

# **СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА**

# ЛИТЕРАТУРА

1. Дарков А.В., Шапошников Н.Н. Строительная механика.
2. Шакирзянов Р.А. Краткий курс лекций по строительной механике.
3. Анохин Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах. Ч. 1-2.
4. Киселев В.А. Строительная механика.
5. Саргсян А.Е., Дворянчиков Н.В., Джинчвелашвили Г.А. Строительная механика. Основы теории с примерами расчетов.

# Лекция 1

# ВВЕДЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬНУЮ МЕХАНИКУ

# 1. Предмет строительной механики

Единый объект, построенный (сооруженный) человеком, называется **сооружением**. Если говорим о внутреннем строении сооружения, его будем называть **системой**.

Сооружения должны быть удобными, прочными, устойчивыми и безопасными.

Вопросами расчета сооружений занимается наука **строительная механика**, которую часто называют **механикой сооружений**.

Строительная механика возникла сравнительно недавно, после выхода в свет в 1638 году сочинения великого итальянского ученого Галилео Галилея «Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки, относящихся к механике и местному движению ...».

Строительная механика является частью общей механики.

В XIX веке, после бурного начала строительства железных дорог, мостов, больших кораблей, плотин, различных промышленных сооружений, строительная механика стала самостоятельной наукой.

А в XX веке, в результате развития методов расчета и компьютерных технологий, строительная механика поднялась на современный высокий уровень.

**Строительная механика** – наука о принципах и методах расчета сооружений на прочность, жесткость и устойчивость.

Для правильного расчета сооружений следует правильно применять общие законы механики, основные соотношения, учитывающие механические свойства материала, условия взаимодействия элементов, частей и основания сооружения. На их основе формируется **математическая модель** сооружения в виде системы уравнений и ставится задача их решения.



Задачи строительной обычно механики решаются в линейной постановке. Но при больших деформациях или использовании неупругих материалов ставятся и решаются нелинейные задачи.

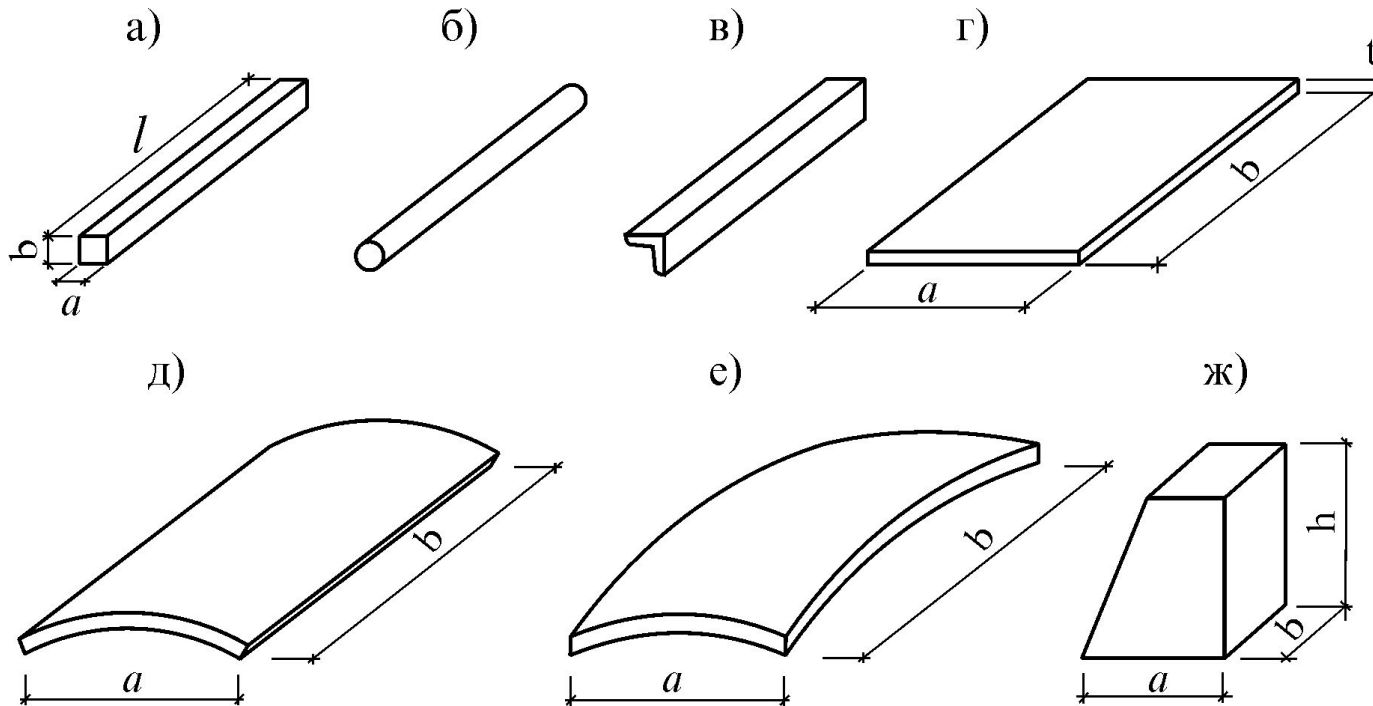
В строительной механике большое место занимают статические и динамические задачи. В статике внешняя нагрузка постоянна, элементы и части системы находятся в равновесии. В динамике рассматривается движение системы от динамических нагрузок.

Строительная механика быстро развивается. Ещё недавно, в первой половине XX века, для расчета сооружений использовались только простейшие математические модели. Но в 60-70 годы, когда начали широко внедряться компьютеры, стали применяться более сложные модели. Поэтому стало возможным проектирование и строительство сложных современных сооружений из новейших материалов.

## 2. Сооружения и их элементы

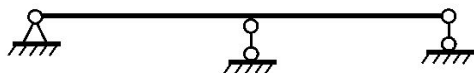
Сооружения весьма разнообразны. И поэтому они классифицируются по-разному. Например, только по назначению сооружения делятся на промышленные, общественные, жилищные, транспортные, гидротехнические, подземные, сельскохозяйственные, военные и др.

В сооружениях используются элементы разных типов – **стержни, плиты, массивные тела**:

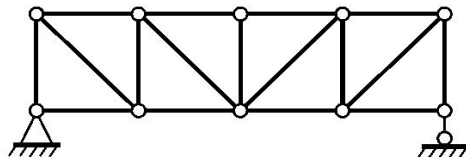


Простейшие сооружения, состоящие из таких элементов, можно подразделять на **стержневые сооружения**, **складчатые сооружения**, **оболочки** и **массивные сооружения**: подпорные стенки и каменные своды:

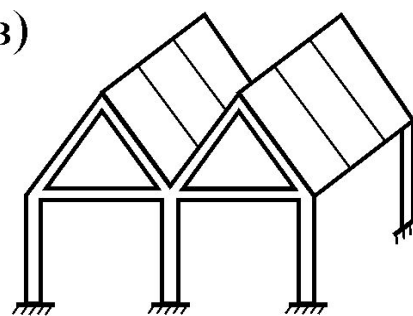
а)



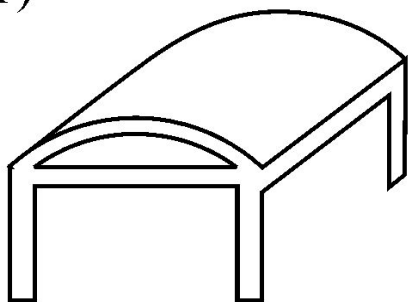
б)



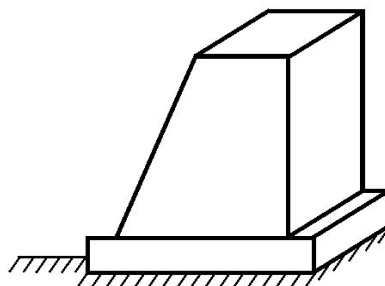
в)



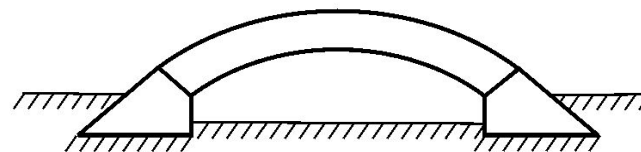
г)



д)



е)



Сейчас возводятся очень сложные сооружения. Например, часто встречаются сооружения, у которого основание массивное, средняя часть может состоять из колонн стержневого типа и плит, а верхняя часть – из плит или оболочек.

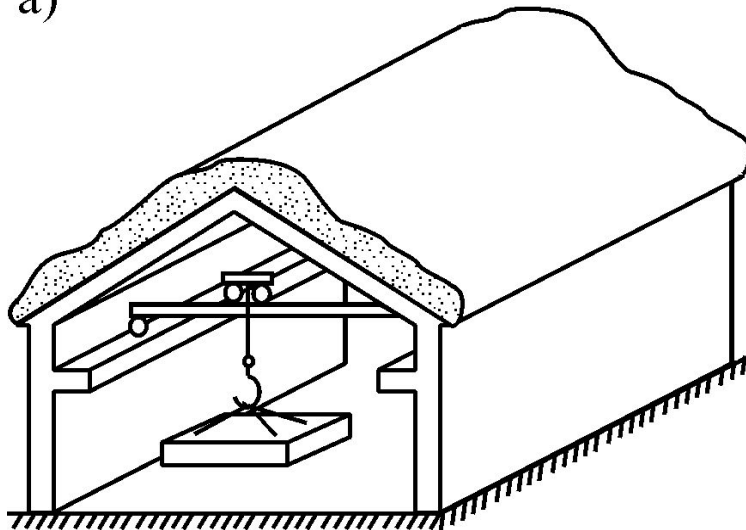


### 3. Расчетные схемы сооружений и их классификация

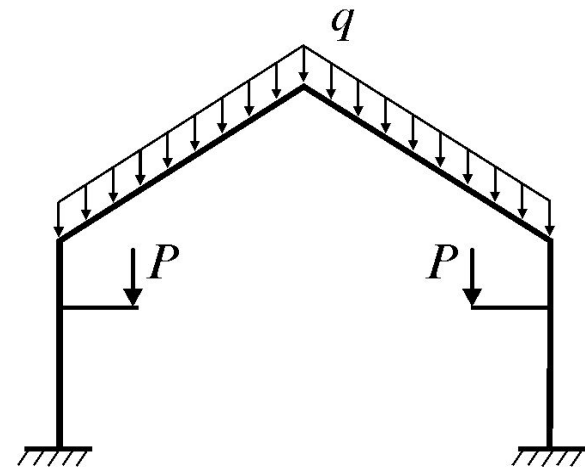
Все особенности сооружений учесть невозможно. Поэтому рассматривают их упрощенную модель, которая называется **расчетной схемой**.

Любое сооружение представляет собой пространственный объект. Действующая на него внешняя нагрузка также действует в пространстве. Значит, расчетную схему сооружения надо выбирать как пространственную. Однако такая схема приводит к сложной задаче составления и решения большого числа уравнений. Поэтому реальное сооружение часто приводится к плоской системе. Например:

а)



б)

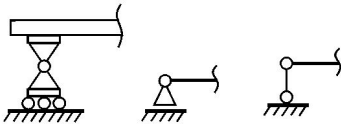
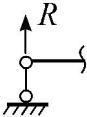
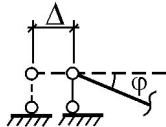
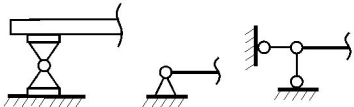
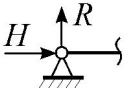
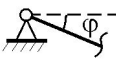
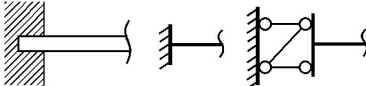
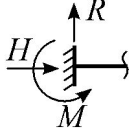

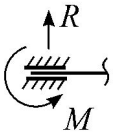
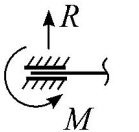
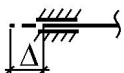
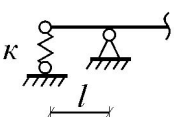
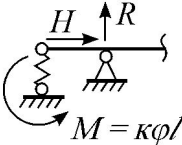
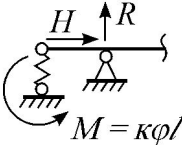
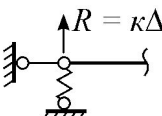
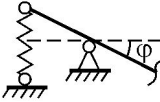
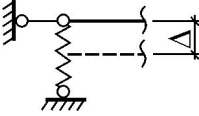


Переход от сооружения к его расчетной схеме является сложной и ответственной задачей. Правильная расчетная схема должна отражать основные особенности сооружения. Неправильный выбор расчетной схемы приводит к неправильным результатам.

Для одного и того же сооружения можно выбирать разные расчетные схемы. Выбор хорошей расчетной схемы приводит к экономии вычислений и вполне точным результатам.

Расчетные схемы сооружений можно классифицировать по-разному. Например, различают плоские и пространственные расчетные схемы, расчетные схемы по типу или способу соединения элементов, по направлению опорных реакций, по статическим и динамическим особенностям и т.д.

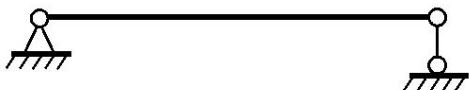
Сооружения опираются или закрепляются к основанию через опорные устройства. Взаимосвязь сооружения и основания в расчетных схемах учитывается с помощью специальных знаков – **опор**. В пространственных и плоских расчетных схемах используются различные типы опор. Например, в плоских системах встречаются следующие типы опор:

Тип опоры	Условное обозначение	Реакции	Перемещения
Шарнирная опора			 <p><math>\Delta</math> – перемещение; <math>\varphi</math> - угол поворота</p>
Шарнирно-неподвижная опора			
Заделка			 <p>Перемещений нет</p>
Ползун			
Упругая опора ( $\kappa$ - жесткость)	<p>a)</p>  <p>б)</p> 	 <p><math>M = \kappa\varphi l</math></p>  <p><math>R = \kappa\Delta</math></p>	 

# Типы простейших сооружений

**Балка** – изгибаемый брус. Бывают простая балка, консоль, консольная балка. Многопролетные балки бывают разрезные, неразрезные и составные.

а)



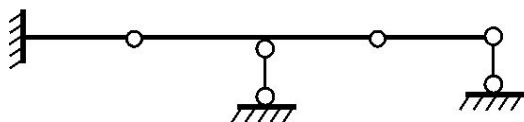
б)



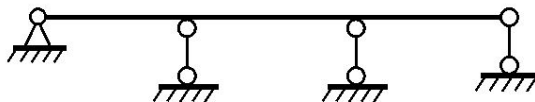
в)



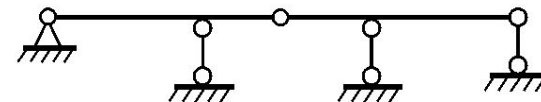
г)



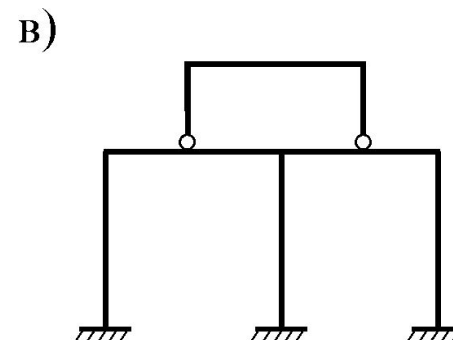
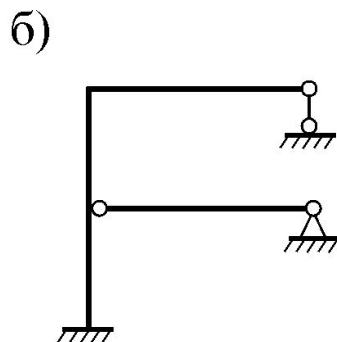
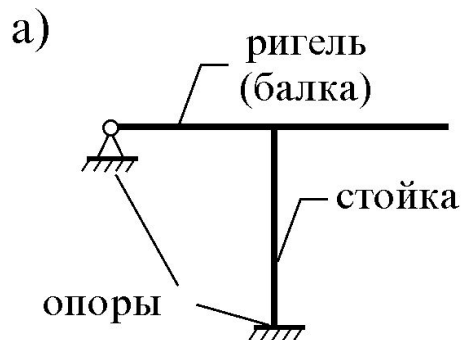
д)



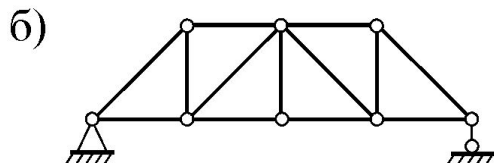
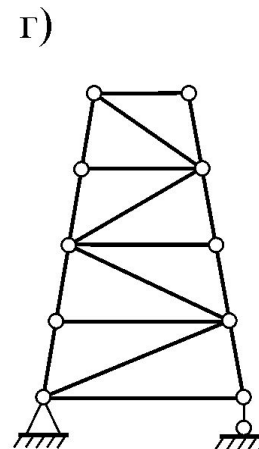
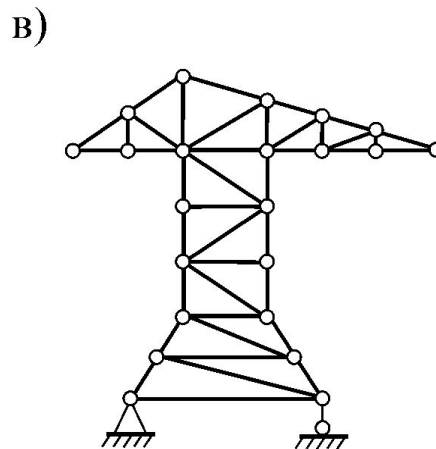
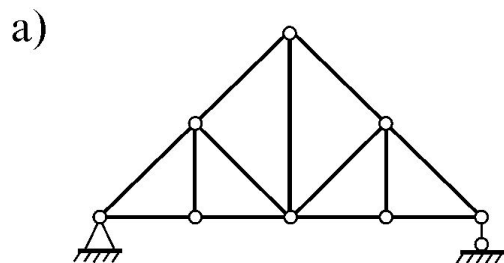
е)



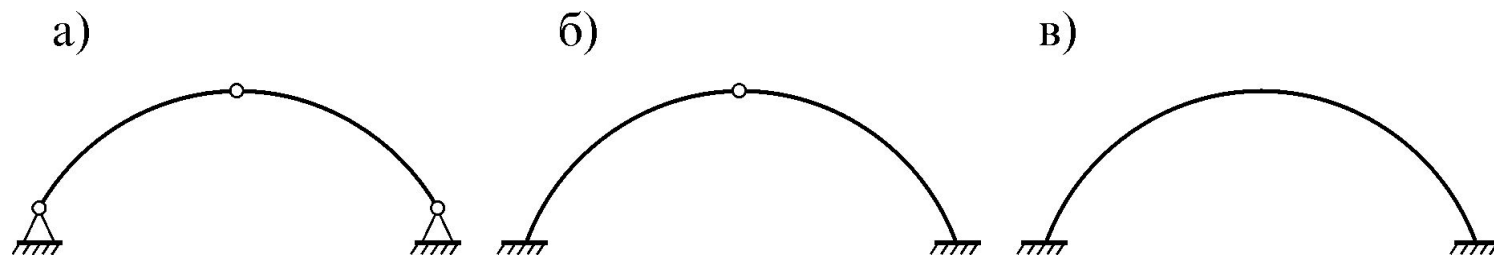
**Рама** – – система прямых (ломаных или кривых) стержней. Ее стержни могут соединяться жестко или через шарнир. Вот некоторые типы рам – **простая рама**, **составная рама**, **многоэтажная рама**:



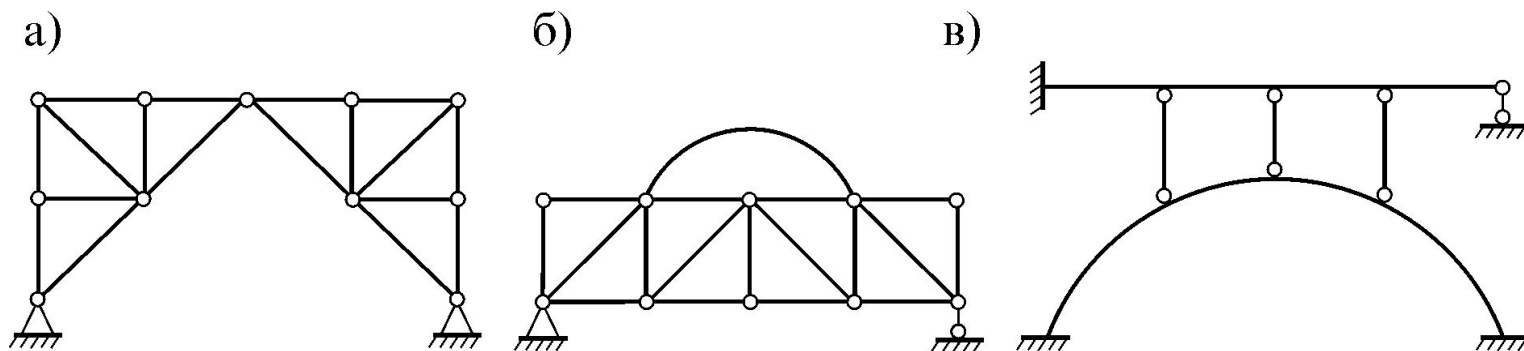
**Ферма** – система стержней, соединенных шарнирами. Типов ферм много. Например, бывают **стропильная ферма**, **мостовая ферма**, **крановая ферма**, **башенная ферма**:



**Арка** – система из кривых стержней. Некоторые типы арок – **трехшарнирная арка**, **одношарнирная арка**, **бесшарнирная арка**:



Существуют более сложные системы как комбинации простых систем. Они называются **комбинированными системами**. Например, имеются **арочные фермы**, **фермы с аркой**, **висячие системы**:



По статическим особенностям различают **статически определимые** и **статически неопределимые** системы.

## 4. Механические свойства материалов.

### Основные гипотезы

При малых нагрузках большинство материалов сооружений являются упругими и подчиняются закону Гука. При возрастании нагрузки этот закон перестает выполняться.

В нашем курсе рассмотрим только упругие материалы.

Примем некоторые **гипотезы**, позволяющие выбирать более простые расчетные модели, упрощать и уменьшать объем вычислений:

1. Материал сооружения является упругим.
2. Перемещения точек сооружения намного меньше его размеров.
3. Перемещения пропорциональны величине нагрузки.
4. Выполняется принцип суперпозиции (принцип независимости действия сил): результат воздействия нескольких сил равен сумме воздействий отдельных сил и не зависит от порядка приложения этих сил.

## 5. Внешние и внутренние силы. Деформации и перемещения

Внешние силы, действующие на сооружение называются **нагрузкой**. Также за нагрузку принимаются различные сочетания внешних сил, изменение температуры, осадки опор и т.д.

Нагрузки различают:

– **по способу** приложения. Объемная нагрузка действует во всех точках (собственный вес, инерционные силы и др.), поверхностная нагрузка распределена по поверхности (снег, ветер и др.).

– **по времени действия**. Постоянная нагрузка действует всегда и часто сохраняется в течение всей жизни сооружения (собственный вес), временная нагрузка действует только в определенный период или момент (снег, ветер).

– **по способу действия**. Например, есть статические, динамические, подвижные нагрузки.

Нагрузка, распределяясь между элементами сооружения, вызывает внутренние напряжения и деформации. В строительной механике определяются их обобщенные характеристики – внутренние усилия и перемещения. А напряжения и деформации определяются через них по известным формулам сопротивления материалов.