

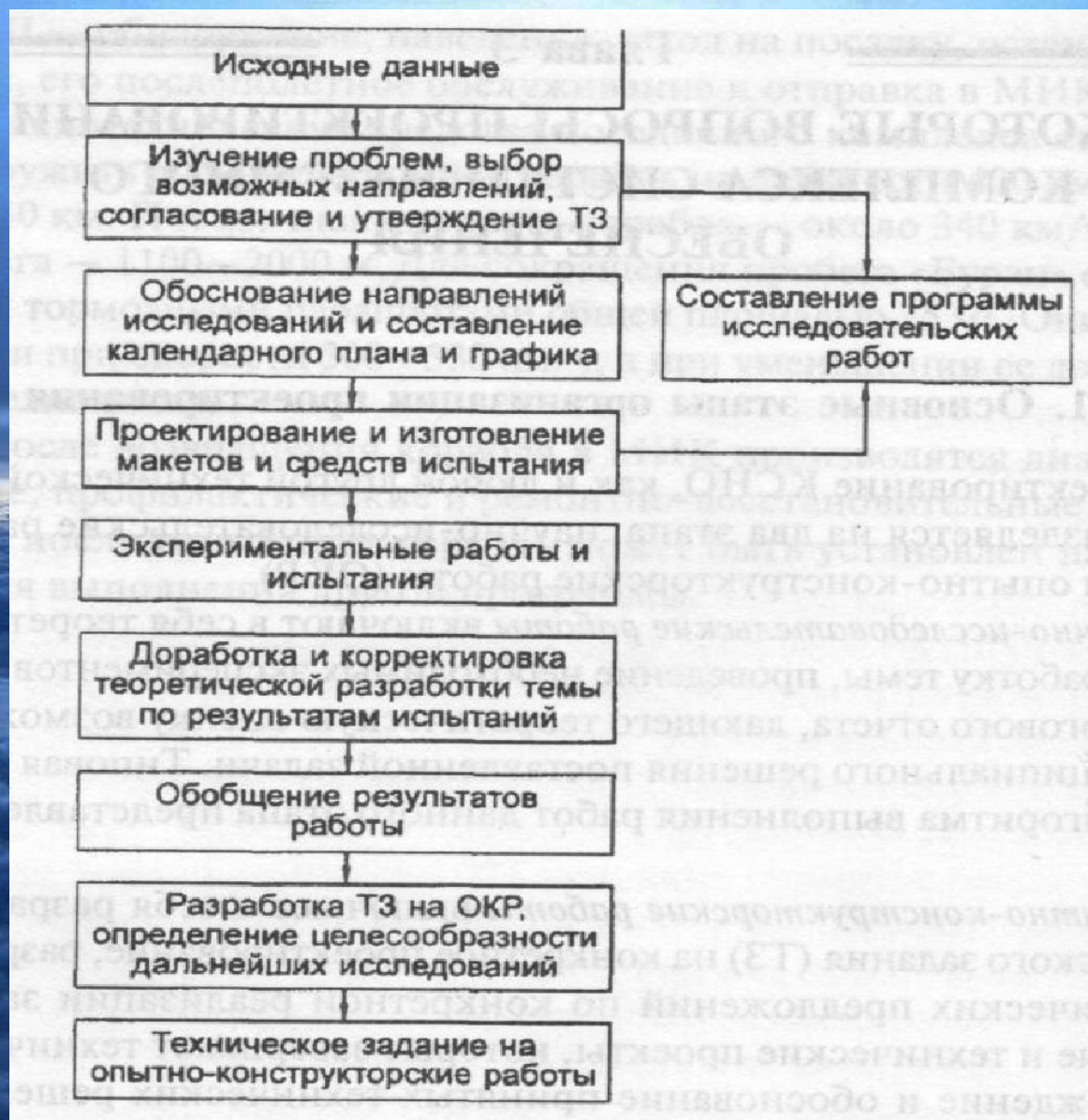
**Общие вопросы  
проектирования элементов  
наземной космической  
инфраструктуры.**

## 13.1. Организация проектирования элементов НКИ. Алгоритм выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Проектирование НКИ, как и любой другой технической системы, разделяется на два этапа — научно-исследовательские работы (НИР) и опытно-конструкторские работы (ОКР).

- Научно-исследовательские работы включают в себя теоретическую разработку темы, проведение необходимых экспериментов и выпуск итогового отчета, дающего теоретическую оценку возможности принципиального решения поставленной задачи.
- Опытно-конструкторские работы включают в себя разработку технического задания (ТЗ) на конкретное проектирование, разработку технических предложений по конкретной реализации задачи; эскизные и технические проекты, которые завершают техническое подтверждение и обоснование принятых технических решений и дают исходные данные для выпуска рабочей документации на изготовление агрегатов, систем, сооружений.

# Типовая блок-схема алгоритма выполнения НИР



Техническое задание, являясь исходным документом для дальнейшей разработки системы, отражает ее назначение, основные технические параметры (производительность, массу, мощность и др.) и технико-экономическое обоснование.

Техническое задание состоит из следующих разделов:

- наименование и индекс разработки;
- основание для разработки;
- цель разработки и назначение системы;
- тактико-технические требования;
- требования к стандартизации;
- технико-экономические показатели;
- эргонометрические требования;
- порядок разработки, испытания, приемка и окончание работ;
- приложения.

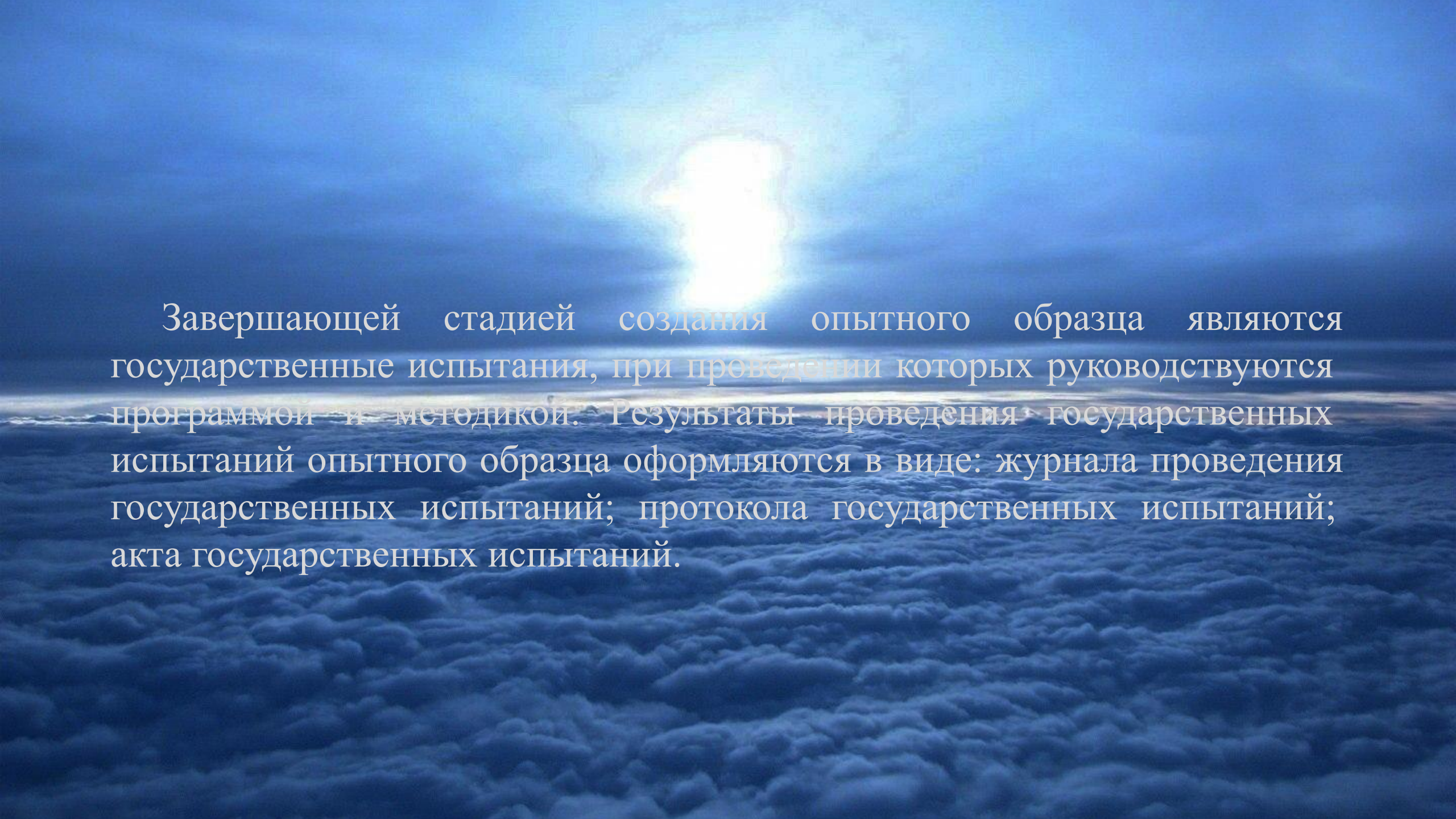
Следующим этапом процесса проектирования являются техническое предложение (ПТ), содержащее техническое и технико-экономическое обоснование целесообразности разработки.

Техническое предложение содержит:

- а) ведомость технического предложения;
- б) пояснительную записку.

Эскизный проект (ЭП) является одним из предварительных этапов проектирования и отражает принципиальные конструктивные решения образца, его устройство, принцип работы, назначение и основные параметры. В ЭП входят: ведомость эскизного проекта; пояснительная записка; чертеж общего вида; теоретический чертеж; габаритный чертеж; схемы; расчеты; программа и методика испытаний; патентный формуляр; ведомость покупных изделий и прочие документы.

Рабочая и конструкторская документация для изготовления опытного образца содержит программу и методику проведения предварительных испытаний опытного образца и завершается передачей копий рабочей конструкторской документации по ОКР главному изготовителю образца, а также уведомлением представителя заказчика о готовности документации.



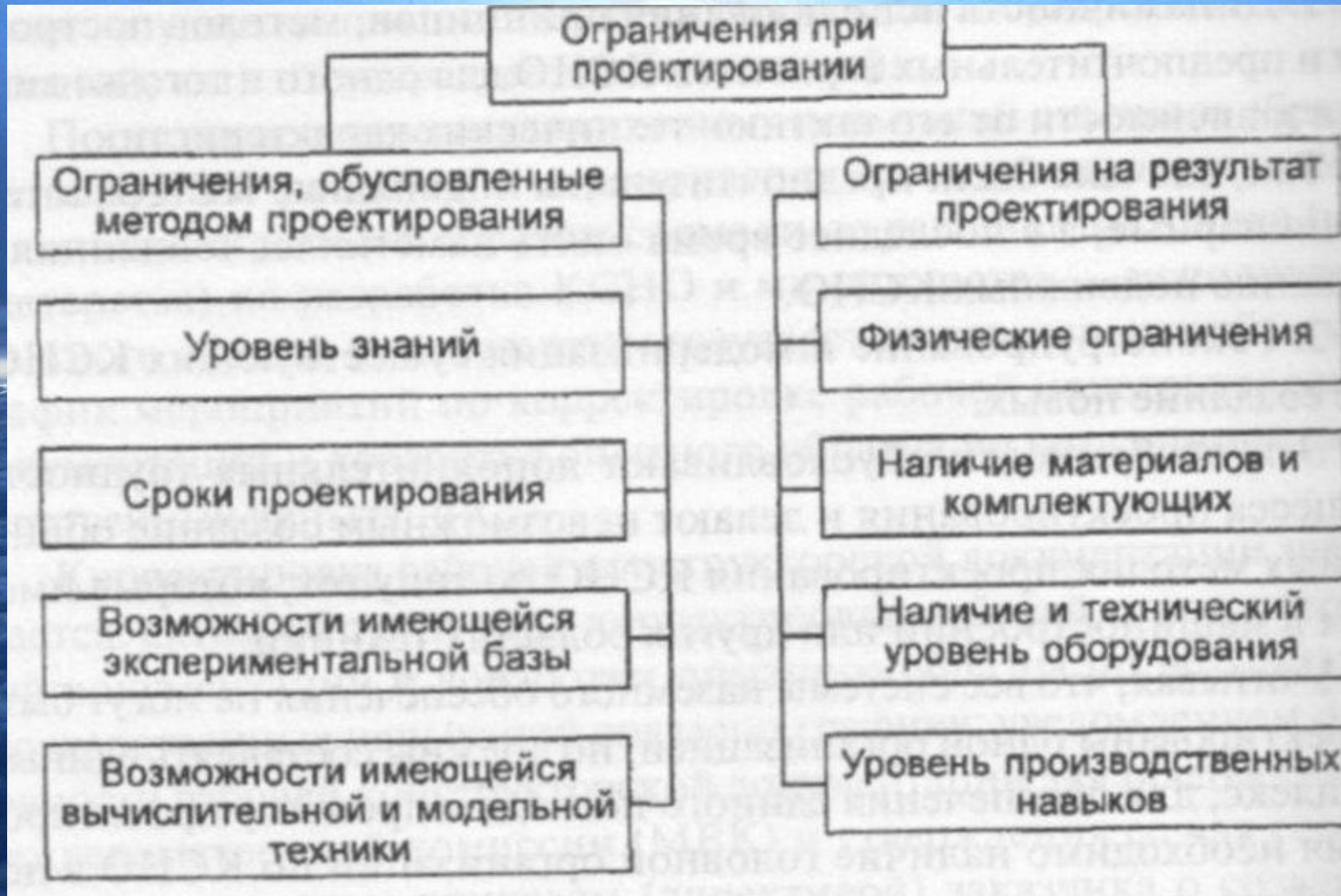
Завершающей стадией создания опытного образца являются государственные испытания, при проведении которых руководствуются программой и методикой. Результаты проведения государственных испытаний опытного образца оформляются в виде: журнала проведения государственных испытаний; протокола государственных испытаний; акта государственных испытаний.

## 13.2. Содержание основных этапов при проектировании.

Говоря о методах проектирования КСНО, следует отметить следующие особенности этого процесса:

- Нетипичность проектирования, т. е. для различных комплексов ЛА требуются свои специфические методы проектирования.
- Динамичности использования принципов, методов построения и предпочтительных вариантов КСНО для одного и того же вида ЛА в зависимости от его тактико-технических характеристик.
- Так, вначале были предпочтительны подвижные КСНО, затем стационарные, а в последнее время опять наметилась тенденция к созданию подвижных КСНО.
- Реконструирование и модернизация существующих КСНО, а не создание новых.

# Основные ограничения, учитываемые при проектировании





На этапе проектирования выполняются следующие работы:

- Обосновываются целевые функции и назначения КСНО исходя из целей более высокого порядка.
- Определяются и взаимно согласовываются критерии эффективности.
- Предлагаются и анализируются варианты построения КСНО.
- Составляются описания систем для обеспечения их моделирования.
- Проводится моделирование систем и ситуаций.
- Оцениваются общая эффективность КСНО и перспектива его развития.

**Обоснование целевых функций системы** происходит на основании целей и функций систем более высокого порядка, что дает основание определить такие характеристики комплекса ЛА, как дальность полета, точность ориентации, надежность и др.

**Определение и взаимное согласование критериев эффективности.** Под эффективностью любого технического комплекса, в том числе и комплекса ЛА, понимается степень его пригодности для использования по назначению.

**Предложение и анализ вариантов построения комплекса.** На этом этапе рассматриваются следующие вопросы:

- Выбор для ЛА типа двигателей, системы управления.
- Определение массы, размера и тяговых характеристик ЛА.
- Обоснование типа установок для запуска и предполетных сооружений, состава технологических и технических систем.
- Обоснование уровней эксплуатационной надежности, готовности, живучести.
- Экономическая оценка ЛА, КСНО и оценка эффективности всего комплекса в целом.

Технологическая схема представляет собой серию рисунков (кинематических схем), на которых показана последовательность выполнения операций. Эта схема может быть также использована и в процессе эксплуатации для обучения обслуживающего персонала и контроля его работы.



Пример фрагмента технологической схемы подготовки

### 13.3. Последовательность системного проектирования и схема увязки частных задач.

Процесс проектирования носит итерационный характер — от общего к частному, и наоборот — по пути к отысканию оптимальных параметров, удовлетворяющих единому критерию эффективности всего комплекса ЛА в целом.

На первом уровне исследуется система ЛА данного типа в целом и решаются три основные задачи:

- целесообразность создания новой системы;
- определение облика системы;
- распределительная задача.

На втором уровне исследуется совокупность комплексов. Основные задачи этого уровня:

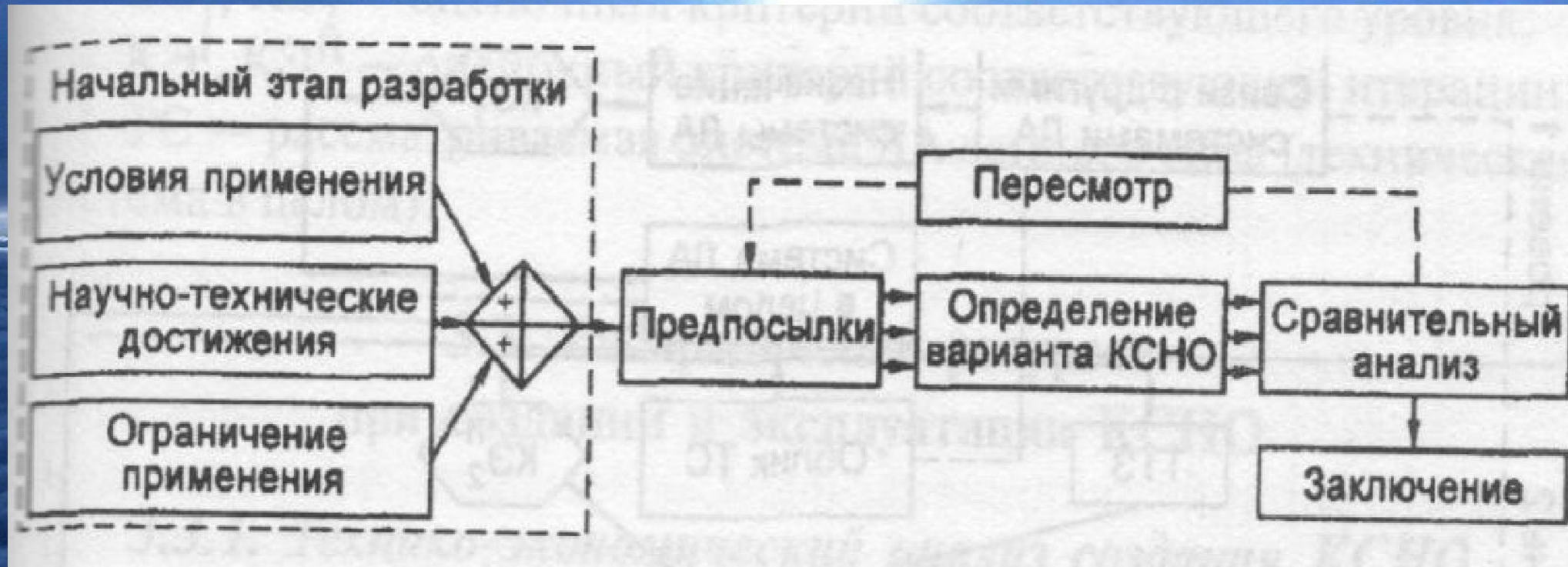
- оптимизация способа применения;
- обоснование ТТЗ на основные элементы комплекса.

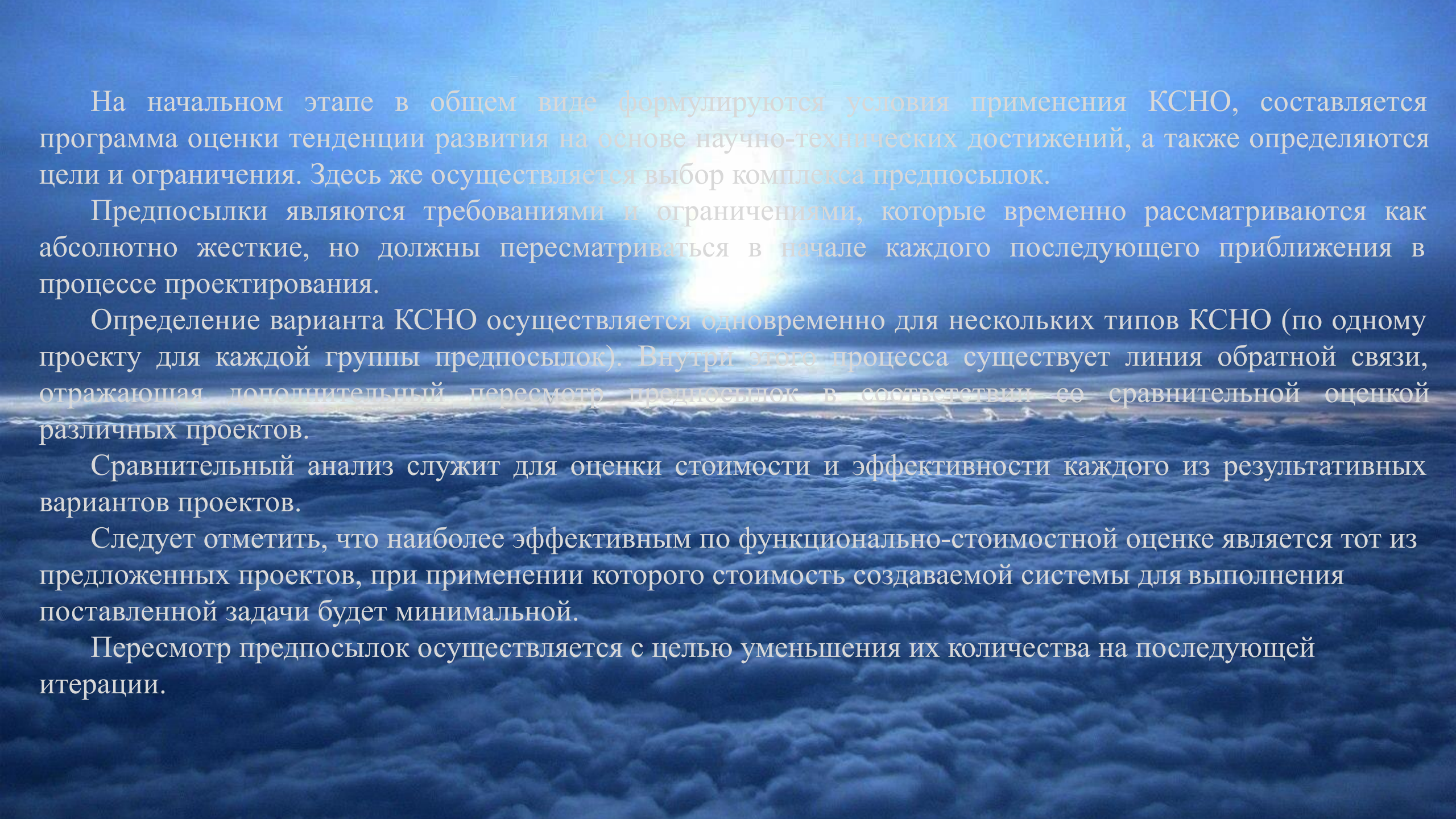
На третьем уровне результатом проектирования являются:

- тип старта;
- технология пуска;
- характеристики инженерных сооружений;
- состав и характеристики КСНО.

На четвертом уровне отрабатываются подсистемы ЛА и КСНО: пусковые установки, транспортные и заправочные агрегаты и т. д.

# Общая логическая схема проектирования





На начальном этапе в общем виде формулируются условия применения КСНО, составляется программа оценки тенденции развития на основе научно-технических достижений, а также определяются цели и ограничения. Здесь же осуществляется выбор комплекса предпосылок.

Предпосылки являются требованиями и ограничениями, которые временно рассматриваются как абсолютно жесткие, но должны пересматриваться в начале каждого последующего приближения в процессе проектирования.

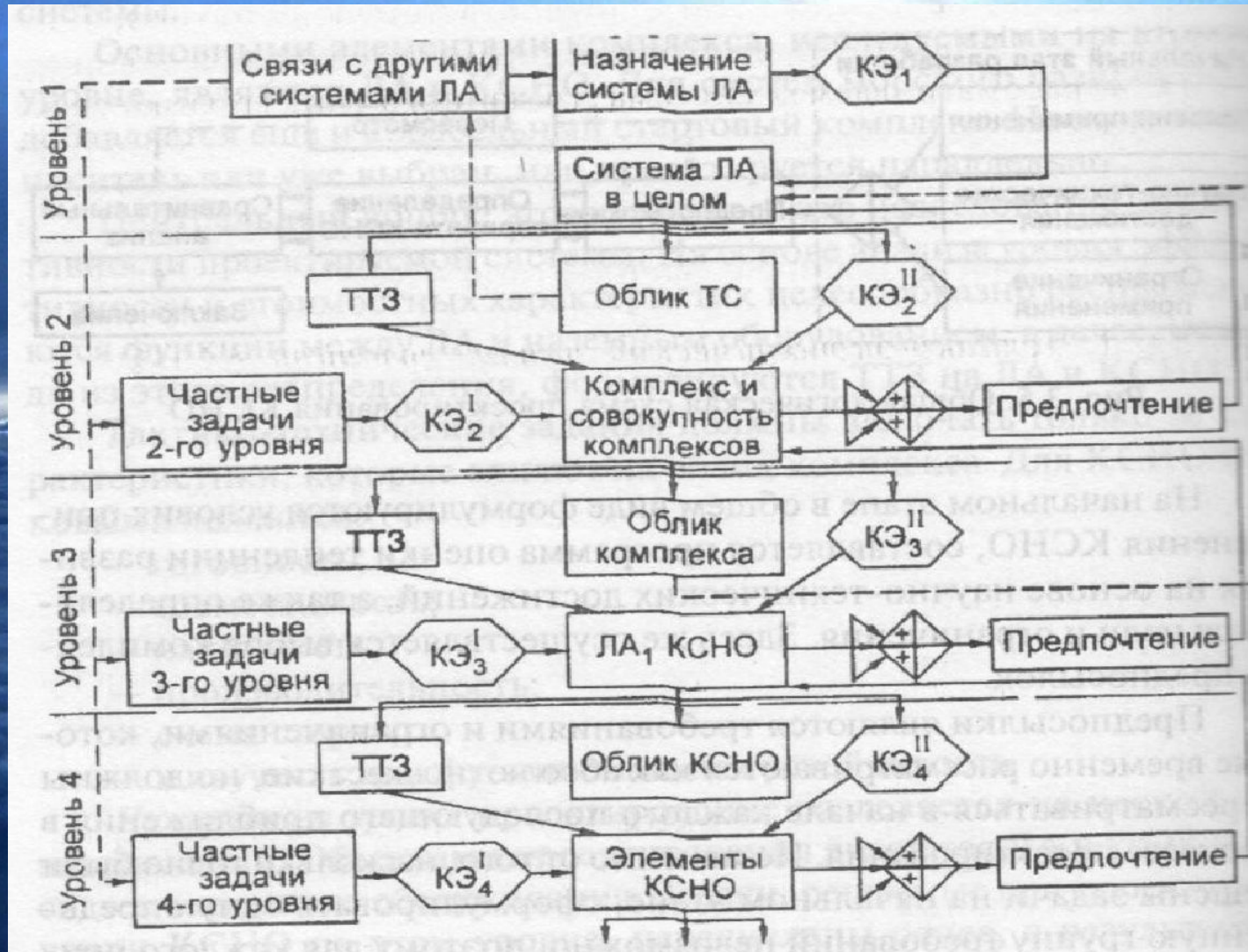
Определение варианта КСНО осуществляется одновременно для нескольких типов КСНО (по одному проекту для каждой группы предпосылок). Внутри этого процесса существует линия обратной связи, отражающая дополнительный пересмотр предпосылок в соответствии со сравнительной оценкой различных проектов.

Сравнительный анализ служит для оценки стоимости и эффективности каждого из результативных вариантов проектов.

Следует отметить, что наиболее эффективным по функционально-стоимостной оценке является тот из предложенных проектов, при применении которого стоимость создаваемой системы для выполнения поставленной задачи будет минимальной.

Пересмотр предпосылок осуществляется с целью уменьшения их количества на последующей итерации.

# Последовательность системного проектирования и схема увязки частных задач.



$KЭ_1, KЭ_2$  — оценочный критерий соответствующего уровня;

$KЭ^I, KЭ^{II}$  — оценочный критерий соответствующей итерации;

ТС — рассматриваемая система ЛА данного типа (техническая система).



Как видно из рисунка, решение системной задачи осуществляется в несколько приемов. Вначале решения получаются на каждом уровне, а связь осуществляется через формулирование назначения подсистем. Результатом решения задачи первого уровня является серия возможных вариантов для каждой подсистемы (уровня). Наличие нескольких вариантов связано с тем, что требования на каждую подсистему еще не конкретизированы, а рассмотрение нескольких альтернативных вариантов дает возможность избежать однобокости заключения.

Данные, полученные в результате решения частных задач в первом приближении на разных уровнях, подаются в блок условий функционирования подсистемы предыдущего уровня, т. е. задача решается путем последовательных приближений (организуется итерационный процесс).