На правах рукописи

Куркин Игорь Иванович

Системообразующие проектно-поисковые исследования космических и аэрокосмических объектов.

05. 07. 10 - Электроракетные двигатели и энергетические установки летательных аппаратов
05. 07. 02 - Проектирование и конструкция летательных аппаратов

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук.

Москва 2000 г.

Работа выполнена в Московском государственном авиационном институте (техническом университете)

Официальные оппоненты:-

доктор технических наук	Синявский В.В.
доктор технических наук	Рылов Ю.П.
доктор технических наук	Сегаль М.Д.

Ведущая организация - ЦНИИмаш г. Калининград Московской области

Защита состоится " 5 " июня 2000 г., в 15[00] часов на заседании диссертационного совета Д 053.18.04 в Московском государственном авиационном институте (техническом университете) по адресу: 125871, г. Москва, Волоколамское шоссе, дом 4

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского государственного авиационного института (техническом университете)

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенных печатью, просьба направлять по адресу 125871, г. Москва, Волоколамское шоссе, дом 4

Автореферат разослан "19" мая 2000 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 053.18.04
кандидат технических наук Никипорец Э.Н.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Создана многоплановая ***консолидирующая*** система проектно-поисковых исследований космических и аэрокосмических объектов. Она также предназначена для подготовки специалистов с широким кругозором, способных адаптироваться к новым, сильно изменившимся условиям.

В силу кризисных явлений, связанных с низким финансированием науки, в России наблюдается разрыв ряда интеллектуальных связей, которые в недалеком прошлом обеспечивали непрерывную передачу научно-исследовательского опыта и знаний от поколений к поколениям разработчиков.

В тоже время в России накоплен огромный научно-технический задел. Его возможности ещё не реализованы в полной мере и он, зачастую, теряется. В связи с этим, именно в настоящее время весьма актуально создание консолидирующих интеллектуальных структур. Они призваны сохранить научно-технический потенциал общества в активной форме и обеспечить его целенаправленную передачу грядущему поколению разработчиков для решения им глобальных общечеловеческих проблем.

К таким глобальным общечеловеческим проблемам относится освоение космоса. Космос интенсивно осваивается разными странами с использованием множества изделий. Возможности каждого изделия определяются многоплановыми интеллектуальными взаимосвязями, которые эволюционно совершенствуются при решении общих задач. Поэтому эволюционная актуальность каждого изделия может быть выявлена только с комплексных позиций и на коллегиальной основе.

Для организации подобных исследований с привлечением опыта и знаний различных специалистов предназначена представленная система. Она сформирована по результатам обобщений многих международных и ряда российских научно-технических разработок. Среди них: ракетные комплексы, атмосферные сверхтяжелые аппараты, космические инфраструктуры, система аэрокосмического перехвата, космический и аэрокосмический конвейер.

Система составлена из программных интеллектуальных структур общесистемного, внешнесистемного и внутрисистемного характера. За счет их конструирования или реконструирования по разному организуются проектно-значимые познавательные процессы.

В основу описания общесистемных структур положены знания из теории математического моделирования и теории движения летательных аппаратов.

В основу описания внешнесистемных структур положены знания из теории проектирования аппаратов и комплексов.

В основу описания внутрисистемных структур положены знания из теории проектирования подсистем и их определяющих элементов.

Различные объединения интеллектуальных структур и соответствующие познавательные процессы осуществляются через систему узлов связей по научным сценариям. В узлах связей предусмотрена сжатая информация о накопленном проектном опыте, знаниях и научно-техническом потенциале различных стран и фирм. К ним относятся: разработки ядерных ракетных двигателей; космическая двухрежимная ЯЭУ для транспортировки спутников на ГСО; эволюция концепций двигательных установок; боевая космическая авиация и гиперзвуковые транспортные самолеты; разработки ВКА Sanger, Hermes, Hotol, Boeing; концепция КА и ЭДУ по программе SP-100; электроракетные двигательные установки для программ СОИ; программа NASA по ядерным электроракетным двигательным установкам и др.

С целью более широкого использования этого концептуального опыта, с учетом взглядов и интересов специалистов из разных ведущих организаций, при решении комплексных проблем разработан метод взаимоориентирования. В соответствии с этим методом представленная в виде совокупности программных объединений система выстраивается между узлами связей по сценариям и ориентируется согласно доктринам. Среди доктрин рассматриваются: массовое обслуживание, создание баз, освоение планет, освоение Марса, многокорабельный транспорт, освоение Севера и Сибири, аэрокосмический перехват и др.

Для реализации этого метода, исходя из доктрин, предусматривается совокупность сходящихся и расходящихся лучей-направлений проектно-поисковых исследований. В узлах связей системы представлены логические и программные структуры, которые открывают многообразие системообразующих направлений использования накопленного опыта проектно-поисковых исследований.

На конкретных примерах демонстрируются формы, методы, приемы существования и развития взаимоохватываемых ситуаций проектно-поисковых исследований. К примеру, среди них: последовательный итерационный взаимоохват состояний подсистем энергетических и двигательных установок; взаимоориентирование внутрисистемных исследований по образно представленному внешнесистемному замыслу гибридной установки; картограммы связей как ориентирующие формы организации и развития различных общесистемных объектовых исследований (сверхтяжелые аппараты, воздушно-космические системы, космические инфраструктуры и др.).

Для постоянного интерактивного развития этого опыта в узлах связей предусмотрены комплексные и ключевые замыслы различных космических и аэрокосмических концепций. По комплексному замыслу околоземное космическое пространство разбито на зоны стратегических интересов. Направления изучение стратегических возможностей этих зон задаются по картограммам, сценариям и ключевым замыслам. Среди них:

- Солнечные энергоряды, обеспечивающие этапы развития планетных или орбитальных станций. Каждая энергоустановка является комплектующей единицей соответствующего ряда, что позволяет создавать энергокомплексы широкого диапазона мощностей.

- Ядерные электрогенерирующие установки многоцелевого использования, предназначены для оснащения станций и для работы в составе многоразовых межорбитальных транспортных аппаратов (ММТА). ММТА стыкуются с разгонными блоками для решения конвейерных задач с возвращением на опорную орбиту. После исчерпания 90% ресурса переориентируются на выполнение дальних космических задач без возвращения.

- Гибридная солнечно-ядерная установка планетного или орбитального базирования. Гарантии безопасности и компенсация внутренних потерь обеспечиваются за счет солнечного контура. Предусматривается использование тепловой энергии ядерного реактора исключительно для электрогенерирования.

- Ряд ракетных двигателей и разгонных блоков (РБ), каждый двигатель, исходя из степени оптимальности, предпочтителен для использования на разгонном блоке (РБ) соответствующей размерности. РБ предназначены для решения дальних космических задач в одноступенчатых и многоступенчатых аппаратах под транспортные возможности существующих и разрабатываемых ракетоносителей.

- Мощная ядерная космическая энергодвигательная установка с топливом из микросфер для многкорабельных схем освоения космоса. Предполагается её длительное нахождение в космосе в выключенном состоянии;

- Версии крылатых объектов для организации аэрокосмических конвейерных операций. Они оснащены блоками с тепловой памятью (БТП) и комбинированными двигательно-энергетическими установками (КДУ). Блок БТП предназначен для поддержания требуемых температур, высот, скоростей полета и снижения ударных нагрузок. БТП является элементом тепловой защиты аппарата. Если процесс нагрева поверхности аппарата привел к полному расплавлению теплоакумулирующего материала, то включается система проточного охлаждения, одновременно включается двигатель.

В составе КДУ предусматривается замкнутая электрогенерирующая установка и прямоточный воздушно-реактивный двигатель. Электрогенерирование осуществляется за счет температурного перепада между ПВРД и криогенной системой хранения и подачи водородного топлива.

- Сверхтяжелые атмосферные летательные аппараты (термоплан, гидросамолет, экранолет) для доразгонных функций, организации посадочных операций и освоения отдаленных регионов Земли. Предусматриваются различные модификации известных воздушно-реактивных двигателей для расширения их функциональных возможностей и обеспечения дополнительных гарантий безопасной эксплуатации ядерных атмосферных аппаратов.

В узлах связей по результатам коллегиальных проектно-поисковых исследований формируются адресные предложения, которые рассматриваются как информация двойного назначения: как итоговая обобщающая и как исходная ориентирующая для организации очередного цикла проектно-поисковых исследований. Адресные предложения, представленные в виде обобщающих таблиц, номограмм, картограмм, полей характеристик, эскизов и численно-графических ориентирующих образов, являются программной памятью стратегических проектно-поисковых исследований.

Созданная система является гибкой программно-логической структурой, позволяющей на коллегиальной основе, при постоянно изменяющихся внешних условиях, развивать её многоплановые интерактивные возможности: обобщать знания и накапливать проектный опыт, ориентировать на новые разработки, обосновывать новые возможности известных разработок.

АКТУАЛЬНОСТЬ

В отечественной и международной практике создания новых космических и аэрокосмических аппаратов известны многие разработки, которые для своего времени являлись итогом прогрессивного проектного опыта разработок ряда изделий. Например: Ядерные ракетные двигатели для Марсианского комплекса; Ядерные и Солнечные энергетические установки и станции; Ракетоносители, Воздушно-космические комплексы, Сверхтяжелые летательные аппараты-Термоплан, Экранолёт, Гидросамолет; Комбинированные воздушно-реактивные двигатели; Микробаллонные топливные структуры термоядерного синтеза и др. К сожалению, известны случаи утраты уникального научно-технического задела подобного рода. Одна из задач автора-сохранение научно-технического потенциала и проектного опыта по этим и другим связанным направлениям в активной компьютерной форме и развитие его применительно к различным задачам.

Этапами развития созданной автором системы являлись его проектно-поисковые исследования в отечественных комплексных разработках:

1975г - структура ядерного межорбитального аппарата для межпланетных программ, под возможности носителей типа Протон.

1978г - воздушно-реактивные двигательные установки, сопрягаемые с реактором в обеспечение безопасных режимов работы летательных аппаратов.

1980г - экологически-безопасные реакторные блоки с аварийным тепло аккумулированием.

1982г - сверхтяжелые летательные аппараты, экранолет, гидросамолет, термоплан.

1983г - комплекс модульно собираемых солнечных электростанций.

1985г - гибридные энергодвигательные структуры.

1990г - мощные ядерные установки на основе топливных композиций из микросфер (водородное, ядерное горючее).

После 1995г, эволюционная перспектива-конвейерные операции, система космического и аэрокосмического перехватывания ступеней и грузов.

Исследования отечественных концепций с участием автора осуществлялись в сотрудничестве со следующими организациями: ЦНИИМАШ, МАИ в сотрудничестве кафедр 208, 201, 203, 205, 101, 601, ИАЭ им. Курчатова, НИИТП, КБХА, НПО-Энергия, институт Медико-Биологических проблем, ФИАН им. Лебедева, СККБ-Искра, СКБ-Термоплан, ГКНПЦ им Хруничева, НИИ ПМЭ, НИИЭМ г Истра. и др.

Этот опыт многоплановых разработок предлагается использовать в проектно-поисковых исследований и для более широкого круга стратегических задач.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

В этой связи перед автором стояла цель на базе накопленного отечественного и зарубежного опыта проектирования создать систему проектно-поисковых исследований, которая на интерактивных принципах обеспечит преемственность развития различных поколений технических разработок. В основу создания этой системы автором положен обобщенный опыт разработок многих ученых в том числе и собственный опыт проектно-поисковых взаимодействий при анализе новых концепций со специалистами по аэрокосмической технике различных поколений. Ранг специалистов, проектный опыт и логика взаимодействий с которыми задействована: генеральные, главные конструкторы и ведущие специалисты по стратегическим программам; разработчики процессов и подсистем; ученые и соискатели ученых степеней.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА

- Разработана система многоплановых и многоцелевых программ научных сценариев, предназначенных для организации поисковых исследований и изучения предполагаемых космических и аэрокосмических перспектив.
- Программы - сценарии рассматриваются как системообразующие структуры, по которым развиваются сложившиеся связи и устанавливаются новые. Программы - сценарии одновременно рассматриваются как форма организации и как методика ведения и развития проектно-поисковых исследований. Программы - сценарии также рассматриваются как гибкая программно-логическая структура позволяющая оперативно совершенствовать систему проектного поиска и коллегиально оценивать изменения в любой подсистеме анализируемых комплексов.
- Предложен метод взаимоориентирования по сценариям взаимоохватываемых итерационных циклов проектно-поисковых исследований.
- Разработана система программ-замыслов новых концепций, модельные описания которых являясь активной составляющей научных сценариев, обеспечивают развитие проектно-поисковых исследований по новым направлениям.

На защиту выносится система многоплановых программ - сценариев и замыслов новых концепций, как интеллектуальная, узловая, модельная

структура расширения поля интересов головных организаций и развития проектно-поисковых исследований по стратегическим направлениям.

Программы - сценарии предназначены для выполнения ряда ориентирующих функций, важных для начала проектирования новых изделий.

В том числе для:

- обобщения знаний и накопленного проектного опыта;
- обучения проектированию;
- ориентирования на новые разработки;
- развития способностей стратегического анализа;
- обоснования новых возможностей известных разработок.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ И РЕАЛИЗАЦИИ

С точки зрения аналогичных проектно-поисковых систем исследований космических и аэрокосмических концепций наиболее близко по смыслу и функциональным возможностям к предлагаемой автором находятся разработки Национального Ядерного Центра Франции (Тиллиетт, Пруст, Карре и др., 1989-1994гг) и Морской Академии США (профессор Ву, 1992-1994гг).

Проектно-поисковая система французских специалистов создавалась для проектирования и анализа ядерных турбогенераторных и термоэмиссионных энергоустановок. В качестве ракеты-носителя был выбран "Ариан-5" с соответствующим учетом массогабаритных ограничений при проектировании ЯЭУ. Созданные математические модели блоков и подсистем позволяли произвести необходимые исследования при варьировании исходных параметров с помощью ЭВМ. Результатом работы были параметры термодинамического цикла, подобранные конструкционные материалы, схемно-компоновочные решения. Система позволяла накапливать и хранить проектно-значимый опыт в специализированной базе данных. Необходимо заметить, что видимо именно она позволила использовать наработки ученых и конструкторов в подводном кораблестроении при отказе от космических атомных проектов. В то же время отсутствовала возможность проследить с единой позиции весь цикл проработки программы - не было привязки к баллистическим задачам, сложен переход к иным средствам доставки на орбиту и т.д.

Ближе к разработанной автором системе находится работа специалистов Морской Академии США в Аннаполисе. В отличии от французской, американская система представляет собой единую компьютерную программу с возможностью добавления различных специализированных блоков.

Проектирование начинается от рассмотрения циклов и оптимизации их параметров. Затем, компануя из стандартных блоков типа "компрессор", "трубопровод", "турбина" и т.д. необходимые схемы, производится расчет как подсистем, так и установок в целом. Система позволяет проектировать подводные, надводные, наземные, воздушные и космические объекты.

К сожалению логика построения американской системы построена таким образом, что в случае получения неработоспособного варианта конструкции на экране компьютера появляется оповещение - вариант неработоспособен. В то же время отсутствует возможность определить - в какой подсистеме происходит выход за ограничения и, соответственно, усложняется анализ этой подсистемы для поиска компромиссных решений. Отсутствует привязка к средствам доставки на орбиту и возможность анализа космических задач.

Созданная автором проектно-поисковая система имеет более многоплановую и длительную историю развития(1970 - 1999 гг.)

Результаты, полученные с помощью разработанной автором системы сценариев проектно - поисковых исследований, носят более широкий характер обобщений и более широко использовались:

- в разработках ядерных разгонных блоков и ядерных двигателей, расширяющих возможности РН тяжелого класса в рамках программ полёта на Марс (некоторые результаты в кандидатской диссертации автора);
- при подготовке технических предложений по аппаратам сверхтяжелого класса, в обоснованиях перспектив создания аппаратов типа Термоплан; (Технические предложения в ГОСПЛАН - Создание тяжелого ЛА. МАИ-1981г);
- в разработках ядерных установок перспективного класса.(акт об использовании результатов в ИАЭ им. Курчатова прилагается);
- при организации лекционно-игровых форм изучения специальных курсов в международной космической школе при МАИ. Выпущен научно- технический отчет. Тема 610-9102 "Формирование концепций марсианской экспедиции на 2000-2020. Разработка научных и методических основ их подготовки и реализации в рамках международной кооперации." Книга N6 - " Компьютерное сопровождение проектных исследований энергетических и двигательных средств ".

По теме диссертации выпущено 41 научно-технических отчетов - 24 в ЦНИИМАШ и 17 в МАИ, в том числе по заказу ЦНИИМАШ (1994г) научно-технический отчет - " Разработка методического обеспечения для анализа применения комбинированных транспортных систем, включающих РБ ЖРД и

ЭРТА." Шифр темы 811-9120 " Развитие Ц" (акт об использовании материалов в ЦНИИМАШ прилагается)

АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ

Работа начата в ЦНИИМАШ (1967г), завершена в Московском Авиационном институте.

Научно-технические основы системы программ - сценариев и результаты проектно-поисковых исследований по сценариям представлены в следующих монографиях, журналах и сборниках:

- "Солнечные системы, преобразователи энергии. Моделирование развития и инфраструктуры космических станций". Монография, изд. Ellis HorWood. США 1993г.
- "Космические энергетические системы для Земли". Монография. Международная изд. ассоциация. John Willey & Sons Ltd. in association with Praxis publishing Ltd. 1998г.
- " Информация и анализ проектов солнечных энергетических систем." J. Space Power. Resources, Manufacturing and Development. Volume 13. Number 1 & 2. 1994
- " Проектные исследования бортовых и автономных энергокомплексов на основе модульной солнечной электростанции". Труды академии наук " Исследование творчества основоположников космонавтики и современные проблемы". Москва, Наука 1989г.
- "Перспективы использования магнитодинамических и плазмодинамических технологий по аэрокосмическим направлениям". "Космический и аэрокосмический конвейер 2000 и система проектного анализа концепций". Сборник докладов международного научного консультативного совещания. Российская академия наук. ИВТАН. Март 1999г.

Результаты работы докладывались и обсуждались на отечественных и международных конференциях, симпозиумах, конгрессах и научных советах:

- "Некоторые особенности проектирования двигателей, энергоустановок, аппаратов". Доклад на международной конференции-50 лет ЦНИИМАШ. Научно-технические проблемы Космонавтики и Ракетостроения.

• "Интеллектуальная среда проектирования в структурах главного конструктора авиационно-космических систем". Доклад на конференции - 75 лет Военной Воздушной инженерной Академии им. Жуковского.

• "Информационная система принятия решений по развитию концепций проектов". Доклад на конференции 150 лет основоположнику аэродинамики и гидромеханики Н.Е. Жуковскому.

• "Моделирование развития космических солнечных электростанций." Доклад на Международном симпозиуме - Энергия из космоса. Франция. Париж.

• "Возможности использования воздушно-космических систем в космических задачах". Доклад. 43 Конгресс Международной Астронавтической Федерации. США. Вашингтон.

• "Концепции космических транспортных комплексов в системе концептуального проектирования." Доклад. 44 Конгресс Международной Астронавтической Федерации. Грац. Австрия.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ КОМПЛЕКСА РАБОТ АВТОРА

• "Проектно-игровая система анализа концепций. Космические и аэрокосмические конвейерные операции". Второй межведомственный научно-технический семинар. Октябрь 1998г. ГКНПЦ им Хруничева. ***Работа признана актуальной и отмечена в проекте решения.***

• "Системообразующие проектно-поисковые исследования космических и аэрокосмических объектов и вузовское образование". Межведомственное консультативное совещание МАИ. Май 1999г. На консультативном совещание присутствовали ведущие специалисты РКА, ЦНИИМАШ, ГКНПЦ им. Хруничева, ЦИАМ, ИЦ им. Келдыша, ИКИ РАН, ИВТ РАН, РКК Энергия им. Королева, РНЦ Курчатовский институт, ВНИИЭМ, НИИ ПМЭ, НИИЭМ г. Истра, РНИ КП, АНТК им. Туполева, ОКБ Сухого, ОКБ Яковлева, НИИРП, ГОСНИИАС и различных кафедр МАИ. ***Совещание отметило, что представленная проектно-поисковая система, является ключевой координирующей структурой, развиваемой в МАИ, уникальной компьютерной обучающей инфраструктуры, предназначенной для обслуживания коллективов предприятий и фирм при решении ими задач по созданию авиационно-ракетно-космических систем новых поколений.***

• "Космические и аэрокосмические перспективы сверхзвуковых объектов по сценариям сотрудничества." Международный совет ведущих специалистов. SMi-Бизнес и Информация. Англия, Лондон, ноябрь 1997. На совете присутствовали руководители ассоциаций, аэрокосмических фирм, университетов,

испытательных и аналитических центров, представители военных штабов, ведущие разработчики аэрокосмических программ США, Франции, Германии, Англии, Нидерландов и России. ***Работа получила высокую рейтинговую оценку, имеется официальное уведомление. (копия официального уведомления прилагается)***

По результатам международных публикаций и обсуждений докладов автор был принят и является действительным членом Института Аэронавтики и Астронавтики США. (копия свидетельства прилагается)

ПУБЛИКАЦИИ. По теме диссертации опубликовано 50 печатных работы.

СТРУКТУРА И ОБЪЕМ РАБОТЫ

Диссертация состоит из введения, 7 глав, выводов, списка литературы (223 наименований), содержит стр. 340 машинописного текста, 89 рисунков и таблиц.

Первая и вторая главы диссертации посвящены описаниям системообразующего метода организации программ - сценариев и составляющих ситуаций проектно-поисковых исследований. В первой главе введены основные терминологические понятия.

В главах 3 - 6 представлены методические примеры, каждый из которых характеризует определенную сторону и форму существования программ - сценариев проектно-поисковых исследований, иллюстрируются этапы и стадии многопланового развития проектно-поисковых исследований. Примеры представлены в виде структур общесистемных, внешнесистемных, внутрисистемных связей и программ - сценариев используемых для анализа различных версий и замыслов концепций ЭУ, ДУ, Аппаратов и Задач.

В главе 7, и подразделах 4.1.1, 4.2.1, 4.5, 5.3, 6.5 даны алгоритмические описания-характеристики проектно-поисковых (внешне-системных, внутрисистемных и общесистемных) процедур составляющих программ - сценариев.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ПРОЕКТНО-ПОИСКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.(РАЗДЕЛ 1) / 5, 17, 18, 20 /

Система программ - сценариев предназначена для формирования поля интересов головных организаций и осуществления проектно-поисковых исследований в границах и вне границ этого поля интересов. Рис.1 Границы поля интересов и точка зрения (угол интересов на Рис.1) на перспективу формируются генеральными и ведущими специалистами, исходя из направлений предполагаемых реализаций своих изделий и информации о научно - технических, фундаментальных, проектно - конструкторских, технологических достижениях и разработках, как российских так и зарубежных, которые предполагаются внедрить в головной организации для решения директивных целей и задач.

Однако, объективно существуют такие разработки и достижения, полезность которых, в силу разных причин, для головной организации могут быть не очевидными. Поле разработок, очевидность которых не доказана, представлено на Рис.1 , как поле неопределенности для головной организации. В условиях жесткой конкуренции за рынки сбыта своих изделий головные организации стремятся к постоянному расширению своего поля интересов.

Изучение скрытых возможностей научно-технических достижений на стыке интересов и в интересах различных головных организаций осуществляется с использованием программ - сценариев проектно-поисковых исследований.

Проектно-поисковые программы - сценарии, разработанные автором, имеют 30-летнюю историю своего развития.

Они, в разное время, развивались в интересах различных головных организаций. Проектно-поисковые программы - сценарии являются отображением путей и направлений исследований (изломы связей на Рис.1), которые изменялись, в разное время, в зависимости от изменения взглядов (доктрин) на российскую стратегическую авиационную, ракетную и космическую перспективу. Направления исследований, изломы связей между программами - сценариями представлены на Рис.1: ракетные комплексы, атмосферные сверхтяжелые аппараты, космические инфраструктуры, система космического и аэрокосмического перехватывания; космический и аэрокосмический конвейер.

Для учета взглядов и интересов специалистов из разных отраслей и разных головных организаций разработан метод взаимоориентирования взаимоохватываемых итерационных циклов проектно-поисковых исследований.

Системообразующие проектно-поисковые исследования космических и аэрокосмических объектов.

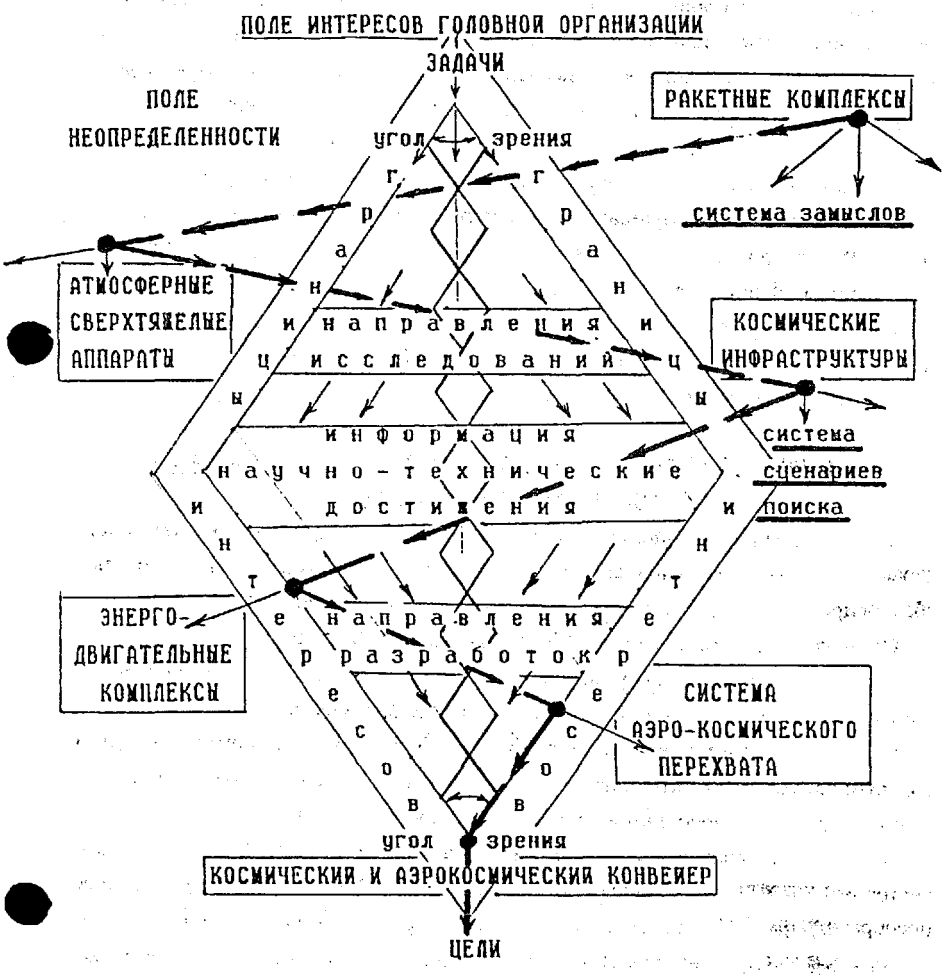


Рис.1

Для реализации этого метода между программами-сценариями предусматривается система узлов связей и совокупность сходящихся и расходящихся лучей - направлений проектно-поисковых исследований. Эти лучи-направления (относительно узлов связи) по форме образуют различные ромбовидные взаимоориентирующие стрелки связей проектно-поисковых исследований. Для ориентирования этих стрелок в узлах связей формируется информация о накопленном проектном опыте, знаниях и научно-техническом потенциале проектно-поисковых исследований. В узлах связей формируются логические и программно-логические структуры, которые открывают новые системообразующие направления использования накопленного научно-технического потенциала в интересах различных головных организаций.

Стрелки связей выстраиваются и ориентируются в виде цепочек связей исходя из доктрины, как системы ориентирующих взглядов на перспективу. Ромбовидная форма стрелок-связей и соответственно проектно-поисковых исследований продиктована необходимыми условиями начального расширения зоны поиска исходя из вариантов задач и с дальнейшим сужением этой зоны поиска вокруг поставленной цели исследований.

ОПТИМАЛЬНАЯ СТРАТЕГИЯ ПРОЕКТНО-ПОИСКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. (РАЗДЕЛ 1.1)

Процесс анализа концепций проектов разбит на ряд этапов и подэтапов, характеризуемых установлением на каждом частного итерационно-сбалансированного состояния между программными блоками.

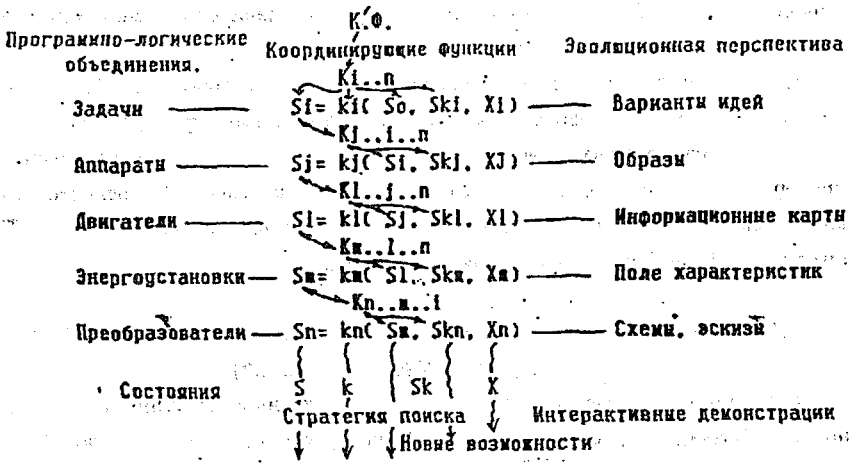
Одно из состояний проекта на Рис.2 - Sn = kn(Sm, Skn, Xn)

Xn - Sm - Skn - программные блоки: оптимизационный, структурный, согласующий. Для n этапного процесса состояние проекта Sn (i = 1...n) на каждом этапе задается вектором с одной или несколькими компонентами и совокупностью характеристик, определяющих специфику проекта. Координирующее преобразование вектора состояния от этапа к этапу, в зависимости от характера исследований, осуществляется воздействием на него векторами управлений из программных блоков Xn - Sm - Skn. Координирующее преобразования kn(Sm, Skn, Xn) является функцией вектора состояния и вектора управления на каждом этапе. Последовательность координирующих преобразований с использованием совокупности координирующих функций kn , начиная с n этапа и кончая первым, можно записать следующим образом

Sn-1=kn(Sn, Skn, Xn)

СХЕМА СВЯЗЕЙ

ВАРИАНТЫ ДОКТРИН



Стадии развития

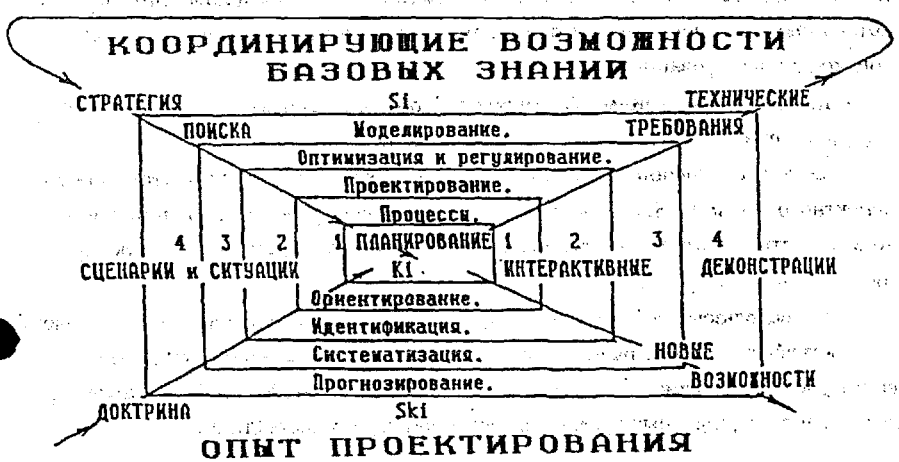


Рис. 2

Sn-2=kn-2(Sn-1, Skn-1, Xn-1)

.....

Sk=k1(S1, Sk1, X1)

Если предыдущее равенство подставить в последующее, то получим конечное состояние Sk выраженнное через начальное состояние Sn Sk=k1(k2(k3(.....(kn(Sn, Skn, Xn)).....)))

Таким образом существует последовательность векторов Xn, Xn-1,...,X1, соответствующих последовательности координирующих преобразований kn.....k1, называемых поведением или стратегией. Если координирующие преобразования выбраны в соответствии с какими-то определенными критериями, то множество оптимизирующих векторов управлений называется оптимальной стратегией координации исследований.

КООРДИНИРУЮЩИЕ МЕХАНИЗМЫ ПРОЕКТНО-ПОИСКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. (РАЗДЕЛ 1.2)

Программы - сценарии развиваются по спиральным принципам, когда на новых витках проектно-поисковых исследований анализируются и переосмысливаются результаты ранее проведенных разработок. Характер спиральных исследований изображен на Рис.2 (нижняя часть рисунка) в виде следующей цепочки связей - доктрина - технические требования - стратегия поиска - новые возможности. Согласно спиральных принципов по стадиям, как показано на Рис.2 и по научным сценариям (как бы из вложенных друг в друга процедурам составляющих) открываются следующие возможности проектно-поисковых исследований:

- исходя из доктрины, формируются общесистемные связи и ситуации, определяющие стратегию поиска (левая часть Рис.2);
- за счет накопленных базовых теоретических знаний Si и соответствующего проектного опыта Ski раскрываются внешнесистемные координирующие возможности программно-логических составляющих программ - сценариев (центральная часть Рис.2);
- с использованием программно-логических объединений, в режимах интерактивных демонстраций по сценариям, обсуждаются стратегические внутрисистемные возможности, формируются варианты требований и технические характеристики различных проектных концепций (правая часть Рис.2).

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ СВЯЗЕЙ ПРОЕКТНО-ПОИСКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ (РАЗДЕЛ 2)

Согласно стадий (Рис.2) обеспечивается развитие общесистемных, внешнесистемных и внутрисистемных возможностей проектно-поисковых исследований, формируются и отрабатываются многоплановые информационные, программные и логические составляющие программ - сценариев, обеспечивается стратегическая ориентация исследований.

- На стадии планирования и ориентирования устанавливается приоритетное направление и предполагаемая эволюционная перспектива проектно-поисковых исследований.
- На стадии идентификации формируются замыслы-версии проектно-поисковых исследований и отрабатываются стратегические формы сотрудничества.
- На стадии систематизации и прогнозирования формируются адресные предложения по вариантам и характеристикам возможного стратегического использования различных фундаментальных разработок и программно-встроенная память проектно-поисковых исследований.

ПЛАНИРОВАНИЕ И ОРИЕНТИРОВАНИЕ.(РАЗДЕЛ 2.1)

Приоритетное направление (эволюционная перспектива) исследований выбирается и задаётся исходя из вариантов предполагаемых доктрин. Варианты предполагаемых доктрин: массовое обслуживание, создание баз, освоение планет, освоение Марса, многокорабельный транспорт, освоение дальнего Севера и Сибири, Аэрокосмический перехват. В виде схем интегрального анализа планируются конвейерные цепочки поисковых исследований, варианты и последовательность действий и взаимодействий различных объектов с различным компоновочным содержанием. Схема интегрированного анализа концепций объектов и проектов по общесистемным сценариям и по конвейерным цепочкам представлена на Рис.3.

В центре схемы - условная векторная интерпретация выбора приемлемых вариантов двигателей, энергоустановок, аппаратов.

Объекты исследований: воздушно-космические, орбитальные аппараты и комплексы. Ориентиры исследований - транспортные возможности ракетоносителей. Исследуемые участки (Рис. 3 и 4):

- атмосферный полет, место старта может быть на Земной поверхности или в воздухе (высоты 0-200 км);

Схема интегрированного проектного анализа энергетических и двигательных установок

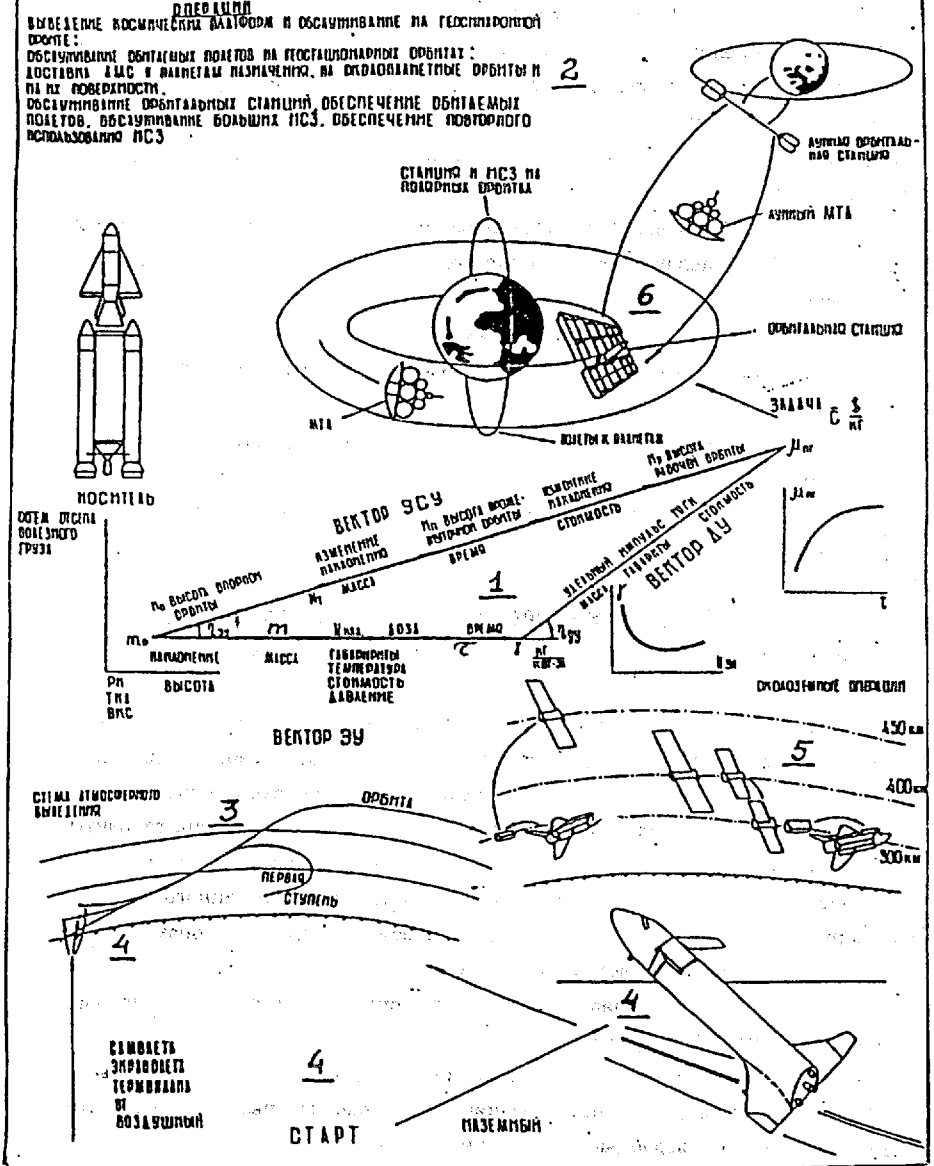


Рис.3

• операции возвращения в плотных слоях атмосферы (высоты 200-0 км);

• операции перехватывания ступеней и грузов (высоты 20-50 км);

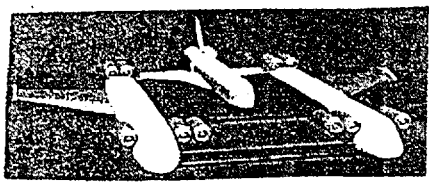
• околоземные операции, когда аппарат перебазируется или поддерживается на заданной орбите (высоты 200- 500км, 500-36000 км);

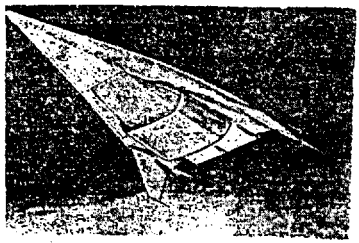
• полеты в дальний космос транспортных комплексов, собранных на околоземной орбите (высоты > 36000 км).

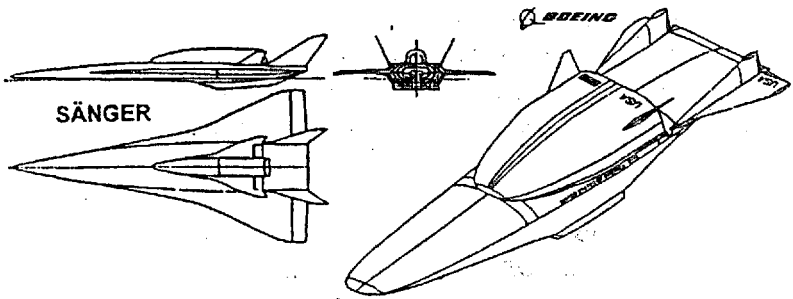
Транспортные характеристики комплексов - масса, габариты грузового отсека - рассматриваются как ориентирующие проектный поиск показатели. Принимаются во внимание ограничения на размеры грузового отсека, дозы радиации и химического загрязнения, оптимизируемые характеристики: структура масс и стоимостей, электрическая мощность, коэффициенты полезного действия, тяга, удельная тяга, размеры. Критериальные показатели: удельная масса полезного груза, удельная стоимость транспортировки, время транспортировки.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОЕКТНО-ПОИСКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.(РАЗДЕЛ 2.2)

Идентификация предполагает, согласно цепочек конвейерного анализа, сформированных на предыдущей стадии, задействование специализированного опыта исследований, сопоставление согласование мнений и сведений, выявление, учет и развитие общесистемных, внешнесистемных и внутрисистемных тенденций, закономерностей и связей. Для формирования проектного фундамента встречных проектно-поисковых исследований (по замыслу) отбираются и задаются варианты и характеристики корневых объектов. Корневые объекты являются вариантами таких систем, опыт разработок которых может быть использован и для решения других проектно-конструкторских задач. Варианты корневых объектов, как объекты - ориентиры определяющие направление проектно - поисковых исследований, представлены в правой и центральной части Рис.3, а так же на Рис. 4-13. Корневые объекты предусматривают нововведения, в привязке к которым формируются различные концепции проектов (версии преобразователей, двигателей, энергоустановок, аппаратов и комплексов). При формировании концепций проектов проводятся экспертные консультации (диалог) с различными специалистами (и в том числе с разработчиками корневых объектов) о возможности использования их специализированного опыта по другим направлениям.







ОБЪЕКТЫ — ОРИЕНТИРЫ ПРОЕКТНО-ПОИСКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

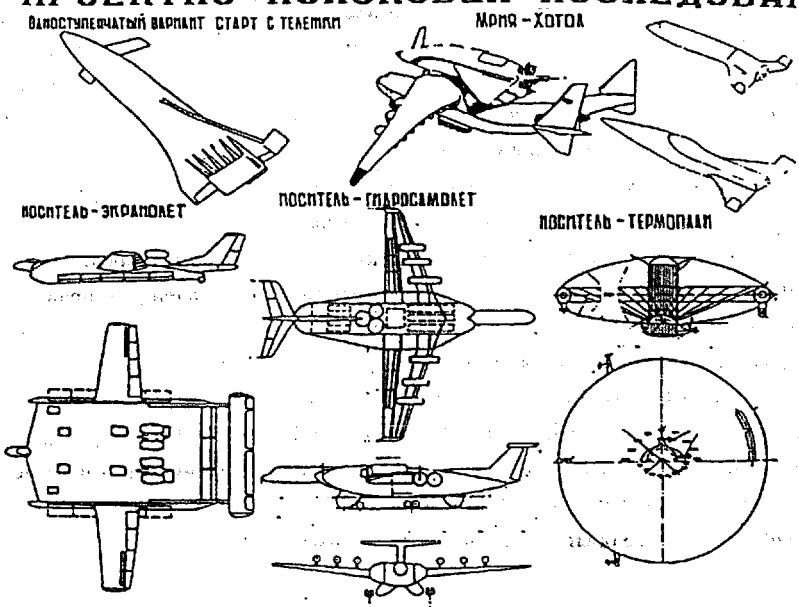
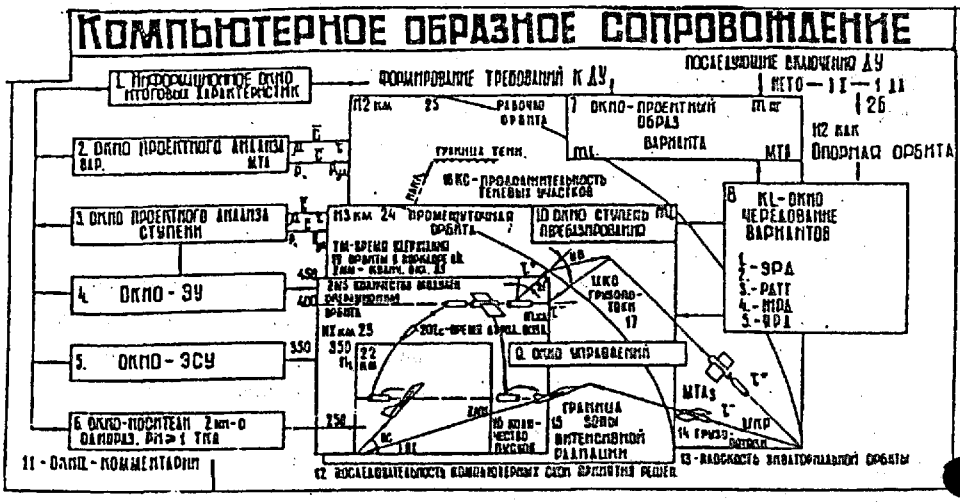


Рис 4

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ. (РАЗДЕЛ 2.4)

На стадии систематизации и прогнозирования реализуется (накапливается, хранится и оформляется) программно-встроенная адресная информация (программная память). С использованием адресной информации, исходя из доктрины, формируются адресные предложения по вариантам и характеристикам возможного стратегического использования корневых объектов. Адресная информация формируется с компьютерным сопровождением и на коллегиальных принципах (верхняя схема на Рис.5).

С использованием указанных на схеме компьютерных окон, исходя из замысла (доктрина - космический и аэрокосмический сценарий - эволюционная перспектива), адресная информация редактируется (дополняется, корректируется, перераспределяется) по сценариям и в итоге получает стратегическое значение в проектно-поисковых исследованиях. Обозначения к схеме (на Рис5) - Компьютерное образное сопровождение: 1 - информационное окно итоговых характеристик. 2 - окно проектного анализа вариантов межорбитального транспортного аппарата(МТА). 3 - окно проектного анализа ступеней. 4 - окно, варианты энергоустановок. 5 - окно, варианты энергодвигательных установок. 6 - окно, варианты носителей, характеристики настройки: ZNH- 0 одноразовые носители; ZNH >1 многоразовые крылатые аппараты. 7 - окно, проектный образ межорбитального аппарата. 8 - окно, чередование вариантов: KL - 1 или 2 электроракетные двигатели(ЭРД); KL - 3 ракетные двигатели твердого топлива(РДТТ); KL- 4 жидкостные ракетные двигатели(ЖРД); KL - 5 ядерные ракетные двигатели(ЯРД). 9 - окно управлений. 10 -окно, образ ступени. 11 -окно комментариев. 12 - последовательность окон принятия решений. 13 - плоскость экваториальной орбиты, отсчет наклонений. 14 - показатель грузопотоков МТА с ЭРД. UKP - 0 туда; UKP > 1 туда и обратно. 15 - граница зон космических радиаций, ограничители транспортных операций. 16 - количество пусков ракетоносителей и воздушно-космических аппаратов. 17 - показатель грузопотоков разгонных блоков и вспомогательных ступеней. UKO - 0 туда; UKO > 1 туда и обратно. 18 - характеристики границ тени, наклонения, продолжительности теневых участков. 19 - характеристики удержания объектов в диапазоне высот, количество включений двигателей. 20 - характеристики аэродинамического торможения.21 - характеристики состыкованных на опорной орбите объектов. 22 - опорная орбита, ВС и ВХ - наклонения. 23 - орбита возвращения. 24 - промежуточная орбита. 25 - рабочая орбита.



ОБЪЕКТЫ — ОРИЕНТИРЫ ПРОЕКТНО-ПОИСКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

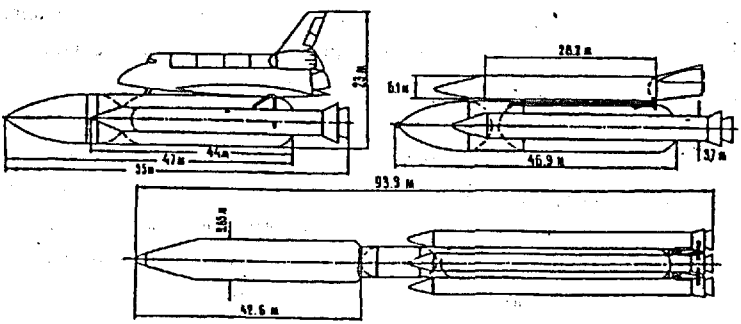


Рис. 5

ЭВОЛЮЦИЯ И ИНТЕРАКТИВНЫЕ ЦИКЛЫ ВНУТРИСИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. (РАЗДЕЛ 3) / 10 /

Вариант доктрины исследований - Создание баз. Направление, эволюционная перспектива исследований - энергетические блоки различного назначения для формирования систем, для рассредоточения в космосе, на Земле и планетах, для оснащения и дооснащения баз станций, для транспортировки и само транспортировки на другие орбиты и в составе многоцелевых транспортных аппаратов.

По замыслу предусматриваются следующие свойства и возможности программ - сценариев проектно-поисковых исследований: эволюция и синтез связей, интерактивные возможности.

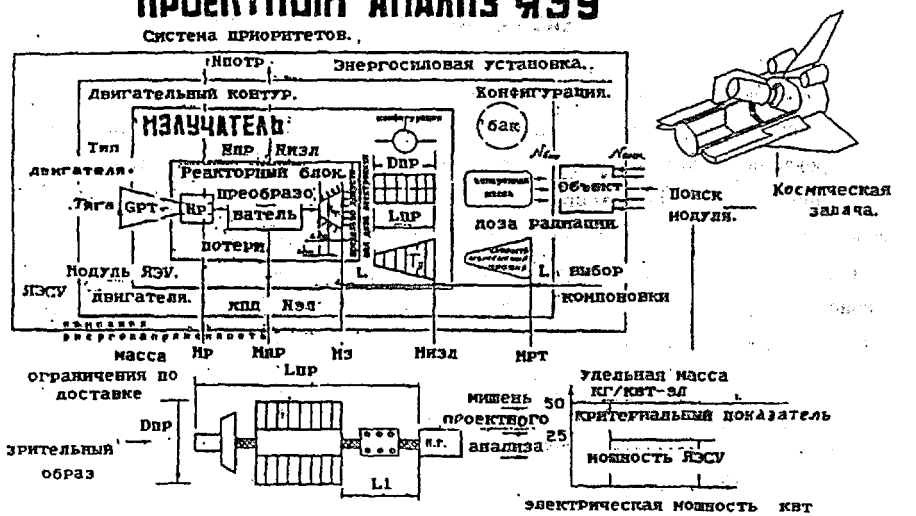
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ИТЕРАЦИОННЫЙ ПРОЕКТНО-ПОИСКОВЫЙ *ВЗАИМООХВАТ СОСТОЯНИЙ ПОДСИСТЕМ ЯДЕРНОЙ УСТАНОВКИ.* (РАЗДЕЛ 3.1) / 3 /

Направление, эволюционная перспектива исследований - Сеть мощных энергостанций в космосе и на планетах, с большими удалениями от баз станций, с обменом энергией по лучу, транспортируемых с помощью известных транспортных средств.

Образное толкование программы - сценария проектно-поисковых исследований - проектный анализ ЯЭУ - показано на схеме Рис.*6* Исследования ведутся итерационными циклами. Области исследований представлены как бы из вложенных друг в друга пространств-характеристик. В центре область характеристик преобразователя энергии, далее, по приоритетности, область реакторного контура, излучательного контура, двигательного контура и замыкающая область характеристик всей энергосиловой установки. Главные ограничители - габариты и масса грузового отсека носителя. Оптимизируемые характеристики - длина, диаметр, толщина перемычки, удельная масса трубки-оребрения. Выбирается форма панелей: плоская, объемная (коническая или цилиндрическая) или комбинированная.

Выделены границы целесообразных структурных изменений в ядерном проекте Рис.6, когда предпочтителен определенный тип реактора, определенный вариант излучателя, определенная конфигурация установки. Анализируемые варианты компоновок - лучевые и с элементами раскладывания. Варианты излучателей - конические, цилиндрические, плоские и комбинированные. В зависимости от

Проектный анализ ЯЭУ



Вариант анализа расчетной информации ЯЭУ мощностью до 100 квт

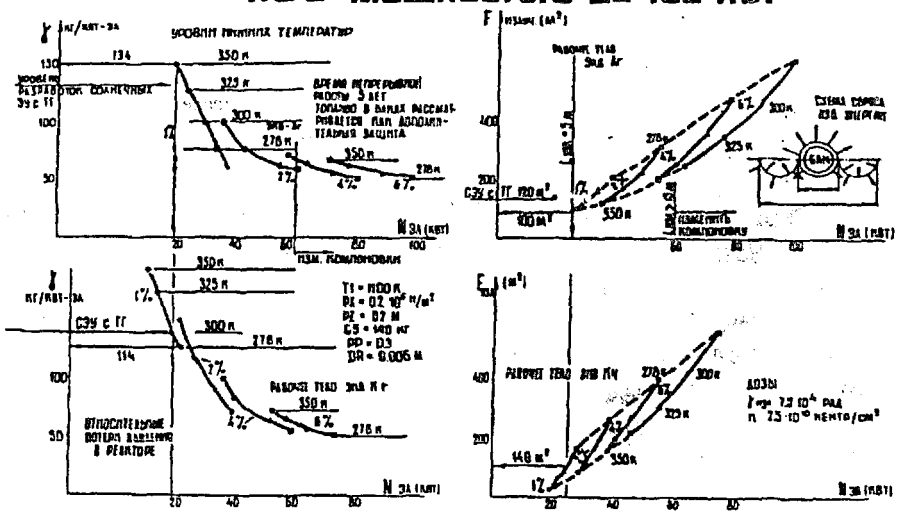


Рис. 6

мощности установки предпочтительна определенная компоновочная конфигурация: до 100кВт предпочтительна лучевая схема построения установки (с коническим излучателем и коническим топливным баком); свыше 100кВт могут появится простейшие, достаточно жесткие, элементы раскладывания.

СТРУКТУРА И ЛОГИКА ОБРАЗНОГО ИНТЕРАКТИВНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ СВЯЗЕЙ И ИНФОРМАЦИИ В ПОДСИСТЕМАХ СОЛНЕЧНОЙ УСТАНОВКИ. (РАЗДЕЛ 3.2) / 6, 4, 9 /

Направление, эволюционная перспектива проектно-поисковых исследований - энергоряды, платформы и модули, компактные в сложенном состоянии, имеющие отработанные наземные технологии, обеспечивающие этапность развития космической энергетики (мощности до 100 кВт, 1000 кВт, 10000кВт.);

По замыслу анализируются солнечные энергоряды. Рис.7 Солнечные энергоряды выполняются из модулей, что позволяет за счет унификации технологии сборки создавать энергокомплексы широкого диапазона мощностей в короткие сроки и при минимальных затратах. Целесообразны базовые энергоустановки, каждая из которых является комплектующей единицей соответствующего ряда.

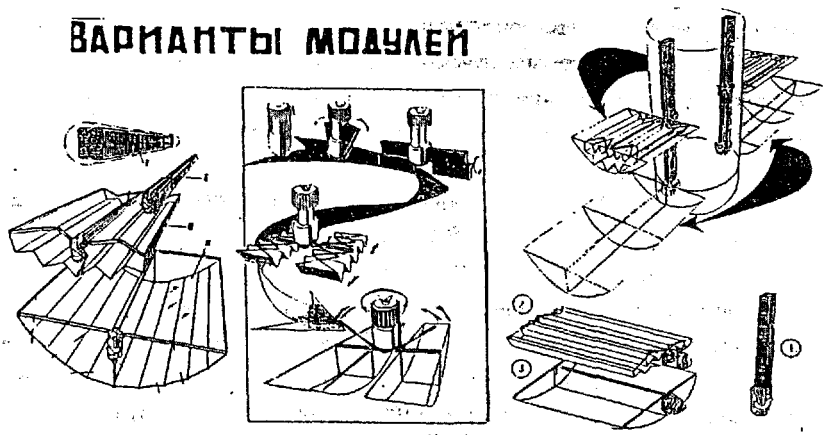
Чтобы выделить тенденции проектного совершенствования различных вариантов солнечных ЭУ и для продолжения проектного диалога результаты накапливаются в виде ячеек проектно-значимой памяти и обобщающих таблиц. С их помощью иллюстрируются возможности построения солнечных ЭУ на базе электрогенераторов мощностью 5 - 20 кВт, эти ЭУ интегрируются в модули по 40 - 100 кВт, которые в свою очередь рассматриваются как модули более крупных комплексов.

ВЗАИМООРИЕНТАЦИЯ ВНУТРИСИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОБРАЗНО ПРЕДСТАВЛЕННОМУ ВНЕШНЕСИСТЕМНОМУ ЗАМЫСЛУ - ГИБРИДНАЯ СОЛНЕЧНО- ЯДЕРНАЯ УСТАНОВКА. (РАЗДЕЛ 3.3) / 8 /

Направление, эволюционная перспектива исследований - гибридные солнечно-ядерные установки для многоцелевых задач и режимов безопасного использования ядерных систем (солнечный - вблизи баз станций, ядерный - на большом удалении). Рис.8.

По замыслу рассматривается схема контура с избыточными программными связями. Избыточность в том, что можно синтезировать связи различных вариантов сопряжений солнечных и ядерных контуров. Холодильник излучатель и концентратор объединяются в единую функциональную систему, первый обеспечит сброс из контура низко

ВАРИАНТЫ МОДУЛЕЙ



ФОРМЫ СОХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

УРОВНЯ ДАВЛЕНИЯ	КРАТНОСТЬ УВЕЛИЧЕНИЯ / ФОКАЛЬНОГО РАЗМЕРА	1		2	
	ТИП КОНЦЕНТРАТОРА	ПАРАБОЛО КРАНДАР	ПАРАБОЛОКА	ПАРАБОЛО КРАНДАР	ПАРАБОЛОКА
1	МОЩНОСТЬ КВТ-ЗА	2.1 ÷ 2.06	2.1 ÷ 2.07	8.1 ÷ 8.2	8.3
	УДЕЛЬНАЯ МАССА КГ/КВТ-ЗА	95 ÷ 100	79 ÷ 88	94 ÷ 96	62 ÷ 72
	СТЕПЕНЬ КОНЦЕНТРАЦИИ	44 ÷ 48	200	53 ÷ 63	450
	ТОЧНОСТЬ ЗЕРКАЛА ГРАД	0.175 ÷ 0.15	0.625	0.125 ÷ 0.087	0.5
2	МОЩНОСТЬ КВТ-ЗА	4.1	4.1	16.1	16.5
	УДЕЛЬНАЯ МАССА КГ/КВТ-ЗА	92 ÷ 97	72 ÷ 82.9	91 ÷ 93	54.9 ÷ 65
	СТЕПЕНЬ КОНЦЕНТРАЦИИ	44 ÷ 53	300	56 ÷ 66	450
	ТОЧНОСТЬ ЗЕРКАЛА ГРАД	0.175 ÷ 0.125	0.625	0.115 ÷ 0.075	0.5

ВАРИАНТЫ СБОРОК

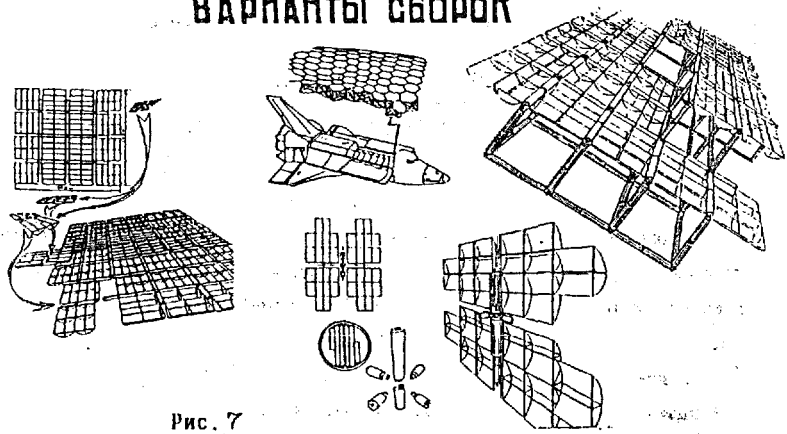
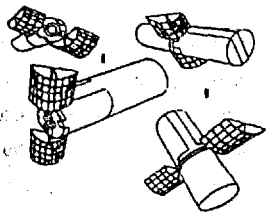
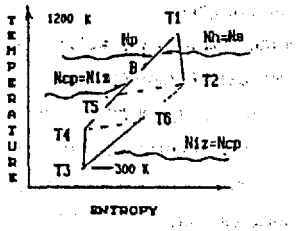


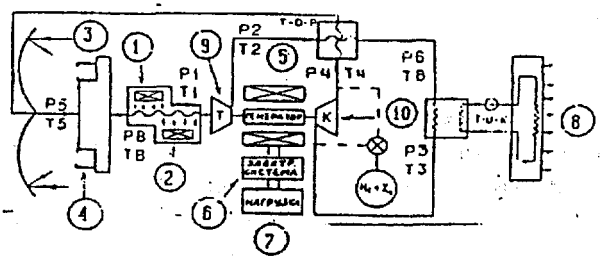
Рис. 7

НАПРАВЛЕНИЕ РЕДАКТИРОВАНИЯ ПРОГРАММЫ СОЛНЕЧНО-ЯДЕРНАЯ УСТАНОВКА





СИНТЕЗ СВЯЗЕЙ — ГИБРИДНАЯ УСТАНОВКА



КООРДИНИРУЮЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

N	МОЩНОСТЬ СЭУ кВт	МОЩНОСТЬ ЯЭУ кВт	МАССА кг	ПРИМЕЧАНИЕ
1	25	275	9500	ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ ОТНОСИТЕЛЬНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. ОБЛЕГЧЕН ЗАПУСК ЭУ БОЛЬШЕЙ МОЩНОСТИ. МАЛАЯ ПАРУСНОСТЬ
2	50	250	14000	
3	300	0	17000	БОЛЬШАЯ ПАРУСНОСТЬ. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РАСХОДЫ ТОПЛИВА НА ПОДДЕРЖАНИЕ ОРБИТЫ. ТРУДНОСТИ ОРИЕНТАЦИИ
4	0	300	9000	ОГРАНИЧЕНИЯ ПО ВЫСОТЕ ПРИМЕНЕНИЯ. СЛОЖНОСТИ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ И ЗАПУСКЕ

Рис. 8

потенциальной энергии, другой возвращение в контур высокопотенциальной энергии. Размеры концентратора и его характеристики подбираются из условия, чтобы за счет солнечной энергии осуществлялась полная либо частичная компенсация излученной через холодильник-излучатель теплоты.

Представлены различные варианты совмещения солнечных и ядерных контуров. Предусматривается использование тепловой энергии ядерного реактора исключительно для получения электрической энергии. Компенсация внутренних потерь осуществляется за счет солнечного контура. Установка предполагает циклическую работу. Циклическая работа за счет тепловых аккумуляторов. В качестве теплового аккумулятора рассматривается защита ядерного реактора. Накопление энергии между циклами осуществляется за счет солнечного или ядерного контуров.

Представлены приоритетные соотношения мощностей контуров. При общей мощности гибридной установки 300 кВт, общей массе 9.5т мощность солнечного контура - 25 кВт, ядерного - 275 кВт.

РАСШИРЕНИЕ ПОЛЯ ВНУТРИСИСТЕМНЫХ ПРОЕКТНО-ПОИСКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ОБЪЕКТОВЫХ ВНЕШНЕСИСТЕМНЫХ И СТРАТЕГИЧЕСКИХ ОБЩЕСИСТЕМНЫХ ПОЗИЦИЙ. (РАЗДЕЛ 4.) / 13, 15 /

Доктрина - Массовое обслуживание. Направление, эволюционная перспектива исследований - гибридные двигатели, расширяющие возможности существующих транспортных средств, обеспечивающие выполнение ряда сопутствующих задач, определяющие направления развития и создания новых аэрокосмических аппаратов.

ВЗАИМООРИЕНТАЦИЯ ОБЩЕСИСТЕМНЫХ И ВНУТРИСИСТЕМНЫХ ПРОЕКТНО-ПОИСКОВЫХ ИСЛЕДОВАНИЙ, СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТНОГО ОПЫТА ПО РАЗГОННЫМ РАКЕТНЫМ ДВИГАТЕЛЯМ. (РАЗДЕЛ 4.1) / 7, 12 /

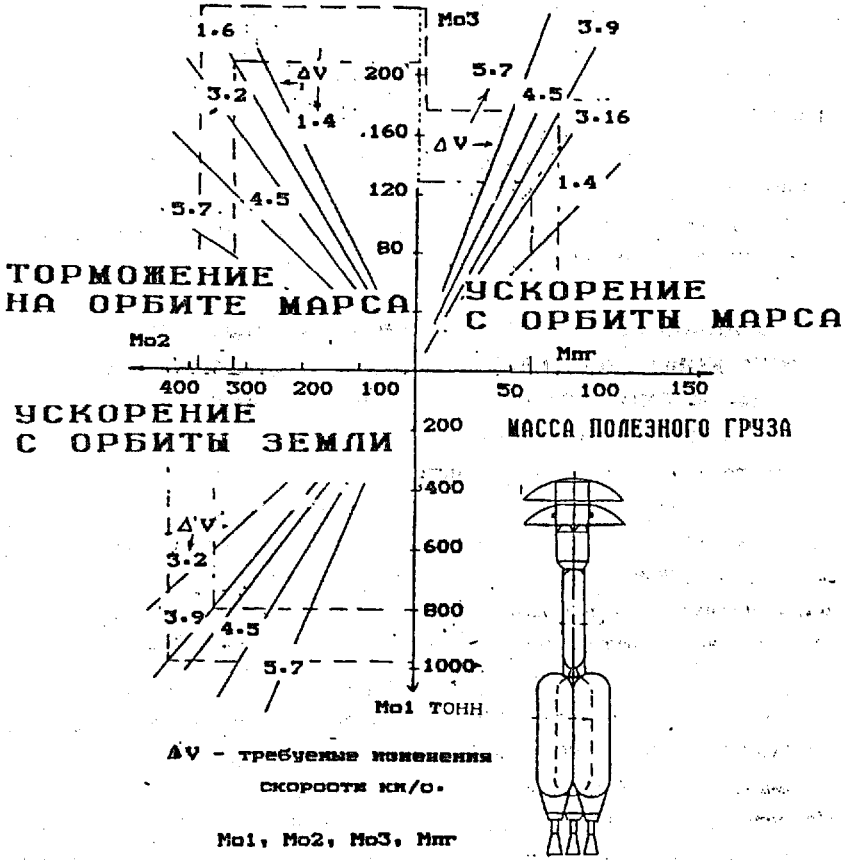
Направление, эволюционная перспектива исследований - модули ядерных двигателей и связки, ракетные блоки для освоения Марса и планет.

Систематизированный опыт исследований ядерных ракетных блоков под возможности существующих ракетоносителей с использованием программ - сценариев представлен в виде обобщающих графиков и номограмм. Рис.9 Анализируются границы предпочтительного использования модулей ядерных ракетных блоков в одноступенчатых

СИСТЕМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИЯ

НОМОГРАММА

МАРСИАНСКИЙ РАКЕТНЫЙ КОМПЛЕКС



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАСС ПО СТУПЕНЯМ РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСА

Рис. 9

и многоступенчатых аппаратах, под транспортные возможности существующих и разрабатываемых ракетоносителей, с возвращением и без возвращения. Номограммы разбиты на ряд квадрантов, содержащих результаты оптимизации ДУ в зависимости от массы доставленного груза и стартовой массы комплекса. Границы перехода от одного квадранта к другому определяются с учетом следующих массовых затрат: массы стыковочных устройств, систем жизнеобеспечения и систем хранения топлива, массы орбитального и исследовательского комплексов и массы всего корабля.

Представлены транспортные возможности :

- РН типа Зенит, Протон, Энергия и степени оптимального использования ядерных ракетных двигателей;
- РН типа Энергия и тяговые характеристики ядерных ракетных блоков для полетов к планетам (Луна, Марс, Меркурий);
- РН при формировании марсианских ракетных комплексов и транспортные возможности самих ракетных комплексов.

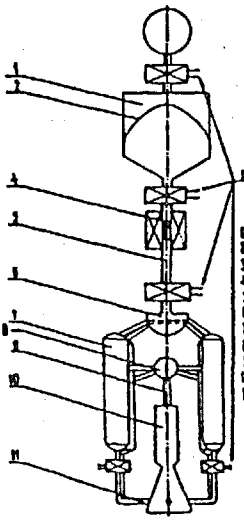
ВЗАИМООРИЕНТАЦИЯ ВНУТРИСИСТЕМНЫХ ПРОЕКТНО-ПОИСКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ЗАДАННОМУ ЭСКИЗНО-ГРАФИЧЕСКОМУ ЗАМЫСЛУ - ГИБРИДНАЯ ДВИГАТЕЛЬНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА. (РАЗДЕЛ 4.2) / 8 /

Направление, эволюционная перспектива исследований - мощные космические энергодвигательные установки с топливом из микросфер. для несколько корабельных схем освоения космоса для длительного нахождения в космосе в выключенном состоянии, для транспортировки в заданный район космоса другими транспортными средствами, для перевода (по команде) в рабочее состояние. Предусматривается такое программное объединение, которое позволяет за счет разнопланового использования общих узлов в гибридном устройстве по доктрине - Космический перехват - организовывать изучение многофункциональных возможностей космических аппаратов.

Схема связей программного объединения- гибридная установка с развитым турбогенератором представлена на Рис.10. Обозначения: R-реактор; К - компрессор; Р - рекуператор; КТ - концевой теплообменник; ХИ - холодильник излучатель. 1-внешняя зона реактора; 2-внутренняя зона реактора; 3, 8-элементы крепления реактора; 4-коллектор подвода рабочего тела; 5-внешний отражатель; 6-злемент защиты; 7-промежуточная зона реактора. 1-бак; 2-диафрагма; 3-отсечной клапан; 4 - шнек; 5 - труба подачи микробаллонного топлива; 6 - разрушающая камера; 7 - сепаратор; 8 - газовая магистраль; 9-коллектор; 10-

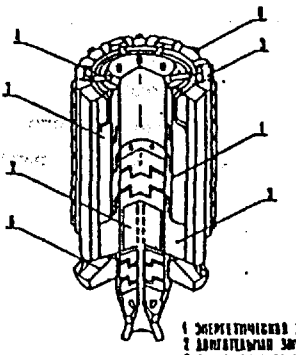
НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРОГРАММЫ — КОМБИНИРОВАННАЯ ЯДЕРНАЯ ДВИГАТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА

СИСТЕМА ПОДАЧИ ТОПЛИВА



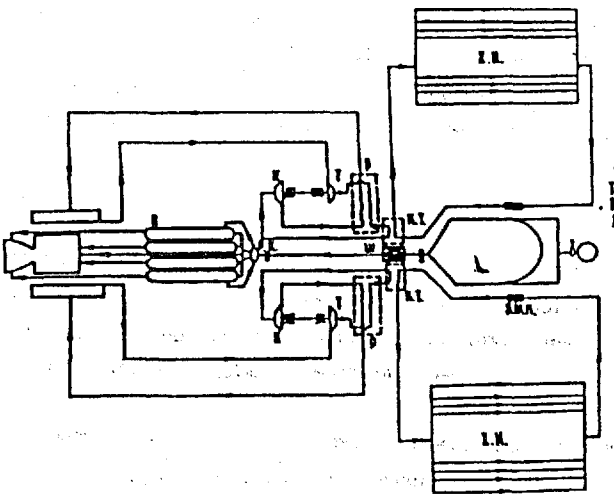
1 БАК
2 ДИАФРАГМА
3 ОТСЕЧНЫЕ КЛАПАНЫ
4 ШЛЕК
5 ТРУБА - ЗАПОЛНЕНИЕ
6 РАЗРЕШАЮЩИЙ КЛАПАН
7 СЕПАРАТОР
8 ГАЗОВАЯ МАГИСТРАЛЬ
9 ИСПАРИТЕЛЬ
10 ДВИГАТЕЛЬ
11 МАГИСТРАЛЬ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ

РЕАКТОР



1 ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЗОНА
2 ДВИГАТЕЛЬНАЯ ЗОНА
3 ЗОНА РЕГУЛИРОВАНИЯ
4 ОБОЛОЧКА СУЗ
5 ОТРАЖАТЕЛЬ
6 ЗАЩИТА
7 СЕТКА
8 КРЕПЛЕНИЕ

ХРАНЕНИЕ ВОДОРОДА В СТЕКЛЯННЫХ МИКРОБАЛЛОНАХ СООТНОШЕНИЕ МАСС СТЕКЛА И ВОДОРОДА 1.2



НАПРАВЛЕНИЕ ПОИСКА

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОНТУР

ТЕПЛОВАЯ МОЩНОСТЬ	4 МВТ
ТЕМПЕРАТУРА	1300 К
ДАВЛЕНИЕ	50 АТМ
КОМПАКТНОСТЬ	10 ДЕТ
РАБОЧЕЕ ТЕЛО	СМЕСЬ $H_2 + X_e$

ДВИГАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР

МОЩНОСТЬ	10 МВТ
РАБОЧЕЕ ТЕЛО	H_2
ТЕМПЕРАТУРА	2700 К
ДАВЛЕНИЕ	50 АТМ
ВРЕМЯ РАБОТЫ	10 ЧАС

Рис. 10

двигатель; 11-магистраль отвода осколков стекла. Особенность контура: Внутренняя зона реактора является составной частью двигательного контура, внешняя зона-часть энергетического контура. Предполагается микробаллонная система хранения и подачи водородного топлива в двигатель.

Характеристики гибридной установки: энергетический контур тепловая мощность 4мВт, температура на выходе из реактора 1300К, давление-50атм, кампания-5лет, рабочее тело смесь He+Xe; двигательный контур - тепловая мощность-10мВт, рабочее тело водород, температура на выходе из реактора 2700К, давление-50атм, время работы 10час.

КАРТОГРАММА СВЯЗЕЙ КАК ОРИЕНТИРУЮЩАЯ ФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ И РАЗВИТИЯ КОРНЕВЫХ ВНУТРИСИСТЕМНЫХ ПРОЕКТНО-ПОИСКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО НЕТРАДИЦИОННЫМ ОБЪЕКТОВЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ (ТЕРМОПЛАН, ЭКРАНОЛЕТ, ГИДРОСАМОЛЕТ) - РАЗДЕЛ 4.3 / 1 /

Направление, эволюционная перспектива исследований - версии двигателей для сверхтяжелых аппаратов (масса 500-1000т) типа - термоплан, гидросамолет, экранолет. Доктрина - Освоение дальнего Севера и Сибири.

Предусматривается программа сценарий, которая позволяет за счет включения новых элементов на стыке моделируемых связей анализировать новые возможности известных схем двигателей.

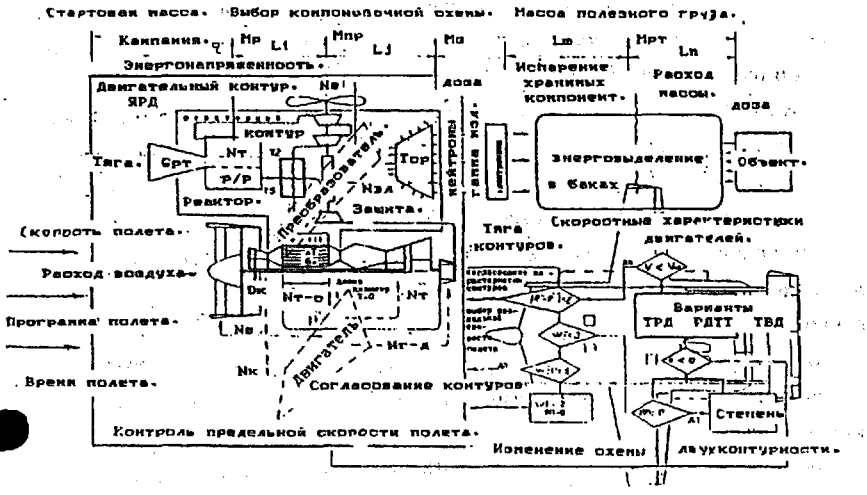
По замыслу двигательные установки помимо целевых и сопутствующих функций также рассматриваются для обеспечения дополнительной степени гарантии безопасного использования ядерного реактора. Согласно картограммы Рис.11, по логическим указателям, в программе возбуждаются различные связи и различные пути исследований. Пути исследований по логическим указателям - варианты двигателей; различные схемы сопряжений реактор - защита - баки - конструкции аппарата.

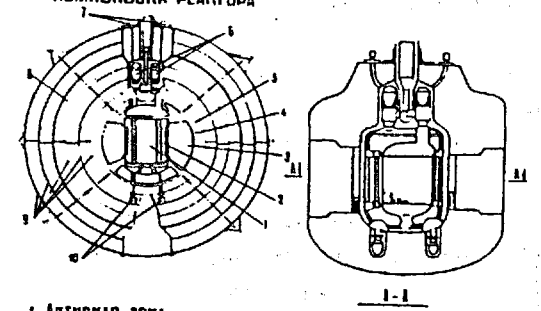
Результаты исследований- компоновочные схемы: Сверхтяжелые аппараты с гарантиями безопасности. Реактор с устройствами аварийной защиты. (Рис.11) Гибридные двигатели с различными вариантами сопряжения контуров. (Рис .11)

Гарантии безопасности реакторного контура / 2 /:

КАРТОГРАММА ИССЛЕДОВАНИЙ

Направления совершенствования компоновочных схем





1. Активная зона
2. Барабаны СУЗ
3. Балл с жидким металлом
4. Теплоизоляция
5. Силовой корпус
6. Отсечные клапаны
7. Пироприводы
8. Защитная оболочка
9. Каналы охлаждения
10. Двигатели привода СУЗ

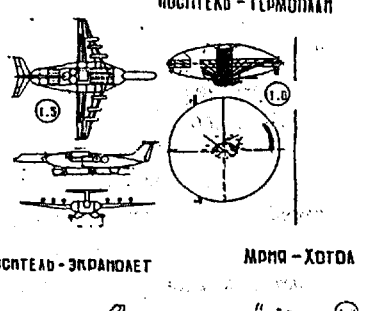


Рис. 11

• наличие мощного силового корпуса и вокруг него защитной оболочки, обеспечивающей герметичность реакторного контура при его падении на землю;

• использование твердого гидрида лития в качестве хладагента, воспринимающего остаточное тепловыделение и находящего в защитной оболочке. Расхолаживания реактора после катастрофы осуществляется за счет нагрева, плавления и термической диссоциации гидрида лития.

• в случае падения реактора в воду в защитной оболочке имеется ряд каналов, которые обеспечивают расхолаживание за счет естественной циркуляции воды в любом положении реактора.

Гибридные двигательные установки с гарантиями безопасности / 3 /:

• воздушно-реактивный двигатель (ВРД) с встроенным теплообменником (ТО), на валу двигателя газодувка для организации тепло отвода из реактора, в том числе и аварийного;

• модули ВРД как газогенераторы привода винтов или электрогенерирования;

• двухконтурный турбореактивный двигатель (ДТРД) для старта и посадки. Реакторный контур для привода винтов на крейсерском режиме, для воздушного или наземного электрогенерирования, ДТРД для привода вентилятора обдува низкотемпературного теплообменника реакторного контура.

Эволюционная перспектива исследований - сверхтяжелые летательные аппараты Рис.4 :

• экранолет со стартовой массой 500т. Время полета 15 суток, крейсерская скорость 500 км/час, максимальная 680 км/час, посадочная 180 км/час. Высота полета рабочая 4.5 м, максимальная маршевая 50 м, потолок 3500 м.

• гидросамолет со стартовой массой 700т; Крейсерская скорость полета 600 км/час; высота крейсерского полета 0-4000 м, 4000-10000 м; дальность на обычном топливе 4500 км. Предполагаемое базирование на аэродромах класса "А" с длиной взлетно-посадочной полосы более 2500 м и на водной поверхности.

• термоплан, в форме диска, с грузоподъемностью до 1000тонн. Максимальная скорость полета 220-250 км/с. В горизонтальном полете сможет иметь аэродинамическое качество К=7.

ОРИЕНТАЦИЯ КОРНЕВЫХ ВНУТРИСИСТЕМНЫХ ПРОЕКТНО-ПОИСКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОБЩЕСИСТЕМНОМУ СТРАТЕГИЧЕСКОМУ ЗАМЫСЛУ-ВКС И ГИБРИДНЫЕ ДВИГАТЕЛИ С ЭЛЕКТРОГЕНЕРИРОВАНИЕМ.

(РАЗДЕЛ 4.4) / 11 /

Эволюционная перспектива - гибридные двигательно-энергетические устройства для ключевых аэрокосмических ступеней, для разгонных и электрозондирующих операций. Очистка Космоса от опасных фрагментов за счет мощной бортовой энергетики, полеты в зону существования фрагментов с целью дистанционных воздействий на них.

Доктрина - Аэрокосмический перехват. Для расширения зондирующих, инспекционных и рикошетирующих свойств ВКА, ступеней перехватывания и самолетов предусматривается сопутствующее электро-генерирование. После достижения скорости 2-3М, когда предпочтителен ПВРД, ВРД переводится в режим электрогенерирования, генератор на валу двигателя. Рассматриваются четыре варианта схем гибридных двигателей - Д1, Д2, Д3, Д4. Двигатели объединены с планером в интегральный модуль. Рис.12.

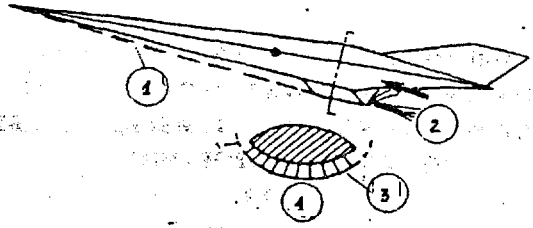
Обозначения: Д1, Д2, Д3, Д4- варианты двигателей. 1- скачек уплотнений, 2-тяга двигателей, 3-двигательные модули, 4-поперечное сечение двигателя, 5-компрессор, 6-газогенератор, 7-турбина. I- контур воздушно-реактивного двигателя (ВРД). II- контур прямоточного воздушно-реактивного двигателя (ПВРД).

Двигатель Д1 - с независимыми контурами, контур ВРД и контур ПВРД. Модельные аналоги - одноконтурные двигатели.

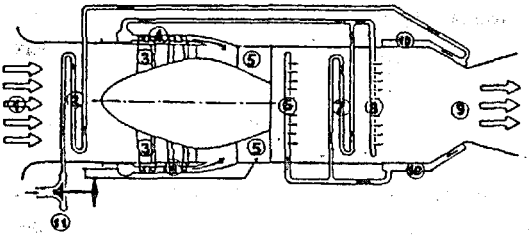
Двигатель Д2 - с зависимыми контурами, общий вентилятор, внешний контур ПВРД. Модельные аналоги - двухконтурные двигатели.

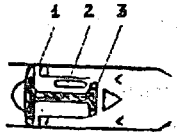
Двигатель Д4 - прямоточный контур ПВРД и замкнутый контур. Модельный аналог - двигатель Д3. Японский двигатель Artex.

По замыслу предусматривается замена разомкнутого газогенераторного контура двигателя-Д3 на замкнутый турбокомпрессорный контур двигателя-Д4. Водород, как тепло отрицательный накопитель энергии, обеспечивает теплосброс из внутреннего контура и потребный контраст температур для работы замкнутого контура, при этом водородный контур относительно замкнутого контура создает эффект регенерации тепловой энергии от прямоточного двигателя. Замкнутый контур предназначен для электрогенерирования и привода вентилятора в разгонных операциях на скоростях когда еще не эффективен прямоточный двигатель. Для электрогенерирования используется энергия от камеры сгорания ПВРД и энергия



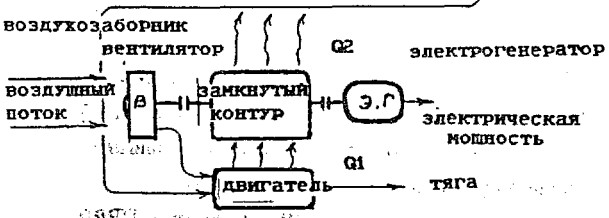
ОБЪЕКТЫ – ОРИЕНТИРЫ ПРОЕКТНО–ПОИСКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ





Гибридный двигатель Д3

нижняя температура контура Н2 300 К



Гибридный двигатель – Д4.
с замкнутым электрогенерирующим контуро

верхняя температура контура

варианты рабочих тел замкнутого контура

Н2 – 1300–1400 К

Не

воздух – 1600 К

Q1 – Q2 тепловой поток регенерации внутренней энергии

Рис. 12

воздушного потока. Сравниваются рабочие тела: воздух, гелий, водород. Воздушный замкнутый контур реализуем при рабочих температурах 1800-2500К. Гелий и водород позволяют иметь более низкотемпературный контур.

РАЗВИТИЕ ОПЕРАТИВНЫХ СВЯЗЕЙ ВНЕШНЕСИСТЕМНЫХ ОБЪЕКТОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. (РАЗДЕЛ 5) / 1, 2 /

Доктрина - Создание баз и Много корабельный транспорт. Направление, эволюционна перспектива исследований - радиационно безопасные компоновочные схемы ядерных объектов. Варианты ядерных объектов: Энергостанции на поверхности планет; Межорбитальные и межпланетные транспортные аппараты; Атмосферные, сверхтяжелые носители. По картограммам осуществляется предварительная подготовка комплексных функций, на основе которых сформированы оперативные программные связи. Схема связей изучения радиационно безопасных компоновок представлена на Рис. 13. Связи (реактор - радиационная защита - баки - защищаемые системы) выстраиваются исходя из проектных требований и компоновочных особенностей объектов.

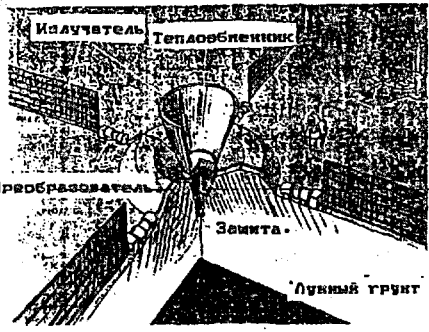
Проектные требования - дозы излучений, энерговыделения и расходы масс не должны превышать предельных значений. Особенности объектов: излучательные панели жесткие или складные; баки сферической, конической, цилиндрической или комбинированной формы, защита круговая или теневая. В соответствии с этими требованиями воздействия, оказываемые потоками нейтронов и гамма квантов на аппарат и защищаемый объект, снижаются до приемлемого уровня за счет оптимизации структуры защиты, разнесением друг от друга реактора наиболее уязвимых компонент, изменением формы и содержания оставляющих объекта.

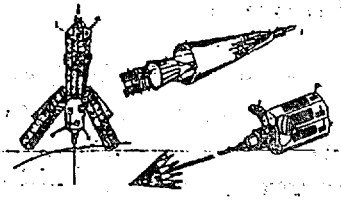
Контролируются - накопленная активность, энерговыделения, температуры . Критериально оцениваются нейтронные потоки (быстрые и тепловые), гамма излучение (первичное из реактора и вторичное из защиты).

ОБЩЕСИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО НАУЧНЫМ СЦЕНАРИЯМ И СТРАТЕГИЧЕСКИМ НАПРАВЛЕНИЯМ. (РАЗДЕЛ 6) / 21, 18, 17 /

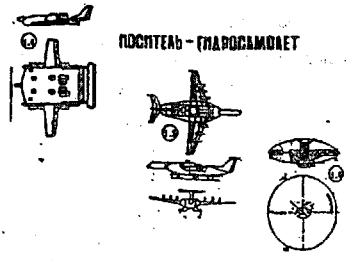
Доктрина - Массовое обслуживание. Направление, эволюционная перспектива исследований - Космический и аэрокосмический конвейер.

Образы компоновок





Межорбитальные транспортные аппараты.



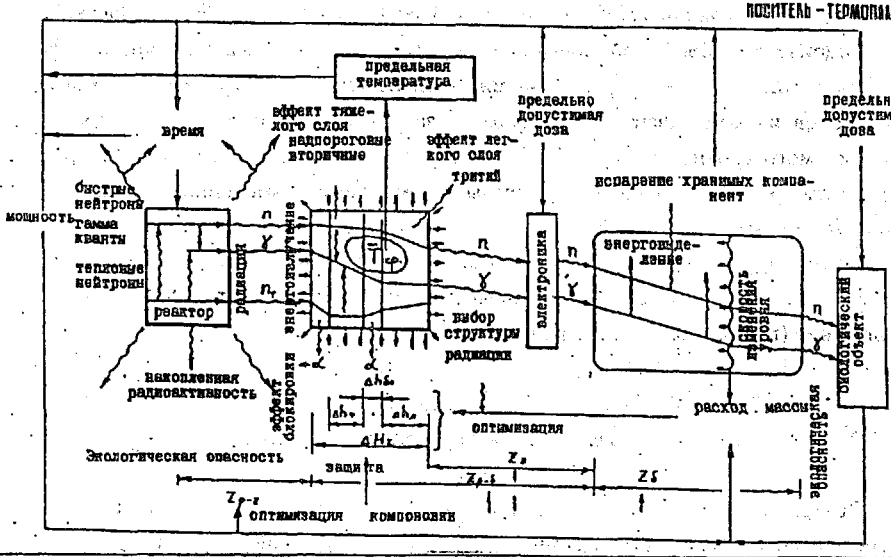


Рис. 13

Конвейерная специфика предполагает последовательный характер передачи функций между объектами и соответствующий обмен опытом информацией и знаниями между специалистами при изучении обще стратегических задач по заданному сценарию. По замыслу объекты конвейера будут обеспечивать стратегические приоритеты (транспортные, оборонные и экологические) по горизонтам и гармоникам. Объекты конвейера будут обслуживаться ракетными и атмосферными носителями. В стратегические пункты конвейера (по горизонтам и гармоникам) экстренную доставку грузов осуществят ракетные и атмосферные носители разных стран.

СТРУКТУРА, СОДЕРЖАНИЕ, ВЗАИМОСВЯЗЬ И ВЗАИМООХВАТ ОБЩЕСИСТЕМНЫХ, ВНЕШНЕСИСТЕМНЫХ И ВНУТРИСИСТЕМНЫХ ПРОЕКТНО-ПОИСКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО АЭРОКОСМИЧЕСКИМ КОНВЕЙЕРНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ. (РАЗДЕЛ 6.1) / 21, 24 /

Направление, эволюционная перспектива исследований - аэрокосмический конвейер. По замыслу предпочтение отдается воздушно-космическим аппаратам, их технологические возможности пока полностью не раскрыты. Предполагается, ключевая, промежуточная ступень перехватывания, которая возьмет на себя несколько функций: как разгонная ступень в составе ВКА; как блок организации перехвата от самолета к ВКА и обратно; как транспортный контейнер. Каждая ступень имеет дополнительные возможности для более широкого использования.

Картограмма, схема связей различных аэрокосмических путей и вариантов исследований представлена на Рис.14. Обозначения: А - первый этап запуска воздушно-космических аппаратов (ВКА) и грузов на космическую орбиту по традиционной двухступенчатой схеме; Б - возвращение ВКА или обратная транспортировка грузов; В - повторная доставка ВКА, перехват грузов; Г -этап рикошетирующего сноса по гармоникам; Г1 - рикошетирующий снос по всем гармоникам; Г2 - задачи инспекции; Г3 - работа комбинированных двигателей; 1-17 - участки полетных задач, участки настройки компьютерных программ.

По сценариям демонстрируются возможности различных типов двигательных установок в различных сочетаниях, для одноступенчатых и двухступенчатых ВКА, с запуском с подвижных и стационарных стартовых комплексов. Для комбинаций двигателей ВРД, ПВРД, ЖРД, ЯРД установлены приоритетные сочетания. Приоритетность представлена по массе полезного груза. Ядерный ракетный двигатель (ЯРД) рассматривается как критериальный

I

КАРТОГРАММА ИССЛЕДОВАНИЙ

Транспортные аэро-космические системы.

Картограмма согласований. Вектор приоритетов

Наземный старт

Ячейка проектной памяти

код аппарата | код АУ

1	Концепция	1-ая ступень		2-ая ступень	
2	Варианты АУ	код 1	код 2	код 3	
3	Начальная тяга сек	$P_{уд1}$	$P_{уд2}$	$P_{уд}$	
4	Участки трассы полета	0-5-1	1-2	3	6-4-7
5	Характеристики	интервал скоростей	высота	высота	интервал высот
6	Время $\tau = t/t°$	τ_2		τ_3	τ_7
7	Протяженность трассы $L = l/l°$	L_2		L_3	L_7
8	Масса (т)	стартовая-конечная		нач.-кон.	нач. кон. масса В.С.
9	Тяга (н)	стартов.-макс.-конечн.		интервал	интервал
10	Требования	[illegible]		[illegible]	
11	Комментарии	[illegible]		[illegible]	

1	1 ступень		2 ступень	
2	МРД	ПВРД	МРД	
3	450	3000	450	
4	0-5-1	1-2	3	6-4-7
5	0-600 м/с	37 км	65 км	65-156
6	0.43		0.526	0.96
7	0.086		0.184	0.955
8	450 — 305		81.6	81.6 $\frac{-}{9.54}$ 51.5
9	$4.2 \cdot 10^3$ $1.35 \cdot 10^6$ $1.31 \cdot 10^6$		$1.12 \cdot 10^6 - 3.76 \cdot 10^5$	$4 \cdot 10^5 - 1 \cdot 10^5$
10	$1.35 \cdot 10^6$ н 26.2 т 374 кпа		$1.12 \cdot 10^6$ н 4.2 т	
11	нет нет нет		нет да нет	

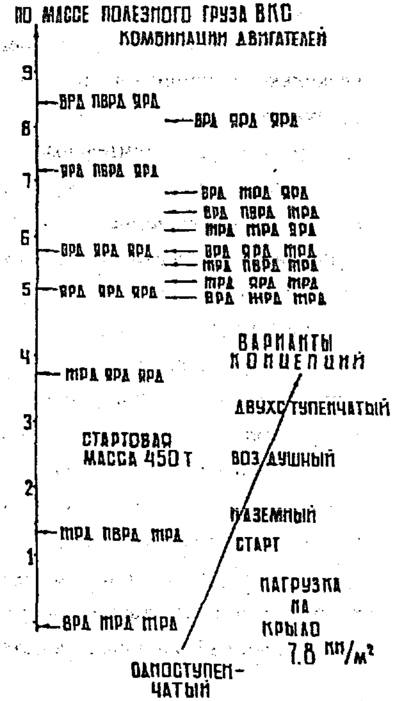


Рис. 14.

эталон. ЯРД по экологическим причинам в обозримом будущем вряд ли будет использоваться на ВКА. Предполагаются такие комбинации химических двигателей, которые по своим характеристикам будут приближаться к комбинациям с ЯРД.

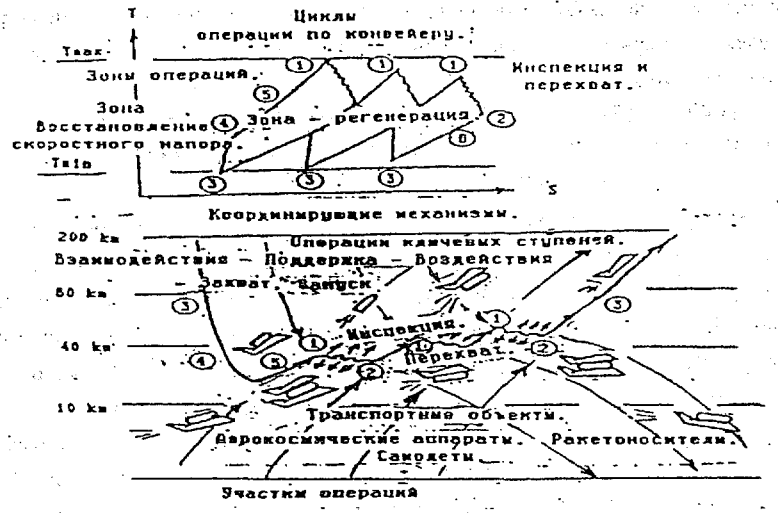
НАПРАВЛЕНИЕ ОБЩЕСИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВНУТРИСИСТЕМНОМУ ЗАМЫСЛУ-АППАРАТ С ТЕПЛОВОЙ ПАМЯТЬЮ. (РАЗДЕЛ *6*.2) / 19, 23 /

Направление, эволюционная перспектива исследований - аэрокосмический перехват. По замыслу ключевая сверхзвуковая ступень -аппарат с тепловой памятью -возьмет на себя несколько функций при выполнении циклических операций. В зависимости от оснащения, по сценариям, демонстрируются многофункциональные возможности ступеней в циклических операциях - взаимодействие - поддержка - захват - запуск. Циклы операций. картограмма путей проектно-поисковых исследований и схема связей в координатах температура-энтропия представлены на Рис.15 Участки операций: 1-4 скоростной напор - const. 2-3 скоростной напор - const. 1-5 работают двигатели. 4-5 перехват грузов. 2-6 освобождение от грузов. 6-3 восстановление высоты. возобнововление операций. 3-4 восстановление скоростного напора. 1-2 электрогенерирование.

По замыслу, управление полетом будут осуществлять блоки с тепловой памятью (БТП), являющихся одновременно элементами тепловой защиты аппарата. Выбор рабочего материала БТП осуществляется исходя из назначения ЛА и типа бортового энергопреобразующего устройства, отводящего тепло из БТП при разряде. Если процесс нагрева поверхности аппарата привел к полному расплавлению материала БТП, то включается специальная система проточного охлаждения. Она отбирает энергию из БТП и осуществляет работу бортового энергопреобразующего устройства. Прерывистое излучение с высокой частотой повторения коротких мощных импульсов осуществляет стабильный подвод энергии к сверхзвуковому потоку для локального снижения аэродинамического сопротивления. Одновременно запускается импульсный двигатель. Аппарат выходит на другие высоты. Температура поверхности понижается и двигатель отключается. В результате обеспечивается эффект управления полетом. поддерживаются требуемые температура, высота и скорость полета. снижаются ударные тепловые и аэродинамические нагрузки.

КАРТОГРАММА

Схема связей.



Материалы		Характеристики памяти
Тпл=Тк	U м/с	1852 – 1930
2153 К	T К	2000 – 2180
3BeO+2MgO	I Н·с/кг	19630 – 20930

Материалы		Характеристики отражения.
Тпл=Тк	U м/с	1925 – 1896
2153 К	T К	2159 – 1679
3BeO+2MgO	P кПа	24 – 43

Рис. 15

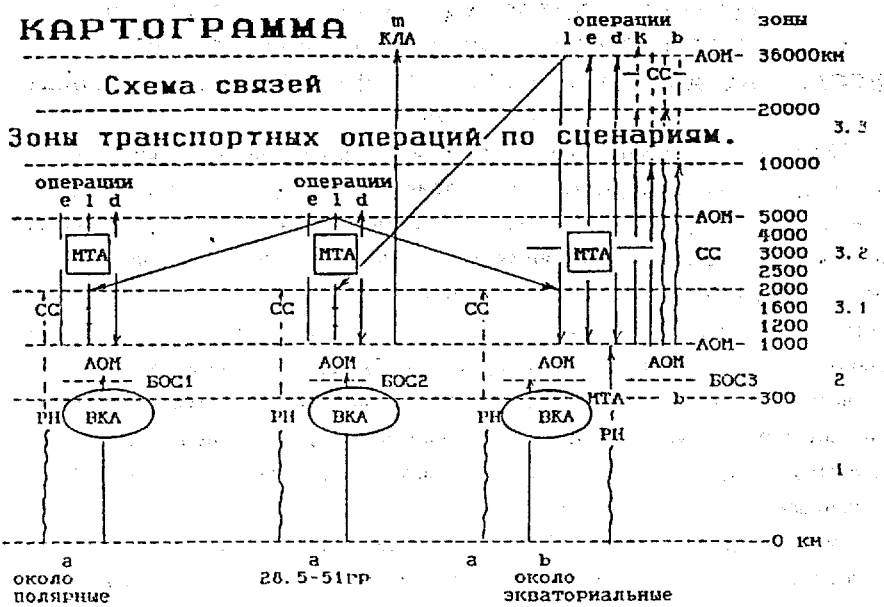
НАПРАВЛЕНИЯ, СТРУКТУРА И ФОРМА ОБОБЩЕНИЯ НАКОПЛЕННОЙ ПРОЕКТНО-ПОИСКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИЯХ КОСМИЧЕСКИХ КОНВЕЙЕРНЫХ ЗАДАЧ. (РАЗДЕЛ 6.3) / 9, 14, 16 /

Направление, эволюционная перспектива исследований - космическая конвейерная инфраструктура. Рассматриваются операции: формирование комплексов, попутные операции, совмещение функций, переориентация объектов. В качестве узловых объектов конвейерных операций (по приоритету) рассматриваются воздушно-космические аппараты (ВКА), многоцелевые космические межорбитальные транспортные аппараты (МТА) и аппараты орбитальных многоразовых операций (АОМ). Демонстрируются наиболее удачные сочетания разгонных блоков, двигательных и энергетических установок, при которых решение той или иной конвейерной операции станет реальностью. Картограмма путей и схема связей проектно - поисковых исследований по сценариям представлены на Рис.16

Обозначения: БОС1,БОС2,БОС3 - базовые орбитальные станции; СС - спутники-системы; РН -носители; a,b,d,e,k,l,m - варианты транспортных операций; 1-зона преимущественного использования одноразовых носителей (РН) и многоразовых ВКА; 2-область предпочтительного использования АОМ в зонах базовых орбитальных станций (БОС); 3-область предпочтительного использования многоразовых МТА; область попутной доставки и снятия СС с орбит (с помощью МТА и АОМ); 3.1-зона само выведения СС с базовых орбитальных станций и с низких орбит (300-2000 км); попутная доставка и снятие СС с орбит высотой 1000-2000 км с помощью МТА и АОМ; 3.2-3.3 - зоны обслуживания других БОС; попутная доставка и снятие СС (используются ракеты-носители, МТА и АОМ); орбиты высотой 2000-5000 км и 5000-36000 км: само выведение СС с промежуточных орбит 1000 и 2000 км на рабочую орбиту 36000 км.

По этим сценариям анализируются космические, челночные и межконтинентальные возможности аэрокосмических комплексов, базовых орбитальных станций и различных спутников по зонам и регионам. Зоны: высоты 300-3600км. Регионы: околополярные, наклонения 28-51гр, околоэкваториальные.

По замыслу основное распределение спутников осуществляется с использованием обслуживающих АОМ с трех базовых орбитальных станций: БОС на околополярной орбите, БОС на околоэкваториальной орбите, "Альфа" -



ИТОГОВАЯ ОБОБЩАЮЩАЯ И ИСХОДНАЯ ОРИЕНТИРУЮЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

опорная орбита 300 км рабочая 36000км				b*				C*			
высота промежуточной орбиты			км	3000	10000	20000	27000	3000	10000	20000	27000
стартовая масса РБ-ЖРД			кг	1575	2630	3500	3870	3050	5130	6950	7770
характ.скорость до Нпр MTA-OMV			м/с	1196	2667	3474	3743	1197	2687	3550	3855
масса РТ РБ-ЖРД			кг	499	1505	2340	2689	968	2942	4673	5393
хар. скорость с Нпр ЭРД			м/с	3833	1904	824	389	3834	1904	823	389
масса рабочего тела ЭРД	1000		кг	325	178	81	39	645	353	161	78
	2000			178	93	41	19.7	354	185	82	39
	3000			123	63	28	13.0	243	125	55	26
N, кВт	P, Н	$P_{уд}$, сек	m_0	кг	1000				2000			
6	0.44	1000	$m_{пг}$	кг				573	876	876	1432	1528
			τ	сут				9.9	164	164	41	20
	0.34	2000	$m_{пг}$	кг	413	511	570	595	1211	1211	1524	1573
			τ	сут	118	61	27	13	233	233	54	26
	0.26	3000	$m_{пг}$	кг	476	545	586	603			1555	1588
			τ	сут	164	84	37	176			74	35
5	0.37	1000	$m_{пг}$	кг			585	633	936	1272	1492	1588
			τ	сут			24.7	11.9	197	108	49	24
	0.25	2000	$m_{пг}$	кг	473	571	630	655	1271	1465	1584	1633
			τ	сут	141	74	33	16	279	146	65	31
	0.21	3000	$m_{пг}$	кг	536	605	646	663		1534	1615	1648
			τ	сут	197	101	44	21		200	88	42

Рис. 16

станция. Полярная БОС и "Альфа" -станция обслуживаются ВКА из регионов России и США. Экваториальная БОС обслуживается со стартовых комплексов Франции, Японии и Китая. Задачи БОС - согласование многоразовых рейсов МТА, АОМ, ВКА и отдельных носителей. Результаты исследований представляются в виде совокупности информационных полей-характеристик конкурирующих вариантов Информационное поле - варианты массового обслуживания спутников - представлено на Рис.16 Характеристики: N-бортовая мощность, Р-тяга, Руд-удельная тяга, Мо-стартовая масса, Мпг-масса полезного груза и бортовой аппаратуры, времена, скорости и высоты.

ВЫВОДЫ

1. Создана система проектно-поисковых исследований космических и аэрокосмических объектов, основной и отличительной особенностью которой являются созданные автором многоплановые и многоцелевые научные сценарии для организации поисковых исследований и изучения предполагаемых космических и аэрокосмических перспектив.

2. Предложен метод взаимоориентирования по научным сценариям взаимоохватываемых итерационных циклов проектно-поисковых исследований.

3. Сформирована совокупность замыслов новых концепций, модельные описания которых являясь активной составляющей научных сценариев, обеспечивают развитие проектно поисковых исследований по новым направлениям.

4. Разработаны общесистемные, внешнесистемные и внутрисистемные сценарии проектного поиска, с использованием которых в активном виде сохранен опыт и знания ранее проведенных исследований.

5. Сформированы стратегические координирующие сценарии следующих поколений проектно-поисковых исследований.

6. По сценариям представлены формы подготовки, накопления, систематизации исходной интегральной и итоговой обобщающей информации. С использованием картограмм, проектно-игровых графиков, обобщающих таблиц выделены границы, определены тенденции развития проектно-поисковых исследований применительно к комплексам космического, планетного или наземного назначения.

7. Представлены направления, разработаны модельные схемы взаимозависимого развития общесистемных, внешнесистемных и внутрисистемных сценариев определяющих возможности построения гибридных

энергетических и двигательных структур с различными качественными признаками.

8. Для оперативного использования ранее накопленной информации в последующих комплексных исследованиях предложена форма свертки сжатия исходной информации.

9. Для последующего развития модельных связей и использования накопленного проектного опыта применительно к другим аппаратам и задачам предложены интегральные информационные структуры (проектно-игровые номограммы и обобщающие графики), определяющие направления приоритетных структурных изменений в подсистемах и системах анализируемых комплексов.

10.С использованием общесистемных сценариев представлены формы анализа стратегических задач, определяющих конвейерную специфику космических и аэрокосмических операций.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНО В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:

1. Куркин И.И., Севрук Д.Д. "Логика машинного проектирования радиационно-безопасного энергосилового объекта для летательного аппарата". Тематический сборник научных трудов МАИ. Москва 1978г.

2. Пономарев-Степной Н.Н, Егер С.М, Севрук Д.Д, Ишков Ю.Г, Куркин И.И. в группе авторов. Техпредложения в госплан СССР " Создание тяжелого ЛА". МАИ-1981г.

3. Севрук Д.Д., Куркин И.И. "Машинно-ориентированное проектирование энергосиловых установок" изд. МАИ 1982г.

4. Севрук ДД , Куркин И.И., Котельников А.А. " Проектные исследования бортовых и автономных энергокомплексов на основе модульной солнечной электростанции", Труды академии наук " Исследование творчества основоположников космонавтики и современные проблемы". Москва, Наука 1989г.

5. Куркин И.И. " Проектный поиск предпочтительных характеристик ядерного космического объекта по принципу компьютерного фильма". Труды международной, отраслевой, юбилейной конференции " Ядерная энергия в космосе". Обнинск, 1990г.

6. Куркин И.И., Севрук Д.Д., Куколев М.И. " Моделирование развития и инфраструктура солнечной электростанции". Труды международного симпозиума " Энергия из космоса" Франция. Париж, 1991г.

7. Куркин И.И., Сидоров Д.А. " Возможности использования воздушно-космических систем в космических задачах". Труды 43 конгресса Международной астронавтической федерации. США, Вашингтон, 1992г.

8. Куркин И.И., Куколев М.И. " Возможные области использования комбинированных солнечно-ядерных и двигательных систем". Труды международной Европейской космической конференции. Австрия, Грац, 1993г.

9. Куркин И.И., Севрук Д.Д., Котельников А.А. " Моделирование развития и инфракструктуры космических солнечных электростанций". Международный сборник "Космическая солнечная энергетика". Изд. Хорвуд. США. 1993г.

10. Куркин И.И., Смахтин А.П. " Международная информационно-аналитическая система по проблемам космических энергетических систем". Труды 44 конгресса Международной астронавтической федерации. Австрия, Грац, 1993г.

11. Куркин И.И., Сидоров Д.А. " Концепции космических транспортных комплексов в системе концептуального пректирования". Труды 44 конгресса Международной астронавтической федерации. Австрия, Грац, 1993г.

12. Куркин И.И. " Версии космических транспортных комплексов в системе концептуального проектирования". Труды международной конференции " Космические программы и технологии". США, Хантсвилл, 1993г.

13. Куркин И.И. " Система интегрированного проектного анализа энергетических и двигательных комплексов для космического использования". Тезисы докладов. Труды международной конференции " Аэро-космическая наука и технология". Тайвань. 1993г.

14. Кольберт Т., Попов Г.А., Ким В., Куркин И.И. " Новые области использования ЭРД". Труды 30 международной межотраслевой конференции по двигателям. США, Индианополис, 1994г.

15. А.П.Смахтин, И.И.Куркин, В.В.Рыбаков. " Информация и анализ проектов солнечных энергетических систем." J. Space Power. Resources, Manufacturing and Development. Volume 13. Number 1 & 2. 1994

16. Бобер А.С., Кольберт Т., Попов Г.А., Ким В., Куркин И.И. " Анализ областей предпочтительного использования электро- ракетных двигателей". Труды 45 конгресса Международной астронавтической федерации. Израиль, Иерусалим, 1994г.

17. Куркин И.И. " Версии аэро-космической системы перехватывания, многоцелевые аэро-космические аппараты в системе концептуального

проектирования". Тезисы доклада. Труды международной конференции " Аэрокосмическая наука и технология". Австралия.Мельбурн. 1995г.

18. Куркин И.И. " Интеллектуальная среда проектирования в структурах главного конструктора авиационно-космических систем." Тезисы доклада. Юбилейная конференция 75 лет Военной Воздушной инженерной Академии Жуковского. Москва 1995г.

19. Куркин И.И., Куколев М.И." Развитие концепций аэрокосмического и космического перехватывания грузов и ракетных ступеней в системе концептуального проектирования." Тезисы доклада. 46 Международный конгресс МАФ. Норвегия. Осло. 1995г.

20. Куркин И. И. Некоторые особенности проектирования двигателей энергоустановок аппаратов. Тезисы докладов международной конференции - Научно-технические проблемы космонавтики и ракетостроения г. Калининград ЦНИИмаш 1996г.

21. Куркин И.И. , Короткий Ю.Г. " Космические, челночные и межконтинентальные возможности аэрокосмических комплексов в системе концептуального проектирования." Тезисы доклада. 34 Международная конференция Аэрокосмической науки. США. Рено. 1996г.

22. Куркин И.И. " Космические и аэрокосмические перспективы сверхзвуковых объектов по сценариям сотрудничества ". Международный совет ведущих специалистов. SMI - Бизнес и Информация. Англия. Лондон, ноябрь 1997.

23. Куркин И.И. "Проектно-игровая система анализа концепций. Космические и аэрокосмические конвейерные операции". Тезисы докладов. Второй межведомственный семинар ГКНПЦ им. Хруничева. Октябрь 1998г.

24. Куркин И.И. " Космический и аэрокосмический конвейер 2000 и система проектного анализа концепций". Сборник докладов международного научного консультативного совещания. "Перспективы использования магнитодинамических и плазмодинамических технологий по аэрокосмическим направлениям". Российская академия наук. ИВТАН. Март 1999г.