии, изменить которое на следующих этапах создания систем практически невозможно. Поэтому наиболее целесообразно проводить ТЭА на ранних стадиях НИОКР, используя для оценки эффективности технико-экономические критерии.

В процессе исследований было установлено, что повысить экономичность СКО СПУ у потребителя возможно за счет выбора рационального вида и термодинамического состояния криогента, циркулирующего в системе. Для технико-экономической оценки эффективности применения того или иного вида криоагента (гелия) предложено использовать комплекс показателей, отражающих технические, термодинамические, экономические и режимно-эксплуатационные показатели и характеристики как охлаждающей системы (СКО), так и самого охлаждаемого объекта (СПУ).

Функциональное совершенство оценивается с помощью безразмерного комплекса ($\mathcal{K}$ - комплекс), построенного на базе теории подобия, а физический смысл его состоит в отражении степени удовлетворения потребностей потребителя холода по сравнению с эталонной системой, параметры которой характеризуют предельно возможный для данного принципа получения холода полезный эффект. В качестве показателя, отражающего затраты на приобретение и эксплуатацию СКО СПУ приняты суммарные денежные затраты на получение единицы холода с использованием выбранного типа криоагента.

Для технико-экономической оценки эффективности СКО СПУ предложен комплексный показатель (КП), сформированный с использованием корреляционного и регрессионного анализа в виде:

$$D = e^{1.31} (Q_i / Q_c)^{2.07} (B_i / B_c)^{1.5} (U_i / U_c)^{0.5} (T_{ni} / T_c)^{-2.87} \\ \cdot (P_{ni} / P_c)^{1.32} (\Delta T_i / \Delta T_c)^{-1.16} (3_i / 3_{min})^{-0.53} \cdot \mathcal{E}^{-1.7},$$

где Q_i - холодоосодержание криоагента, Дж/г; B_i - индукция магнитного поля в охлаждаемом сверхпроводнике, Тесла; U_i - диалектическая прочность криоагента; T_{ni} , P_{ni} - соответственно температура и давление криоагента на входе в СПУ; $\mathcal{E}$ - энергетическая эффективность СКО, Вт/Вт; ΔT - термическое сопротивление теплоотдаче в СПУ, К; 3_i - удельные приведенные затраты на получение единицы холода в СКО СПУ, руб./Дж./г.ч; Q_c , B_c , U_c , T_c , P_c , ΔT_c , 3_{min} - эталонные значения соответствующих показателей.

Выбор лучшего варианта СКО СПУ осуществляется по критерию максимума КП эффективности вида (1).

Анализ тринадцати вариантов схемных решений (рис. 2) для СКО СПУ с различными видами гелия показал, что при выборе рационального термодинамического состояния криоагента у потребителя сокращаются затраты на получение единицы холода, а зависимость удельных затрат от функционального совершенства носит экспотенциальный характер:

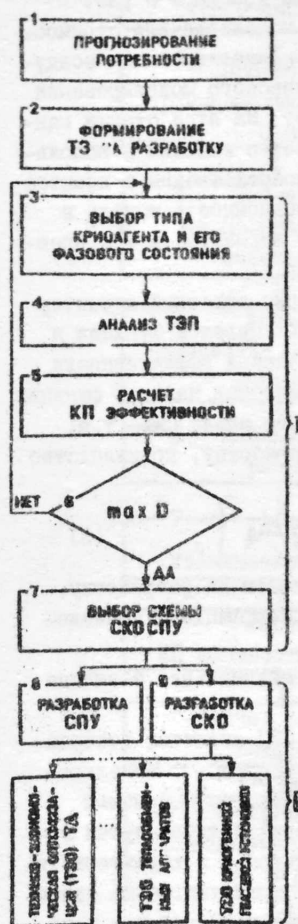
$$3_i = e^{-5.74} K_i^{-2.59}, \quad (2)$$

где 3_i - удельные затраты на получение единицы холода в СКО СПУ; K_i - безразмерный комплекс, отражающий функциональное совершенство объекта; e - основание натурального логарифма.

Поиск оптимального пути обеспечения эффективности СКО СПУ с различными видами криоагента ведется по диаграмме комплексной технико-экономической оценки (рис. 2), а наилучшее решение соответствует точке с координатами D_{*} (1,1).

Предлагаемый метод позволяет повысить объективность проведения ТЭА за счет включения достоверной экономической, экспериментальной информации и расчетных аналитических зависимостей в комплексный показатель эффективности. Вариантные расчеты для СКО криотурбо-

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ СКО СПУ



МОДЕЛЬ КП

$$\pi = \begin{bmatrix} Q \\ Q_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S \\ B_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U \\ U_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_0 \\ T_H \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_0 \\ T \end{bmatrix} \begin{bmatrix} G_0 \\ G \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_0 \\ P_H \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 \end{bmatrix}$$

$$Z_1 = C_{sp}/Q_1; \quad \bar{Z} = Z_{min}/Z_1; \quad D = \pi/\bar{Z}$$

$$D = 0.131 \left(\frac{Q}{Q_0} \right)^{2.07} \left(\frac{S}{B_0} \right)^{1.5} \left(\frac{U}{U_0} \right)^{0.87} \left(\frac{T_H}{T_0} \right)^{-2.06} \left(\frac{T}{T_0} \right)^{-0.53} \left(\frac{G}{G_0} \right)^{-1.7}$$

$$R = 0.977; \quad E = 7.2\%$$

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И ВЫБОР ВАРИАНТОВ КИП-20

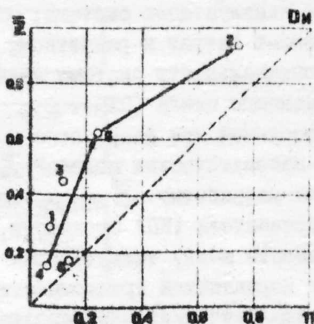
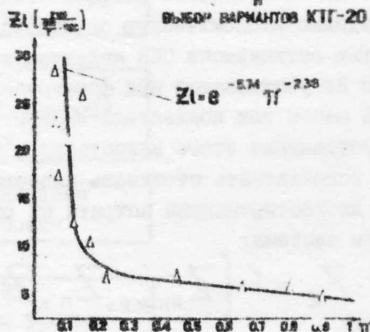


Рис.2. Метод технико - экономической оценки эффективности СКО СПУ

генератора КТГ-20 показали, что выбор оптимального вида гелия позволяет снизить затраты на получение единицы холода в 6 раз.

В третьем главе - "Технико-экономическое моделирование стоимости жизненного цикла и оптимизация систем кондиционирования воздуха" разрабатывается система технико-экономического моделирования СКВ на стадии проектно-конструкторских работ. На этой стадии наиболее рациональный путь экономической обработки изделий в использовании ТЭА, встроенного с помощью САПР непосредственно в процесс проектирования. Это практически исключает возможность выхода в процессе СОНТ на экономически неэффективные варианты, а ТЭА превращается в технико-экономическую оптимизацию.

Особенностью оптимизации СКВ является множественный характер оптимума, что не учитывается при формировании целевой функции в виде взвешенной массы или показателя энергетической эффективности систем. Для устранения этого недостатка в качестве целевой функции предлагается использовать стоимость жизненного цикла СКВ, т.е. интегральные дисконтированные затраты на разработку, производство и эксплуатацию систем:

$$Z_{\Sigma} = F \{ Z_{\text{ниокр}}, Z_{\text{п}}, Z_{\text{э}}, \alpha_t \}, \quad (3)$$

где $Z_{\text{ниокр}}, Z_{\text{п}}, Z_{\text{э}}$ - соответственно затраты на разработку, производство и эксплуатацию систем; α_t - коэффициент приведения разновременных затрат к расчетному году.

Критерием оптимальности системы является минимальная величина стоимости жизненного цикла (СЖЦ).

Основной проблемой при разработке модели СЖЦ является построение экономико-математических моделей $Z_{\text{ниокр}}, Z_{\text{п}}, Z_{\text{э}}$. Моделирование затрат на разработку $Z_{\text{ниокр}}$ осуществляется с помощью комплексного показателя (КП) сложности, который получен путем выявления зависимости между техническими параметрами и характеристиками системы и нормативной трудоемкости ее разработки. Форма связи и определение аналитических зависимостей между исследуемыми параметрами и показателями получена на основе использования энергетико-термодинамического подхода и вывода эмпирических формул путем математической обработки базы данных по нормативам трудоемкости на "НИОКР" систем кондиционирования. Алгоритм метода моделирования $Z_{\text{ниокр}}$ с использованием КП сложности представлен на рис. 3.

Экономико-математические модели $Z_{\text{п}}$ получены по группам агрегатов, входящих в СКВ и получены с использованием регрессион-

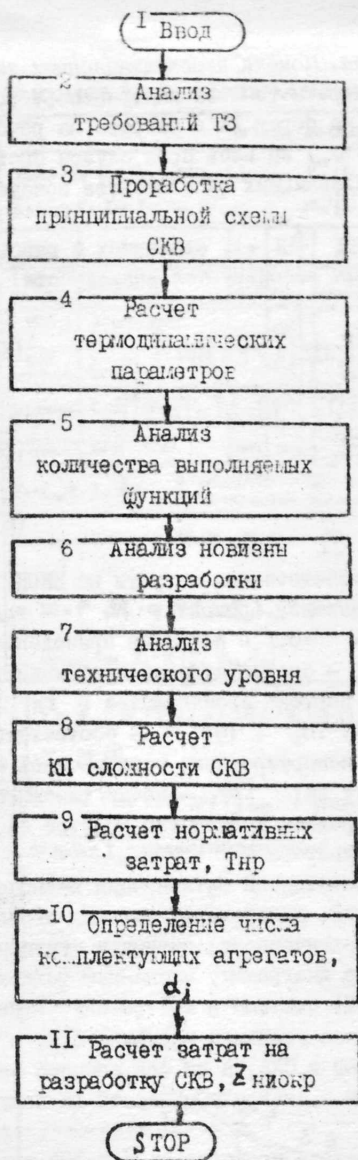


Рис. 3 Блок-схема последовательности расчета затрат на НЮКР с использованием КИ сложности

ного и корреляционного анализа. Модели эксплуатационных затрат Z_{Σ} включают две составляющие: затраты топлива на транспортирование и функционирование (Z_T) СКВ на борту ЛА и затраты на ремонт и техническое обслуживание ($Z_{\text{то}}$) за весь срок службы системы. Формирование модели СЖЦ и составляющих ее элементов показано в таблице I.

Для расчета годовых затрат (Z_{Σ}^r), связанных с работой СКВ в составе летательного аппарата используются зависимости:

$$Z_{\Sigma}^r = Z_{\text{НПОКР}}(k_{\text{рп}} + E_n)(k_{\text{р}} + E_n)/(1 + E_n)N_r + \quad (4)$$

$$+ Z_n(k_{\text{рп}} + E_n) + Z_{\text{то}} + (m_T^y + m_T^{\phi}) \tau_0 n_{\Sigma} \zeta_T, \quad (5)$$

$$k_{\text{рп}} = E_n / (1 + E_n)^{t_n} - 1, \quad (6)$$

$$k_{\text{р}} = E_n / (1 + E_n)^{t_{\Sigma}} - 1, \quad (6)$$

где $Z_{\text{НПОКР}}$, Z_n , $Z_{\text{то}}$ – соответственно затраты на НПОКР, производство и техническое обслуживание (ремонт); N_r – годовая программа выпуска системы; $E_n = 0,1$ – норматив приведения разновременных затрат; $k_{\text{рп}}$, $k_{\text{р}}$ – соответственно коэффициенты реновации, исчисленные с учетом периода производства (t_n) и срока службы (t_{Σ}) системы; m_T^y , m_T^{ϕ} – соответственно, удельный расход топлива на транспортирование установочной массы и функционирование СКВ на борту ЛА; τ_0 – время типового полета; $n_{\Sigma} = t_{\Sigma} / \tau_0$ – среднее количество вылетов ЛА за срок службы; ζ_T – цена топлива.

При проведении технико-экономической оптимизации важно определить область эффективных решений, удовлетворяющих как экономическому, так и энергетическому (техническому) оптимуму системы. Для этого предлагается использовать диаграмму, названную технико-экономической характеристикой (ТЭХ) системы и построенную таким образом, что по оси ординат наносится удельная величина СЖЦ, отнесенная к единице холода, получаемой в СКВ; а по оси абсцисс энергетическую эффективность системы, т.е. затраты мощности на получение единицы холода.

Апробация разработанного подхода проводилась при ТЭА систем кондиционирования воздуха маловысотной авиации, а расчетная ТЭХ и варианты пяти СКВ представлены на рис. 4.

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

СТАДИИ ЖЦ	ВИД МОДЕЛИ							
НИКОР	$Z_{\text{НИКОР}} = Z_0 \cdot \sum_{i=1}^n d_i Z_i + 0.5(n_n - d_n)$ $Z_0 = K_{\text{СА}} \cdot K_{\text{Н}} \cdot K_{\text{НП}} \cdot T_{\text{НГ}} \cdot C_1$				$K_{\text{СА}} = \frac{K_{\text{Н}}}{K_{\text{НП}}} \left[\frac{1}{C_0} \cdot \left(\frac{P_{\text{Н}}}{P_0} \cdot \left(\frac{T}{T_0} \right)^2 \cdot \left(\frac{P_{\text{Н}}}{P_0} \cdot \left(\frac{d_{\text{Н}}}{d_0} \right)^6 \cdot \left(\frac{K_{\text{Н}}}{K_0} \right) \right) \right] \right]$			
ПРОИЗВОДСТВО	ТИП АГРЕГАТА	ВИД МОДЕЛИ	R	S	ТИП АГРЕГАТА	ВИД МОДЕЛИ	R	S
	ВВТ СТАРЫЕ	$C_s = e^{0.14} \cdot S^{0.211}$	0.741	2.54	ТО СПЕЦИАЛЬНЫЕ	$C_s = e^{0.12} \cdot S^{0.55}$	0.359	3.58
	ВВТ АЛЮМИНОВЫЕ	$C_s = e^{0.41} \cdot S^{0.461}$	0.947	2.68	ТХ	$C_s = e^{0.83} \cdot (\bar{m}_T)^{0.228}$	0.89	0.61
	ВЖТ АЛЮМИНОВЫЕ	$C_s = e^{0.55} \cdot S^{0.11}$	0.78	1.00	ТХ СОП	$C_s = e^{0.785} \cdot (\bar{m}_T)^{0.172}$	0.91	0.59
	ЗАСЛОНКИ	$C_s = e^{0.14} \cdot (V_0)^{0.24}$	0.51	5.31	ОБЪЕКТНЫЕ КАЛИБРЫ	$C_s = 0.319 \cdot (D)^{0.844}$	0.843	8.8
	РЕГУЛЯТОРЫ ДАВЛЕНИЯ	$C_s = e^{0.12} \cdot (V_0)^{0.11}$	0.60	7.07	РЕГУЛЯТОРЫ ИЗЪЕМ	$C_s = e^{0.764} \cdot (V_0)^{0.87}$	0.887	4.3
ЭКСПЛУАТАЦИЯ	$Z_{\text{П}} \cdot K_{\text{СБ}} \cdot K_{\text{П}} \cdot K_{\text{Н}} \cdot C_1$; S - ПЛОЩАДЬ ТО; D - ДИАМЕТР; $K_{\text{П}}$ - ДОЛЖ. ПОКУПКИ; $\bar{m}_T$ - УД. РАСХОД В-ХА; $K_{\text{СБ}}$ - КОЭФ-Т СБОРКИ; $K_{\text{Н}}$ - КОЭФ-Т СЕРВИСНОСТИ.							
	- НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ $Z_1 \cdot \Psi (M_y, \Delta M_y, C_T)$:				M_y - УСТАНОВЧНАЯ МАССА СКВ; ΔM_y - ПРИРАЩЕНИЕ МАССЫ; C_T - ЦЕНА ТОПЛИВА.			
	- НА ТО И Р $Z_{10} \cdot \Phi (C_{\text{КА}}^{\text{ТО}}, C_{\text{КА}}^{\text{ТО}}, t_{\text{КА}}, t_0)$							
	- НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ: $Z_2 \cdot R (Z_1, Z_{10}, t_0)$							

$$\begin{cases} Y = Z_{\text{НИКОР}} (f \cdot E_n \cdot X_f \cdot E_n / (1 \cdot E_n) N_0 \cdot T_{\text{СВ}} \cdot Z_n (A_m \cdot E_n) / O_1 T_0 \cdot (\bar{m}_T \cdot \bar{m}_T) C_T / O_A \\ X = N_0 / O_A \end{cases}$$

$Y_X = \omega Y_{\text{min}} + (1 - \omega) Y_{X \text{ min}}$ — УРАВНЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ РЕШЕНИЙ:

$\omega = 0 + 1$ — КОНЪЮНКТУРООБРАЗУЮЩИЕ ФАКТОРЫ

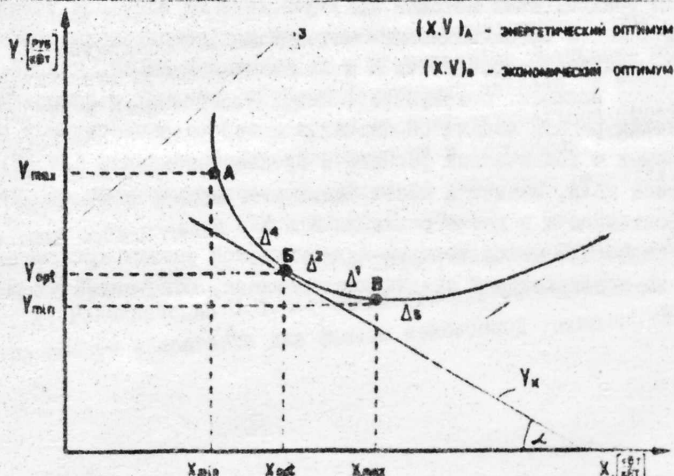


Рис. 4. Техничко-экономическая характеристика для оптимизации СКВ I

Четвертая глава - "Разработка системы организационно-экономического обоснования сложных испытательных комплексов" посвящена решению задачи сокращения длительности цикла и стоимости создания изделий в процессе СОНТ за счет использования возможностей опытно-экспериментальной базы производства.

Апробация разработанных положений проводилась на примере создания испытательного стендового комплекса турбодетандеров (ИСК ТД) для проведения комплексных стендовых испытаний и экспериментальных исследований.

Для решения задачи технико-экономического обоснования создания ИСК ТД разработана система показателей, раскрывающая виды и источники получения эффекта от проведения испытаний в условиях опытно-экспериментального производства.

С целью оптимизации организации процесса испытаний на ИСК ТД предложено использовать имитационные методы моделирования производственного процесса. Разработаны алгоритмы расчета и оптимизации длительности цикла испытаний в условиях многономенклатурного производства. Предложены экономико-математические модели, отражающие трудоемкость испытаний и позволяющие в сочетании с имитационным моделированием оптимизировать загрузку испытательных стендов.

Расчетами установлен значительный народнохозяйственный экономический эффект от использования предлагаемой в работе системы организационно-экономического обоснования ИСК.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Обобщение существующего опыта в области создания криогенной и холодильной техники (К и ХТ) позволило установить необходимость развития традиционных методов ТЭА, дополнив их системой технико-экономических и организационных методов для обеспечения эффективности и конкурентоспособности К и ХТ на стадии НИОКР. Разработанная система включает совокупность методов, приемов и алгоритмов, позволяющих решать задачи обоснования и выбора рациональных организационных и технических решений в процессе создания К и ХТ. Определены цели, задачи и место технико-экономического обоснования эффективности в цикле создания К и ХТ.

2. Разработан метод технико-экономической оценки криогенных систем на предпроектной стадии исследования, основанный на рас-

чете безразмерного комплексного показателя эффективности. Метод позволяет определять на ранних стадиях цикла создания КО оптимальные пути повышения их экономичности за счет выбора рационального типа криоагента и схемных решений.

3. Разработан метод выбора оптимальных схемных и конструкторских решений систем кондиционирования воздуха (СКВ) летательных аппаратов по критерию стоимости жизненного цикла (СЖЦ). Получена модель СЖЦ адекватно отражающая затраты, связанные с созданием и функционированием СКВ.

4. Предложена методика расчета и построения технико-экономической характеристики систем, позволяющая находить область конкурентоспособных решений, удовлетворяющих как энергетическому, так и экономическому оптимуму при функционировании систем.

5. На основе теоретических, аналитических, корреляционных и статистических исследований установлены комплексные зависимости между затратами на разработку и производство систем и их основными характеристиками, отражающими главные потребительские свойства СКВ. Выявленные закономерности положены в основу разработанных методов моделирования затрат на НИОКР, производство и эксплуатацию, что позволяет обосновать и с высокой точностью определять затраты на новые изделия на этапе составления ТЗ.

6. Разработана система организационного и технико-экономического обеспечения эффективности проведения экспериментальных исследований и стендовых испытаний в условиях опытно-экспериментального производства. С целью сокращения затрат на испытания и минимизацию длительности цикла их проведения предложено использовать матричный метод моделирования при организации процесса испытаний.

7. Разработанная система технико-экономического обеспечения эффективности проектирования К и ХТ позволяет уменьшить материалоемкость и энергоемкость разрабатываемых изделий, а также сократить длительность цикла их создания за счет оптимальной организации процесса экспериментальных исследований и испытаний.

Суммарный экономический эффект от внедрения результатов проведенных исследований составил 70,0 тыс. руб.

Основные положения диссертации опубликованы в работах:

1. Балаклеяский С.И. Методика технико-экономического анализа при выборе криоагента для систем криогенной техники / ЛВУЗ. Маши-

ностроение. - 1989. - № 1. - С. 158.

2. Балакле́йский С.И. Совершенствование организации и методов оценки эффективности экспериментальных исследований//Управление эффективностью производства с применением экономико-математических методов и АСУ: Тез. докл. Всесоюзн. научн. конф. - М., 1989. - С. 13.

3. Балакле́йский С.И., Кузнецова И.А., Тушцева В.А., Мымрин Ю.А. Совершенствование проектирования и модернизации элементов криогенных систем с использованием методов технико-экономического и функционально-стоимостного анализа//Научно-технические проблемы и достижения в криогенной технике: Сб. научн. докл. Всесоюзн. научн. конф. - Балашиха, 1986. - Ч. I. - С. 256-262.

4. Балакле́йский С.И., Мымрин Ю.А., Чикиков Ю.В. Совершенствование методов технико-экономической оценки эффективности систем кондиционирования пассажирских самолетов//Научно-технический прогресс и эксплуатация воздушного транспорта: Тез. докл. Всесоюзн. научн. конф. - М., 1990. - С. 8-9.

5. Балакле́йский С.И., Чикиков Ю.В., Шевич Ю.А. Техничко-экономическое исследование эффективности матричного теплообменника//Труды МГТУ. - 1991. - № 554. - С. 14-21.

6. Вилин И.П. Балакле́йский С.И., Мымрин Ю.Н. Выбор обобщенного показателя эффективности при технико-экономической оценке систем криогенного обеспечения сверхпроводящих устройств// ИВУЗ. Машиностроение. - 1989. - № 8. - С. 146-150.

7. Мымрин Ю.Н., Балакле́йский С.И., Блинов Д.С. Техничко-экономический анализ машин и приборов (разработка экономико-математических моделей): Метод указ./Под ред. В.И.Постникова. - М.: Изд-во МВТУ, 1989. - 26 с.

