

акад. РААСН, проф., д.т.н. *Белостоцкий А.М.*

**Компьютерное моделирование
уникальных и особо ответственных
объектов строительства
на всех стадиях их жизненного цикла**

«ДЕНЬ НИУ МГСУ»
Международная выставка – форум «Россия»
Москва, 09.03.2024 года

Опыт (судебных) строительно-технических экспертиз

В рамках строительно-технических экспертиз выполнен анализ причин локальных разрушений и прогрессирующего обрушения конструкций покрытия ряда большепролетных зданий



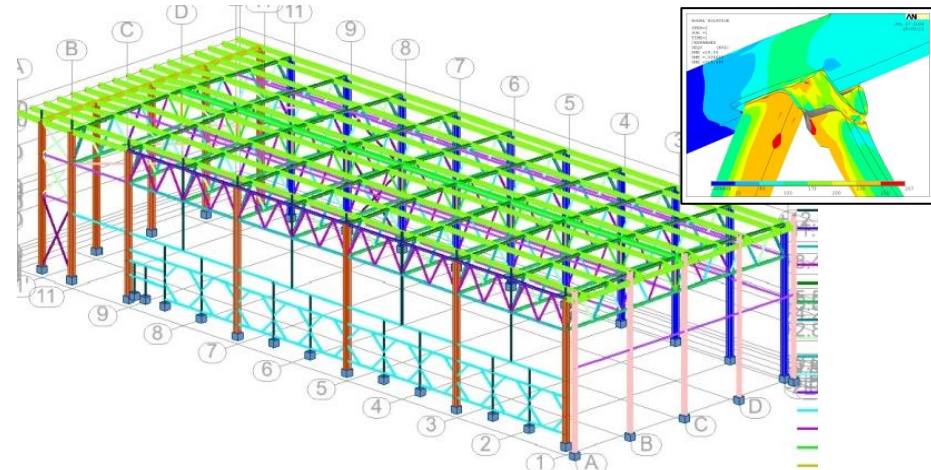
СОК «Трансвааль парк» (2004 г.)



Басманный рынок (2006 г.)



Крытый конькобежный центр «Крылатское»

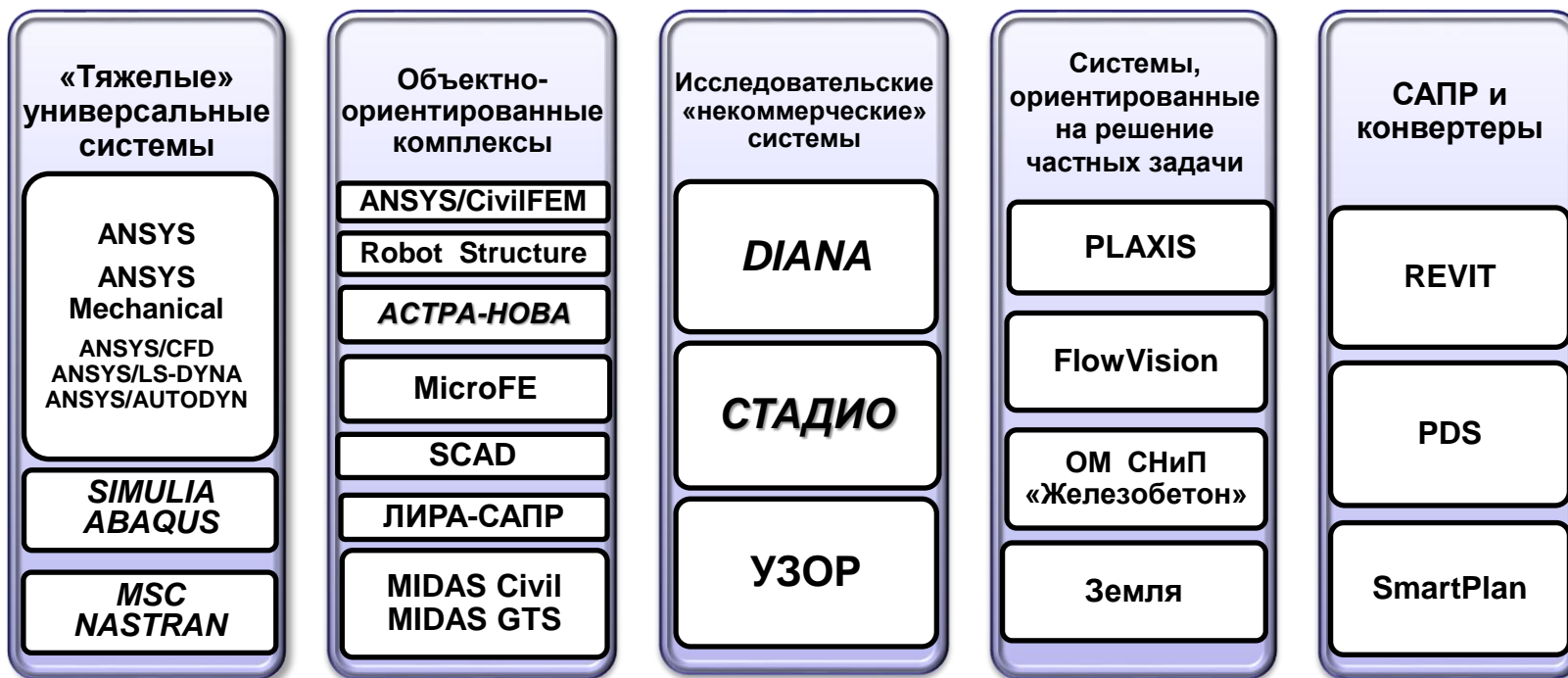


Производственный цех (Подмосковье)

Основные выводы экспертиз и усвоенные уроки

- 1. «Человеческий фактор(ище)» - необходимость подготовки нового поколения расчетчиков-исследователей уникальных сооружений.** Сегодня – в значительной части реализован(уется) силами **НИУ МГСУ** и ряда партнеров
- 2. Альтернативные независимые расчетные исследования** (сейчас – нормативно прописанная часть НТС)
- 3. Из «подробностей» – моделирование нагрузок/воздействий, уточненный трехмерный нелинейный анализ конструктивных узлов, расчеты на прогрессирующее обрушение,...** Ок, почти!
- 4. Разработка и реализация внятной и основанной на подробной экспертизе верификации/валидации программных комплексов** (реализовано в системе РААСН с 2007 г., 6 ПК прошли)
- 5. Мониторинг конструкций для стадий строительства и эксплуатации** (в стадии осмысления и частичной реализации)

Программные комплексы расчета нагрузок и воздействий, НДС, прочности и устойчивости конструкций, зданий и сооружений



Знаковые объекты/задачи последних лет

Разработка, верификация и апробация параметризуемой объемной конечноэлементной модели системы **«основание – водохранилище – плотина – здание станции Саяно-Шушенской ГЭС»**



Численное моделирование системы „**основание – комплекс сооружений на территории ЛФВЭ ОИЯИ (NICA)**“, с учетом геологических и гидрогеологических условий.



НТС проектирования Мега-сайенс Объекта: **«Сибирский кольцевой источник фотонов» (СКИФ) в г. Новосибирск».**



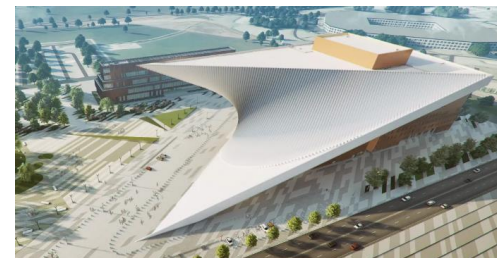
НТС проектирования и строительства **Петербургского спортивно-концертного комплекса** (г. Санкт-Петербург)



НТС проектирования Объекта: **«Театр оперы и балета»**
(г. Севастополь)



НТС проектирования Объекта: **«Театр оперы и балета»**
(г. Калининград)



НТС проектирования Объекта: **«МиТОК»**
(г. Кемерово)



НТС проектирования, включая комплексные
аэродинамические исследования, для Объекта —
«Серфинг-парк „Волна“»



Знаковые объекты последних лет

Комплексное НТС на стадиях проектирования и строительства Объекта: **«Технопарк ПАО Сбербанк» в инновационном центре «Сколково».**



Расчетные исследования НДС, прочности и устойчивости несущих конструкций многофункционального **высотного (404 м) жилого комплекса** на территории **ММДЦ «Москва-Сити» («One Tower»)**



Техническое обследование и расчетные исследования фактического состояния железобетонных конструкций...**Башни «Эволюция» ММДЦ «Москва-Сити»** и выдача заключения по их несущей способности

Расчетное обоснование наиболее ответственных, тяжело нагруженных и сложно решенных трубобетонных конструктивных узлов и сопряжений конструкций Объекта: **«Многофункциональный жилой комплекс с на территории Бадаевского пивоваренного завода, (Москва, Кутузовский проспект, ...)**



Знаковые объекты последних лет

Разработка, верификация и апробация параметризуемой объемной конечноэлементной модели системы **«основание – водохранилище – плотина – здание станции Саяно-Шушенской ГЭС»**



Численное моделирование системы **„основание – комплекс сооружений на территории ЛФВЭ ОИЯИ (NICA)“**, с учетом геологических и гидрогеологических условий.



НТС проектирования Мега-сайенс Объекта: **«Сибирский кольцевой источник фотонов» (СКИФ) в г. Новосибирск»**.



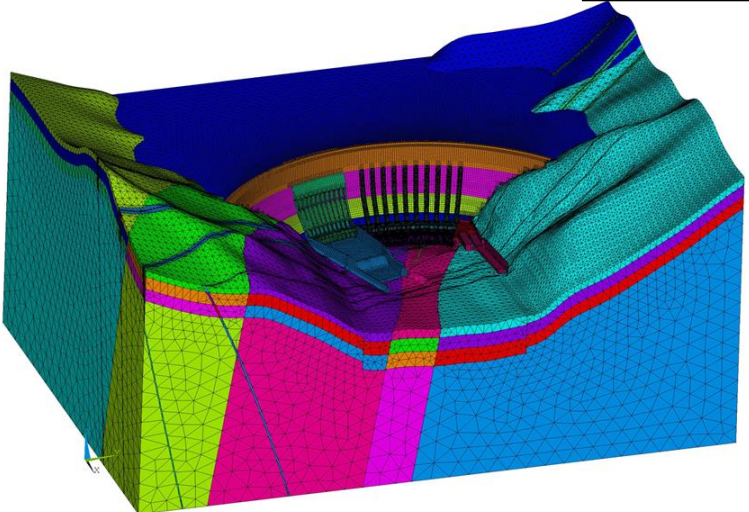
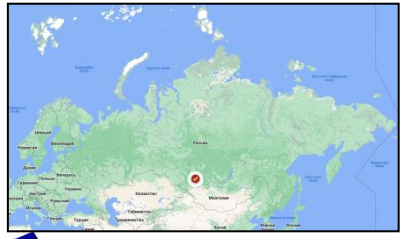
НТС проектирования и строительства **Петербургского спортивно-концертного комплекса** (г. Санкт-Петербург)



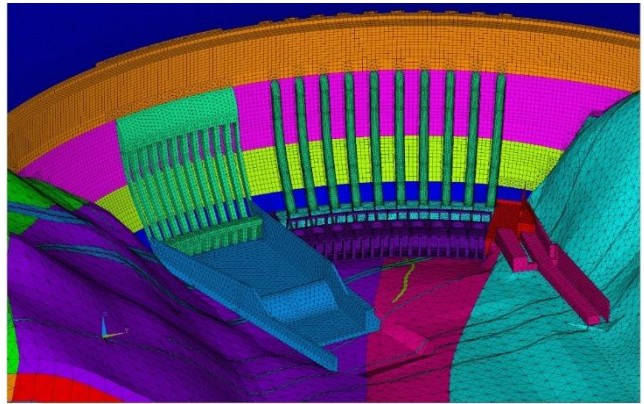
Разработка, верификация и апробация параметризуемой объемной конечноэлементной модели системы «основание – водохранилище – плотина – здание станции Саяно-Шушенской ГЭС»



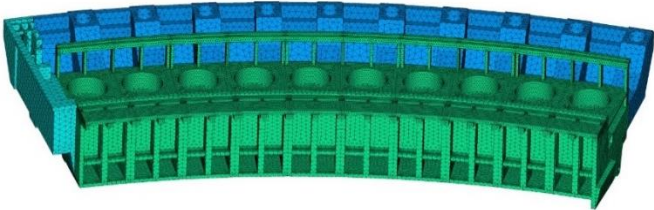
Гидроузел СШГЭС им. П.С. Непорожного



КЭ-модель системы «основание – водохранилище – плотина – здание станции»



Фрагмент КЭ-модели плотины системы «основание – водохранилище –»

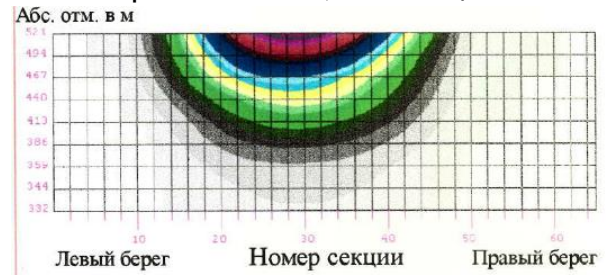


КЭ-модель здания станции

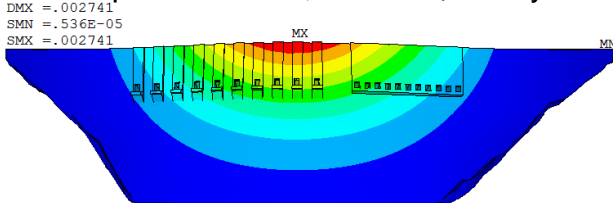


КЭ-модель агрегатного блока

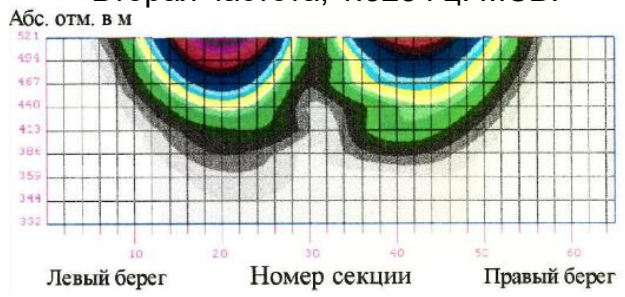
Первая частота, 1.236 Гц. МСВ.



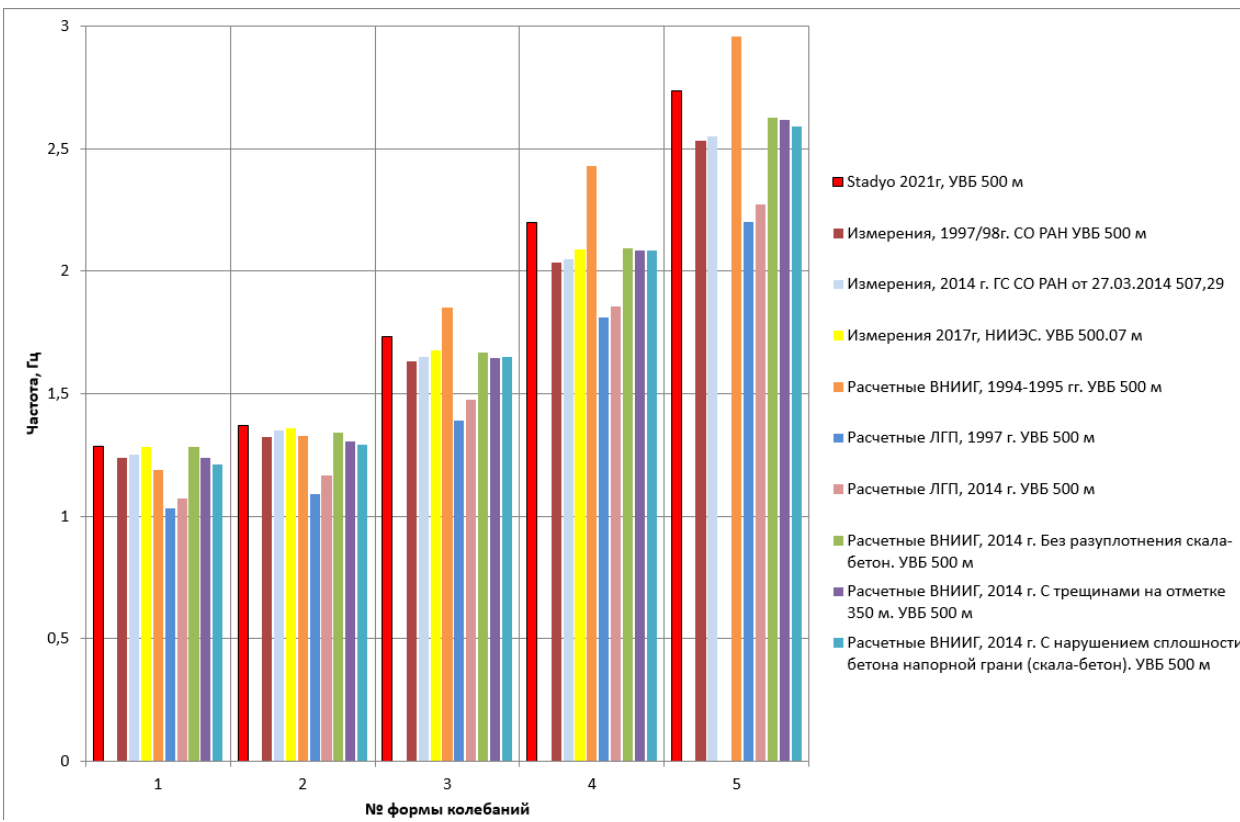
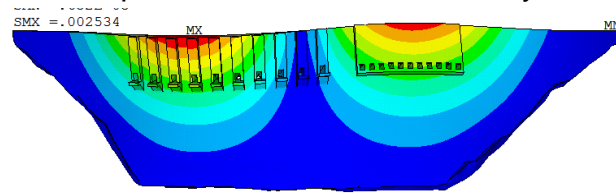
Первая частота, 1.286 Гц. Stadyo.



Вторая частота, 1.325 Гц. МСВ.

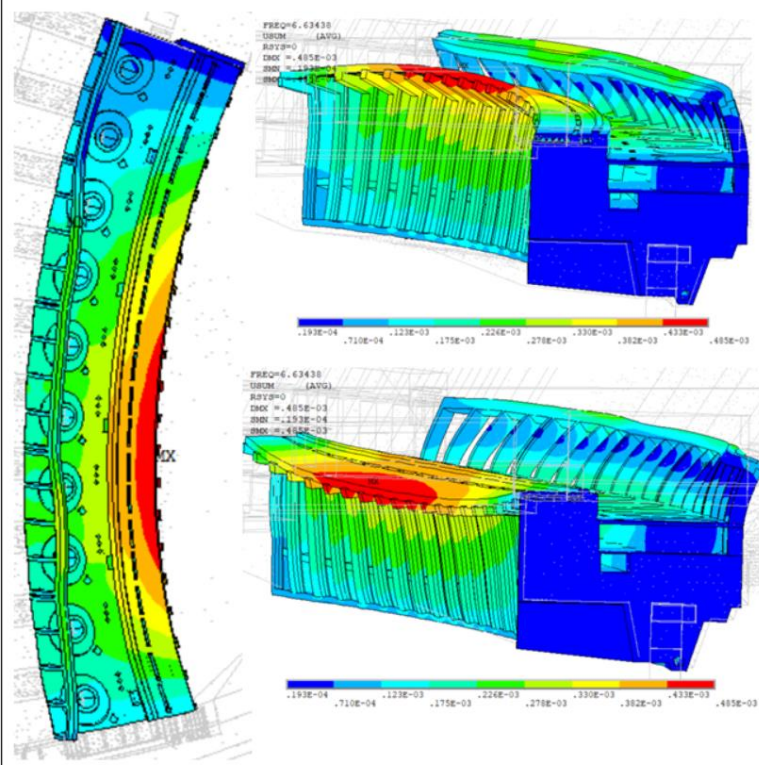


Вторая частота, 1.374 Гц. Stadyo.



Сопоставление расчетных и натуральных собственных частот/форм системы, Гц. УВБ: 500 м

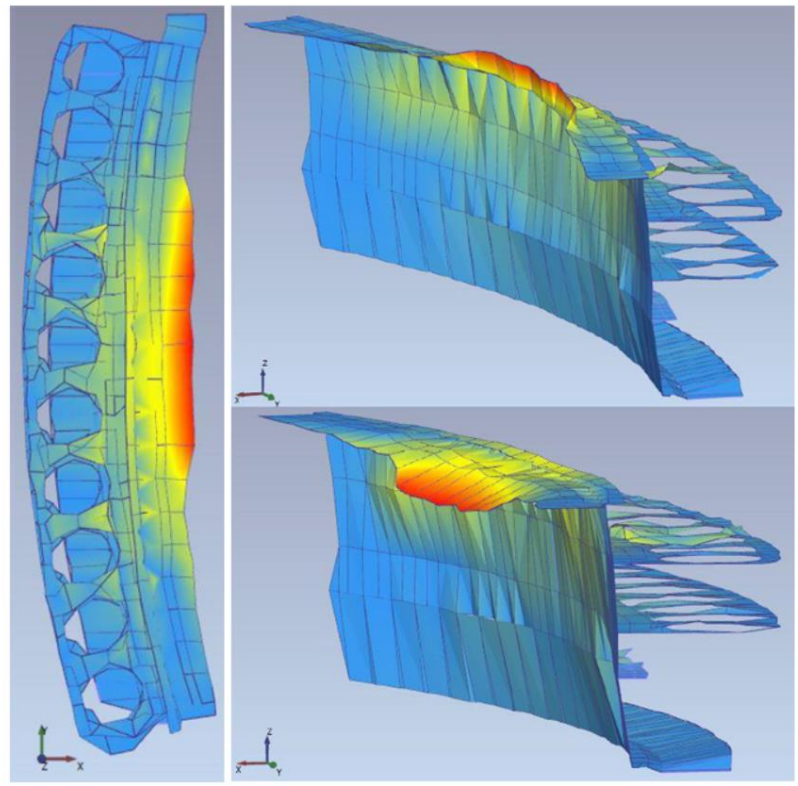
ЗАО НИЦ СтанДПО
(ПК ANSYS)



$f = 6.634 \text{ Гц}$

ВНИИГ

(инструментальное определение собственных частот) 2020 г.



$f = 6.7 \text{ Гц}$

Сопоставление расчетных и измеренных динамических характеристик здания ГЭС

Знаковые объекты последних лет

Разработка, верификация и апробация параметризуемой объемной конечноэлементной модели системы **«основание – водохранилище – плотина – здание станции Саяно-Шушенской ГЭС»**



Численное моделирование системы „**основание – комплекс сооружений на территории ЛФВЭ ОИЯИ (NICA)**“, с учетом геологических и гидрогеологических условий.



НТС проектирования Мега-сайенс Объекта: **«Сибирский кольцевой источник фотонов» (СКИФ) в г. Новосибирск».**



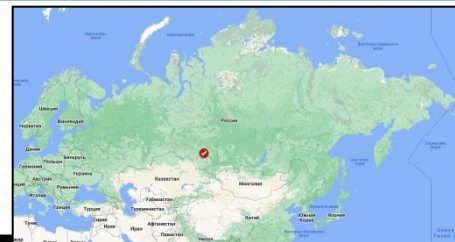
НТС проектирования и строительства **Петербургского спортивно-концертного комплекса** (г. Санкт-Петербург)



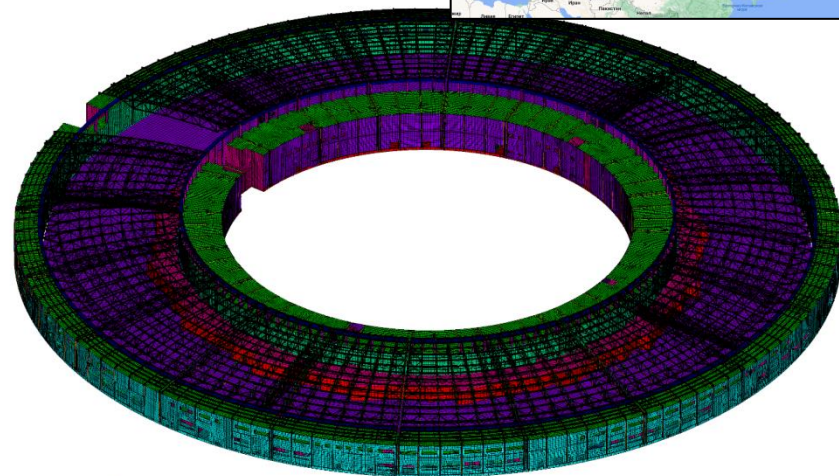
НТС строительства и проектирования Объекта: «Сибирский кольцевой источник фотонов» (СКИФ) в г. Новосибирск».



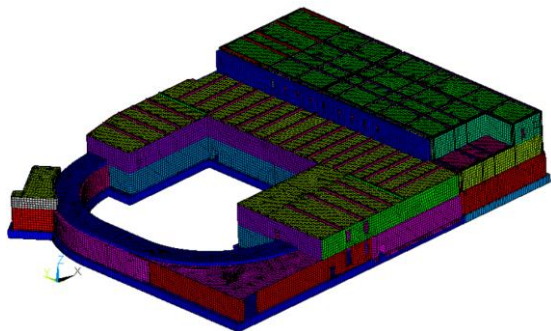
Комплекс сооружений ЦПК «СКИФ»



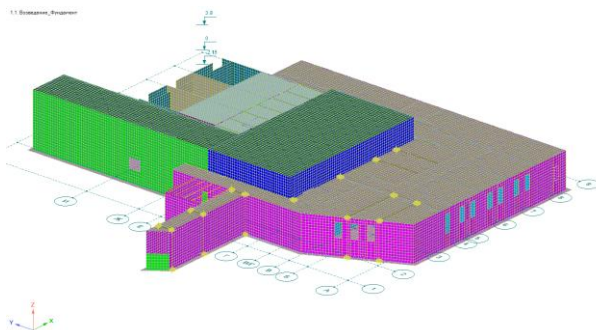
ELEMENTS
SSC: 100M



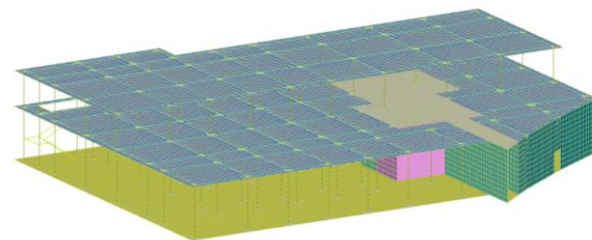
КЭ-модель накопителя



КЭ-модель инжектора



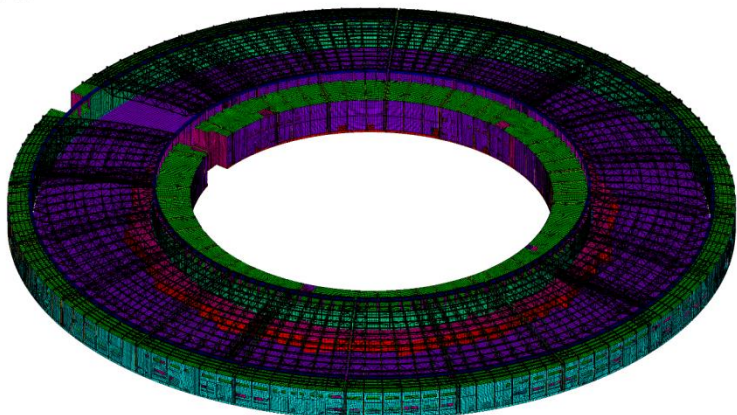
КЭ-модель экспериментальной станции 1-3



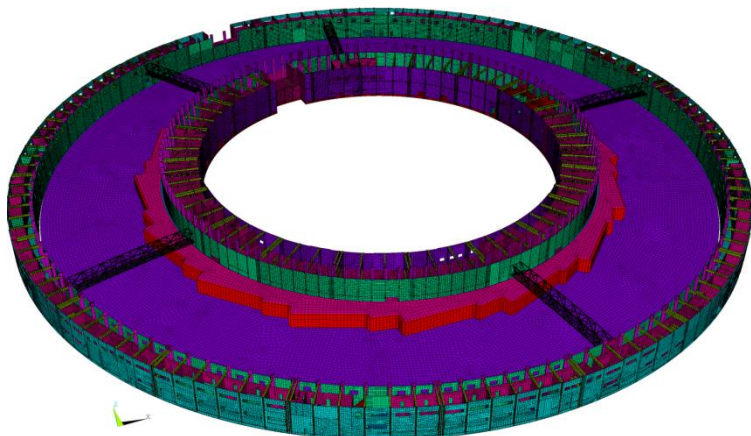
КЭ-модель экспериментальной станции 1-5

НТС строительства и проектирования Объекта: «Сибирский кольцевой источник фотонов» (СКИФ) в г. Новосибирск».

ELEMENTS
SEC: 3000

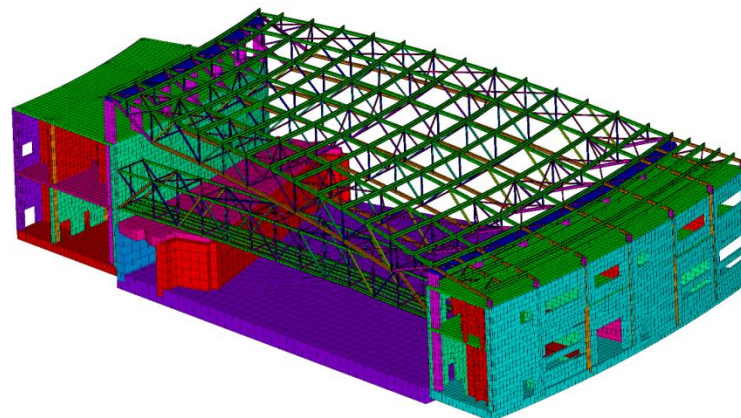


КЭ-модель накопителя

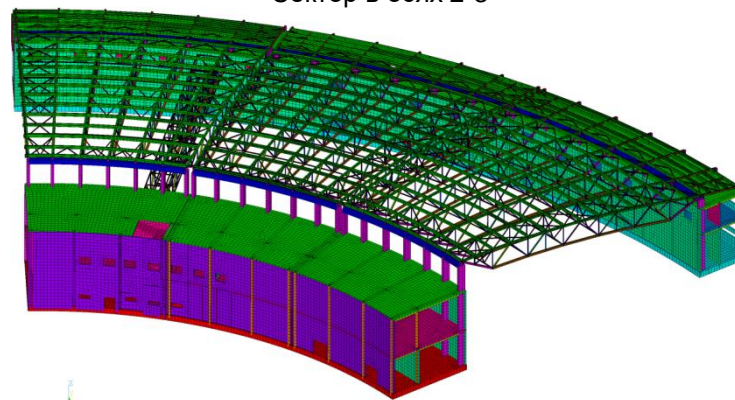


КЭ-модель накопителя
(отключено отображение покрытия)

ELEMENTS
SEC: 1000

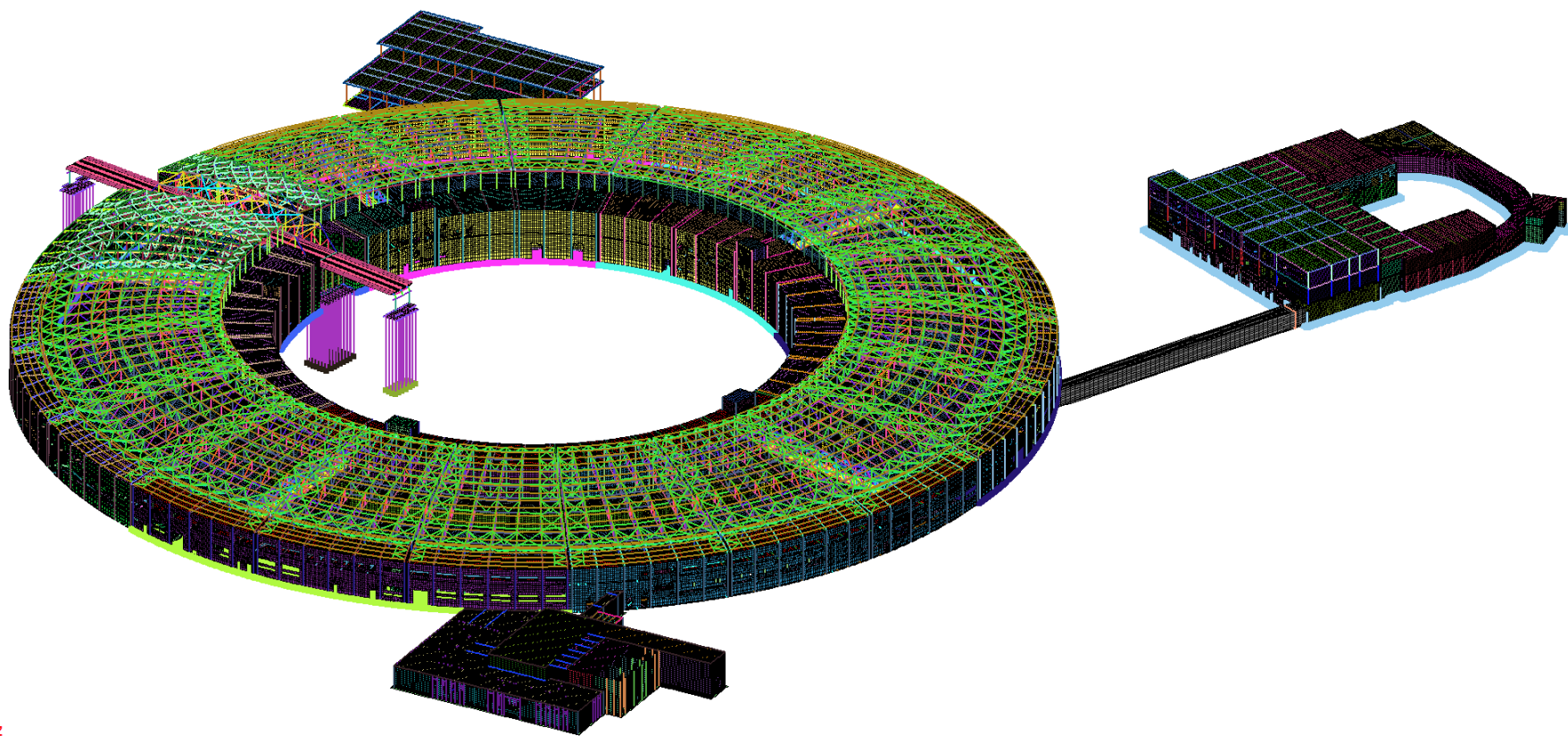


Фрагмент КЭ-модели накопителя
Сектор в осях 2-3



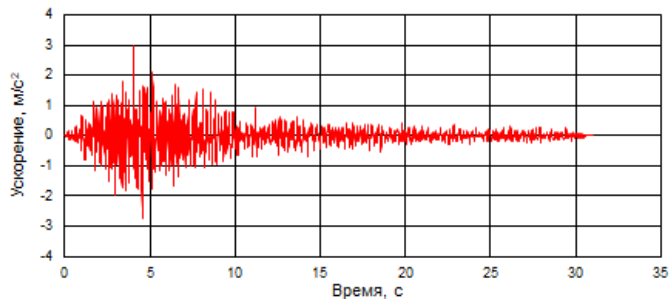
Фрагмент КЭ-модели накопителя
Сектора в осях 3-6

НТС строительства и проектирования Объекта: «Сибирский кольцевой источник фотонов» (СКИФ) в г. Новосибирск».

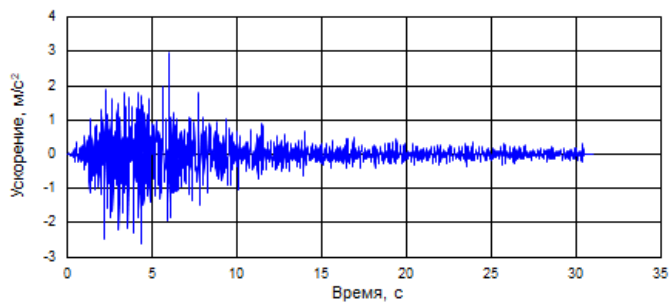


КЭ-модель комплекса сооружений
1 257 950 узлов, 1 870 354 элемента (7 547 700 степеней свободы)

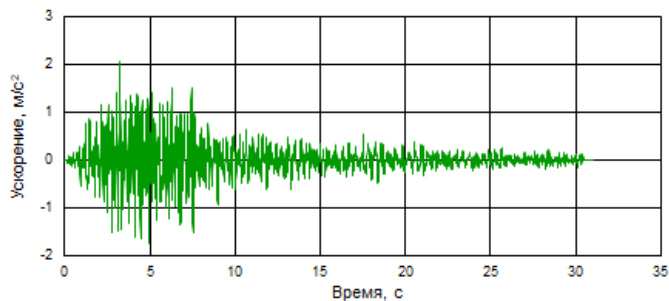
НТС проектирования Объекта: «Сибирский кольцевой источник фотонов» (СКИФ) в г. Новосибирск».



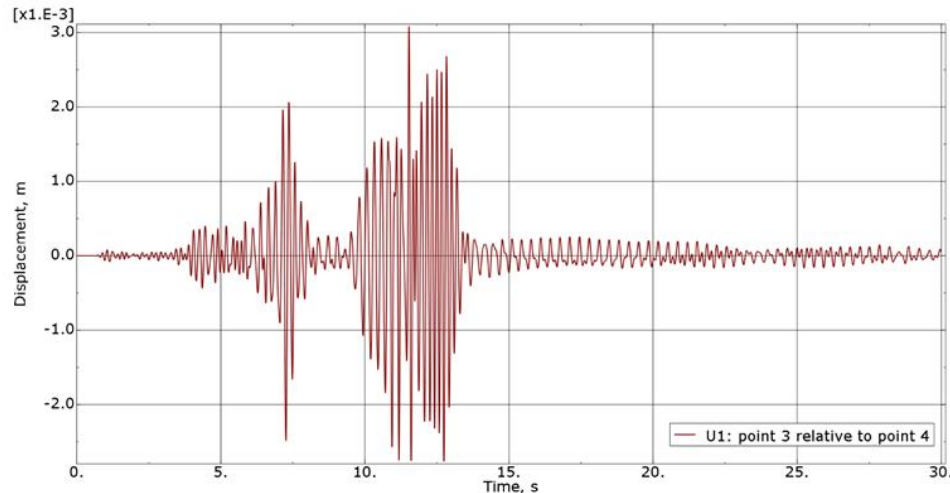
Синтезированная акселерограмма № 1. Компонента X (горизонтальная)



Синтезированная акселерограмма № 1. Компонента Y (горизонтальная)



Синтезированная акселерограмма № 1. Компонента Z (вертикальная)



Взаимные перемещения Δu_1 (вдоль оси X) точек 3 и 4

Тип сейсмических волн	Частота, Гц	$\max \Delta u_1(t) , \text{ м}$	$\max \Delta u_2(t) , \text{ м}$	$\max \Delta u_3(t) , \text{ м}$
Волны Лява	3	—	—	0.0110
Волны Лява	5	—	—	0.0027
Волны Рэлея-Лэмба	3	0.0094	0.0048	—
Волны Рэлея-Лэмба	5	0.0031	0.0014	—

Максимальные взаимные перемещения точек расчётной модели, соответствующих расположению опорных узлов стропильных ферм покрытия здания Накопителя, при воздействии сейсмических поверхностных волн разных типов и различной частоты, имеющих максимальные амплитуды ускорений, соответствующие сейсмичности площадки строительства ЦКП «СКИФ», равной 8 баллов по шкале MSK-64 для периода повторяемости сейсмических событий 10000 лет

Знаковые объекты последних лет

Разработка, верификация и апробация параметризуемой объемной конечноэлементной модели системы **«основание – водохранилище – плотина – здание станции Саяно-Шушенской ГЭС»**



Численное моделирование системы „**основание – комплекс сооружений на территории ЛФВЭ ОИЯИ (NICA)**“, с учетом геологических и гидрогеологических условий.



НТС проектирования Мега-сайенс Объекта: **«Сибирский кольцевой источник фотонов» (СКИФ) в г. Новосибирск».**

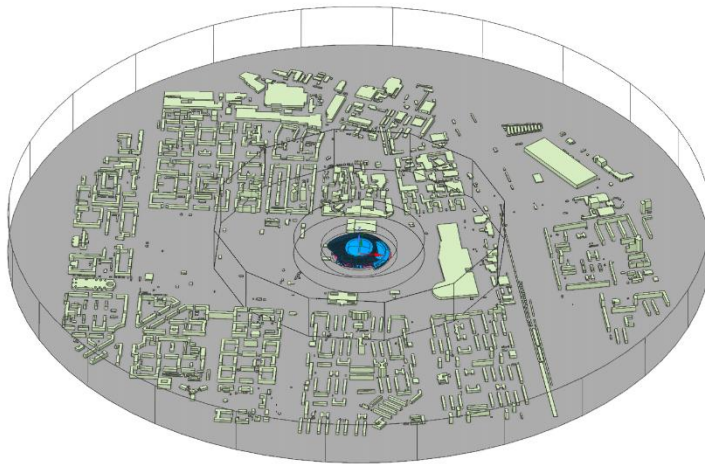


НТС проектирования и строительства **Петербургского спортивно-концертного комплекса** (г. Санкт-Петербург)

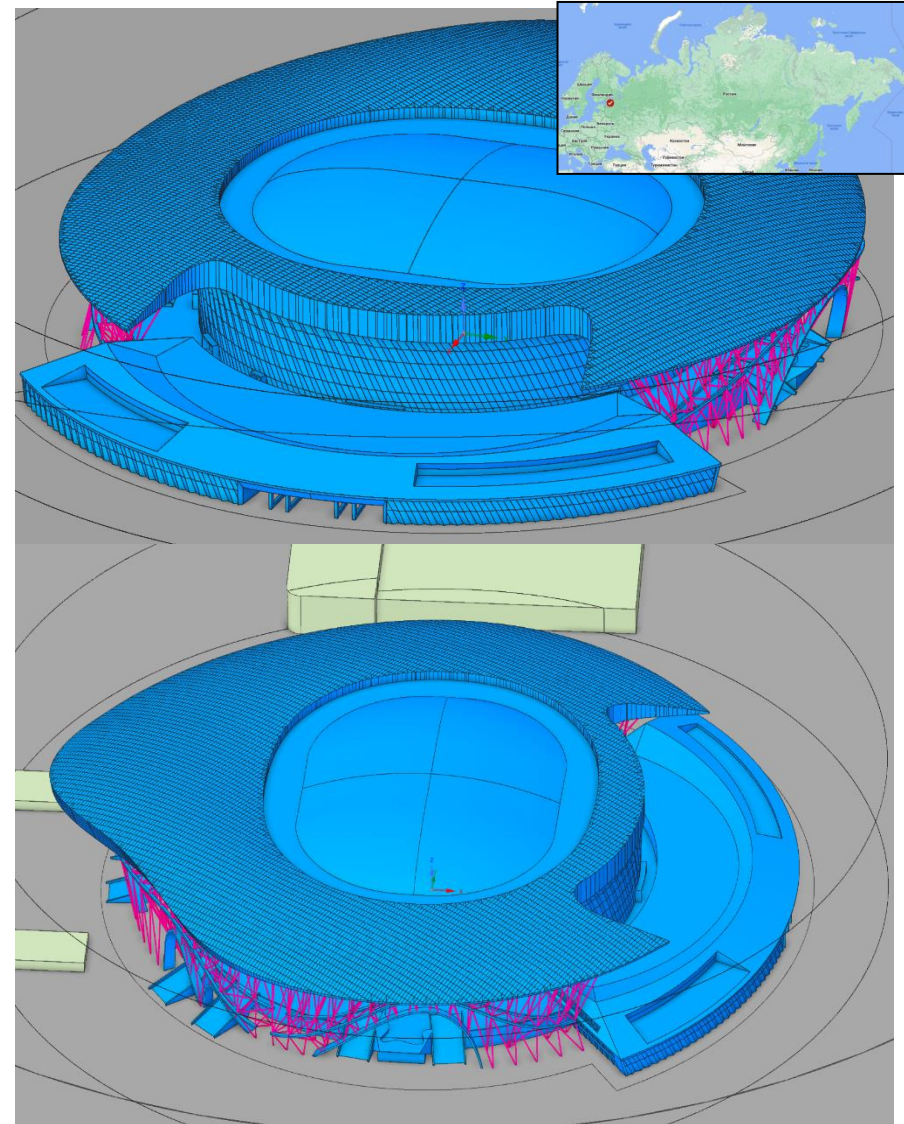




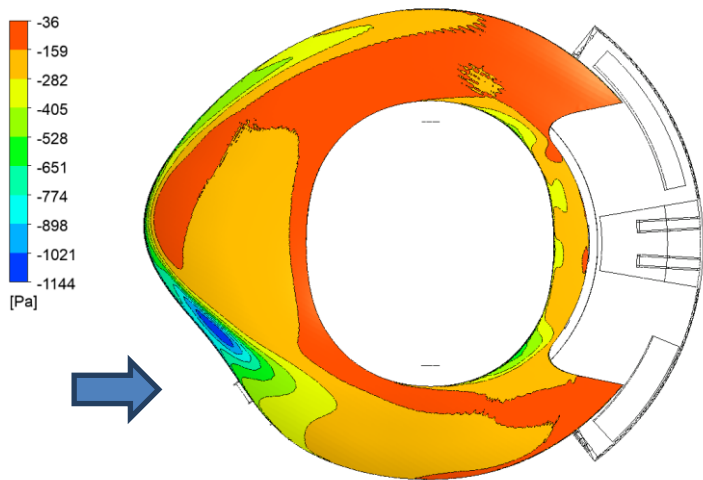
Проект спортивно-концертного комплекса
в г. Санкт-Петербург



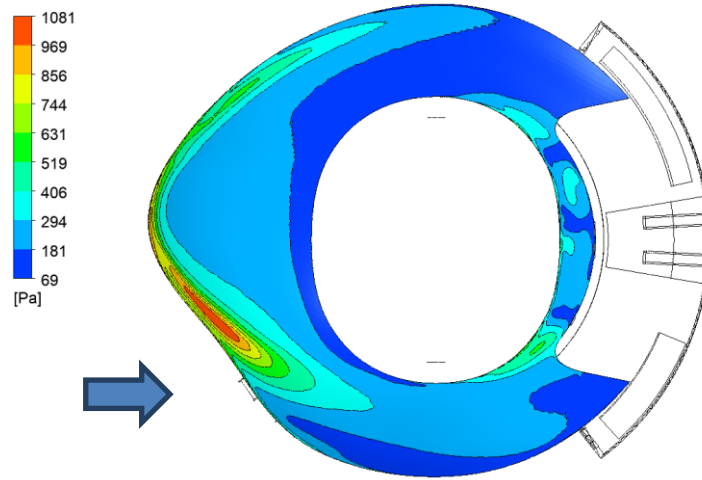
Модель с застройкой. Геометрическая модель. Общий вид



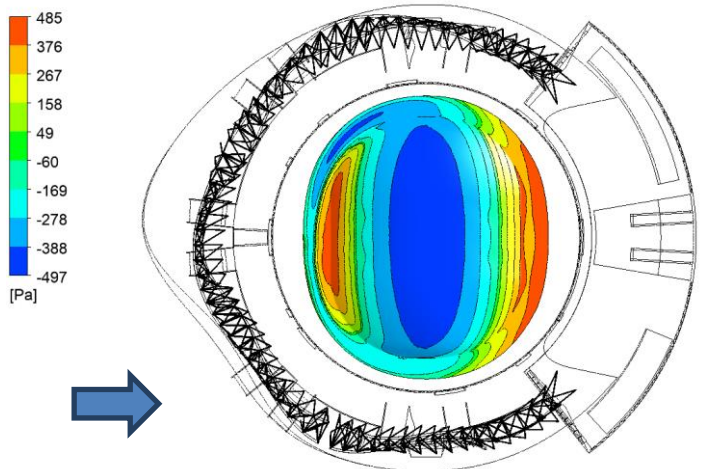
Модель с застройкой. Геометрическая модель.
Виды вблизи СКК.



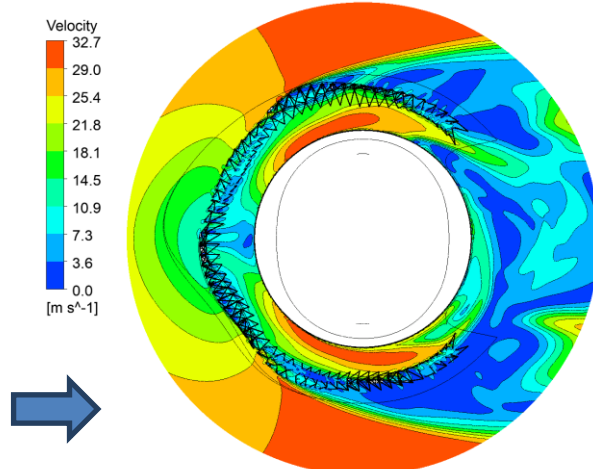
Средняя составляющая ветрового давления (Па) на конструкции Декоративного козырька СКК без учета окружающей застройки. Угол атаки ветра 270°.



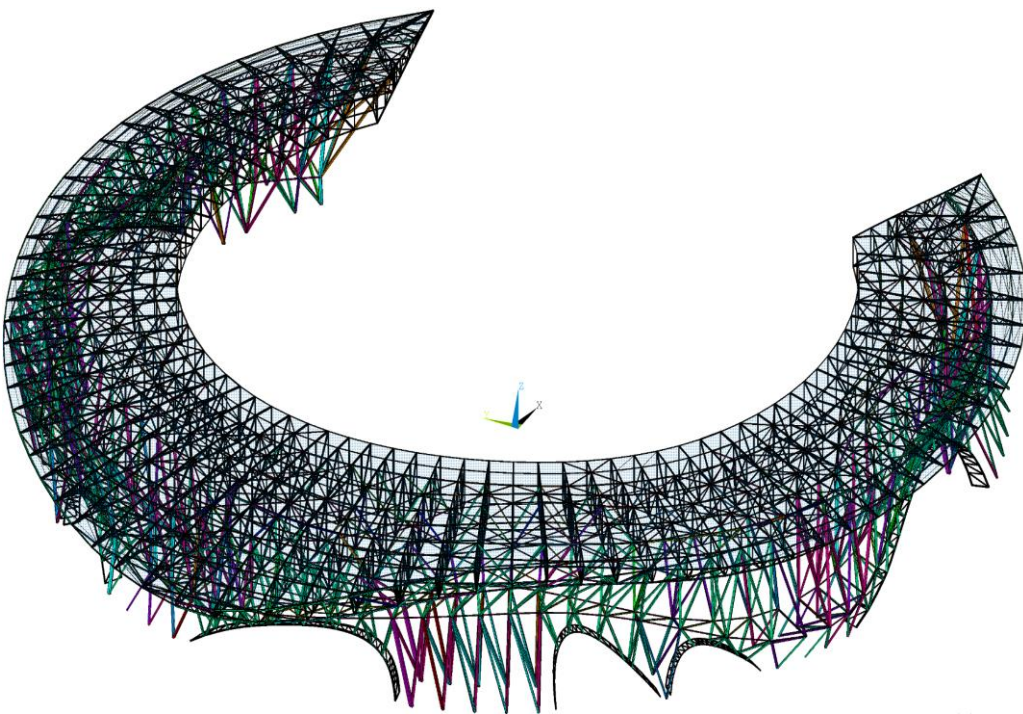
Пулсационная составляющая ветрового давления (амплитуда, Па) на конструкции Декоративного козырька СКК без учета окружающей застройки. Угол атаки ветра 270°.



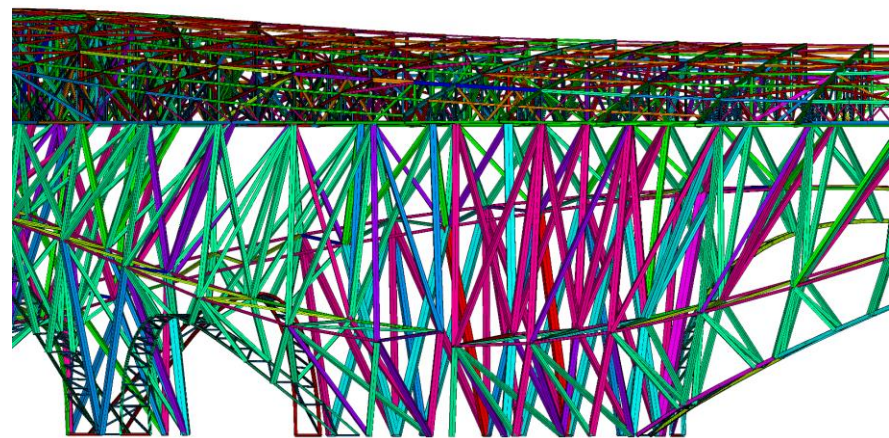
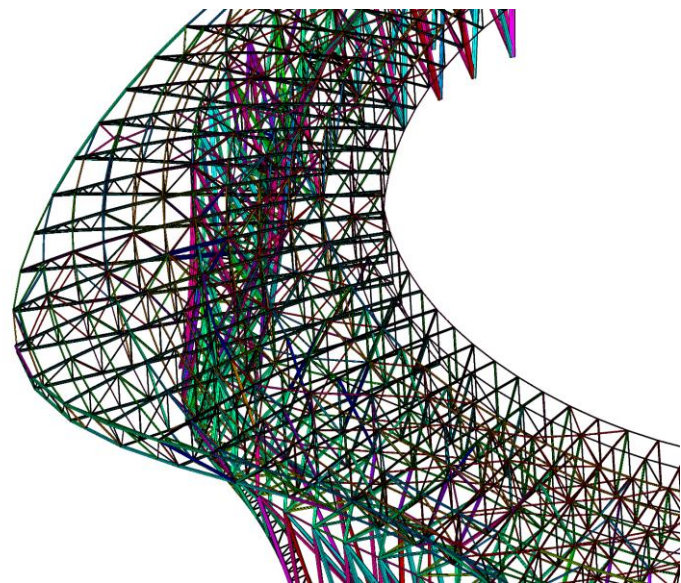
Суммарное ветровое давление (Па) на конструкции Купола СКК без учета окружающей застройки. Угол атаки ветра 270°.



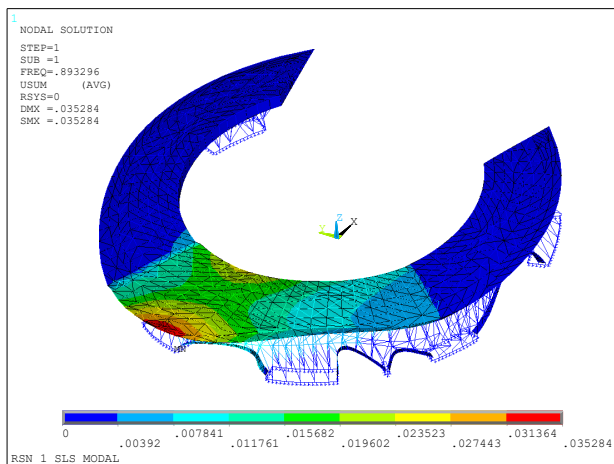
Средние скорости ветра (м/с) вокруг СКК на высоте 20м над уровнем земли. Угол атаки ветра 270° – без учета окружающей застройки.



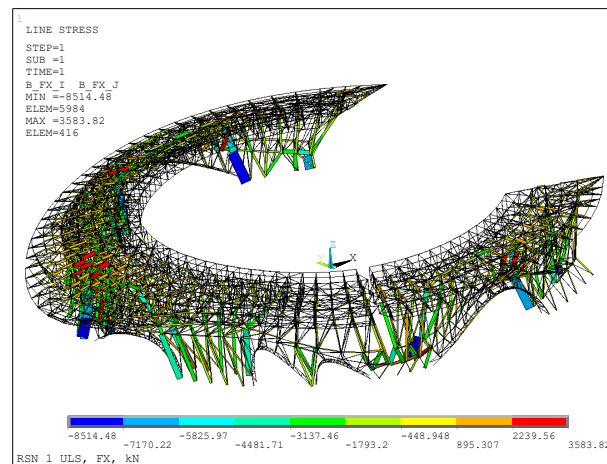
КЭ-модель декоративного козырька



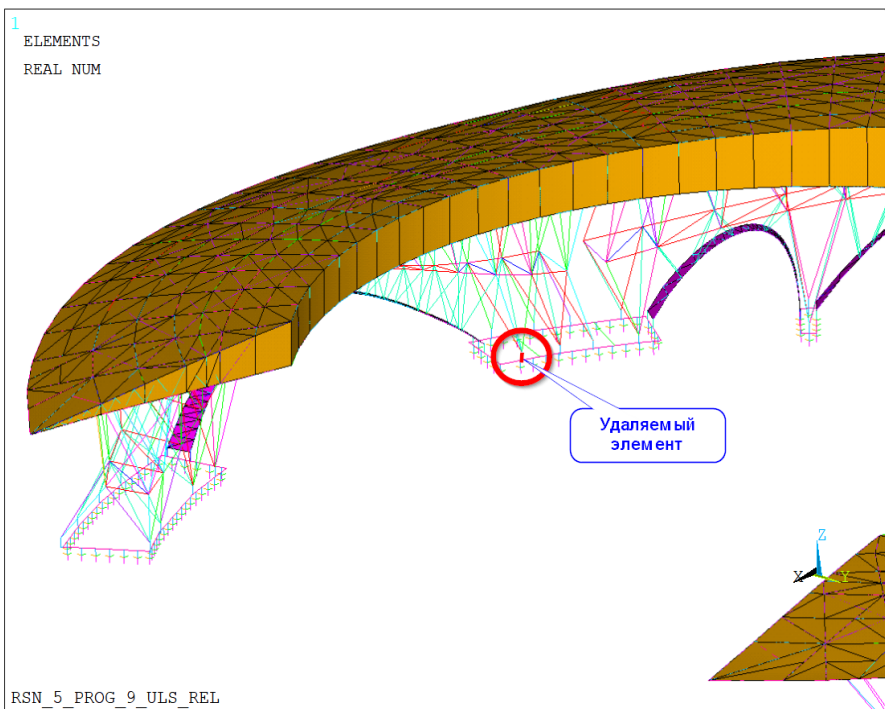
Фрагменты КЭ-модели декоративного козырька



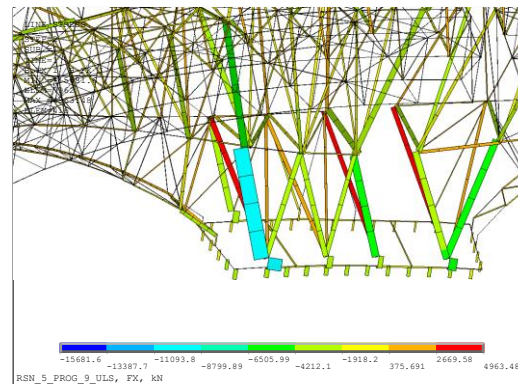
1-я собственная форма колебаний, 0.893 Гц



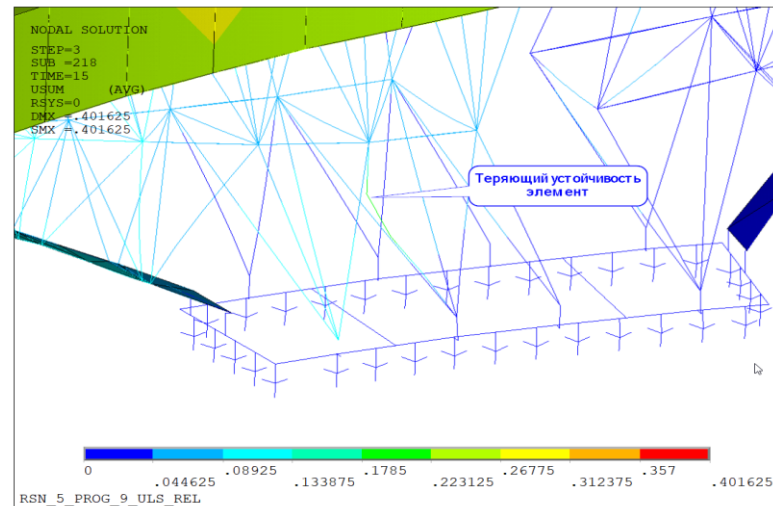
Продольные усилия в элементах, кН



Расчет на прогрессирующее обрушение, разрушение наиболее нагруженного узла колонны



Продольные усилия в элементах до разрушения элемента, кН

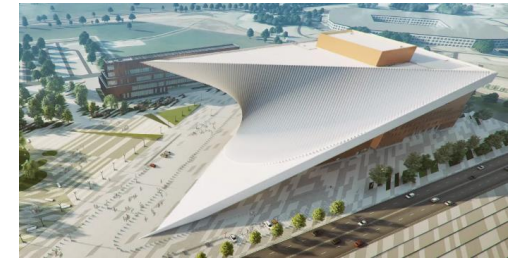


Деформированная схема. Суммарные перемещения, м

НТС проектирования Объекта: **«Театр оперы и балета»**
(г. Севастополь)



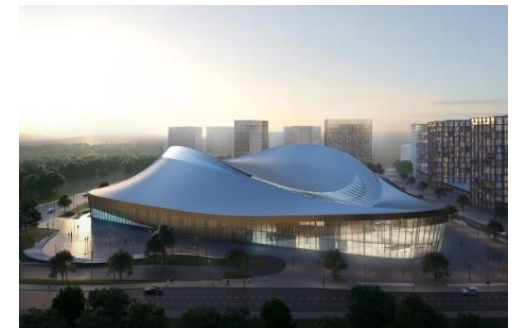
НТС проектирования Объекта: **«Театр оперы и балета»**
(г. Калининград)



НТС проектирования Объекта: **«МиТОК»**
(г. Кемерово)

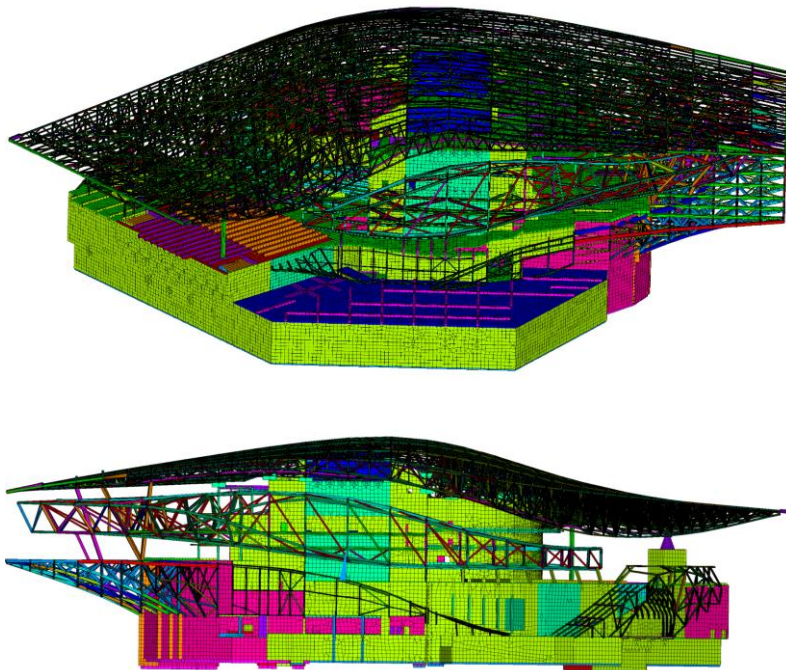


НТС проектирования, включая комплексные
аэродинамические исследования, для Объекта –
«Серфинг-парк „Волна“»

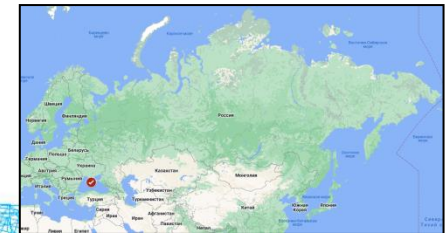
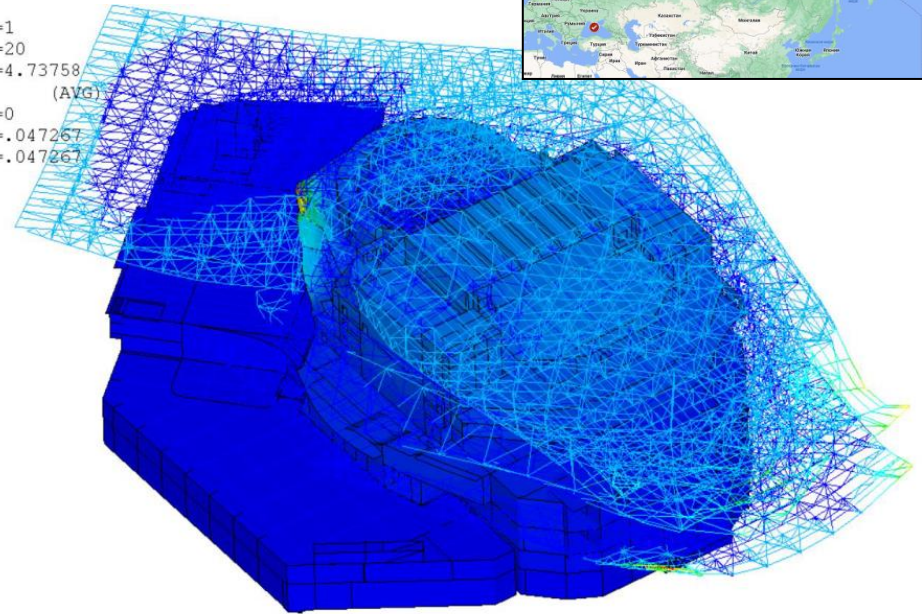


НТСП, для Объекта – «Театр оперы и балета» (г. Севастополь)

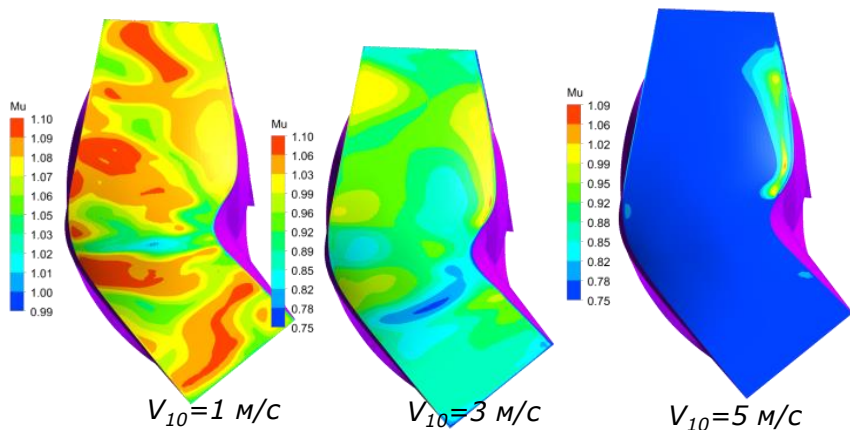
Научно-техническое сопровождение проектирования, включая численное моделирование ветровых и снеговых нагрузок, расчетные исследования напряженно-деформированного состояния, динамики, прочности и устойчивости несущих конструкций при нормативно регламентированных сочетаниях основных и особых (сейсмических и аварийных) нагрузок и воздействий и сопоставительный анализ результатов альтернативных расчетов, для Объекта – «Театр оперы и балета» (г. Севастополь)



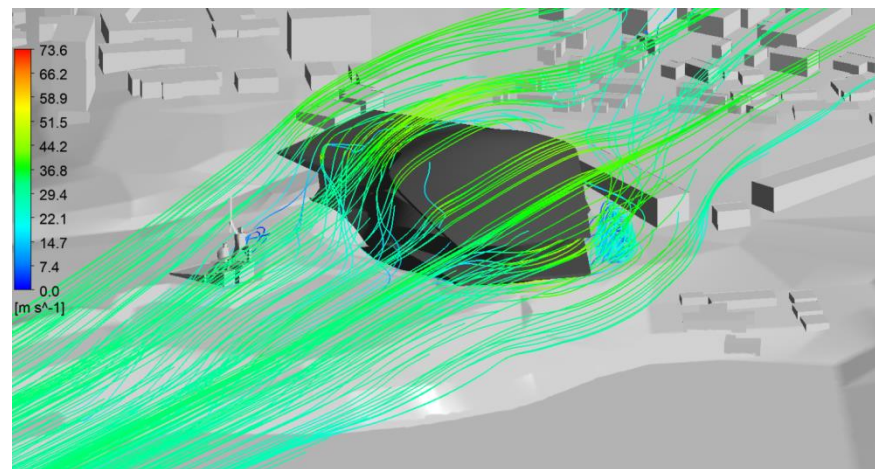
```
STEP=1
SUB =20
FREQ=4.73758
USUM (AVG)
RSYS=0
DMX =.047267
SMX =.047267
```



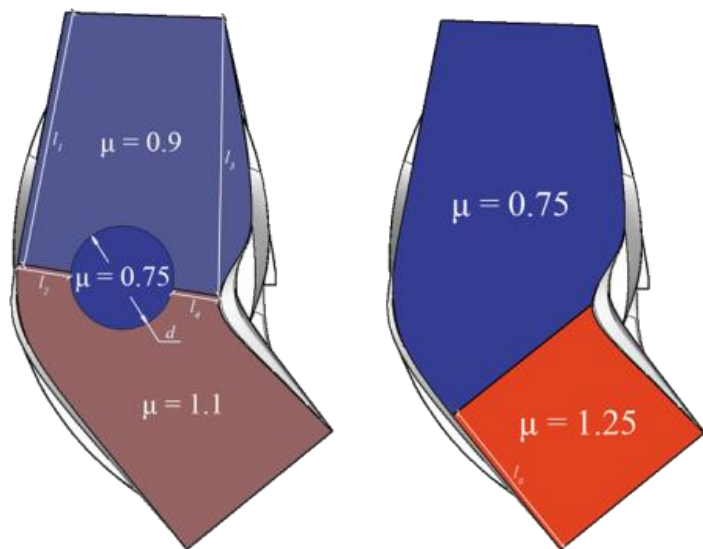
НТСП, для Объекта – «Театр оперы и балета» (г. Севастополь)



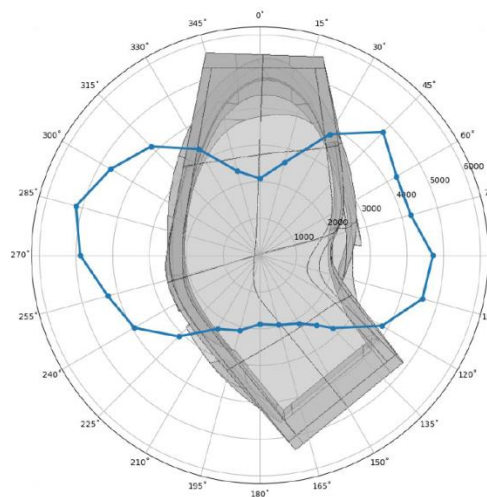
Расчетное распределение коэффициента μ



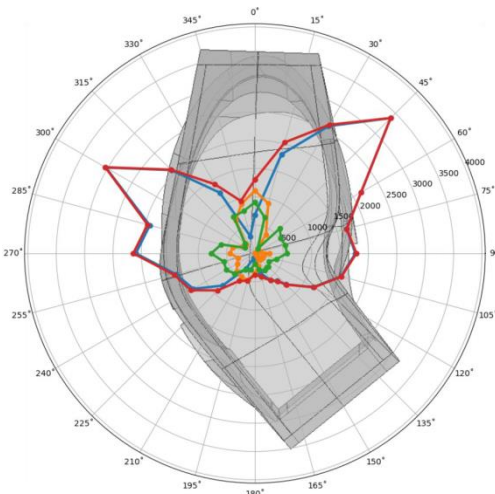
Линии тока ветра в характерных сечениях, м/с.



Рекомендуемые схемы коэффициента μ
для прочностных расчетов



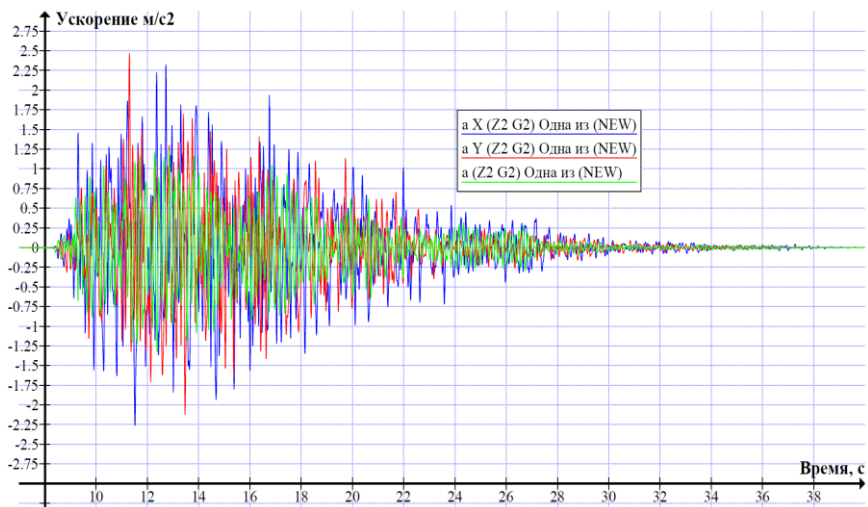
Покрытие



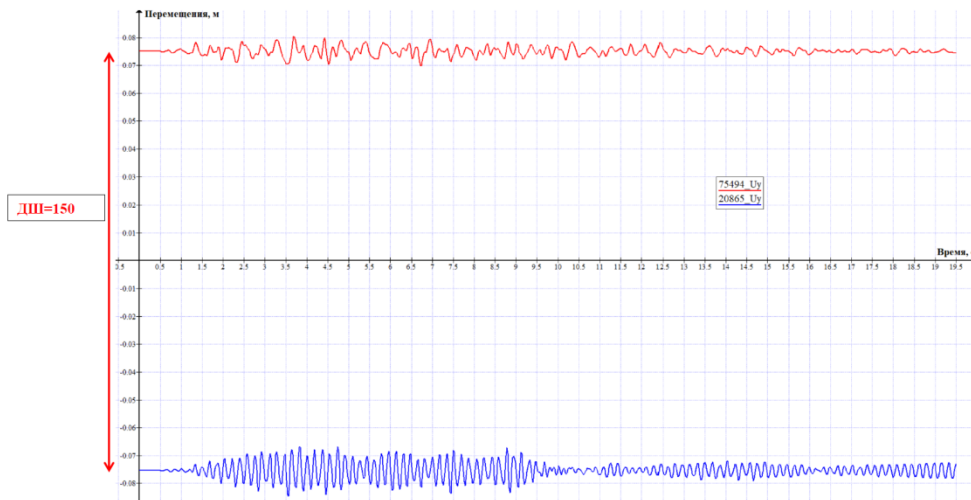
Стены

Суммарные расчетные ветровые нагрузки

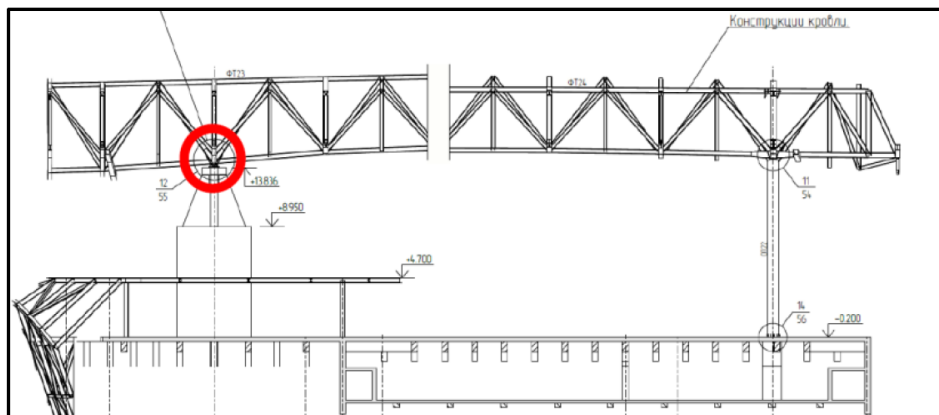
НТСП, для Объекта – «Театр оперы и балета» (г. Севастополь)



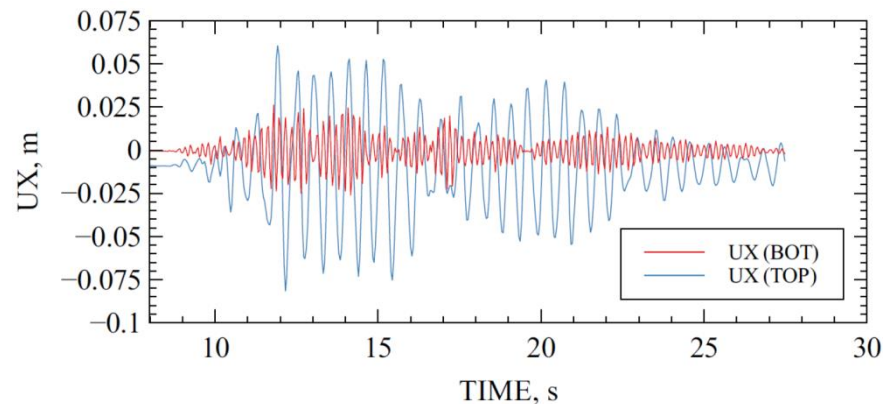
Трехкомпонентная акселерограмма (одна из набора).
Шаг акселерограммы по времени 0.01 с. Диапазон 8-40 с.



Оценка возможности соударения соседних сейсмических блоков

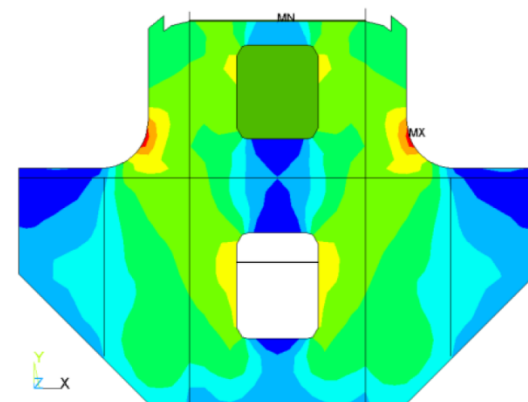
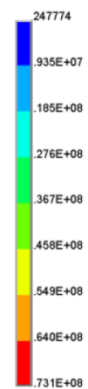
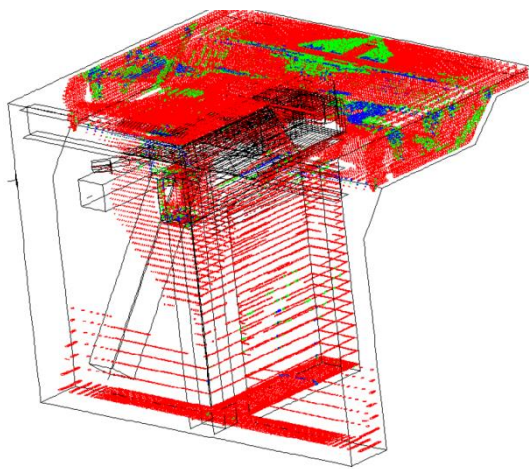
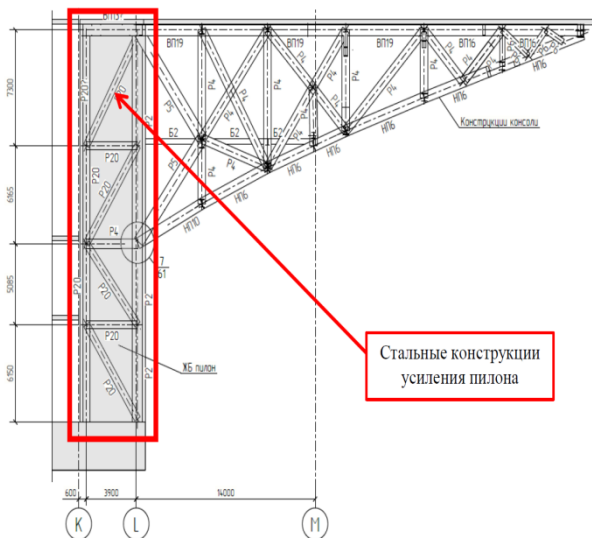
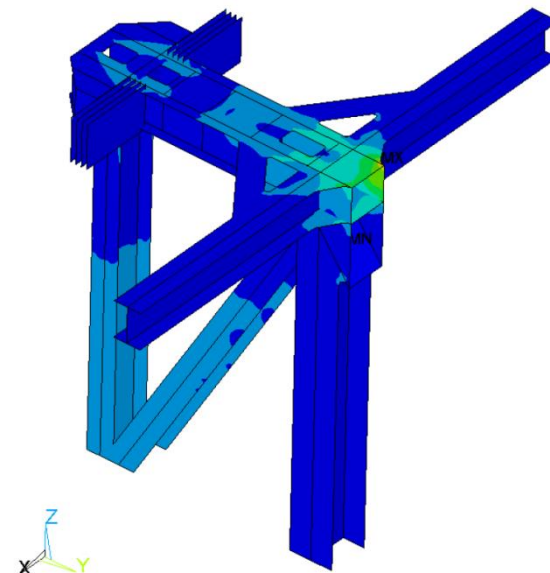
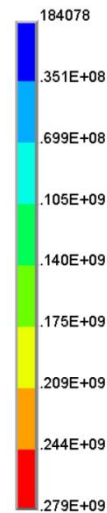
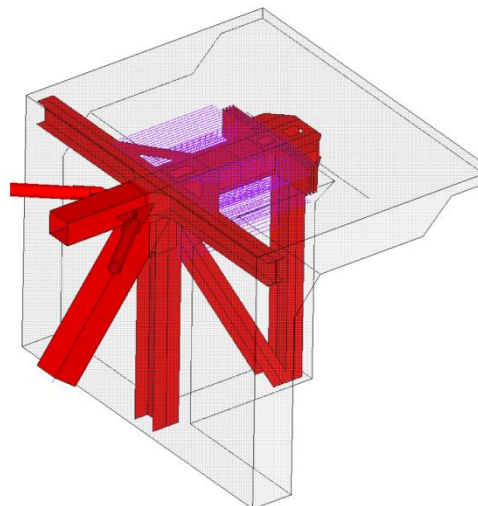
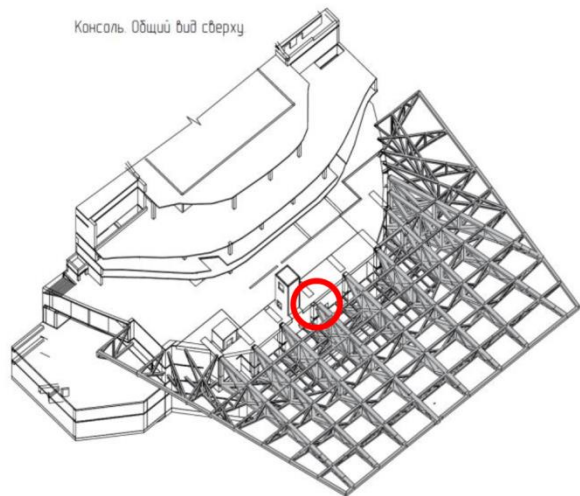


Расчетная оценка всесторонне подвижной опоры



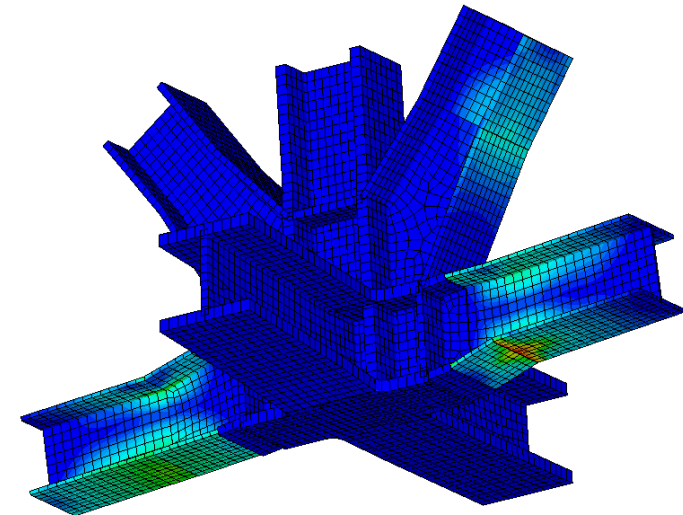
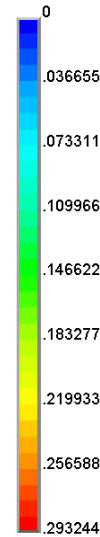
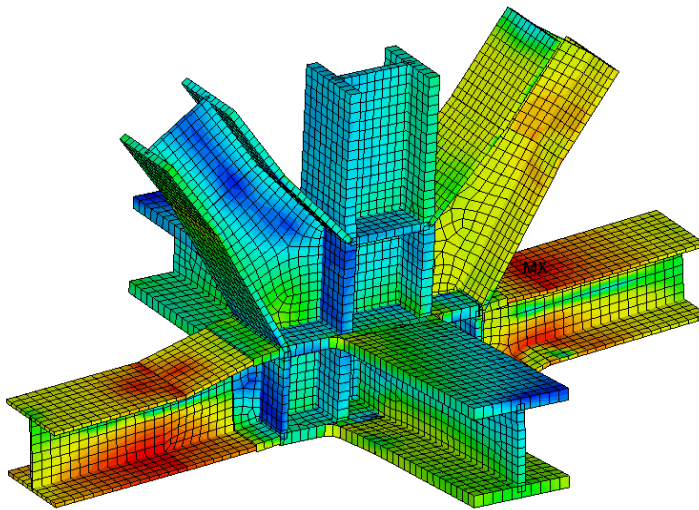
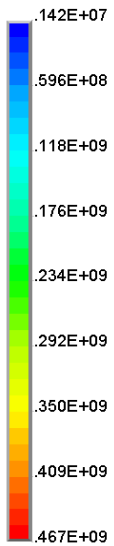
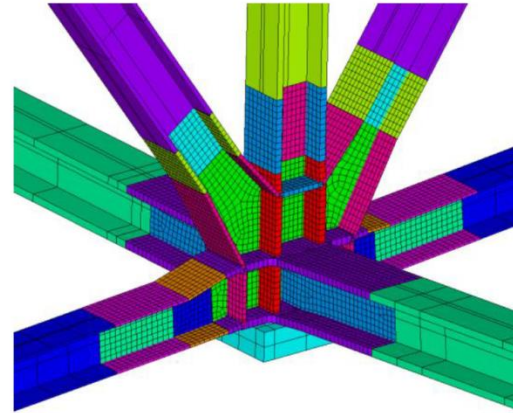
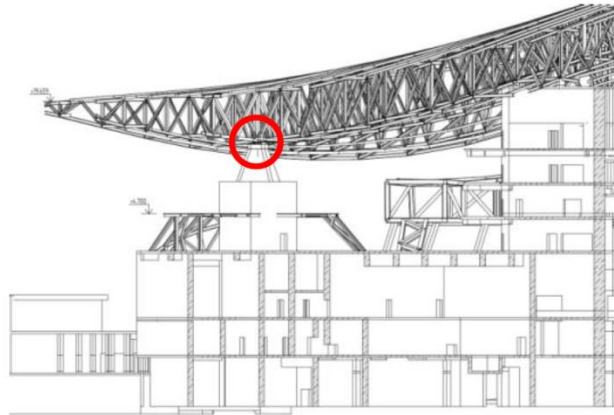
НТСП, для Объекта – «Театр оперы и балета» (г. Севастополь)

Расчет сложных конструктивных узлов



НТСП, для Объекта – «Театр оперы и балета» (г. Севастополь)

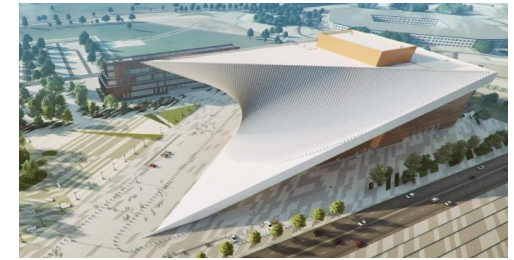
Расчет сложных конструктивных узлов



НТС проектирования Объекта: **«Театр оперы и балета»**
(г. Севастополь)



НТС проектирования Объекта: **«Театр оперы и балета»**
(г. Калининград)



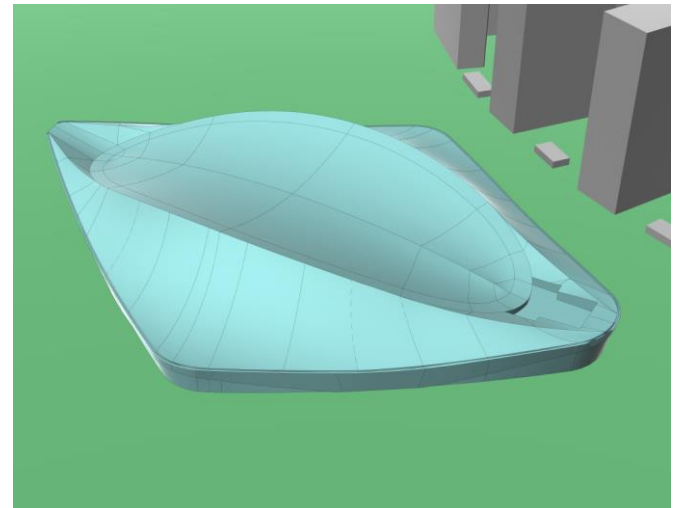
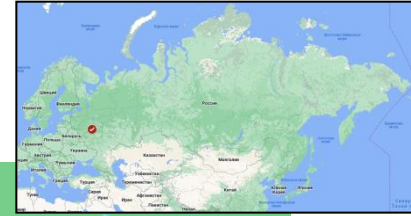
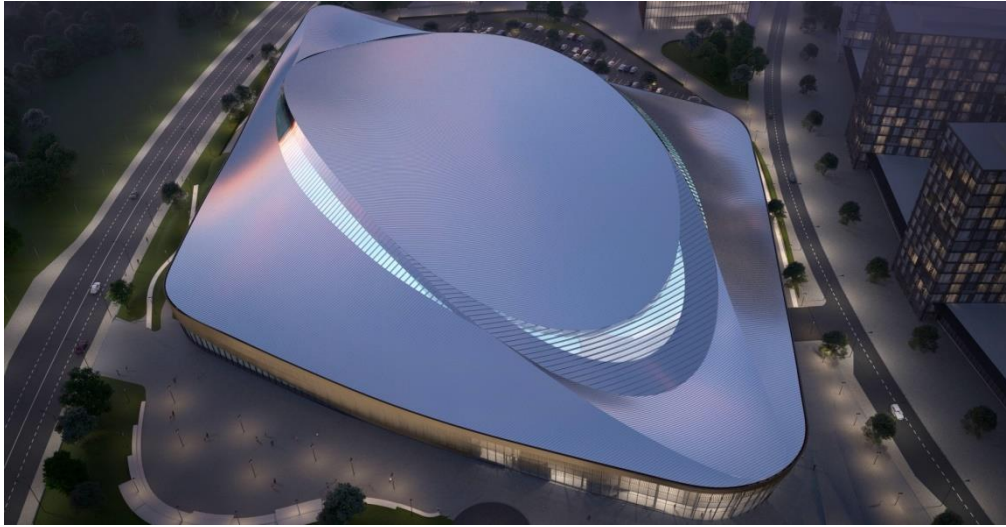
НТС проектирования Объекта: **«МиТОК»**
(г. Кемерово)



НТС проектирования, включая комплексные
аэродинамические исследования, для Объекта –
«Серфинг-парк „Волна“»

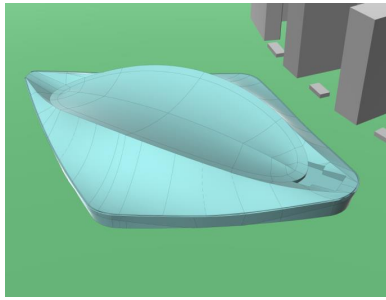
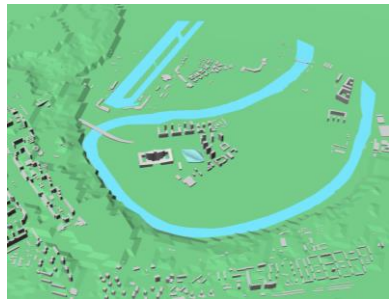


НТС проектирования, включая комплексные аэродинамические исследования, для Объекта – «Серфинг-парк „Волна“»



Численная методика моделирования снегонакопления в *стационарной* постановке Апробация методики

Сёрфинг-центр «Волна» (г. Москва)

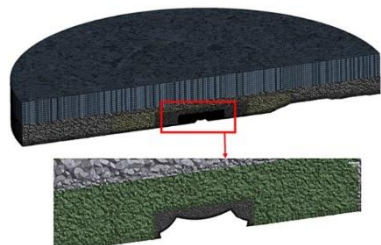


Расчётная область
(+ рельеф и окружающая застройка)

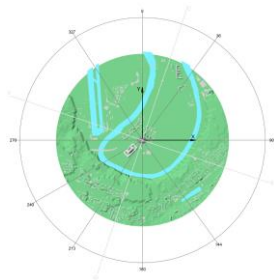
Геометрическая модель



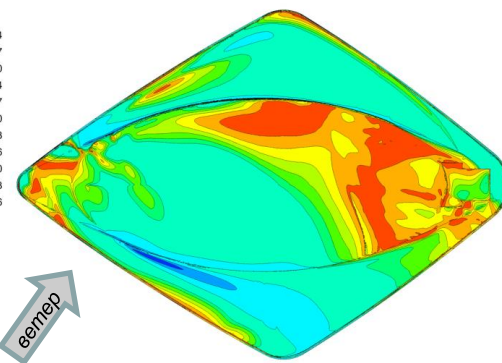
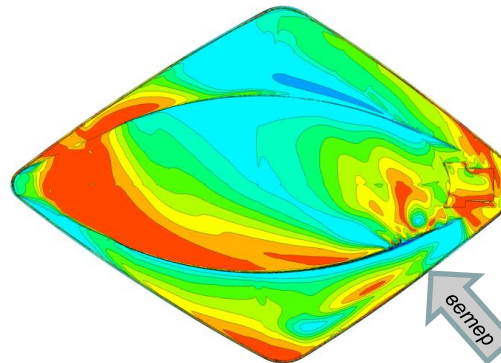
Физическое моделирование коэффициента μ (НИУ МГСУ)
(без учёта окружающей застройки)



Конечнообъёмная сетка
(~9 млн. КО)



Расчётные направления
ветрового потока



Численное моделирование коэффициента μ
(без учёта окружающей застройки)

Численная методика моделирования снегонакопления в стационарной постановке Апробация методики

Без учёта
окружающей
застройки

С учётом окружающей
застройки

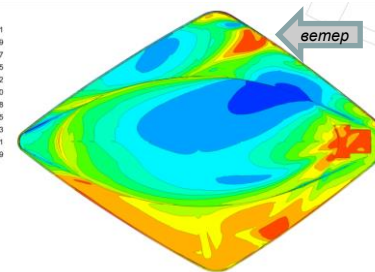
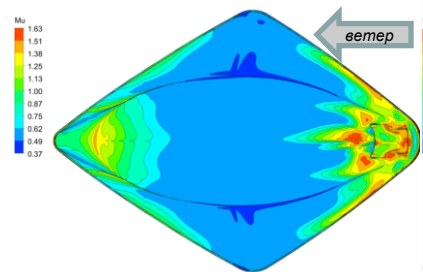
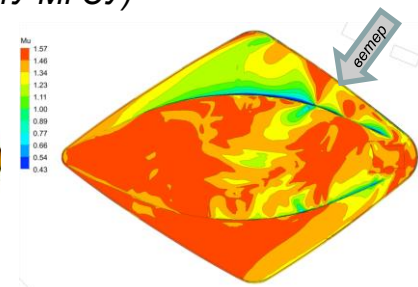
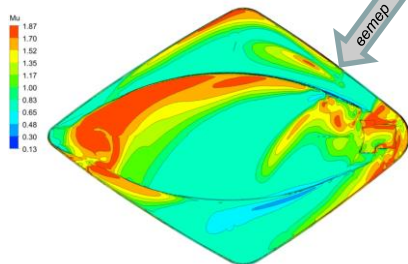
Без учёта
окружающей
застройки

С учётом окружающей
застройки



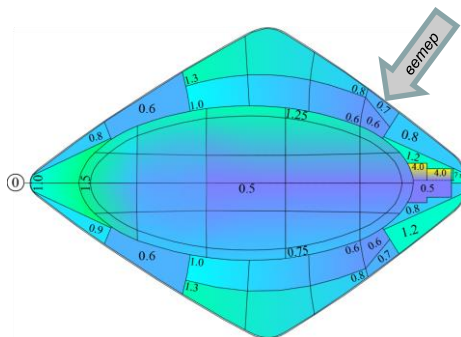
Физическое моделирование коэффициента μ
(НИУ МГСУ)

Физическое моделирование коэффициента μ
(НИУ МГСУ)

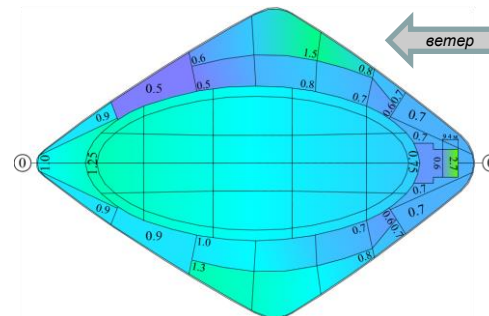


Численное моделирование коэффициента μ

Численное моделирование коэффициента μ



Рекомендуемая
схема
коэффициента μ
для прочностных
расчётов



Рекомендуемая
схема
коэффициента μ
для прочностных
расчётов

Знаковые объекты последних лет

Комплексное НТС на стадиях проектирования и строительства Объекта: **«Технопарк ПАО Сбербанк» в инновационном центре «Сколково».**



Расчетные исследования НДС, прочности и устойчивости несущих конструкций многофункционального **высотного (404 м) жилого комплекса** на территории **ММДЦ «Москва-Сити» («One Tower»)**



Техническое обследование и расчетные исследования фактического состояния железобетонных конструкций... **Башни «Эволюция» ММДЦ «Москва-Сити»** и выдача заключения по их несущей способности

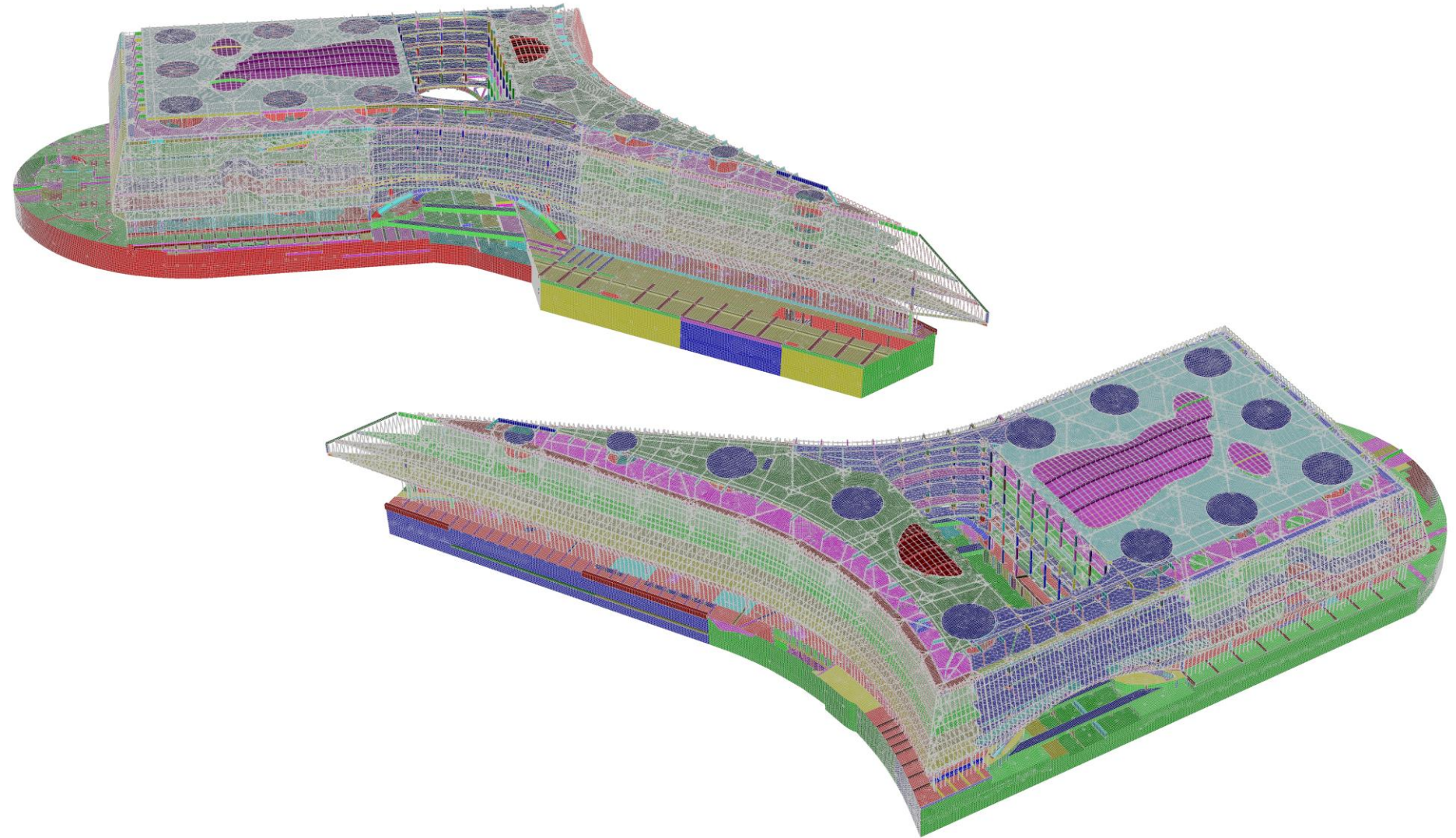
Расчетное обоснование наиболее ответственных, тяжело нагруженных и сложно решенных трубобетонных конструктивных узлов и сопряжений конструкций Объекта: **«Многофункциональный жилой комплекс с на территории Бадаевского пивоваренного завода, (Москва, Кутузовский проспект, ...)**



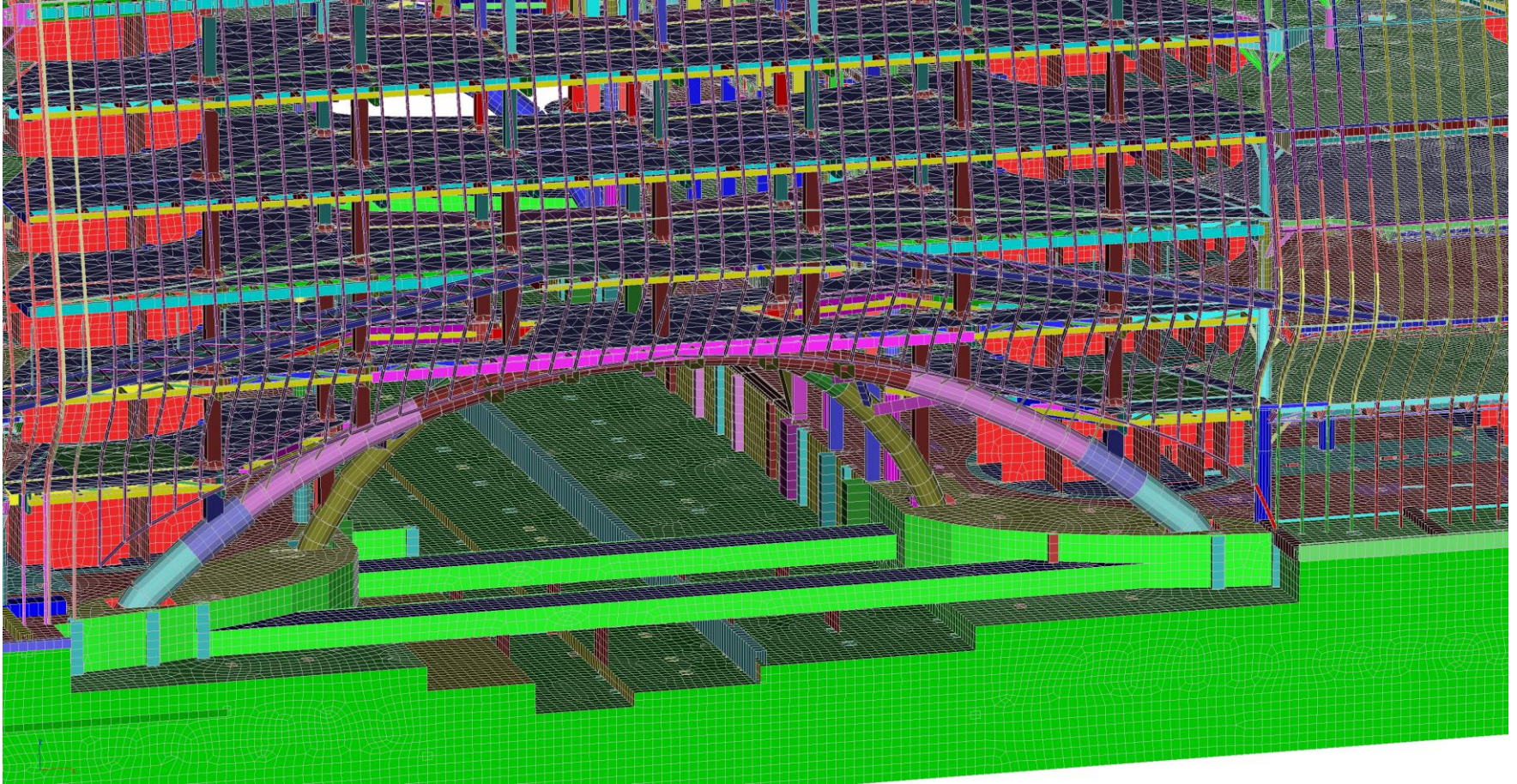
НТС объекта на стадии проектирования и строительства «Технопарк ПАО Сбербанк в инновационном центре «Сколково».



НТС объекта на стадии проектирования и строительства «Технопарк ПАО Сбербанк в инновационном центре «Сколково».

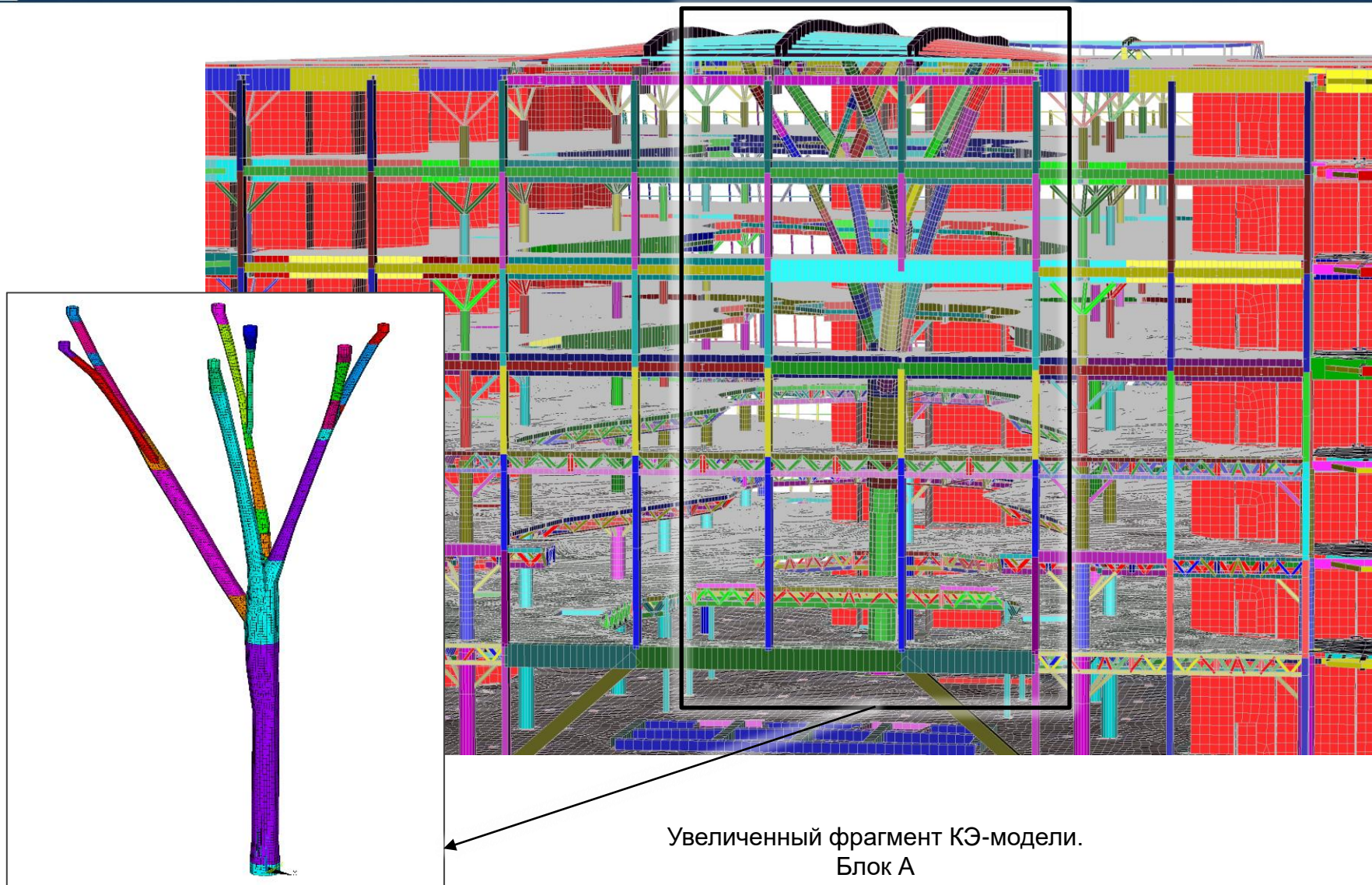


КЭ-модель. Железобетонная часть, Блоки А, В и С
1 624 207 узлов и 1 724 435 элементов (9 745 242 степени свободы)



Увеличенный фрагмент КЭ-модели.
Арки южной части Блока С

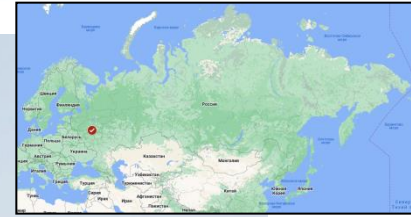
НТС объекта на стадии проектирования и строительства «Технопарк ПАО Сбербанк в инновационном центре «Сколково».



Увеличенный фрагмент КЭ-модели.
Блок А

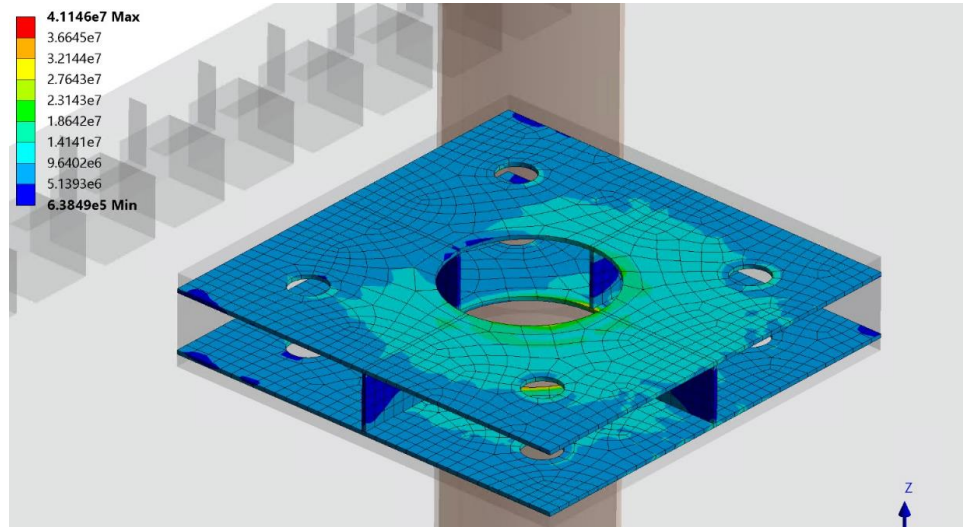
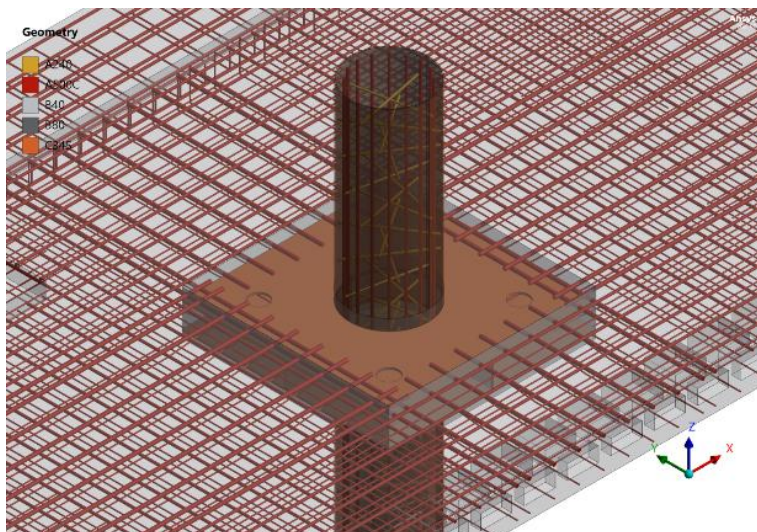
Главное дерево
в составе общей КЭ-модель

МЖК «Бадаевский» (г. Москва)

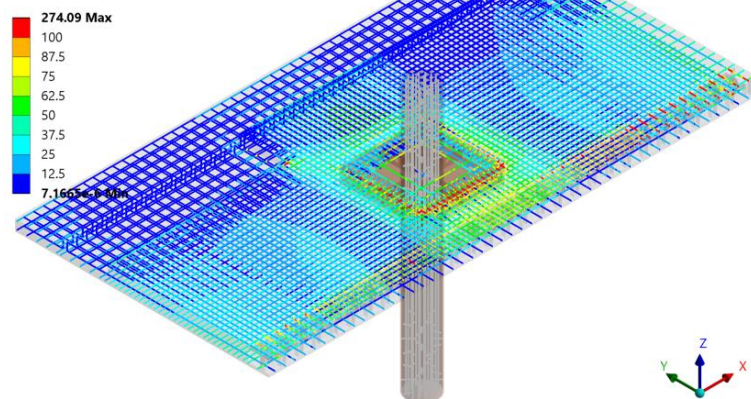


Трубобетонные колонны длиной 35 м

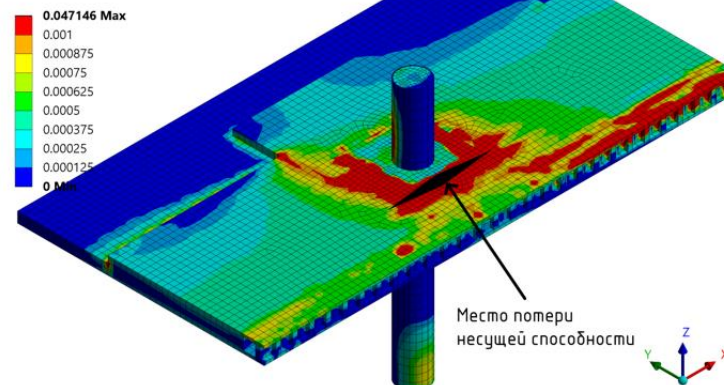
Узел скрытой стальной капители трубобетонной колонны



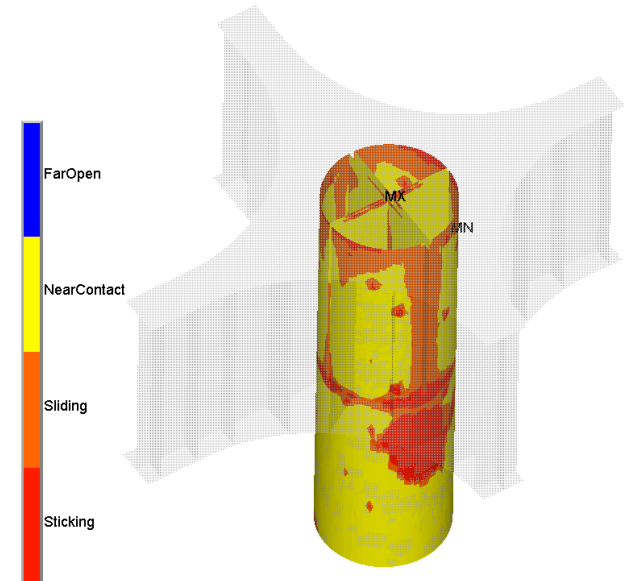
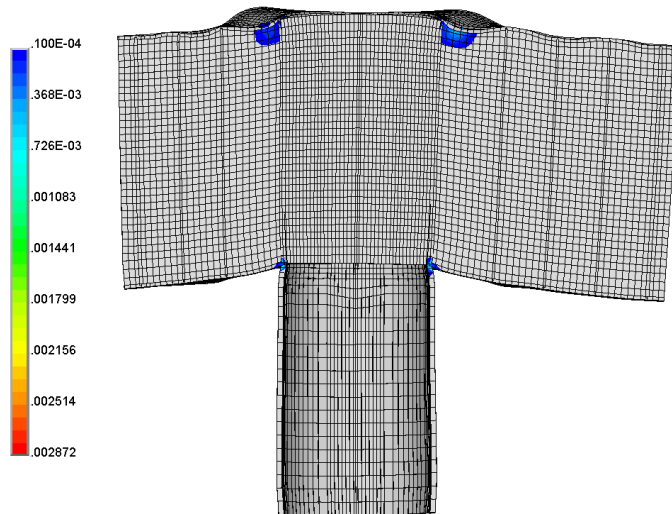
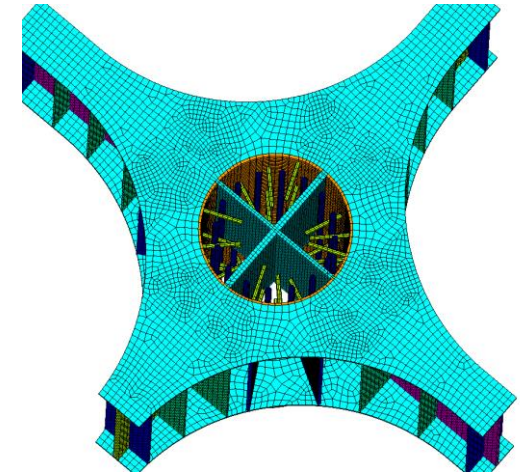
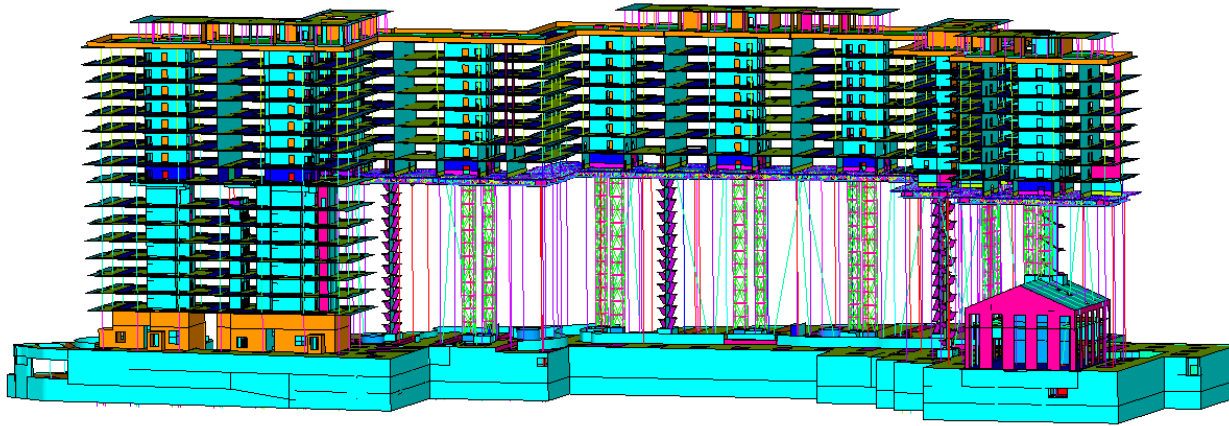
E: Static Structural
Equivalent Stress
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 1 s



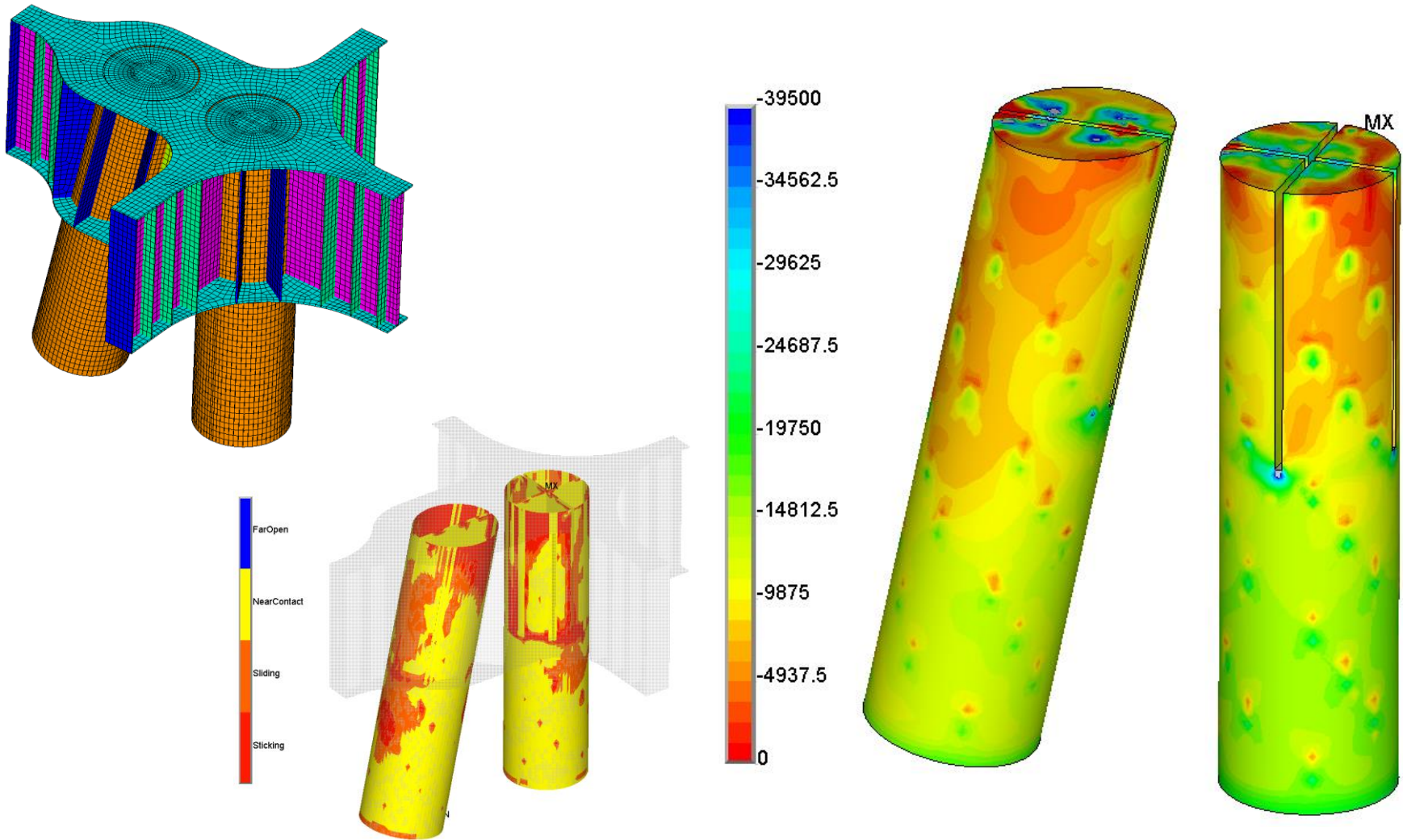
E: Static Structural
Equivalent Plastic Strain - Multiple - 2.4126 s
Type: Equivalent Plastic Strain
Unit: mm/mm
Time: 2.4126 s



Узел одиночного сварного оголовка трубобетонной колонны



Узел двойного сварного оголовка трубобетонной колонны





Номинация «За лучшее научное сопровождение реализованного инженерного проекта»:

«Комплекс научно-исследовательских работ по расчетному обоснованию механической безопасности (напряженно-деформированного состояния, динамики, прочности и устойчивости) систем «основание-железобетонные конструкции фундаментов и трибун – металлоконструкции покрытия и фасадов» стадионов к чемпионату мира по футболу 2018 года (в **Санкт-Петербурге, Самаре, Нижнем Новгороде, Волгограде, Ростове-на-Дону, Екатеринбурге**) при основных и особых сочетаниях нагрузок и воздействий.

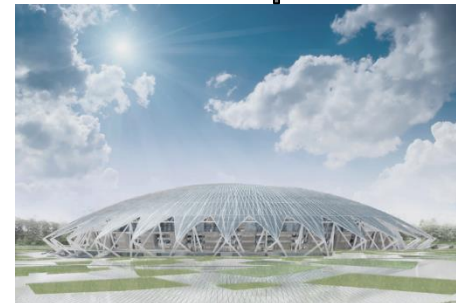
Авторский коллектив:

*А.М. Белостоцкий, А.А. Аул,
Д.С. Дмитриев, А.С. Павлов,
А.И. Нагибович, К.И. Островский*

Санкт-Петербург



Самара



Волгоград



Нижний Новгород



Ростов-на-Дону



Екатеринбург



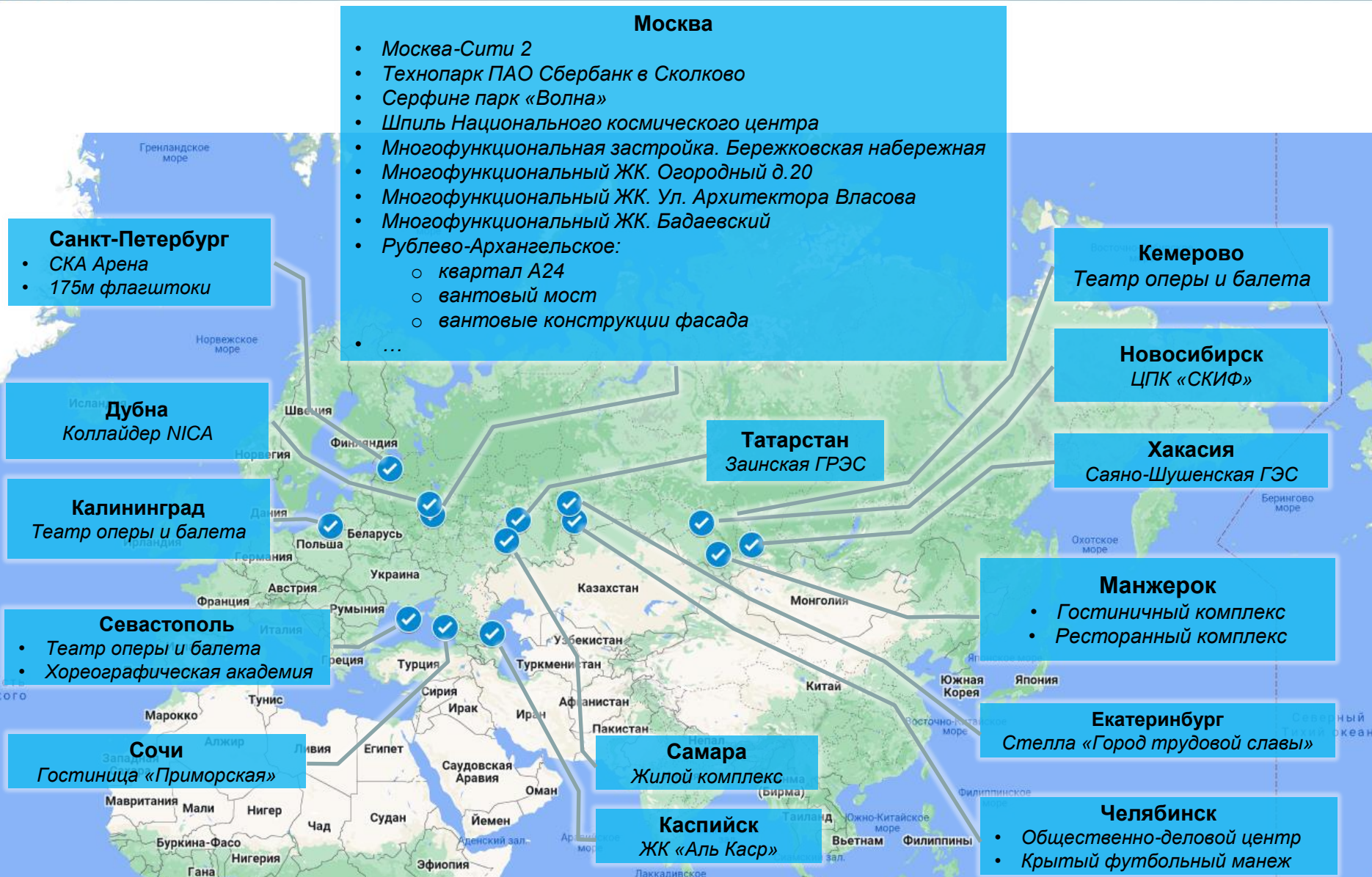
Ареал обитания



НОЦы, лаборатории и кафедры университетов



НИР – объекты и задачи последних лет



НИР – объекты и задачи последних лет Москва

МФК «Рублево-Архангельское»



Национальный космический центр



Многофункциональный жилой комплекс Огородный д.20



Многофункциональный высотный жилой комплекс «Москва-Сити 2»



Технопарк СБД Сколково



Серфинг парк «Волна»



Многофункциональная застройка. Бережковская набережная

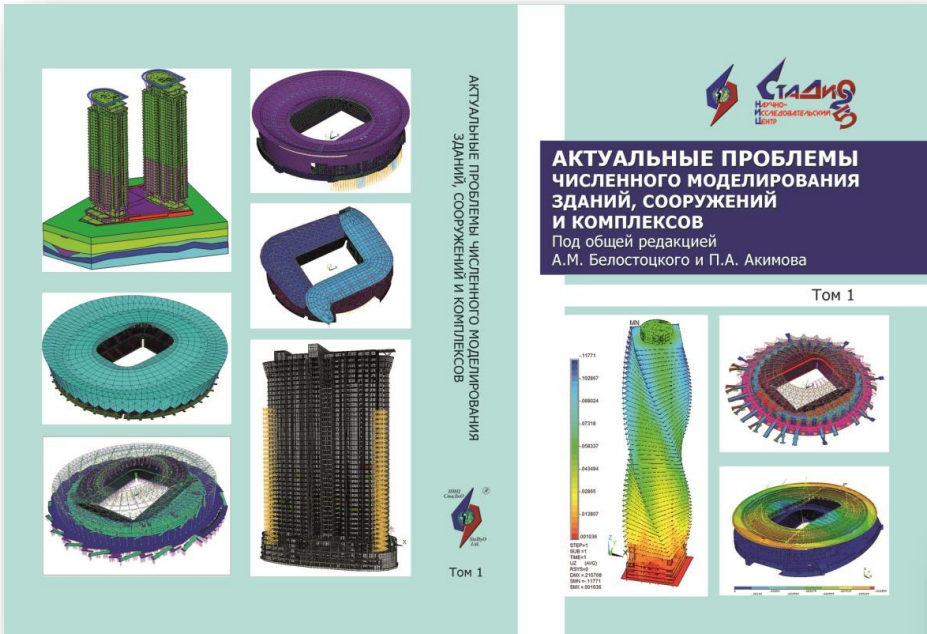


Многофункциональный жилой комплекс Ул. Архитектора Власова



Многофункциональный жилой комплекс «Бадаевский»





«Актуальные проблемы численного моделирования зданий, сооружений и комплексов. К 25-летию НИЦ Стадио»

Том 1

«Актуальные проблемы численного моделирования зданий, сооружений и комплексов. К 25-летию НИЦ Стадио»

Том 2



Актуальные проблемы численного моделирования уникальных зданий, сооружений и комплексов
Под общей редакцией А.М. Белостоцкого и П.А. Акимова

Том 2

Актуальные проблемы численного моделирования зданий, сооружений и комплексов

Том 2

А.М. Белостоцкий П.А. Акимов И.Н. Афанасьева

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ АЭРОДИНАМИКА В ЗАДАЧАХ СТРОИТЕЛЬСТВА



Белостоцкий А.М., Акимов П.А., Афанасьева И.Н.

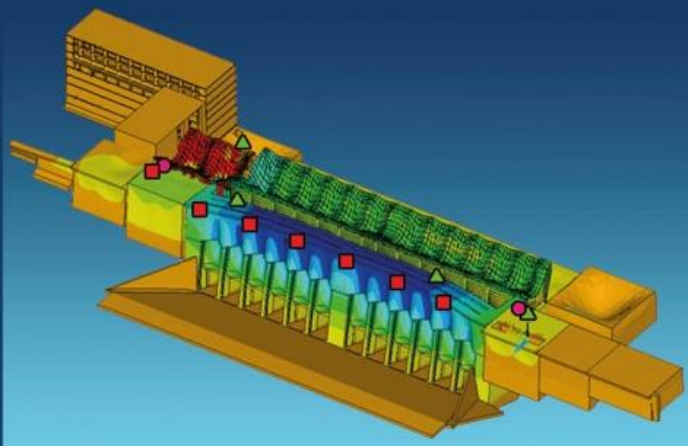
Вычислительная аэродинамика в задачах строительства:
Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2017. – 718 с.

В книге рассматриваются методы и алгоритмы решения задач строительной аэрогидродинамики, а также соответствующие программные средства и технологии, приводятся результаты решения модельных, тестовых (верификационных) и практически важных задач в инженерных приложениях.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки «Строительство» (бакалавриат, магистратура), «Прикладная математика» (программы бакалавриата), «Прикладная механика» (программы бакалавриата и магистратуры), «Техника и технологии строительства» (программы аспирантуры), «Информатика и вычислительная техника» (программы аспирантуры), специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений» (программа специалитета), рекомендуется студентам старших курсов при выполнении курсовых проектов и работ, выпускных квалификационных работ, а также магистрантам и аспирантам. Кроме того, издание полезно для специалистов в области механики жидкости и газа, вычислительной аэрогидродинамики, вычислительной математики, строительства, может использоваться для самостоятельного изучения.

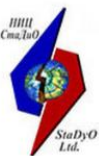
А.М. Белостоцкий П.А. Акимов Т.Б. Кайтуков

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ОСНОВЕ МОНИТОРИНГА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ



Белостоцкий А.М., Акимов П.А., Кайтуков Т.Б.
**Математическое и компьютерное
моделирование в основе мониторинга
зданий и сооружений: Учебное пособие.** – М.:
АСВ, 2018. – 712 с.

В книге рассматриваются теоретические основы мониторинга зданий и сооружений (в том числе оригинальная авторская численная методика в основе и составе систем мониторинга несущих конструкций зданий и сооружений на значимых стадиях возведения и эксплуатации), реализующее программно-алгоритмическое и аппаратное обеспечение, а также некоторые верификационные, модельные, тестовые и практически важные примеры. Издание аккумулирует мировой опыт и собственные достижения коллектива Научно-исследовательского центра СтаДиО, Российской академии архитектуры и строительных наук и ранее существовавшего Научно-образовательного центра компьютерного моделирования уникальных зданий, сооружений и комплексов Национального исследовательского Московского государственного строительного университета.



НИЦ СтаДиО / StadyO R&D

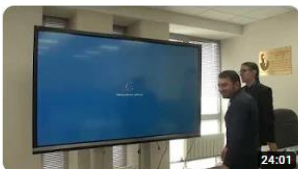
@stadyord2757 · 369 подписчиков · 53 видео

Вы — на канале Научно-исследовательского центра СтаДиО (ЗАО НИЦ СтаДиО) >

Подписаться

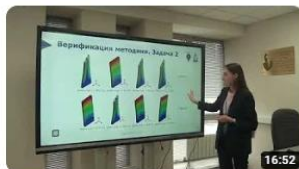
Главная Видео Плейлисты Сообщество Каналы О канале

Новые Популярные Старые



Численное моделирование снеговых нагрузок. Особенности методики. Н.А...

229 просмотров · 10 месяцев назад



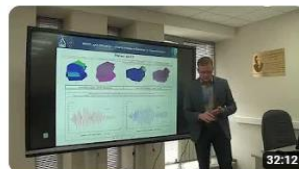
Численное моделирование аэроупругой неустойчивости строит. конструкций н...

206 просмотров · 10 месяцев назад



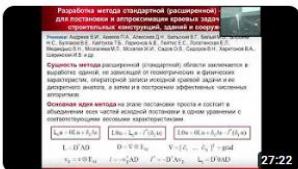
Численное моделирование отклонка вантовых светопрозрачн. конструкций н...

98 просмотров · 10 месяцев назад



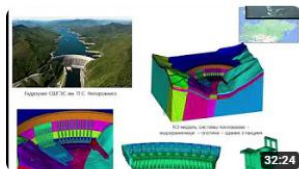
Особенности и проблемы проведения комплексного НТСП уникальных...

103 просмотра · 10 месяцев назад



Научная школа Золотова Александра Борисовича: состояние и перспективы...

91 просмотр · 10 месяцев назад



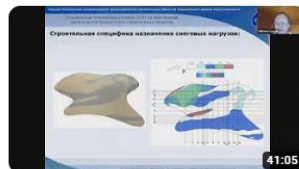
Компьютерное моделирование в наукоёмких задачах строительства...

238 просмотров · 10 месяцев назад



Физико-математические основы метода стоячих волн и принципы его...

81 просмотр · 11 месяцев назад



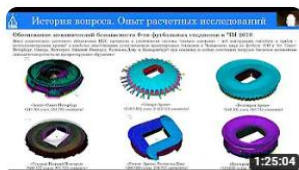
НТС-2. Предсеминар 26 мая 2020. НТС и 9,5 его законов. Часть 3.

65 просмотров · 11 месяцев назад



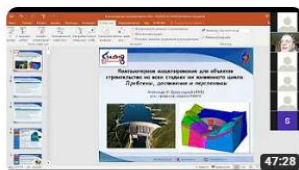
НТС-2. Предсеминар 26 мая 2020. НТС и 9,5 его законов. Часть 1.

54 просмотра · 11 месяцев назад



Математическое и физическое моделирование в задачах строительной...

578 просмотров · 1 год назад



Лекция для Открытого университета ПНИПУ. 14.03.22

300 просмотров · 1 год назад



Теоретические основы методов компьютерного моделирования. НИУ...

302 просмотра · 1 год назад



ДОМ.РФ, НИЦ СтаДиО и НИУ МГСУ - для старшеклассников.
Старт карьеры в уникальной строительной специализации:

«Инженер в сфере компьютерного моделирования уникальных зданий и сооружений».

Короткий 5-и минутный ролик

«Инженер в сфере компьютерного моделирования
уникальных зданий и сооружений»

(объясниловка-завлекаловка от **АМБ**) на сайте ДОМ.РФ:



И "полный" набор строительных специальностей:



**СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ!**