

#### Типы конечных элементов

- стержневые (как стандартных, так и произвольных поперечных сечений);
- пластинчатые (оболочечные): треугольные и четырёхугольные;
- объёмные твердотельные: изопараметрические первого порядка (4-, 6- и 8-ми узловые) и высших порядков (10- и 20-тиузловые);
- гибкие элементы (канаты);
- специальные элементы: упругие связи, упругие опоры, контактные элементы, сосредоточенные массы и моменты инерции и т.д.

#### Нагрузки и воздействия

- сосредоточенные силы и моменты;
- распределённые нагрузки по длине, площади и объёму, в том числе гравитационные;
- нагрузки, заданные линейным и/или угловым перемещением;
- снеговые, ветровые и сейсмические (по СП), с учетом распределённых и сосредоточенных масс, линейных и вращательных степеней свободы;
- гидростатическое давление жидкости;
- расчётные сочетания нагрузок (РСН);
- расчётные сочетания усилий (РСУ);
- температурные градиенты;
- инерционные (линейное, угловое ускорение);
- параметры теплообмена и излучения.

#### Линейные решения

- статический расчёт (расчёт напряженно-деформированного состояния (НДС));
- расчёт коэффициентов запаса и форм потери устойчивости;

- расчёт температурных полей для стационарного и нестационарного режимов теплопередачи и теплообмена;
- расчёт термоупругости;
- расчёт усталостной прочности при периодическом и случайном характере нагружений;
- моделирование обдува зданий и сооружений с целью получения реального распределения ветрового давления и скорости потока.

#### Нелинейные решения

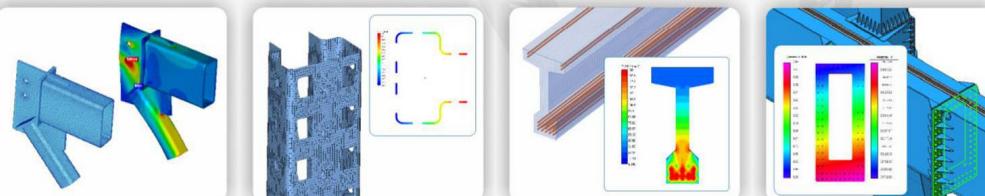
- расчёт НДС с учетом геометрической, физической и общей нелинейности;
- расчёт НДС при контактном взаимодействии;
- расчёт НДС моделей конструкций, содержащих односторонние опоры и канаты.

#### Динамический анализ

- определение частот и форм собственных колебаний, в том числе с предварительным нагружением;
- расчёт моделей конструкций с учетом пульсационной составляющей ветровой нагрузки;
- расчет сейсмических воздействий с заданием исходных данных по СП или спектром ответа;
- расчёт вынужденных колебаний: исследование поведения системы при заданном законе изменения вынуждающей нагрузки от времени (с анимацией процесса);
- прогнозирование параметров трещиностойкости при переменных режимах нагрузки.

**Типы материалов:** изотропные, ортотропные, анизотропные, композиционные, многослойные.

#### Анализ ответственных узлов



#### Сертификация

Система APM Civil Engineering имеет сертификат Центра сертификации программной продукции в строительстве (ООО ЦСПС), а расчетное ядро – модуль APM Structure3D – Аттестационный паспорт Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (РОСТЕХНАДЗОР).

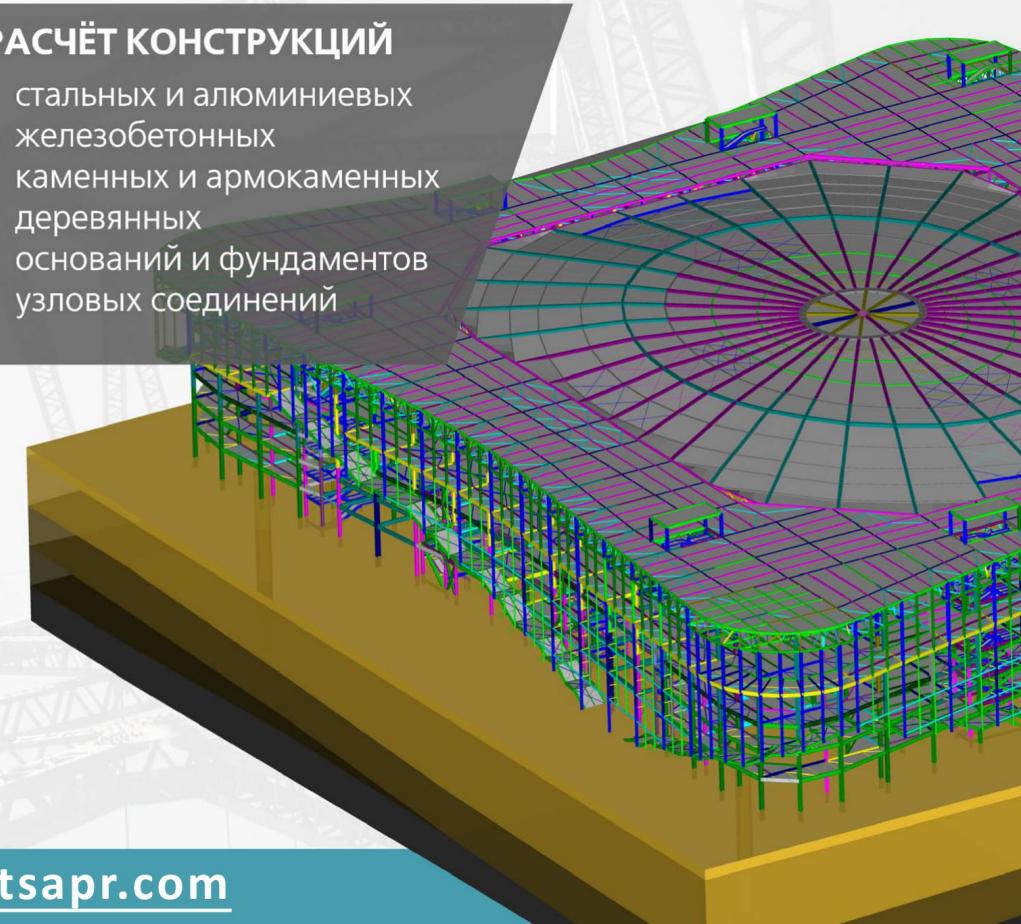


APM Civil Engineering

## ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

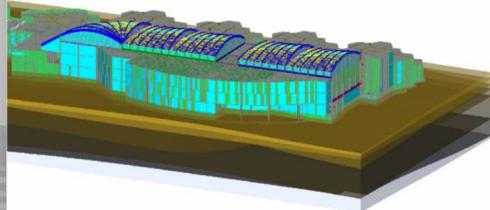
### РАСЧЁТ КОНСТРУКЦИЙ

- стальных и алюминиевых
- железобетонных
- каменных и армокаменных
- деревянных
- оснований и фундаментов
- узловых соединений



## Профессиональные решения в строительстве

APM Civil Engineering – САЕ-система автоматизированного проектирования строительных конструкций, разработанная с учетом современных достижений в области численных методов, программирования, механики деформируемого твердого тела, теплового анализа, механики жидкости и газа и методик, изложенных в действующих нормативных документах. Благодаря этому программный продукт позволяет решать сложные инженерные и научно-исследовательские задачи.



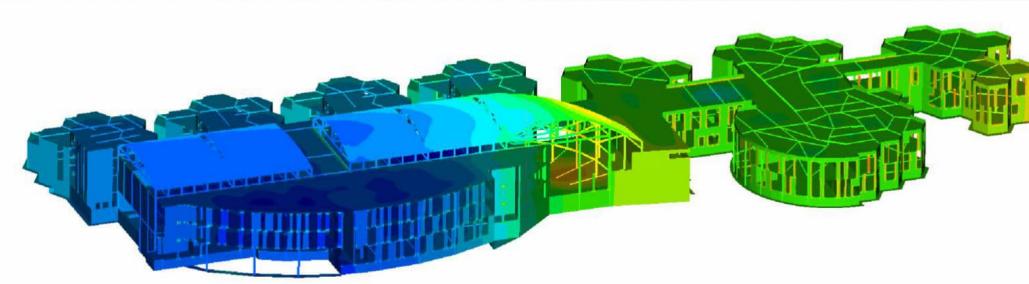
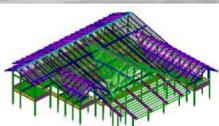
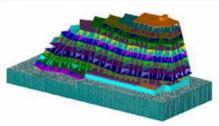
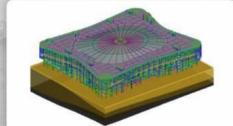
### Основные решаемые задачи



Программный продукт APM Civil Engineering позволяет решать обширный круг задач в соответствии с действующими нормативными документами:

- выполнять проектировочные и проверочные расчёты прочности и устойчивости стальных и алюминиевых конструктивных элементов;
- определять параметры продольного и поперечного армирования стержневых и оболочечных элементов моделей железобетонных конструкций, отвечающих требованиям прочности и трещиностойкости;

- рассчитывать модели каменных конструкций, учитывая специфику данного материала;
- рассчитывать параметры болтовых, заклёпочных и сварных узловых соединений;
- определять деформации и несущую способность оснований зданий и сооружений;
- выполнять проектировочные и проверочные расчёты фундаментов различного типа: столбчатых, ленточных, свайных и фундаментных плит;
- проектировать и рассчитывать деревянные конструкции, включая подбор металлических зубчатых пластины и нагелей с получением схемы распиловки и раскроя всех элементов конструкции.



### Состав



Система APM Civil Engineering включает:

- базовое расчётное ядро – модуль конечно-элементного анализа APM Structure3D;
- модуль расчёта болтовых, сварных и заклёпочных соединений APM Joint;
- базы данных (ГОСТ, ТУ, ОСТ и СТО) и систему управления базами данных (СУБД);

- инструменты для генерации конечно-элементной сетки с постоянным или переменным шагом с возможностью интерактивного изменения параметров разбиения;
- единую чертежно-графическую среду;
- средства импорта геометрии модели из сторонних графических редакторов с помощью форматов STEP, SAT, DXF и IFC.

## Расчёты строительных конструкций



### Конструкции металлические

- подготовка расчётной 3D-модели с использованием специализированных инструментов построения и задания нагрузок (как механических, так и температурных) и кинематических граничных условий;
- анализ напряжённо-деформированного состояния (НДС) конструкций зданий и сооружений в целом и отдельных узловых соединений на основании результатов расчёта комбинаций внешних нагрузок или расчётных сочетаний усилий (РСУ);
- проверка несущей способности конструктивных элементов по классической теории прочности и устойчивости и/или в соответствии с нормативными документами с визуализацией распределения значений коэффициентов использования сечений по различным критериям;
- расчёт и проектирование болтовых, заклёпочных и сварных соединений.



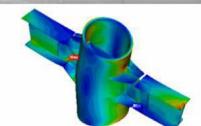
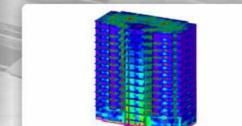
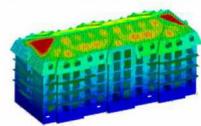
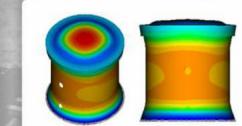
### Конструкции железобетонные

- анализ НДС на основании результатов расчёта главных растягивающих напряжений, перемещений и т.д.;
- проектировочные и проверочные расчёты армирования железобетонных конструктивных элементов, смоделированных стержнями и оболочками, для наиболее неблагоприятного сочетания внешних нагрузок, в соответствии с требованиями нормативных документов;
- качественный и количественный анализ результатов подбора или проверки армирования железобетонных конструкций с помощью визуализации значений интенсивности армирования, коэффициентов использования заданной арматуры и т.п.



### Конструкции деревянные

- использование при проектировании распространённых типовых схем строильных ферм;
- расчёт прочности и устойчивости элементов деревянных конструкций с учётом требований нормативных документов;
- автоматизированный подбор металлических зубчатых пластин различных производителей (МЗП) и нагельных соединений;
- итоговая ведомость расхода пиломатериалов и элементов соединения;
- автоматический отчет со схемами установки МЗП и нагелей, картами распиловки элементов и раскроя заготовок.



### Основания и фундаменты



APM Civil Engineering позволяет рассчитать столбчатые, ленточные, плитные и свайные фундаменты. Расчет НДС оснований проводится с учетом нелинейной твердотельной модели грунта. При расчёте системы «основание-фундамент-сооружение» под действием заданных внешних воздействий можно учесть данные об инженерно-геологических изысканиях площадки строительства.

Для этого предусмотрено:

- задание параметров инженерно-геологических элементов (ИГЭ) в соответствии с имеющимися данными об изысканиях или согласно действующим нормативным документам;
- задание местоположения и геологического разреза скважины;
- построение 3D-карты напластования грунта.