

# Расчёт строительных конструкций

- Расчетные модели сооружений
- (1)Р Расчеты следует выполнять с применением соответствующих расчетных моделей, сформированных с учетом особенностей сооружений и всех значимых параметров.
- (2) Принятые расчётные модели должны с достаточной точностью описывать поведение сооружений и соответствовать рассматриваемым предельным состояниям.
- (3)Р Расчетные модели должны соответствовать общепризнанной инженерной теории и практике. При необходимости, они могут обосновываться экспериментальными

# Критерии выбора модели

В общем, любая численная модель должна рассматриваться как идеализация.

Упрощенная модель должна учитывать важные факторы и пренебрегать менее значимыми факторами. Значимые факторы, которые могут повлиять на выбор численной модели, включают в себя:

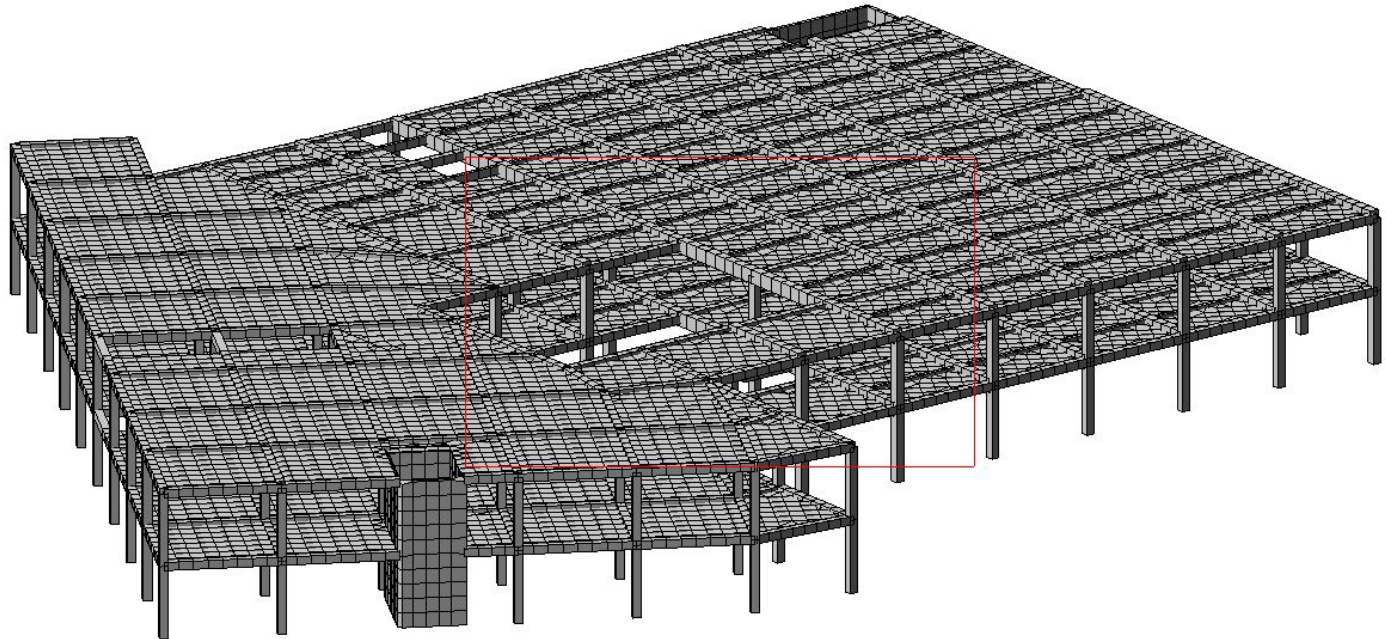
- геометрические свойства (структурная конфигурация, размеры, поперечные сечения, отклонения, дефекты и ожидаемые деформации);
- свойства материалов (прочность, базовые соотношения, зависимость
- натяжения от времени, пластичность, зависимость влажности от температуры);
- воздействия (прямые и не прямые, изменчивость во времени, пространстве, статические или динамические).

Подходящая численная модель должна быть выбрана на базе предыдущего опыта и знания поведения несущих систем.

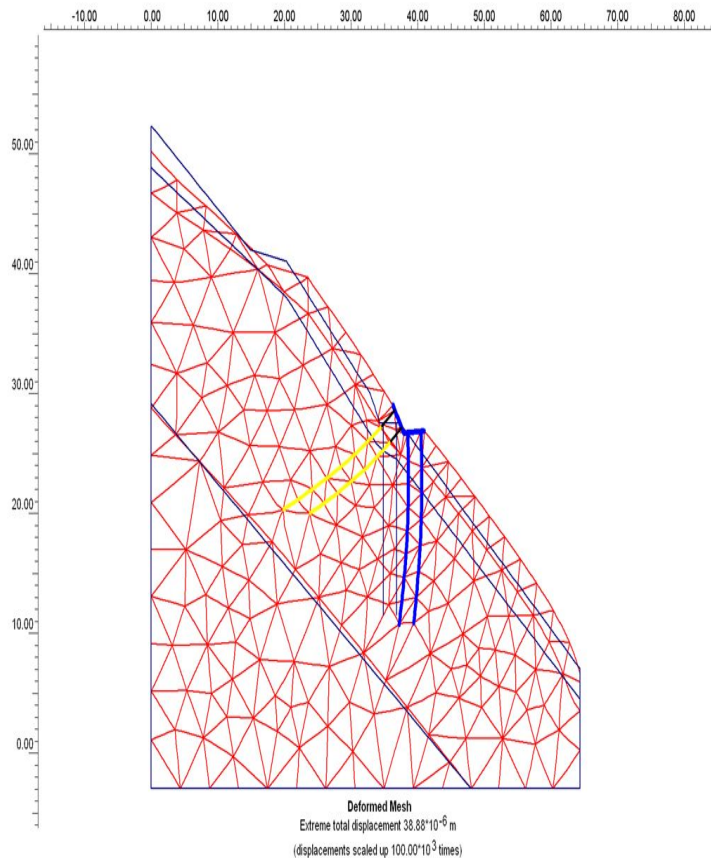
- Сложность модели также должна быть выбрана исходя из предполагаемого использования модели и соответствующих предельных состояний, типов результатов и предполагаемой реакции несущей системы.
- Для определения проблемных участков может быть использован простой глобальный анализ с эквивалентными свойствами, после чего может следовать детальное моделирование этих участков.

# Пример расчётной схемы

блок e.3d



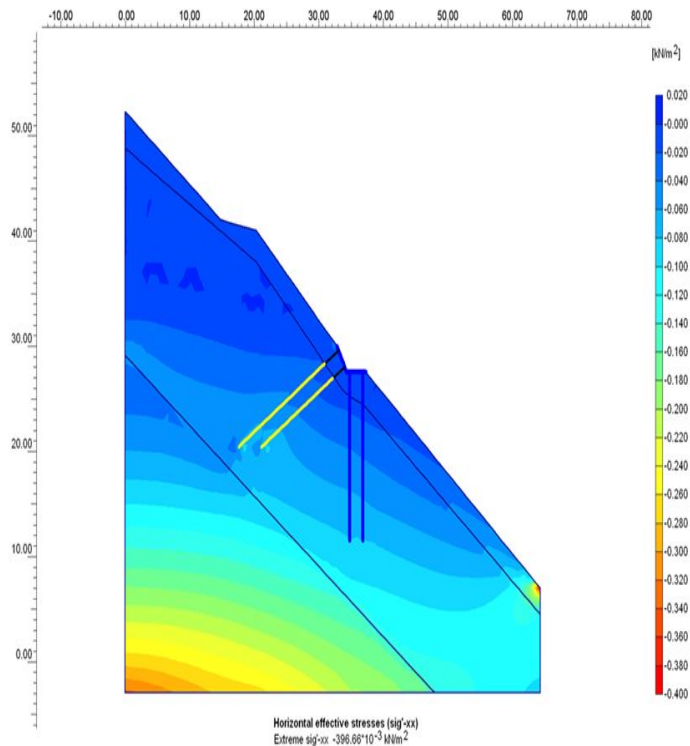
# Статические воздействия (Расчетные схемы)



**(1)Р Модели статических воздействий должны основываться на соответствующем образом выбранных зависимостях «нагрузка–деформация», характеризующих поведение элементов сооружения и их соединений, а также взаимодействие конструкций с основанием.**

**(2)Р Граничные условия в расчетной модели должны соответствовать фактическим условиям работы сооружения.**

# Статические воздействия (Расчетные схемы)



- (3)Р В тех случаях, когда перемещения и деформации сооружения существенно увеличивают эффекты внешнего воздействия, их следует учитывать при проверке критических предельных состояний.
- (4)Р Косвенные воздействия следует учитывать следующим образом:
  - – при линейно-упругом расчёте – непосредственно или как эквивалентную нагрузку (с применением, при необходимости, переходных коэффициентов);
  - – в нелинейном расчете – непосредственно, как приложенные деформации

# Важное замечание

- **Обращаем внимание проектировщиков на то, что граничные условия, применяемые к модели, так же важны, как и сама численная модель (статья 5.1.2(2)Р). Это особенно важно в случае сложного анализа элементов конструкции, и принятые граничные условия должны точно соответствовать реальным.**

# Динамические воздействия

(1)P Расчётная модель, используемая для определения эффектов воздействия, должна учитывать все значимые конструктивные элементы, их массы, жёсткости и характеристики демпфирования, а также все значимые неконструктивные элементы с их свойствами.

(2)P Граничные условия расчётной модели должны соответствовать граничным условиям сооружения.

(3) В тех случаях, когда динамические воздействия рассматриваются как квазистатические, они могут характеризоваться значениями статических воздействий или учитываться посредством коэффициентов динамичности, применяемых к эффектам их статического действия.

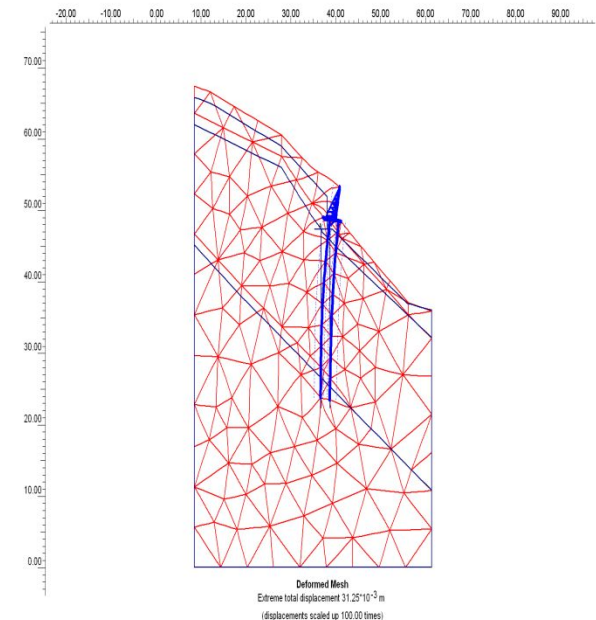
**ПРИМЕЧАНИЕ** Для определения коэффициентов динамичности могут потребоваться данные о частотах

# Динамические воздействия

(4) В случае взаимодействия сооружения с основанием, грунт основания допускается моделировать посредством соответствующих упругих элементов и демпферов.

Вклад грунта также должен быть смоделирован, например введением эквивалентных пружин и амортизаторов.

Грунт также может быть смоделирован с помощью дискретной модели





# Динамические воздействия

В определённых случаях (например, при колебаниях, вызванных ветровыми нагрузками и сейсмическими воздействиями) динамические расчеты допускаются производить на основании модального анализа, в предположении о линейной работе материала и недеформированной схемы сооружения.

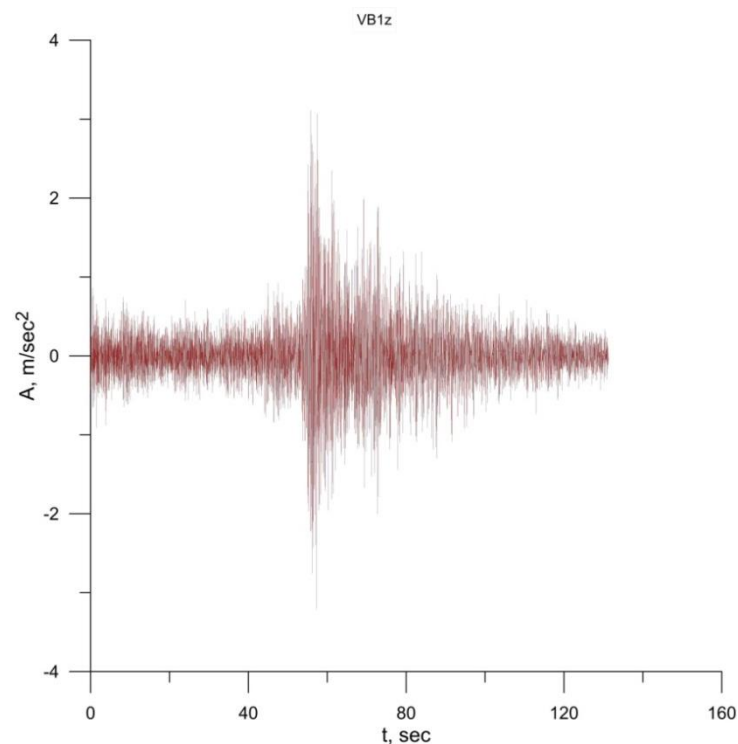
Для сооружений с правильной геометрической формой и равномерным распределением масс и жёсткостей, для которых существенна реакция только по основному тону колебаний, модальный анализ может быть заменён расчётом на эквивалентные статические нагрузки.

Динамические воздействия, в соответствующих случаях, могут быть также заданы в виде функции времени или в частотной области, а реакции сооружения определены надлежащими методами.

# Динамические воздействия

Если динамические воздействия вызывают колебания, которые по своей амплитуде или частоте могут превышать пределы эксплуатационной пригодности, следует выполнить проверку предельного состояния по эксплуатационной пригодности.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Указания по проведению таких расчётов содержатся в Приложении А и EN 1992 – EN 1999.



# Противопожарные проектные мероприятия

- (1)Р При проектировании сооружений необходимо учитывать:
  - сценарии распространения пожара (см. EN 1991-1-2);
  - моделировать температурные воздействия на конструкции в пределах сооружения;
  - применять соответствующие модели механических свойств конструкций при повышенной температуре.
- (2) Проверка соответствия сооружения требованиям по противопожарной защите должна осуществляться на основании общего расчёта сооружения целом, а также расчётов его отдельных конструкций и их элементов с применением табличных или опытных данных.
- (3) Поведение сооружения при пожаре следует оценивать с учетом:
  - номинальных воздействий при пожаре;
  - моделируемых огневых воздействий, учитываемых совместно с сопутствующими воздействиями.
- ПРИМЕЧАНИЕ См. также EN 1991-1-2.

**(4) Поведение сооружений при повышенных температурах должно оцениваться в соответствии с EN 1992 – EN 1996 и EN 1999, содержащих модели температурных воздействий и модели конструкций, необходимые для выполнения соответствующего расчета.**

**(5) В зависимости от вида материала и метода расчета:**

- модели температурных воздействий могут основываться на допущениях об однородном или неоднородном распределении температуры по сечению и вдоль конструктивных элементов;**
- модели конструкций могут составляться для расчетов отдельных элементов или для расчетов, выполняемых с учетом взаимодействия элементов при пожаре.**

**(6) При расчетах на повышенные температурные воздействия следует использовать нелинейные модели механического поведения конструктивных элементов.**

# Использование результатов испытаний при проектировании

Еврокод допускает систему, основанную на комбинации результатов испытаний и численного моделирования для зданий и инженерных сооружений, дает указания для планирования и оценки тестов, которые должны быть проведены вместе с проектированием, а также на количество тестов, достаточное для статистической значимости результатов.

Проектирование, усиленное тестированием, - процедура использования физического тестирования (например, моделей, прототипов или непосредственно строящегося объекта) для получения параметров проектирования.

Подобные процедуры могут быть использованы для тех случаев, где правила вычисления или свойства материалов, данные в Еврокодах, рассматриваются недостаточными или если важен наиболее экономичный результат.

Основные условия для использования проектирования, усиленного тестированием, даны в статье 5.2(2)P. Тесты должны быть продуманы и поставлены так, что испытываемая структура имеет такой же уровень надежности, как и планируемое сооружение; должны быть учтены все предельные состояния и прочие рекомендации, описанные в Еврокодах.