

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ДГТУ)**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для проведения лекций

по дисциплине «**Основы инженерной деятельности**»

Л-3

Разработал:

доцент кафедры ктн Гончаров Р.А.

г. Ростов – на – Дону

2017

Лекция №3

**Тема:** **«Проектирование».**

§ 1. Обобщенная модель проектирования.

§ 2. Проектные процедуры и операции.

§ 3. Стадии и этапы проектирования.

**Цель занятия:** Лекции составляют основу теоретического обучения и должны давать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрывать состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники, концентрировать внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления. Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, сопровождающееся демонстрацией видео- и кинофильмов, схем, плакатов, показом моделей, приборов и макетов, использованием электронно-вычислительной техники.

**I.** ***Вводная часть***: Отобразить тему и учебные вопросы на доске, объявить цель, указать на актуальность данного занятия, довести порядок проведения занятия

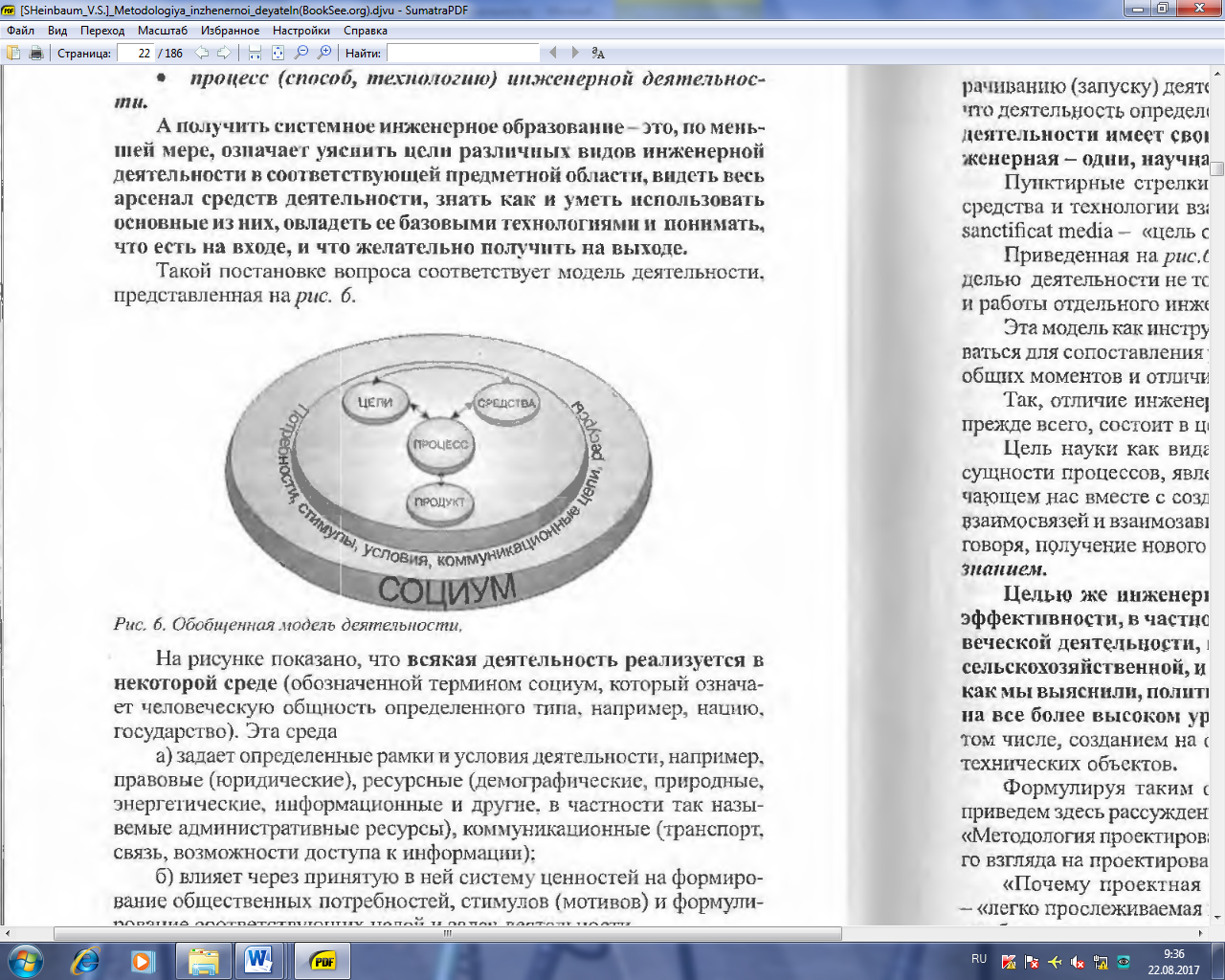
**II*. Основная часть:***

**§ 1. Обобщенная модель проектирования**

Основным видом инженерной деятельности является проектирование (иногда будем пользоваться термином «проектная деятельность», «инженерное проектирование»). Именно по этой причине в инженерных вузах в качестве итогового аттестационного задания студентам, выпускного курса, как правило, поручается выполнение дипломного проекта.

Емкую, афористичную трактовку проектирования предложил Гаспарский: ***проектирование*** - это информационная подготовка действия, направленного на изменение реальности.

Рассмотрим проектную деятельность с позиций ее целей, средств, технологии и продукта (рис. 6), и начнем с последнего. ***Продуктом проектной деятельности является проект.*** В обиходе слово проект имеет различные смысловые оттенки. Его используют двояко: в качестве синонима слов «прожект», «идея», «замысел», «затея», а также как определенный вид документации.



В зарубежной литературе для обозначения проекта используются два различных слова; projekt и desing. Первое применяется, когда имеется в виду что-либо, что задумывается или планируется, например, строительство предприятия, постановка нового спектакля, освоение месторождения нефти, издание учебника, открытие новой специальности, а второе, когда речь идет о конструировании, о формировании облика различных объектов. ***На сегодняшний день существует два определения проекта: проект как нормативная модель некоторой системы (и это, как раз de***s***ing) и проект как целенаправленное изменение некоторой системы, ограниченное во времени и ресурсах, и имеющее специфическую организацию" (то есть projert),***

Когда речь идет о проектно-конструкторской деятельности, под проектом подразумевается документированная информация о ТО, иначе говоря описание ТО, содержащее информацию,

а) необходимую и достаточную дня его изготовления, использования по назначению, технического обслуживания, утилизации.

б) выраженную в форме, принятой в соответствующей предметной области деятельности; (к примеру, в машиностроении в форме чертежей и другой конструкторской документации).

Описание ТО, по которому его в принципе можно изготовить, получив указанные в проекте потребительские характеристики, и использовать по назначению в течение установленного срока без «авторского сопровождения», то есть без обязательного участия в этом тех, кто проектировал ТО, может считаться исчерпывающим (итоговым, конечным или полным). Это - «идеальный» вариант, который практически никогда в буквальном смысле слова не реализуется.

Мы будет рассматривать именно проектно- конструкторскую деятельность, и нам важно зафиксировать, что

1) продуктом проектирования является информация о ТО - определенным образом оформленное (в соответствии с нормами и стандартами, принятыми в соответствующей предметной области) его описание;

2) указанное полное описание рождается постепенно, и в этом процессе переработки и генерации информации (процессе проектирования), во-первых, должно наличествовать некое исходное, или начальное описание ТО и, во-вторых, может быть определен ряд промежуточных описаний, отличающихся степенью полноты.

В машиностроении полное описание ТО - это ни что иное как рабочий проект ТО. Примерами промежуточных описаний являются: техническое задайте (ТЗ), техническое предложение, эскизный и технический проекты.

Ответим на вопрос о целях проектно-конструкторской деятельности.

Типичными ее целями являются создание проекта:

• нового ТО (напомним; ТО в широком смысле - не только как материального, но и информационного объекта, например, испытательного стенда и методики проведения на нем испытаний соответствующего оборудования, технологии изготовления и ремонта ТО),

• усовершенствования (модернизации, модификации, реконструкции) существующих ТО или отдельных их элементов в том или ином аспекте.

Строго говоря, усовершенствование ТО всегда сопряжено с обновлением каких-либо его составляющих, которые становятся объектами проектирования. Поэтому указанные цели, в принципе, можно было бы свести к одной. Но мы разделили их намеренно, чтобы различить ситуации, когда проектируется ранее не существовавший ТО и когда речь идет об улучшении уже используемых ТО.

***Исходя из целей проектно-конструкторской деятельности и ее продукта, можно в порядке резюме сказать так: эта деятельность представляет собой поиск технической идеи удовлетворения определенной потребности людей, обоснование и воплощение ее в подробное нормированное описание соответствующего/соответствующих ТО и технологии его/их использования.***

Рассмотрим средства проектирования

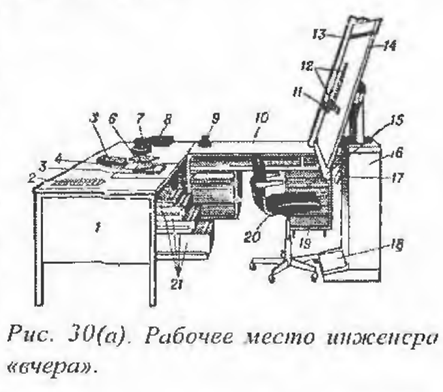
Средства инженерной деятельности, которые рассматривались нами в первой главе, в полной мере используются в проектировании.

Но мы еще раз вернемся к ним, чтобы детализировать то, что для проектирования специфично. Описание процесса проектирования («технического») начинается с утверждения, что проектирование есть использование научных принципов + технической информации + воображения.

Первые два слагаемых в этой триаде мы относим к информационным средствам, третье - к интеллектуальным. Начнем же с пропущенных **материально-технических средств проектирования**.

В «докомпьютерной» технологии проектирования в качестве технических средств проектирования использовались: чертежные доски (кульманы), готовальни, копировальные машины, другие чертежные принадлежности (обычные и специализированные линейки, карандаши, лекала и проч.).

В современной технологии проектирования - автоматизированном проектировании - основным техническим средством является подключенный к корпоративной сети и интернету компьютер, параметры которого и набор периферийных устройств, как правило, соответствуют комплектации «графических и рабочих станций».



Типичные характеристики рабочих станции - несколько процессоров, десятки - сотни мегабайт оперативной и тысячи мегабайт внешней памяти, наличие кэш-памяти, системная шина со скоростями от сотен Мбайт/сек до 1-2 Гбайт/сек, монитор с экраном типа 19» и более и разрешающей способностью до 3-5 мегапикселей. Набор внешних (периферийных) устройств включает графопостроители, дигитайзеры, плоттеры, сканеры, принтеры. Напомним, что дигитайзер позволяет оцифровывать и переносить в память компьютера чертежи с бумажных носителей, в частности, калек. Он имеет вид кульмана, доска которого (электронная доска) имеет сетку проводников, и каждому узлу этой сетки соответствует своя координатная точка. В наиболее мощных графических рабочих станциях в качестве основных обычно используются высокопроизводительные микропроцессоры с сокращенной системой команд (пример: RISC-архитектура), работающие под управлением операционной системы Unix. Это позволяет инженеру-проектировщику работать с таким общеупотребительным в современной инженерной практике программным обеспечением, как пакеты Autocad, Caddy, Topcad, ADAMS, Dyna, ANSIS. Pro/Engineer и др.

Разумеется, при проектировании кое-где, по-видимому, еще продолжают использоваться и традиционные средства, но они перешли в категорию вспомогательных.

Информационные средства проектирования - это, еще раз повторим, знания. Не только и не столько те конкретные знания, которыми обладает проектировщик, а знания, накопленные человечеством в фундаментальных и прикладных науках, в той сфере, к которой относится проектируемый объект

Эти знания касаются методологи проектирования в целом и в соответствующей предметной области, тех конкретных методов и моделей, преимущественно математическими, которые используются в этой области, истории создания подобных ТО.

Это те знания, которые содержатся в учебной, научной и справочной литературе, каталогах и рекламных проспектах, базах данных и других источниках. Они включают также самые разнообразные нормативы, стандарты (например, ЕСКД), правила, технические регламенты и условия (ТУ), руководящие документы (РД), законы (например, Федеральный закон «О техническом регулировании»), инструкции и программы, в том числе компьютерные.

Нередко студентам кажется, что некоторые дисциплины, обязательные для изучения, настолько далеки от их будущей специальности, что они являются лишними и должны быть исключены из учебного плана. Подобное ощущение возникает, как правило, тогда, когда используют устаревшие учебные программы данных дисциплин. В большинстве же случаев это заблуждение. Во-первых, знания не бывают лишними, во-вторых, вряд ли сегодня есть такие достижения науки и техники, которые не оказывались бы практически незамедлительно востребованными при разработке и производстве новых поколений ТО самого различного назначения. Поэтому нет ничего экзотического или исключительного, когда на рабочем столе инженера-конструктора транспортных машин и механизмов, например, новейшая монография по нанотехнологиям.

Слежение за научно-техническим прогрессом в предметных областях, не только смежных, но и как будто бы далеких от той, в которой работает инженер-проектировщик, как правило, обеспечивает подпитку его свежими идеями, поддерживает творческий тонус,

**Проект представляет собой** описание новой ТС, как правило, основывающейся на одном или нескольких прототипах аналогичных систем.

Это очень важное обстоятельство. Инженеру-конструктору необходима обширная конструкторская информация. Он должен иметь доступ к патентным фондам (библиотекам); как правило, в проектных организациях имеется конструкторская документация по предыдущим разработкам, атласы, каталоги оборудования (изделий), производимые другими предприятиями (компаниями), и т. д.

Следует подчеркнуть, что инструментальные средства проектирования сами могут быть предметом проектирования, В настоящее время уже имеются и создаются различные коммерческие информационные базы на электронных носителях и доступные через Интернет по различным видам изделий.

**Под интеллектуальными средствами проектирования** подразумеваются в первую очередь специалисты: те, кто владеет профессией проектировщика (конструктора) в соответствующих предметных областях, молодые специалисты, подготовленные к проектно-конструкторской деятельности, специалисты в области математического моделирования, инженерного маркетинга, функционально стоимостного анализа технических систем.

Но существует и ряд интеллектуальных профессий, «обслуживающих» проектную деятельность. Это, в частности, специалисты-компьютерщики (системные программисты, администраторы корпоративных сетей) и патентоведы, менеджеры.

Особым статусом следует наделить программные продукты, которые классифицируются как «системы искусственного интеллекта». Речь идет о базах знаний, экспертных и других системах компьютерной поддержки принятия решений. С одной стороны, это информационные ресурсы проектирования, с другой, - они могут рассматриваться как модели специалистов, обладающих определенной информацией, востребованной проектировщиками; и в этом смысле эти системы выступают как интеллектуальные ресурсы,

Процесс проектирования: **проектирование** - ***деятельностный процесс, заключающийся в преобразовании исходного описания объекта проектирования (ТО) на основе работ исследовательского, расчетного и конструкторского характера в такое конечное описание, которое необходимо и достаточно для изготовления и эксплуатации этого объекта в заданных условиях.***

Ключевое слово в этом определении - преобразование. Имеется в виду переработка, конкретизация, детализация, дополнение расширение исходной и порождение (генерация) новой информации, определяющей ТО, его свойства, характеристики, параметры и т.д., удовлетворяющей критерию полноты и документально оформленной.

Критерий полноты означает, что указанная информация содержит исчерпывающие ответы на вопросы:

3) в чем предназначение ТО, какие функции выполняет, кто является его потребителем, каковы его потребительские качества (параметры),

4) как он устроен, каков его облик, структура, из каких составных частей, элементов, звеньев он состоит, как они взаимосвязаны;

5) как и в каких условиях реализует свои функции, какие внешние и внутренние (рабочие) процессы при этом происходят,

6) как и с использованием каких материалов изготавливается, как собирается, монтируется,

7) как и кем эксплуатируется, ремонтируется и обслуживается,

8) как может быть утилизирован после полной выработки ресурса,

9) каковы его цена, эксплуатационные затраты, экономическая эффективность.

Важно отметить, что, как правило, ТО - сложная система, включающая значительное число взаимосвязанных элементов (машин, агрегатов, механизмов, деталей, узлов, и т. п). Поэтому большинство этих вопросов относится как в целом к ТО, так и к отдельным его составляющим,

Контуры этой системы определяются в процессе разработки концепции ТО - иначе говоря, еще на стадии концептуального проектирования.

При этом технологически процесс проектирования ТО как сложной системы осуществляется на основе принципов иерархичности и декомпозиции.

Принцип иерархичности отражает то обстоятельство, что в структуре ТО могут быть выделены различные уровни интеграции составляющих его элементов, и при этом последовательность проектирования соответствует иерархии уровней: вначале проектируются элементы одного уровня, а затем другого.

Так, в технических объектах машиностроения элементом низшего уровня (базовым элементом) ***является деталь, следующий уровень иерархии представлен сборочными единицами*** (соединение, кинематическая пара, узел), которые в свою очередь являются элементами механизма и машины. Последние могут входить в состав агрегата иди комплекса оборудования определенного назначения и т.д.

Принцип иерархичности находит свое выражение в том, что в проектировании сложных ТО всегда можно выделить следующие три уровня проектирования:

* системный уровень, на котором решают самые общие вопросы, касающиеся структуры ТО и основных особенностей функционирования, энерго- или информационного обеспечения, условий использования и т.п., 10)
* макроуровень, определяющий проектные решения по отдельным подсистемам, наиболее крупным и ответственным узлам, агрегатам, сборочным единицам; эти решения представляют в виде функциональных, кинематических, компоповночных (монтажных) схем, сборочных эскизных чертежей,
* микроуровень, на котором проектируются отдельные детали и узлы.

Принцип декомпозиции состоит в том, что на каждом уровне структуры можно выделить отдельные, различающиеся по выполняемым функциям, назначению блоки ТО (агрегаты, комплексы и т.п.) и это позволяет распараллелить проектирование.

Выделяя в структуре ТО иерархические уровни интеграции его элементов и соответствующие уровни проектирования, отметим, что, как правило, в технологии этого процесса сочетаются так называемые нисходящие и восходящие траектории проектирования. Что это значит?

Под нисходящим проектированием подразумевается проектирование, при котором проектные задачи соответствующих иерархических уровней решаются последовательно в направлении «сверху вниз». Противоположный порядок решения этих задач - восходящее проектирование.

Казалось бы, более логично вести проектирование по нисходящей траектории: от общего к частному. Именно таким образом студенты-механики проектируют редуктор в своем первом курсовом проекте. (Вначале решается вопрос, касающийся общей структуры редуктора - одноступенчатый или многоступенчатый, соосный или не соосный, далее выполняется компоновка, определяются сборочные единицы, затем уже уточняется конструкция отдельных элементов: валов, зубчатых колес, опорных узлов, корпуса).

Однако тогда, когда характеристики подобных элементов известны заранее, а это бывает в случае применения типовых, стандартизованных или унифицированных деталей и узлов, некоторые конструктивные параметры агрегатов и систем ТО определяются этими конкретными деталями и узлами, то есть имеет место восходящее проектирование.

На практике в подавляющем большинстве случаев реализуются оба варианта проектных траекторий. Приведенный анализ технологии процессу проектирования с позиций его организации (распараллеливание, нисходящие и восходящие траектории и т. д.) важен как сам по себе, так и в плане понимания того, каким требованиям должны удовлетворять системы автоматизированного проектирования, о которых речь будет идти ниже. В проектировании различают функциональный, конструкторский, технологический и эксплуатационный аспекты.

***К функциональному аспекту проектирования или, функциональному проектирование*** относят ту составляющую проектных работ, которая связанна с качественным и количественным описанием функционирования ТО, с ответом да приведенные выше вопросы о его назначении, условиях эксплуатации, принципах действия, рабочих процессах и т.п.

***Конструирование включает*** в себя те проектные работы, которые связаны с созданием и описанием в виде чертежей геометрического облика ТО и его отдельных составляющих; деталей, сборочных единиц, агрегатов в их взаимном расположении в пространстве и т.п.

***Проектные работы,*** касающиеся нахождения, выбора п описания методов и средств изготовления ТО, относятся к технологическому аспекту проектирования.

Соответствующим образом определяются проектные работы, относящиеся к эксплуатационному аспекту проектирования.

Рассматривая основные компоненты проектной деятельности (цели, средства, продукт, технологию) необходимо иметь в виду, что данная деятельность как определенная система не является изолированной. Цели и средства проектирования, о которых шла речь, очевидно, кем-то ставятся и откуда-то черпаются, чем-то обусловлены.

Чтобы уяснить, каково содержание и как осуществляется эта деятельность, рассмотрим отдельные составляющие проектирования как многоаспектной инженерной деятельности, разворачивающейся во времени. Иначе говоря, попытаемся разложить эту деятельность на «элементарные акты деятельности».

**§ 2. Проектные процедуры и операции**

Представленная в установленной форме информация, являющаяся ответом на какой-либо один или некоторую совокупность вопросов, указанных в предыдущем параграфе, есть проектное решение, а работы, обеспечивающие в совокупности получение этого проектного решения - ***проектной процедурой.***

Каждая проектная процедура как единичная составляющая проектного процесса реализуется для решения определенной проектной задачи и так же, как и весь процесс проектирования, характеризуется самостоятельной целью, используемыми средствами, содержанием и результатом - проектным решением.

В проектных процедурах могут быть выделены проектные операции, состоящие, в свою очередь, из отдельных действий.

Поясним суть этих понятий рядом примеров.

***Выполнение сборочного чертежа и рабочих чертежей деталей при конструировании редуктора - это проектные процедуры, вычерчивание рамки чертежа, основной надписи, простановка размеров, нанесение штриховки на сечениях - это проектные операции, а прочерчивание отдельной линии - действие.***

Проектными процедурами являются поиск и выбор электродвигателя по каталогу при проектировании привода ленточного конвейера, разбивка общего передаточного числа многоступенчатого редуктора по ступеням, расчет межосевых расстояний, определение фактического запаса прочности. Вычисление же коэффициента Кнв, входящего в формулу для вычисления межосевого расстояния и учитывающего распределение нагрузки по ширине венца, - проектная операция.

***Типовыми проектными процедурами, составляющими процесс проектирования, являются процедуры анализа и синтеза.***

Не будем приводить здесь строгих определений анализа и синтеза как философских категорий, относящихся к мыслительной деятельности человека. Укажем лишь, что анализ, выполняемый при проектировании, - это установление на качественном и количественном уровне отдельных свойств, характеристик, параметров объекта и его составляющих в различных аспектах функциональном, конструкторском, технологическом, эксплуатационном и т.д.

Иначе говоря, при анализе необходимо решить следующую задачу: имеется объект (отдельные его блоки, подсистемы, узлы, звенья, элементы, процессы) и требуется установить (выявить) те свойства, параметры, характеристики, которыми он обладает.

Задача синтеза при проектировании обратная: заданы (известны) некоторые свойства, параметры, характеристики, которыми должен обладать объект - требуется подобный объект создать (найти, выбрить из некоторого множества, идентифицировать).

Следует подчеркнуть, что в качестве объекта анализа и синтеза, разумеется, могут выступать не только изделия в целом, но и сами их свойства в отдельности, форма, происходящие процессы, информация и проч.

При рассмотрении содержания процедур анализа и синтеза мы будем оперировать такими понятиями, как внешние, внутренние и выходные параметры ТО.

***Выходные параметры*** количественно характеризуют те свойства ТО, которые проявляются при его использовании в результате взаимодействия с другими объектами, иначе говоря - внешней средой. К таким параметрам относятся параметры, отражающие в первую очередь потребительские качества ТО, например производительность, долговечность, безотказность, энергопотребление и к.п.д..

***Внутренние параметры*** - это количественные характеристики отдельных элементов ТО, их взаимосвязей и взаимодействий, то есть это конструктивные (геометрические) и технологические параметры - параметры, характеризующие применяемые материалы, массу и жесткость отдельных звеньев, различные коэффициенты, характеризующие рабочие процессы, имеющие место при функционировании ТО, например коэффициенты трения, местных гидравлических сопротивлений и проч. Некоторые из внутренних параметров могут одновременно быть и выходными, в частности, габаритные размеры.

***Внешние параметры*** - это параметры, которые характеризуют состояние внешней среды (тех объектов, систем, с которыми ТО взаимодействует), например, крепость горной породы, температура на забое скважины и т.п., и которые определяют возможности использования ТО по назначению.

К числу принципиальных особенностей проектных процедур анализа и синтеза является то, что анализ, как правило, дает однозначный результат, поскольку конкретный анализируемый объект обладает конкретными свойствами, параметрами и характеристиками, а синтез, как правило, связан с проблемами реализуемости и многозначности решений.

На рис, 32. показаны примеры типовых процедур анализа и синтеза, выполняемых при инженерном проектировании.



Представленную схему не следует рассматривать в качестве полной классификационной схемы проектных процедур. В частности, она не включает процедуры выбора и принятия решений: предпочтительных, рациональных, оптимальных, и т.д. Зачастую процедуры принятия решений рассматривают в совокупности с процедурами синтеза, поскольку процедура синтеза есть воплощение в определенных действиях И операциях принятого решения. Но, синтез, как было показано ранее, характеризуется в большинстве случаев множественностью решений, и в этой ситуации имеет смысл выделить в особую процедуру выбор решения из альтернативных вариантов. Схема носит иллюстративный характер и в целом не требует комментариев.

Выполняя проектную процедуру, проектировщик решает определенную задачу и в результате получает соответствующее проектное решение. Ранее указывалось, что проектные задачи подразделяются на формализуемые и неформализуемые (пли плохо формализуемые). Это позволяет аналогичным образом различать и проектные процедуры: ***анализа, синтеза, выбора и принятия решений.***

Процедуры анализа в проектной деятельности в большей степени, чем процедуры синтеза и тем более, процедуры выбора и принятия решений поддаются формализации. Это связано, в частности с тем, что цели анализа формулируются более четко, а результаты анализа, как мы подчеркивали, по большей части - однозначны. И инструментальные средства анализа более обширны и отработаны, Достаточно упомянуть такие мощные, эффективные и универсальные методологические средства анализа, ***как декомпозиция сложных систем, математическое моделирование.***

В зависимости от возможностей формализации задачи синтеза можно разделить на 5 уровней сложности:

***Первый уровень*** — задачи параметрического синтеза при заданной (известной) структуре (конструкции) ТО, решаемые с использованием мощного арсенала средств математического моделирования.

***Второй уровень*** - задачи разработки и (или) выбора искомого (предпочтительного) варианта структуры ТО при весьма ограниченном наборе возможных вариантов, когда каждый из вариантов может быть проанализирован

и сопоставлен но критериям, определяющим выбор, с другими, и при этом затраты времени относительно невелики.

***Третий уровень -*** та же, но в ситуации хотя и конечного, однако настолько большого количества возможных вариантов что простой их перебор связан с временными ресурсами, которых, как правило, нет.

***Четвертый уровень -*** та же, но количество возможных проектных решений неограниченно, и об их переборе поэтому не может быть и речи.

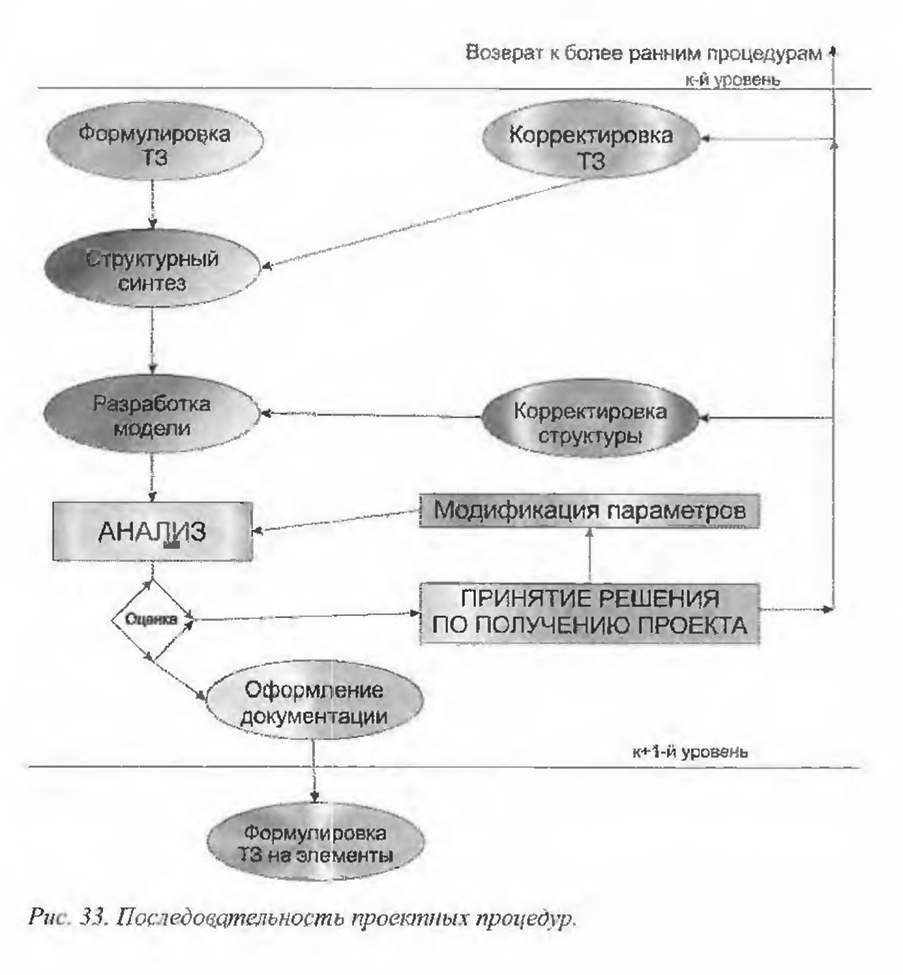
***Пятый уровень*** - та же, но сама возможность синтеза структуры проблематична.

Особенностью задач четвертого и пятого уровня сложности является то, что при их выполнении, как правило, находятся оригинальные, патентоспособные решения на уровне изобретений.

На рис. 33 представлена типичная последовательность проектных процедур, соответствующая рассмотренным ранее принципам иерархичности.

Ядром каждой из процедур является моделирование.

При рассмотрении приведенной схемы следует особое внимание обратить на итерационный характер проектирования: оценивая результат очередной проектной процедуры, проектировщик может (и это происходит, как правило) вернуться к предыдущим, внося в них необходимые с его точки зрения коррективы.



**§ 3. Стадии и этапы проектирования**

Поскольку проектные процедуры выполняются во времени, то в процессе проектирования выделяют стадии и этапы. В различных отраслях инженерной деятельности (предметных областях) эти стадии и этапы обозначаются по-разному. ***Общим является выделение начальной, промежуточных и заключительной стадий.***

Заметим, что рамки, определяющие перечень и содержание работ, выполняемых на этих стадиях., вообще говоря не являются строгими. Обычно к ***первоначальной стадии*** проектирования относят все те проектные процедуры, или, иначе говоря, весь тот объем работ, результатом которых является техническое задание. Эту стадию называют стадией предпроектных исследований.

***Промежуточные стадии проектирования*** — это те стадии, в ходе которых разрабатывается техническое предложение, создаются эскизный и технический проекты. ***Заключительная стадия*** - это стадия рабочего проектирования и окончательного оформления рабочей проектной документации.

Стадии разработки конструкторской документации, то есть документации, разрабатываемой в соответствии с техническим заданием, определены государственным стандартом (ГОСТ 2Л 03-68, переиздан в декабре 1983 г.) следующим образом:

***Технические предложение*** - совокупность конструкторских документов., которые должны содержать технические и технико-экономические обоснования целесообразности изделия на основании анализа технического задания заказчика и различных вариантов возможных решений, сравнительной оценки решений с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей разрабатываемого и существующих изделий, а также патентные исследования. Техническое предложение после его согласования и утверждения в установленном порядке служит основанием для разработки эскизного проекта.

***Эскизный проект*** - совокупность конструкторских документов, которые должны содержать принципиальные конструктивные решения, дающие общее представление об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры разрабатываемого изделия.

***Технический проект*** - совокупность конструкторских документов, которые должны содержать окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия, и исходные данные для разработки рабочей документации.

Следует иметь в виду, что зачастую часть проектных решений, представляемых в техническом предложении, принимается при разработке технического задания. Аналогичным образом в эскизном проекте можно встретить конструктивные решения, которые являются более характерными для технического проекта.

На каждой стадии проектирования есть свои этапы.

Так, ***начальная стадия проектирования включает в себя такие этапы***, как формулирование или формирование общественной потребности, которую необходимо удовлетворить с помощью ТО, определение соответствующих потребительских параметров, генерация, поиск и отбор технических идей относительно принципов и способа удовлетворения потребности, синтез функциональной структуры ТО, выбор принципа работы или действия; формирование списка технико-экономических требований.

***Стадия рабочего проектирования включает такие этапы***, как изготовление рабочих чертежей, подготовка и оформление сметной документации, определение условий приемки готового изделия и т.д.

Процесс проектирования может быть представлен в следующем виде (рис. 34). Следует еще раз подчеркнуть, что проектирование - процесс итерационный. В ходе выполнения работ, относящихся к любой из указанных стадий, может возникнуть необходимость возвращения на более ранние стадии. Это и показано на рисунке.

****

***III. Заключительная часть***

Преподаватель напоминает тему, учебные цели и вопросы занятия отмечает положительные отрицательные моменты при проведении занятия отвечает на вопросы, объявляет оценки, поясняет порядок подготовки к следующему занятию.

***Литература.***

1. Методология инженерной деятельности : учеб. пособие / В.С. Шейнбаум, – Н. Новгород, 2007, -360 с.