

Процессы проектирования

Проектный процесс развивается во времени и делится на стадии, этапы, проектные процедуры и операции. При проектировании выделяют следующие стадии:

1. Предпроектные исследования

На этой стадии проектная организация ведет исследования, которые включают постановку проблемы и формирование общей цели проектирования, иерархическую декомпозицию общей цели, функции и принципов построения объектов проектирования.

2. Разработка технического задания (ТЗ)

ТЗ – исходный документ для начала процесса проектирования и обязательный при приемке изделия. ТЗ должен содержать полные исходные данные и требования к объекту проектирования. ТЗ разрабатывается разработчиком проекта на основе предпроектных исследований и требований заказчика. Затем ТЗ согласуется с пользователем.

• **3. Разработка технических предложений**

- На этом этапе ставится цель – выбор рационального варианта объекта проектирования с учетом ТЗ и включает:
 - 1) анализ процессов проектирования;
 - 2) выявления возможных вариантов структуры изделия, в частности на уровне подсистем;
 - 3) выбор рационального варианта;
 - 4) технико-экономическое обоснование выбранного варианта;
 - 5) составления дополнительных требований к ТЗ.
- Первые три стадии являются стадиями научно-исследовательских разработок (НИР).

• **4. Разработка эскизного проекта**

- Здесь выполняется всесторонняя работа по теоретическому и экспериментальному обоснованию устройства объекта проектирования на уровне модели, т.е. на этом этапе проверяется реализуемость принципов, заложенных в проекте. Создается эскизный проект. Это опытно-конструкционные разработки.

• **5. Разработка технического проекта**

- Идеи эскизного проекта доводятся до конструкторских документов с окончательным с окончательным техническим решением.

• **6. Разработка рабочего проекта**

- Формируется вся необходимая документация для изготовления изделия (опытного и действующего образца);

• **7. Изготовление, отладка и испытания**

- По результатам испытаний корректируется документация. Далее изделие внедряется в производство.
- Выделим в процессе проектирования:
- Этап проектирования – часть процесса проектирования, относящаяся к одному или нескольким уровням проектирования.
- Проектная процедура – часть этапа, выполнение которой заканчивается проектным решением.
- Проектная операция – более мелкая составляющая проектной процедуры.

- Распределение работ во времени приводит к разделению процесса проектирования на этапы, а распределение работ между подразделениями, которое производится на основе блочно-иерархического подхода к проектированию, выделяет уровни проектирования.
- Понятие уровней относится к структурированию представлений о проектируемом объекте, а понятие этапа – к структурированию процесса проектирования.
- По степени подробности отображения свойств объекта различают горизонтальные (иерархические) уровни проектирования, выделение которых лежит в основе блочно-иерархического подхода. Кроме разделения описания объекта по степени детализации, важным является деление по характеру свойств объекта. Такое деление приводит к появлению вертикальных уровней.

- Различают три основных вертикальных уровня:
- 1) функциональное проектирование связано с разработкой структур, функциональных и принципиальных схем;
- 2) конструкторское проектирование – конструкторская реализация результатов функционального проектирования, т.е. определение геометрических форм объекта, их взаимного расположения в пространстве;
- 3) технологическое проектирование – создание технологических процессов изготовления деталей.
- Кроме перечисленных способов классификации уровней проектирования отличают внешнее и внутреннее проектирование объекта.
- К этапу внешнего проектирования относят составление технического задания на проектирование объекта на самых ранних этапах проектирования, выбор оптимальной общей структуры объекта. Основа внешнего проектирования – правильный учет современного состояния техники, прогноз на будущее на период не менее жизненного цикла изделия. Внутреннее проектирование – проектирование по составленному ТЗ.

- Различают нисходящее и восходящее проектирование. При нисходящем сначала решаются задачи более высоких уровней, а затем более низких уровней, а при восходящем наоборот. В том и другом случае отсутствует исчерпывающая информация по проектируемым изделиям. Возможны некоторые отклонения от потенциально возможного оптимального варианта. Приходится некоторые этапы повторять, что обуславливает иррациональный характер проектирования.

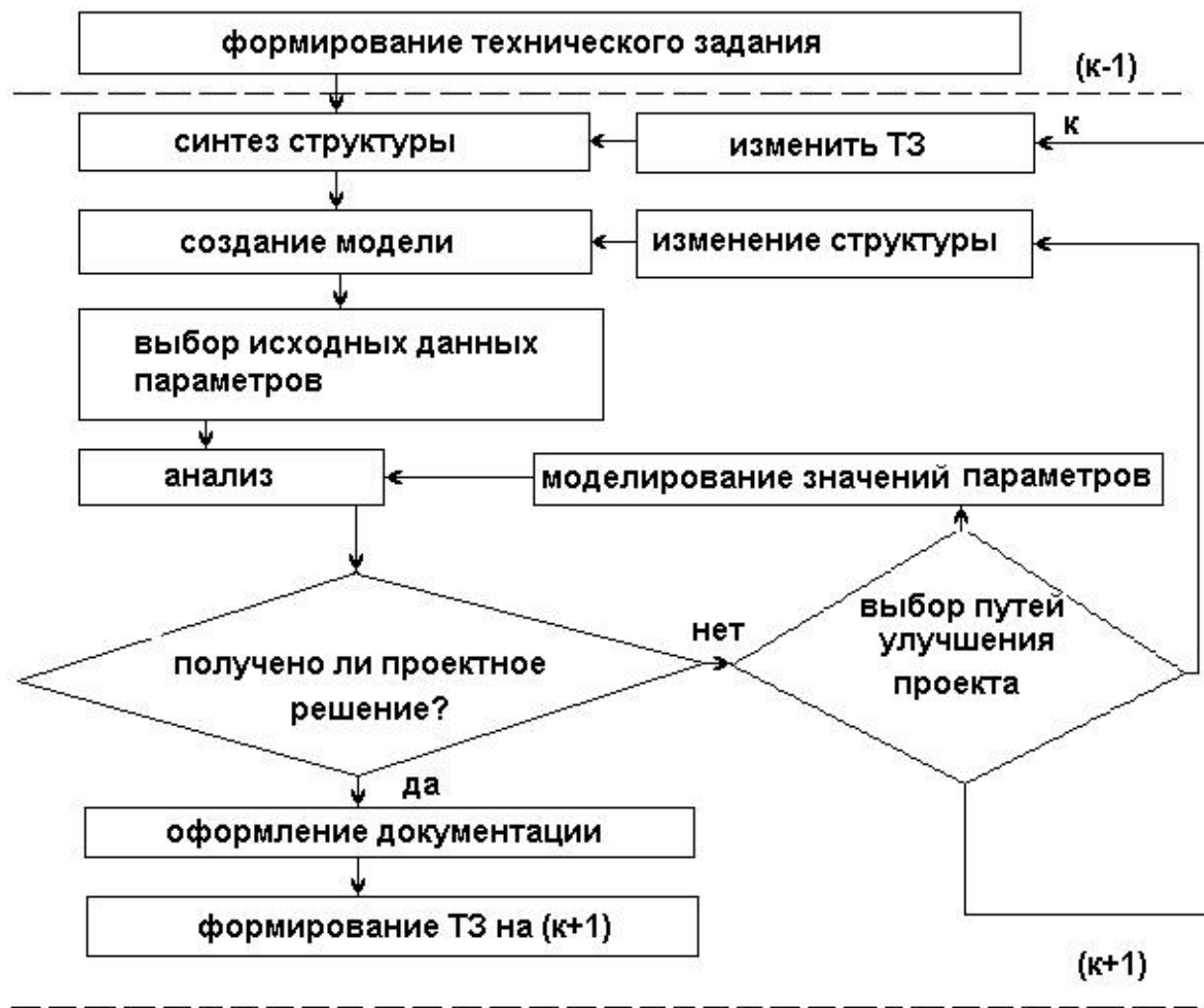
- **Типовые проектные процедуры (задачи)**

- Проектная процедура называется типовой, если она предназначена для многократного применения при проектировании многих типов объектов.
- Основные проектные процедуры (задачи) проектирования: анализ (одновариантный и многовариантный) и синтез (параметрический и структурный).

- Анализ – определение свойств объекта, его работоспособность.
- Одновариантный анализ – когда заданы значения внутренних и внешних параметров, требуется определить значения выходных параметров. Задача сводится к однократному решению уравнений математической модели.
- Многовариантный анализ – исследования свойств объекта в некоторой области пространства внутренних параметров. Такой анализ требует многократного решения уравнений (многократного выполнения одновариантного анализа).
- При одновариантном и многовариантном анализе приходится решать уравнения математической модели.
- Математическая модель – совокупность математических объектов (чисел, множеств, векторов и т.п.) и отношений между ними, которая адекватно отображает свойства проектируемых объектов.

- Синтез – создание описания объекта (определение его структуры и параметров) и его создание.
- Структурный синтез – определение структуры объекта, т.е. перечня составляющих элементов и способов связи элементов между собой.
Пример структуры СЭС.
- Параметрический синтез – определение числовых значений параметров при заданной структуре и условиях работоспособности на выходные параметры.

- *Типичная последовательность проектных процедур для одного из этапов нисходящего проектирования (для k-ого уровня)*



На предыдущем этапе решались задачи ($k-1$) иерархического уровня. В результате сформировано ТЗ для k -го уровня.

- Проектирование начинается с синтеза исходного варианта структуры объекта. Для ее оценки создается модель: математическая в САПР или экспериментальная при неавтоматизированном проектировании. После выбора исходных значений параметров выполняется анализ варианта, по результатам которого производится оценка полученного решения. Соответствует оно ТЗ или нет. Если да, то идет оформление документации и формирование ТЗ на $(k+1)$ уровень. Если же ТЗ не выполняется, то выбирается один из путей улучшения проекта. Самый простой – модификация значений параметров модели. Оценка результата анализа составляет параметрический синтез. Если модификация целенаправленна на поиск наилучшего показателя качества, то процедура параметрического синтеза выполняется многократно и это будет процедурой оптимизации. Если путем параметрического синтеза не удастся получить проектного решения, тогда модифицируется структура объекта.

- Для полученной структуры создается новая модель и выполняется параметрический синтез. Если и этим путем не получено решение удовлетворяющее ТЗ, то корректируется само ТЗ, что может вызвать повторение некоторых процедур (к-1) уровня.
- Процедуры анализа и синтеза имеют характер вложенности.
- Однократное выполнение процедуры оптимизации требует многократного выполнения процедуры анализа, а однократное решение задачи синтеза, многократное решение задач оптимизации.

- **Формализация проектных задач и режимы проектирования в САПР**

- Формализация проектируемых задач является необходимым условием для решения их на ЭВМ. С точки зрения полноты формализации задач их можно разделить следующим образом:
 - 1) полностью формализованная задача (задача полностью описывается математическим языком);

- 2) не формализуемые задачи – это творческие задачи, связанные с поиском новых неизвестных решений, т.е. задача выбора принципов построения объектов, синтеза схем и конструкций.

- 3) частично формализуемые задачи, для которых возможна или целесообразна только частичная формализация.
- В зависимости от формализации задач и степени участия человека и ЭВМ в их решении различают несколько режимов проектирования:
 - а) автоматический режим – задачи решаются на ЭВМ без участия человека – решаются полностью формализованные задачи;
 - б) неавтоматизированный (ручной) – без применения ЭВМ, решение неформализованной задачи;
 - в) автоматизированное проектирование – решаются частично формализованные задачи с помощью ЭВМ и при участии человека при этом возможны следующие случаи:
 - - проектирование является частично автоматизированным, когда часть задач решается вручную, а часть с использованием ЭВМ;

- - диалоговый режим, когда все процедуры выполняются с помощью ЭВМ, а инженер оперативно оценивает результаты проектирования, выбирает продолжать или корректировать ход проектирования. Может быть активный диалог, если инициатором диалога является человек, который может прервать процесс вычисления в любом месте. Пассивный диалог, когда прерывание осуществляется ЭВМ в предусмотренный момент времени.

-