

# ТЕМА 1.2 ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

## Методы проектирования строительных конструкций

Проектирование и строительство магистральных трубопроводов производится с разрешения правительства РФ, исходя из схем развития и размещения нефтяной и газовой промышленности и трубопроводного транспорта, а также из схем размещения производительных сил.

Метод — это прием или способ действия используемый с целью достижения желаемого результата.

К методам проектирования в зависимости от объёма и вида сведений о решаемой задаче относят: эвристические, экспериментальные и формализованные.

**1. Эвристические методы** оперируют понятиями и категориями (абстрактными, отвлеченными, конкретными). К ним относят:

**1.1 Метод итераций (последовательного приближения).** Первоначально задача решается при предположительных значениях исходных данных и ограниченном числе учитываемых факторов (первый цикл итераций, так называемое «первое приближение»). Далее возвращаемся в начало задачи и повторяем её решение, но уже с уточненными значениями исходных данных и перечнем факторов, найденными на предыдущем этапе (второй цикл итераций, «второе приближение») и т. д.

Число циклов итераций зависит от степени неопределенности начальной постановки задачи, её сложности, опыта и квалификации проектировщика, требуемой точности решения. В процессе приближений возможно не только уточнение, но и отказ от первоначальных предположений. Широко применяется в конструировании.

Например, при разработке эскиза узла сначала детали и их расположение показывают предположительно, а затем анализируют получившееся изображение и вносят в него необходимые изменения (согласовываются формы и расположение поверхностей деталей, проверяется нормальное функционирование, увязывается с требованиями стандартов).

- 1.2 Метод декомпозиции позволяет разложить сложную задачу на ряд простых, но взаимосвязанных задач, представить её в виде иерархической структуры (блок-схемы)
- 1.3 Метод контрольных вопросов (при анализе известного решения с целью его улучшения)
- 1.4 Метод мозговой атаки. Основан на коллективном обсуждении проблемы в психологически комфортной обстановке.
- 1.5 Метод синектики. Задействование возможностей подсознания. Обсуждение начинают не с самой задачи (проблемы), а с анализа некоторых общих признаков, которые как бы вводят в ситуацию постановки проблемы, неоднократно уточняя ее смысл.
- 1.6 Метод — Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ). Предназначен для выявления истинных причин (противоречий), мешающих совершенствованию технической системы, и выбора эффективного средства для их преодоления.
- 1.7 Метод морфологического анализа. Расширяет область поиска возможных решений задачи. Основан на подборе возможных вариантов решений для отдельных частей задачи (так называемых морфологических признаков, характеризующих устройство) и последующем систематизированном получении их сочетаний (комбинировании).
- 1.8 Функционально-стоимостного анализа (ФСА) — используется для максимального снижения стоимости производств или изделий за счет совершенствования его конструкции и технологии изготовления.
- 1.9 Методы конструирования:
- метод стандартизации (используют в работе уже разработанную техническую документацию, применяют типовые технологические операции и оборудование. Упрощает обслуживание и ремонт);
  - метод унификации (приведение конструкции к однотипности);

- метод инверсии — создание новой конструкции на основе изменения функций, форм или положения частей существующего изделия. Например, выпуклую поверхность сделать вогнутой.
- метод модификации — переделка изделия с целью его приспособления к новым требованиям, условиям работы, технологическому процессу (способу изготовления и сборки) без изменения в нем наиболее дорогих и ответственных частей.

**4. Формализованные методы** — строятся на основе четких указаний посредством языка схем, математических формул, формально-логических отношений и алгоритмов:

- методы поиска вариантов решений;
- методы автоматизации процедур проектирования;
- методы оптимального проектирования - задача, и особенно техническая, считается решенной тогда, когда будет сделан выбор окончательного, единственного оптимального варианта;
- методы принятия решений - решения должны быть: обоснованными, своевременными, директивными (обязательными к исполнению), правомочными, непротиворечивыми (согласованными с другими, в том числе и ранее принятыми);
- принятие решений в условиях неопределенности.

**3. Экспериментальные методы** — основаны на использовании реальных объектов и физических (химических, социальных и т. д.) моделей.

## Этапы проектирования и состав проектной документации

Проектную документация для строительства разрабатывают в несколько стадий. Основные требования к оформлению документации разных стадий изложены в ГОСТ Р 21.1101-2013.

Стадия 1 — ПП. Предпроектные проработки (Эскизный проект)

Стадия 2 — ПД. Проектная документация

Стадия 3 — РД. Рабочая документация

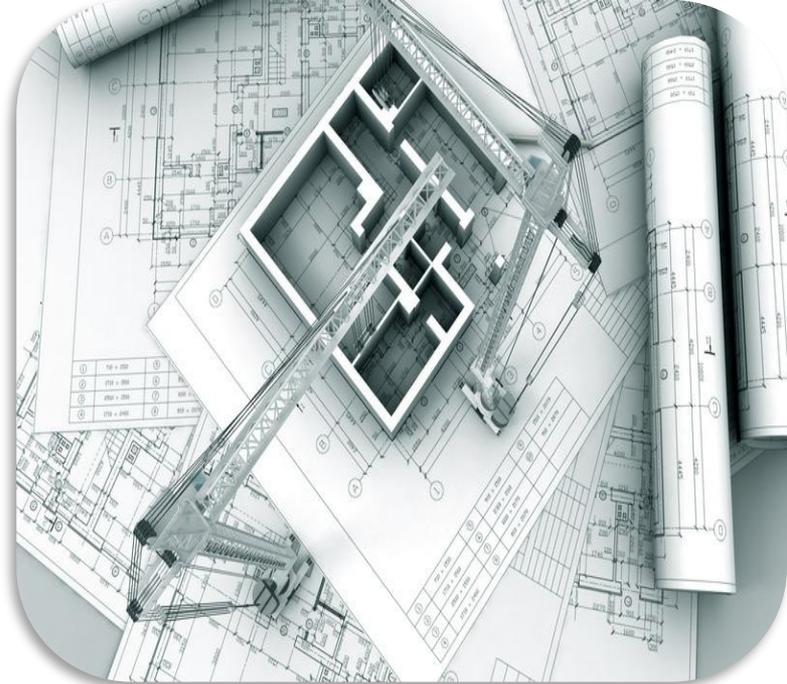
Задание на проектирование (Техническое задание (ТЗ)). Составляется при участии проектной организации, которой поручается проектирование. Является основным исходным документом при проектировании трубопровода, все положения в нем должны получить отражение в проекте.

Стадия 1. На данном этапе разрабатывается концепция будущего объекта, определяются основные технико-экономические характеристики. Эскизом определяется посадка объекта на местности, его объемно-пространственное решение, конструктивная схема. Также на данной стадии подсчитываются основные инженерные нагрузки по воде, теплу и электроэнергии, т. н. расчет нагрузок.

Стадия 2. Проектная документация на строительство объекта - стадия, включающая разработку текстовых и графических материалов, конструктивных, архитектурных, инженерно-технических, функциональных и технологических решений.

Является обязательной, подлежит согласованию в государственных органах исполнительной власти.

По результатам согласования и на основании действующих Федеральных законов (например, Градостроительного кодекса) выдается разрешение на строительство объекта. Регулятором является Постановление Правительства РФ №87 от 16.02.2008 «Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» и № 145 от 05.03.2007 г. «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий» (с изменениями от 29.12.2007 г., 16.02.2008 г.)



В состав технического проекта входят несколько разделов, важнейшими из которых являются: экономическая часть, генеральный план и транспорт, технологическая часть, строительная часть, организация строительных работ. Перед тем как приступить к разработке проектной документации, проводятся инженерно-геодезические и инженерно-геологические изыскания.

Инженерно-геодезические изыскания - это топографо-геодезические исследования, проводимые с целью получения данных об элементах планировки, в которую входят существующие постройки, рельеф местности и др. для оценки техногенных и природных условий и обоснования проектных решений. При изысканиях собирают и уточняют исходные данные, необходимые для проектирования трубопровода, проводят согласования по различным вопросам строительства с местными и центральными организациями. В ходе инженерно-геологических изысканий изучаются свойства грунтов на месте строящегося объекта и проводится оценка их устойчивости на склонах и откосах.

Наилучшие результаты получают при проведении комплекса изысканий: топографо-геодезических, геологических, гидрогеологических, геофизических. Собирают климатологические и гидрометрические данные. Проводят изыскания по энергоснабжению перекачивающих и компрессорных станций, по водоснабжению и канализации; по организации работ; обследуют дорожную сеть.

Рабочая документация включает документы, необходимые для реализации технических решений при проведении строительных работ, обеспечении оборудованием, материалами и изделиями.

Стадия 3. В состав рабочей документации включают:

- рабочие чертежи, предназначенные для производства строительных и монтажных работ;
- прилагаемые документы, разработанные в дополнение к рабочим чертежам основного комплекта.

Регламентируется ГОСТ Р 21.1101-2013 Система проектной документации и СНиП 11-01-95 Состав рабочей документации.

В РФ действуют следующие системы документов (системы стандартов), регламентирующих проектные, строительные, монтажные и эксплуатационные работы на территории РФ.

**ГСС** - Государственная система стандартизации;

**ЕСКД** - Единая система конструкторской документации;

**ЕСТД** - Единая система технологической документации;

**СПКП** - Система показателей качества продукции;

**УСД** - Унифицированные системы документации;

**СИБИД** - Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу;

**ГСИ** - Государственная система обеспечения единства измерений;

**ЕСЗКС** - Единая система защиты от коррозии и старения материалов и изделий;

**ССБТ** - Система стандартов безопасности труда;

**ЕСТПП** - Единая система технологической подготовки производства;

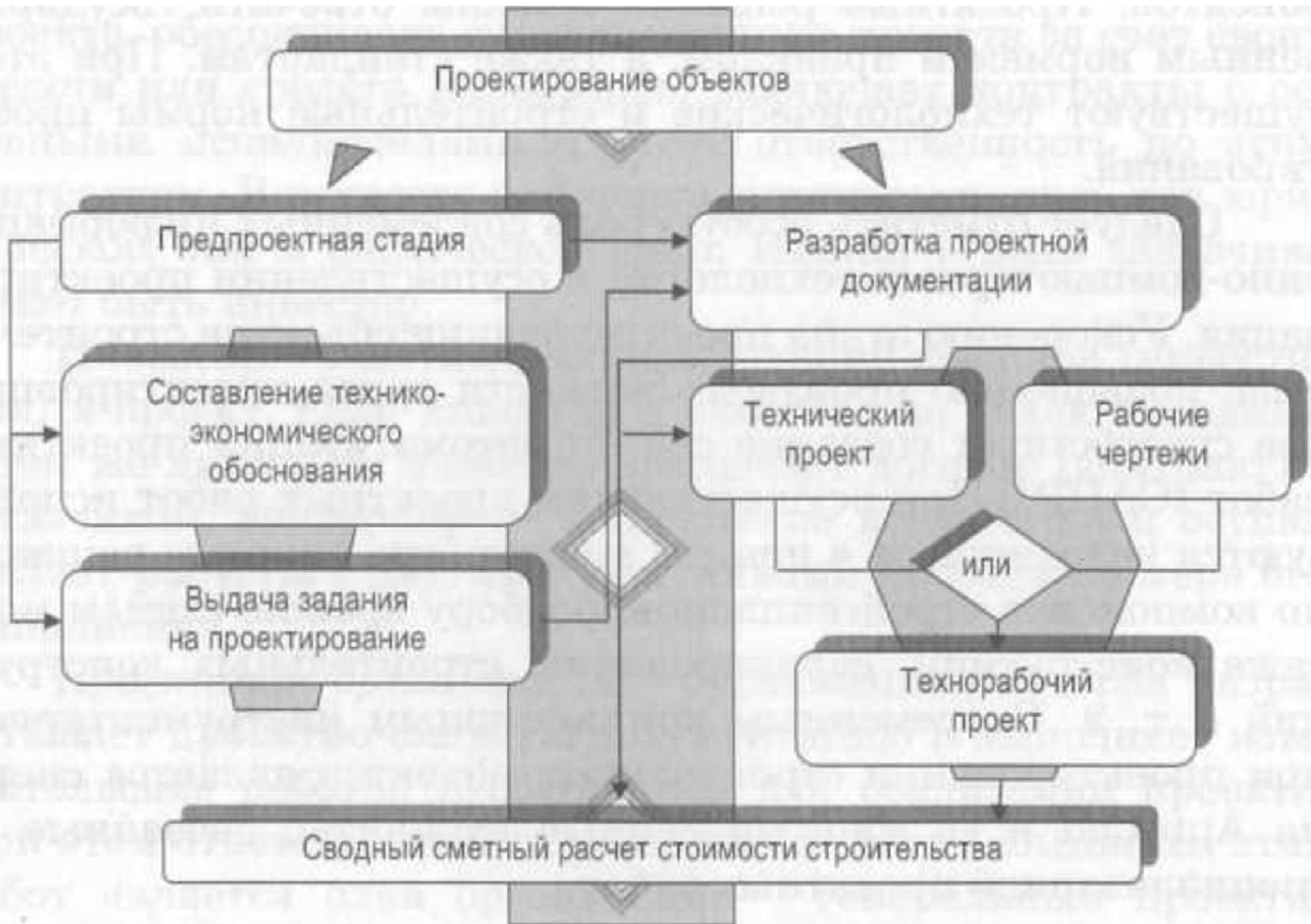
**ЕСПД** - Единая система программной документации;

**СПДС** - Система проектной документации для строительства;

**СНиП** - Строительные нормы и правила;

**СанПиН** - Санитарные правила и нормы.

# ЭТАПЫ (СТАДИИ) ПРОЕКТИРОВАНИЯ



# ПОРЯДОК ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ТРАНСПОРТА И ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И ГАЗА

К строительным конструкциям магистральных трубопроводов и нефтегазохранилищ относятся такие несущие конструкции, для которых размеры поперечных сечений определяются расчетом.

СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия.

СНиП 2.02.01-83. Основания зданий и сооружений.

СНиП 2.05.06-85 «Магистральные трубопроводы».

Осуществление расчета строительных конструкций производится на основании трех методов:

- максимально допустимых напряжений;
- разрушающих условий;
- предельных состояний.

На период строительства и эксплуатации трубопровода отводится полоса земли определенной ширины, установленной «Нормами отвода земель для магистральных трубопроводов».

Обязательным правилом при проектировании является применение типовых изделий массового производства, унифицированных типовых изделий, изготовленных на заводах с максимально механизированными и автоматизированными технологическими процессами. Это приводит к удешевлению, упрощению и значительному ускорению процесса монтажа и строительства.

На предприятиях, связанных с транспортом и хранением нефти и газа наиболее часто применяются металлические (стальные, алюминиевые) и железобетонные конструкции.

К трубам, применяемым для сооружения магистральных трубопроводов, предъявляют жесткие требования (к качеству материала, поверхности, точности размеров труб, качеству сварных швов) - изготавливают из стали, которая должна удовлетворять требованиям СН и П.

По способу изготовления трубы для магистральных трубопроводов подразделяются на бесшовные, сварные с продольным швом и сварные со спиральным швом.

Бесшовные трубы применяют для трубопроводов диаметром до 426 мм, а сварные - для трубопроводов диаметром 530 мм и выше.

Трубы диаметром до 530 мм изготавливают из спокойных и полуспокойных углеродистых сталей. Для изготовления труб диаметром до 1020 мм применяют спокойные и полуспокойные низколегированные стали. Трубы больших диаметров изготавливают из низколегированных сталей в термически или термомеханически упрочненном состоянии.

Под предельным состоянием конструкции понимают такое ее состояние, при котором она теряет способность сопротивляться внешним нагрузкам и воздействиям или перестает удовлетворять предъявляемым к ней эксплуатационным требованиям.

Строительные конструкции рассчитывают в следующем порядке:

- 1) исходя из экспертного анализа, задаются материалом конструкций, и основным конструктивным решением (например, задаются тем, что фундаменты будут свайные);
- 2) определяют возможные нагрузки и воздействия на конструкции;
- 3) составляют возможные сочетания и комбинации нагрузок и воздействий;
- 4) анализируют и отбрасывают заведомо не определяющие сочетания и комбинации нагрузок и воздействий;
- 5) определяют прочностные и деформативные характеристики материалов;
- 6) в зависимости от наличия специфических условий корректируют нормативные и расчетные сопротивления, а также деформационные характеристики материалов (например, при эксплуатации бетона при влажности 75% и меньше его сопротивления уменьшают на 10% и т.п.);
- 7) от каждого сочетания и комбинации вычисляют внутренние усилия (выполняют статический, динамический, температурный и т.п. расчет);
- 8) анализируют и отбрасывают заведомо не определяющие сочетания внутренних усилий;
- 9) сложные конструкции разбивают на элементы или участки и классифицируют их по характеру работы;
- 0) выполняют расчеты по 1-й группе предельных состояний (расчеты на прочность);
- 1) выполняют расчеты по 2-й группе предельных состояний (расчеты на эксплуатационную пригодность);
- 2) конструируют конструкцию с соблюдением конструктивных требований.

Значения нормативных и расчетных сопротивлений материалов и их деформационных характеристик приводятся в СНиП для расчета соответствующих конструкций (2.03.01-84\* «Бетонные и железобетонные конструкции», П-22-81\* «Каменные и армокаменные конструкции», П-23-81\* «Стальные конструкции» и др.). В этих же нормативных документах приведены коэффициенты по их корректировке, в зависимости от некоторых факторов.

При проектировании специализированных зданий и сооружений или при ряде особых воздействий на конструкцию, следует рассматривать и ряд дополнительных норм и требований. Например, при кратковременных динамических воздействиях на железобетонные конструкции в СНиП 2.03.01-84\* «Бетонные и железобетонные конструкции» приведен коэффициент к сопротивлениям бетона, увеличивающий их на 10%, а при тех же воздействиях на убежища гражданской обороны сопротивления бетона должны быть увеличены на 20%.