



акад. РААСН, проф., д.т.н. *Белостоцкий А.М.*,
к.т.н. *Нагибович А.И.*, к.т.н. *Дмитриев Д.С.*,
Горячевский О.С., *Вершинин В.В.*

Компьютерное моделирование в наукоемких задачах строительства. Достижения и вызовы

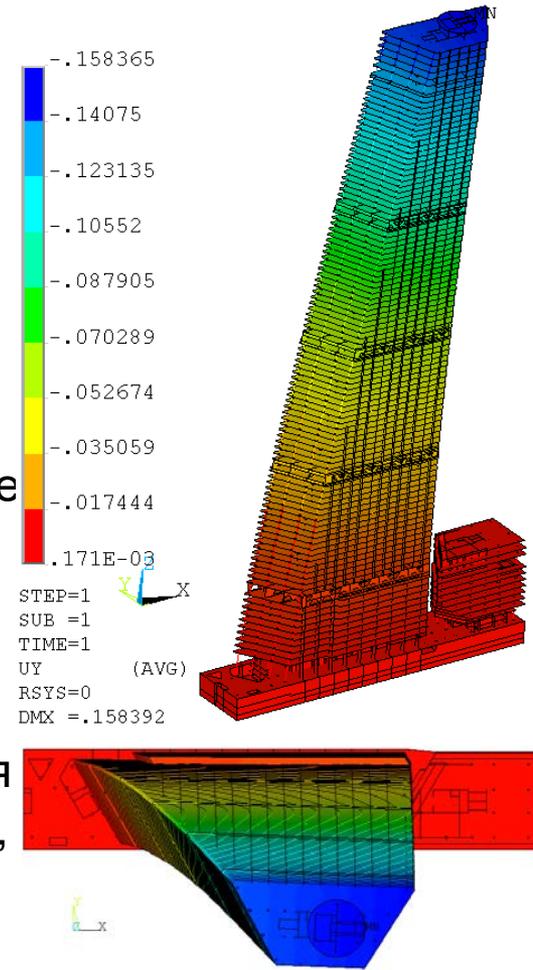
X Международная научная конференция
«Задачи и методы компьютерного
моделирования конструкций и сооружений»
(«Золотовские чтения»)

Москва, НИУ МГСУ, 29-30 сентября 2022 года



1. Решение актуальных проблем математического моделирования поведения уникальных конструкций, зданий и сооружений на значимых стадиях их жизненного цикла:

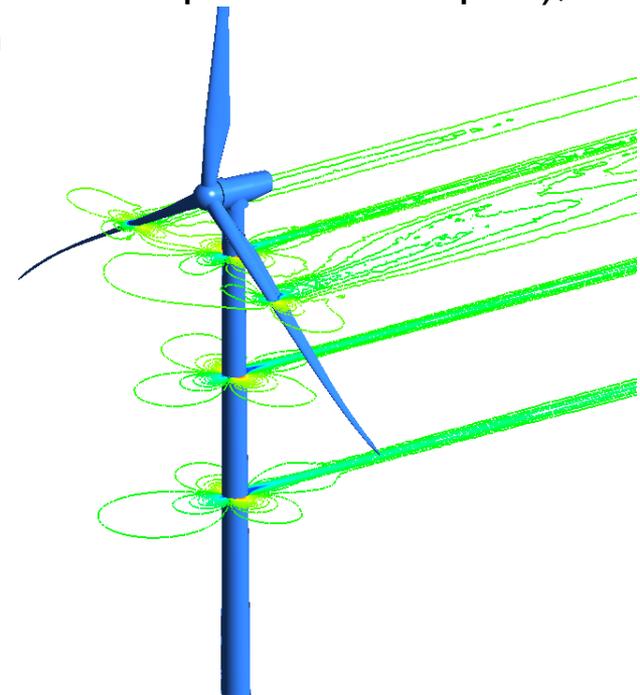
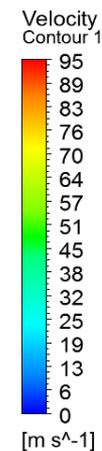
- моделирование взаимодействия зданий и сооружений с грунтовым основанием с учетом реальных свойств, поэтапности возведения и фактической истории эксплуатации;
- учет физической, геометрической и других нелинейностей (пластичность металла, ползучесть и трещинообразование железобетона, нелинейная реология грунта; большие перемещения; потеря устойчивости, закритическое поведение; контактные задачи (отрыв с трением и др.));
- учет конструктивных и технологических особенностей (структурная (конструктивная) нелинейность, генетическая нелинейность) зданий и сооружений (последовательность, поэтапность возведения; чувствительность зданий и сооружений, оценка качества конструктивного решения с позиции чувствительности НДС к отклонениям от проекта);





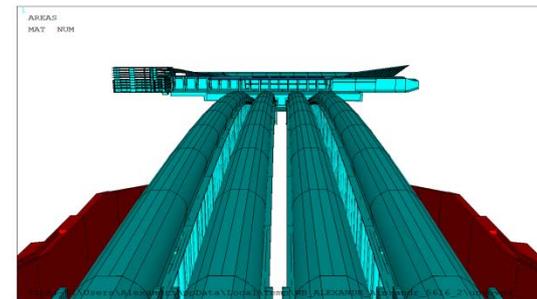
1. Решение актуальных проблем математического моделирования поведения уникальных конструкций, зданий и сооружений на значимых стадиях их жизненного цикла:

- численное моделирование ветровых потоков и нагрузок (средняя и пульсационная составляющие; нагрузки на фасадные конструкции, пешеходная комфортность, вихревые резонансные колебания), экспериментальные проверки расчетов на ветровые воздействия; расчеты на сейсмические воздействия (на спектры ускорений (варианты линейно-спектральной теории); на акселерограммы; неплатформенные схемы; учет волновых эффектов);
- расчет зданий различных конструктивных схем на прогрессирующее обрушение с учетом реальных динамических высоконелинейных эффектов упруго-вязко-пластичности и больших перемещений; решение связанных задач аэрогидроупругости;
- численное моделирование трехмерных нестационарных задач огнестойкости;



1. Решение актуальных проблем математического моделирования поведения уникальных конструкций, зданий и сооружений на значимых стадиях их жизненного цикла:

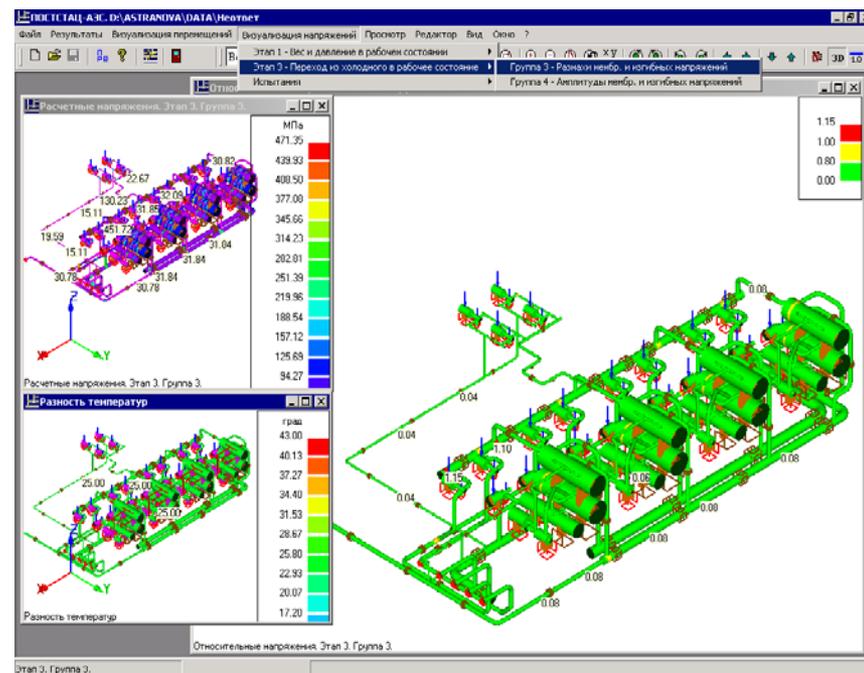
- ↪ построение калибруемых прогнозных математических и компьютерных моделей в составе систем мониторинга на этапах возведения и эксплуатации зданий и сооружений;
- ↪ разработка и развитие методов и алгоритмов решения вычислительных задач большой размерности – разнородности – контрастности (прямые и итерационные решатели (солверы); суперэлементные схемы; адаптивные схемы; распараллеливание вычислений и др.);
- ↪ реализация алгоритмов аэродинамики для решения задач моделирования снеговых отложений, взрывных воздействий и распространения вредных выбросов.





2. Разработка собственных программных комплексов:

- ↪ разработка, совершенствование и развитие собственного исследовательского программного комплекса **СТАДИО**, предназначенного для численного решения линейных и нелинейных задач теории поля, статики, устойчивости и динамики пространственных комбинированных систем;
- ↪ разработка, совершенствование и развитие собственного программного комплекса **АСТРА-НОВА**, предназначенного для автоматизированных расчетов трубопроводных систем по выбору основных размеров деталей, на статическую и циклическую прочность, на сейсмические воздействия, вибропрочность и неустановившиеся динамические процессы в соответствии с российскими нормативными требованиями;
- ↪ разработка, совершенствование и развитие специализированных исследовательских программ (СИПК) на базе универсальных программных комплексов (в частности, ANSYS Mechanical, ANSYS CFD и др.).



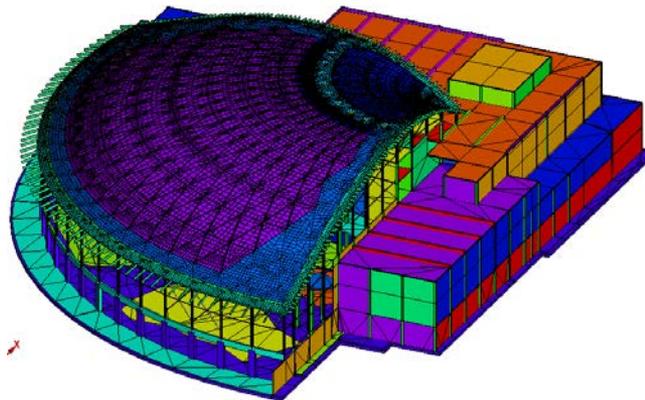
3. Верификация программных комплексов в соответствии с требованиями РААСН:

- ↪ освоение и верификация мировых брендов численного моделирования (ANSYS, SIMULIA Abaqus, DIANA и др.);
- ↪ верификация отечественных специализированных программ расчета строительных конструкций (SCAD, Лира САПР, Лира и др.).



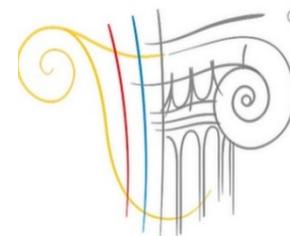
4. Экспертиза расчетов зданий и сооружений с использованием верифицированных программных комплексов:

- ↪ экспертиза расчетов зданий и сооружений с использованием верифицированных программных комплексов;
- ↪ экспертиза расчетных методов и программных средств, используемых при проектировании и исследованиях зданий и сооружений;
- ↪ квалификационная проверка и аттестация специалистов, выполняющих расчеты по программным комплексам, прежде всего, при разработке экспертных заключений;
- ↪ строительно-техническая экспертиза состояния, причин локальных разрушений и обрушений зданий и сооружений.



5. Разработка и актуализация новых методов расчета зданий и сооружений:

- разработка и развитие численных методов расчета конструкций, зданий и сооружений (метод конечных элементов (МКЭ) с модификациями, метод граничных элементов (МГЭ), вариационно-разностный метод (ВРМ), бессеточные методы, метод конечных объемов (МКО) и др.);
- разработка и развитие численно-аналитических методов расчета (в том числе локального) конструкций, зданий и сооружений (дискретно-континуальные методы).



НИЦ СтаДуО

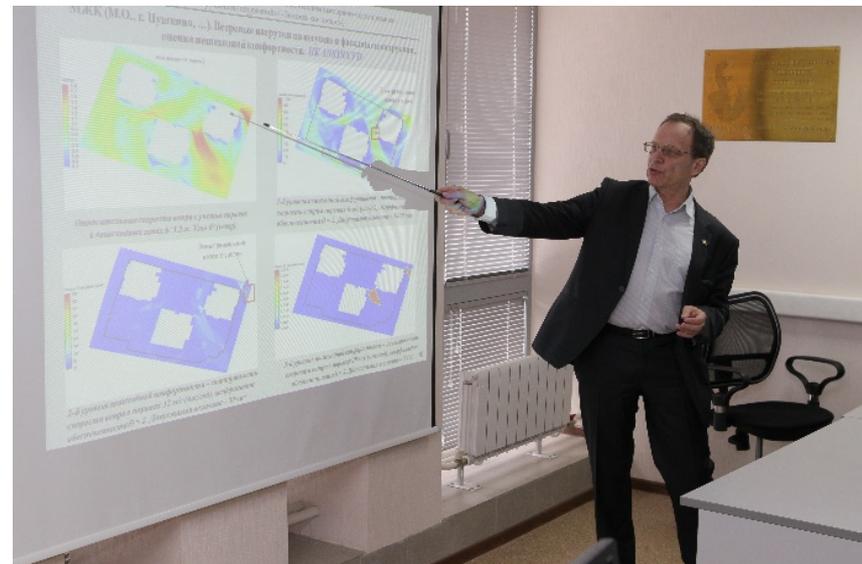




6. Подготовка и переподготовка специалистов-пользователей программных комплексов математического моделирования уникальных конструкций, зданий и сооружений:

→ подготовка специалистов-пользователей универсальных комплексов математического моделирования конструкций, зданий, сооружений и конгломератов (ANSYS Mechanical, ANSYS CFD, SIMULIA Abaqus, PLAXIS), в том числе в рамках программ магистратуры (по направлениям «Прикладная математика», «Строительство») и программ подготовки профессиональных кадров и кадров высшей квалификации (по направлениям подготовки «Информатика и вычислительная техника», «Техника и технологии строительства», «Прикладная математика»);

→ подготовка специалистов-пользователей объектно-ориентированных комплексов компьютерного моделирования конструкций, зданий и сооружений (Autodesk Robot Structural Analysis, Лира, Лира САПР, SCAD, MicroFE, АСТРА-НОВА);





7. Решение научно-исследовательских и научно-технических задач:

- ↪ выполнение расчетных и расчетно-экспериментальных исследований и мониторинга строительных объектов, в том числе наиболее сложных, ответственных и уникальных систем, конструкций, зданий, сооружений и комплексов с выработкой заключений рекомендаций по оптимизации;
- ↪ построение прогнозных математических и компьютерных моделей как «интеллектуальной» основы и в составе систем мониторинга несущих и фасадных конструкций уникальных зданий и сооружений;
- ↪ научное взаимодействие и координация с РААСН;
- ↪ смежные объекты и задачи (в частности системы «трубопроводы – оборудование – конструкции»).



8. Научно-образовательная деятельность:

- ↪ подготовка аспирантов в рамках программ подготовки профессиональных кадров и кадров высшей квалификации по направлениям «Информатика и вычислительная техника», «Техника и технологии строительства»;
- ↪ подготовка магистров в рамках программ магистратуры по направлениям «Прикладная математика», «Строительство»;
- ↪ участие в образовательном процессе студентов прочих направлений подготовке в рамках проведения «открытых лекций», специализированных курсов обучения, семинаров, консультаций, в том числе при подготовке выпускных квалификационных работ;
- ↪ подготовка специалистов в рамках программ дополнительного профессионального образования по тематическим направлениям (большепролетные и высотные здания; подземные сооружения; сооружения атомных, тепловых и гидроэлектростанций; трубопроводные системы различного назначения);





8. Научно-образовательная деятельность:

- подготовка учебников, учебных пособий, монографий по актуальным проблемам математического и компьютерного моделирования состояния зданий, сооружений и комплексов;
- организация и насыщение смысловым содержанием научно-образовательных центров и лабораторий в ведущих российских университетах;
- организация и участие в российских и международных научных мероприятиях (конференции, симпозиумы, семинары и др.).



➤ 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 (корпус 1, комплекс NICA и соседние здания)“, с учетом геологических и гидрогеологических условий. Анализ статического и динамического состояния системы при различных режимах работы и сценариях нагружения.

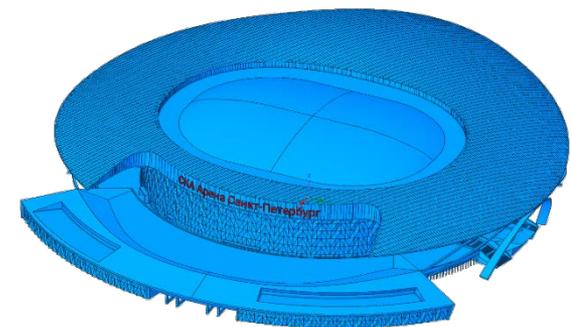


➤ Научно-техническое сопровождение проектирования и строительства объекта капитального строительства «Центр коллективного пользования «Сибирский кольцевой источник фотонов» (ЦКП «СКИФ»)

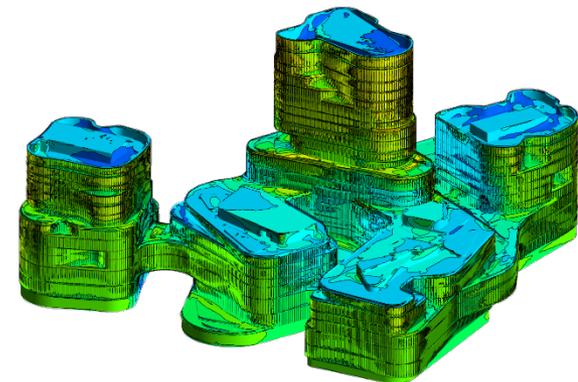




➔ **Научно-техническое сопровождение проектирования Объекта «Реконструкция Петербургского спортивно-концертного комплекса, расположенного по адресу: г. Санкт-Петербург, м.о. Гагаринское, ...».** Комплексные аэродинамические исследования (с учетом окружающей застройки) на основе численного решения трехмерных задач аэродинамики



➔ **Расчетная оценка ветровых нагрузок на несущие и фасадные конструкции и параметров пешеходной комфортности Объекта: «Офисно-деловой центр по адресу: г. Москва, Западный административный округ, район Кунцево, территория Рублёво-Архангельское (кварталы А27, А32, А33, Т06) на основе трехмерного численного моделирования аэродинамики»**

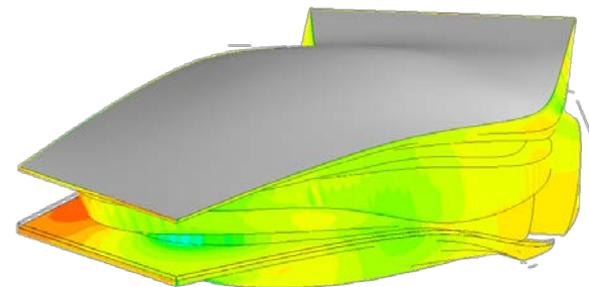


➔ **Комплексные аэродинамические исследования флагштоков на территории ГТС на береговой линии Парка 300-летия г. Санкт-Петербурга (нестационарные расчеты аэродинамических коэффициентов и частот срыва вихрей, оценка аэроупругой неустойчивости, определение критических скоростей ветра и ветровых нагрузок при вихревом возбуждении)**

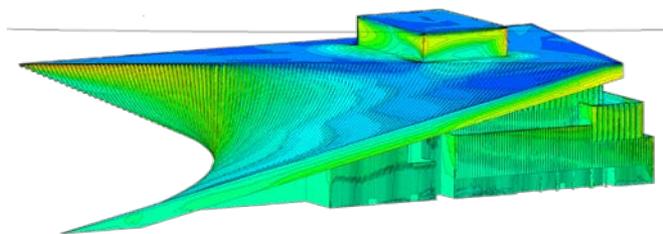




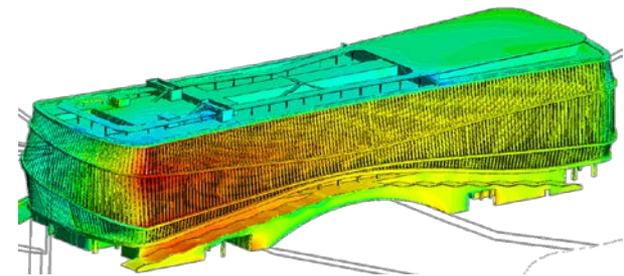
➔ **Научно-техническое сопровождение проектирования**, включая численное моделирование ветровых и снеговых нагрузок, расчетные исследования НДС, динамики, прочности и устойчивости несущих конструкций при нормативно регламентированных сочетаниях нагрузок и воздействий ..., для Объекта - **«Театр оперы и балета» (г. Севастополь)**



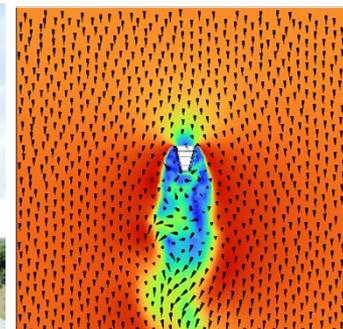
➔ **Научно-техническое сопровождение проектирования**, комплексные аэродинамические исследования по Объекту **«Театр оперы и балета» (г. Калининград)** на основе численного решения трехмерных задач аэродинамики



➔ **Разработка рекомендаций по назначению расчетных ветровых и снеговых нагрузок** на конструкции проектируемого объекта **«Строительство общественно-делового центра на пересечении ул. Береговая и ул. Братьев Кашириных в Калининском районе г. Челябинска».**

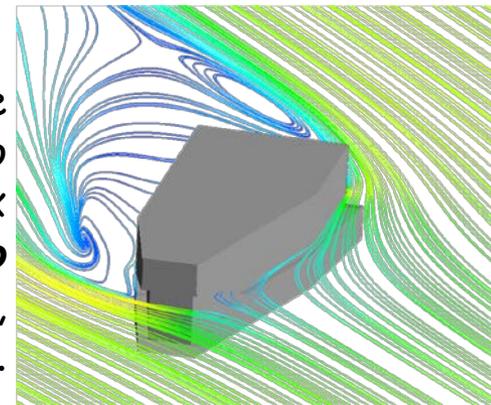


➔ **Определение расчетных ветровых нагрузок и анализ вихревого возбуждения** для проектируемого Объекта - **Стела «Город трудовой доблести» (г. Екатеринбург на пересечении ул....)** на основе математического (численного) моделирования трехмерных задач аэродинамики

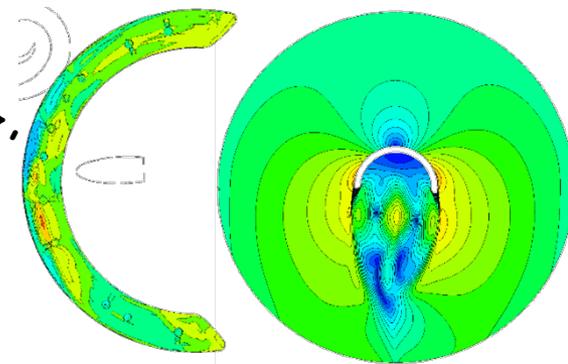




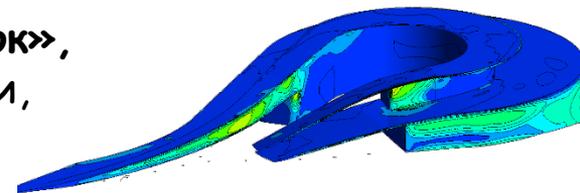
→ Научно-техническое сопровождение при разработке положений специальных технических условий (СТУ) по ветровым нагрузкам и допустимому прогибу вантовых конструкций фасада Объекта: **«Офисно-деловое здание со встроенной подземной автостоянкой»** по адресу: г. Москва, внутригородское муниципальное образование Кунцево, у д. Захарково, квартал А24



→ Расчетно-экспериментальные исследования ветровых воздействий для Объекта **«Всесезонный курорт «Манжерок»**, расположенному по адресу: Республика Алтай, Майминский район, район озера Манжерское, с юго-восточной стороны



→ Расчетно-экспериментальные исследования ветровых воздействий для Объекта: **«Всесезонный курорт «Манжерок», панорамный ресторан»** (расчеты коэффициента орографии, пиковых ветровых давлений на ограждающие (фасадные) конструкции с учетом локального рельефа местности)



➔ **Научно-техническое сопровождение проектирования, включая численные 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 - «Хореографическая академия в г. Севастополь»**



➔ **Научно-техническое сопровождение проектирования для Объекта: Многоэтажная высотная жилая застройка. Жилой дом с размещением автостоянок, объектов обслуживания в границах ул. Луначарского и Московского шоссе, г.о. Самара**

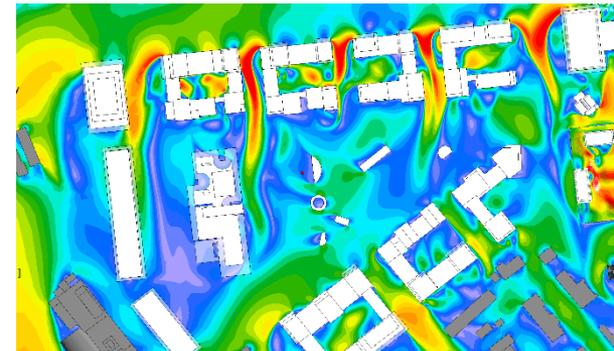


➔ **Научно-техническое сопровождение проектирования, включая расчетные исследования сейсмостойкости и сопоставительный анализ результатов альтернативных расчетов, для Объекта - Жилой комплекс Аль Каср с подземным паркингом, стилобатной частью, включающей коммерческие площади, помещения управляющей компании по адресу: г. Каспийск**





➔ Определение параметров ветровой комфортности пешеходных зон на основе численного решения трёхмерных задач аэродинамики по объекту: «Многофункциональная застройка на участке: г. Москва, ЗАО, Бережковская набережная, влд. 20, влд. 20Б»



➔ Комплексные аэродинамические исследования шпиля башни комплекса зданий Национального космического центра по адресу: г. Москва, Филевский бульвар (ул. Новозаводская) (определение аэродинамических коэффициентов и частот срыва вихрей для шпиля с учетом и без учета навершия)

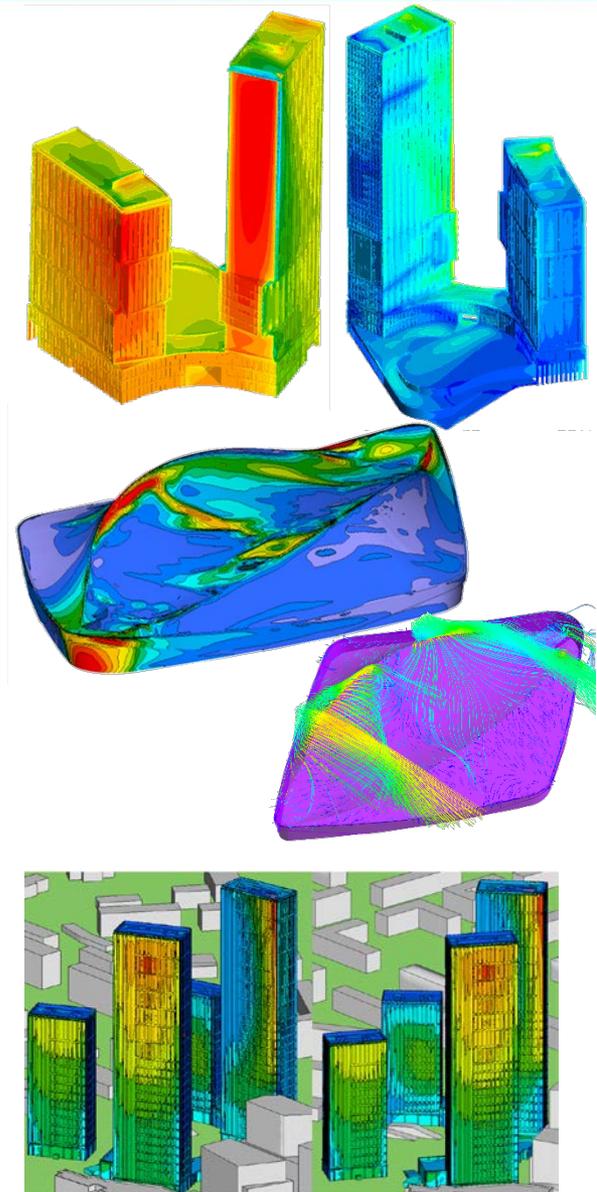


➔ Численные аэродинамические исследования интегральных характеристик различных концептуальных форм высотного здания и параметров пешеходной комфортности в зоне комплекса зданий по Объекту: «Многофункциональный высотный жилой комплекс с подземной автостоянкой, встроено-пристроенными нежилыми помещениями Сити 2."», по адресу: г. Москва, территория, прилегающая к ММДЦ Москва-Сити



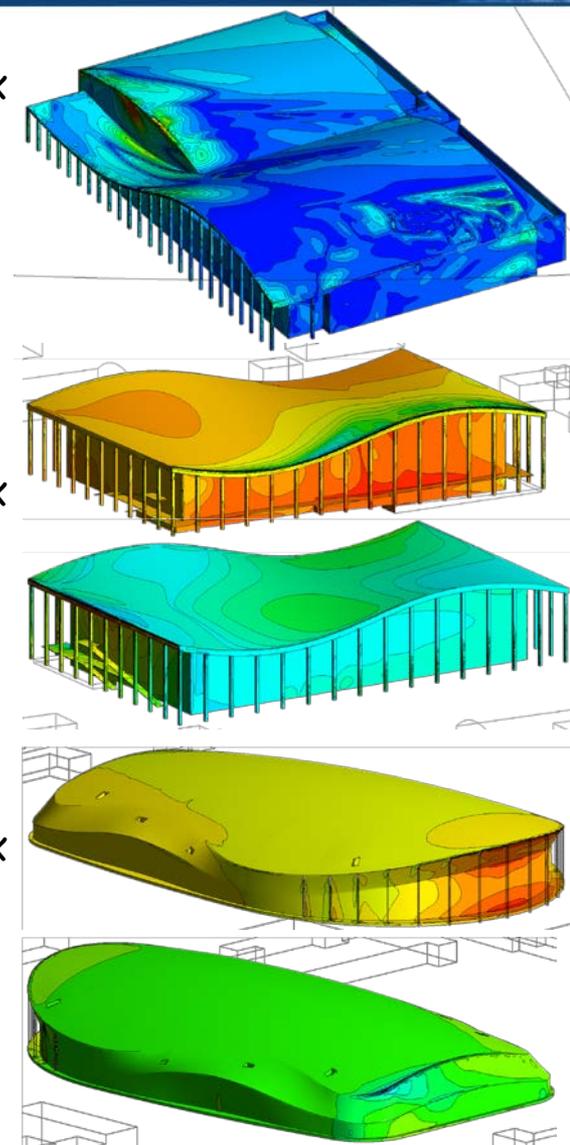


- ➔ **Научно-техническое сопровождение проектирования**, включая численные аэродинамические исследования, расчетные исследования параметров механической безопасности, сопровождение в ФАУ «Главгосэкспертиза России», для Объекта: «**Высотная жилая застройка (...)**», расположенный в границах ул. Луначарского и Московского ш. в Октябрьском р-не г.о. Самара
- ➔ **Научно-техническое сопровождение проектирования**, включая комплексные аэродинамические исследования, расчетные исследования напряженно-деформированного состояния, динамики, прочности и устойчивости несущих конструкций при нормативно регламентированных сочетаниях основных и особых (аварийных) нагрузок и воздействий и сопоставительный анализ результатов альтернативных расчетов, для Объекта - «**Серфинг-парк «Волна» (Москва, ...)**»
- ➔ **Определение расчётных ветровых нагрузок на несущие и фасадные конструкции и параметров пешеходной комфортности многофункционального жилого комплекса**, расположенного по адресу: г. **Москва, Огородный проезд, вл.20**, на основе численного решения трехмерной задачи аэродинамики





- Разработка рекомендаций по назначению ветровых и снеговых нагрузок на проектируемый **Универсальный спортивный комплекс** в г. **Южно-Сахалинск**, на основе численного решения трехмерных задач аэродинамики. В рамках проектирования объекта «Универсальный спортивный комплекс»
- Разработка рекомендаций по назначению ветровых и снеговых нагрузок на проектируемый **Центр водных видов спорта** в г. **Южно-Сахалинск**, на основе численного решения трехмерных задач аэродинамики. В рамках проектирования объекта «Центр водных видов спорта»
- Разработка рекомендаций по назначению ветровых и снеговых нагрузок на проектируемую **Ледовую арену** в г. **Южно-Сахалинск**, на основе численного решения трехмерных задач аэродинамики. В рамках проектирования объекта «Ледовая арена»





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 и строительства **Петербургского спортивно-концертного комплекса** (г. Санкт-Петербург), выполнение альтернативных расчетов железобетонных и стальных конструкций



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



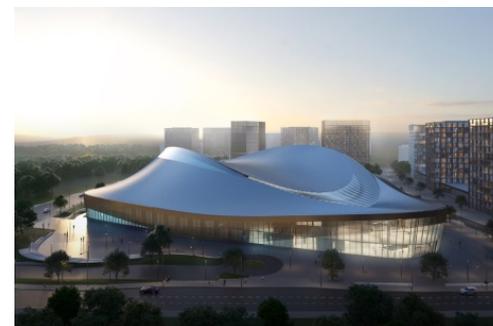
...



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



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



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



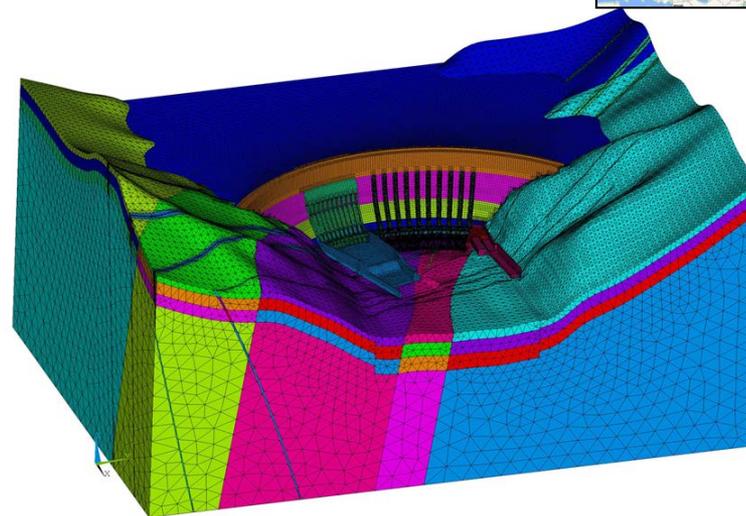
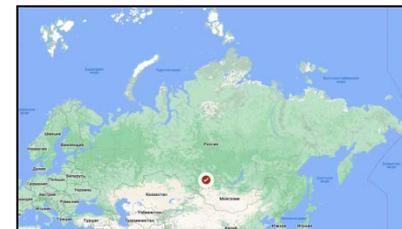
Комплексное НТС на стадиях проектирования и строительства
Объекта: **«Технопарк ПАО Сбербанк»** в инновационном
центре «Сколково».



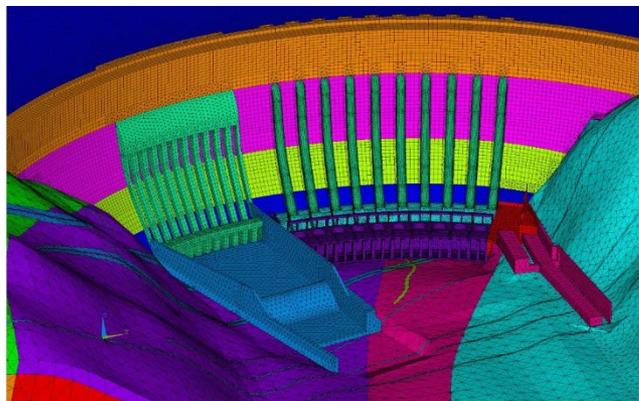
...



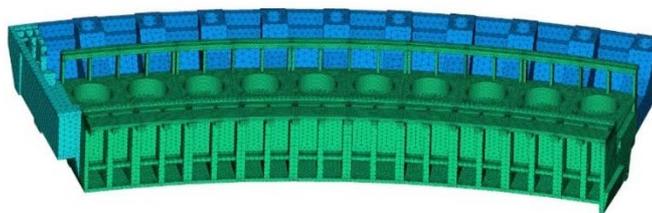
Гидроузел СШГЭС им. П.С. Непорожного



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



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



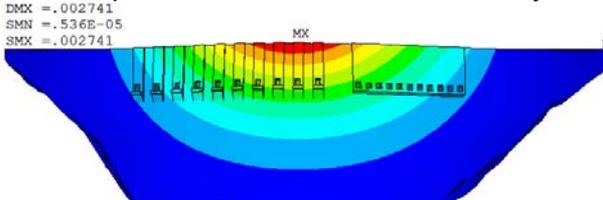
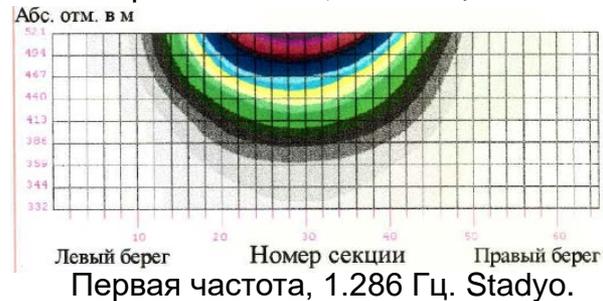
КЭ-модель здания станции



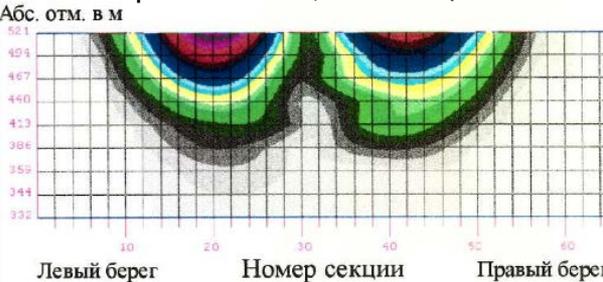
КЭ-модель агрегатного блока



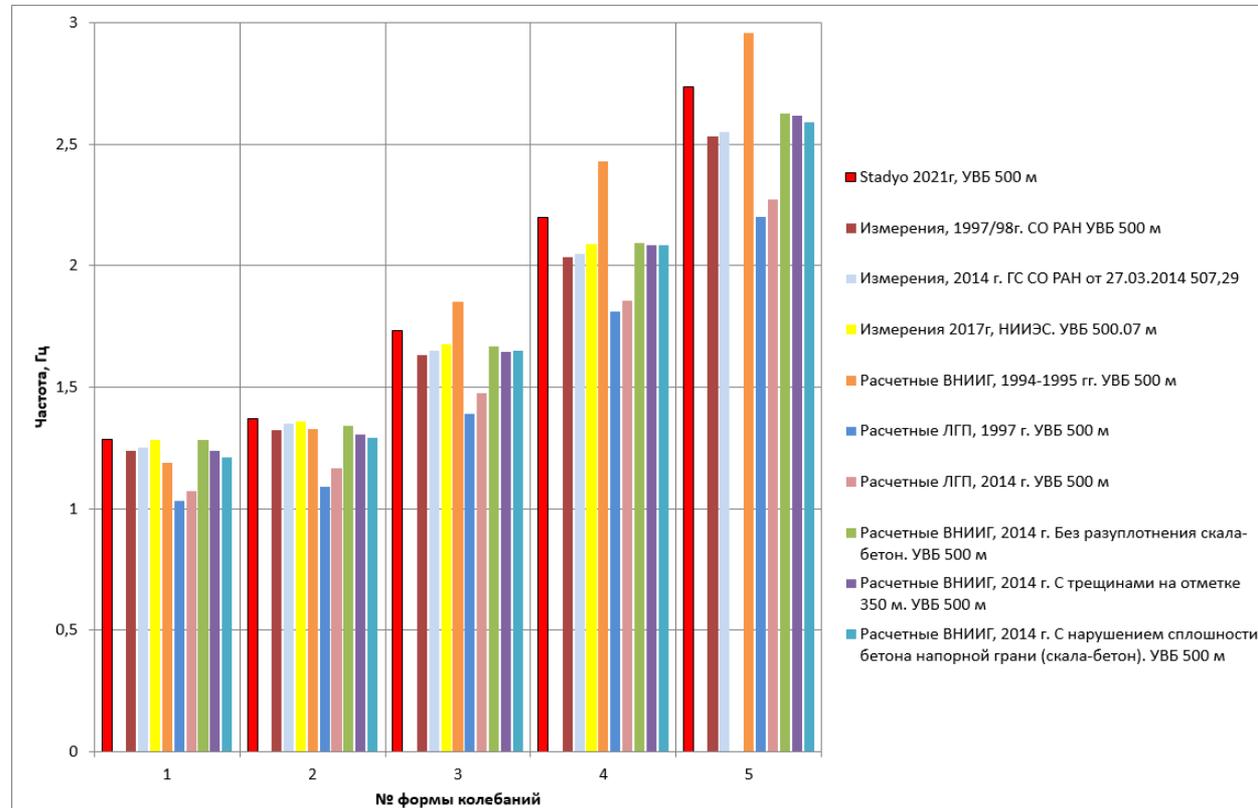
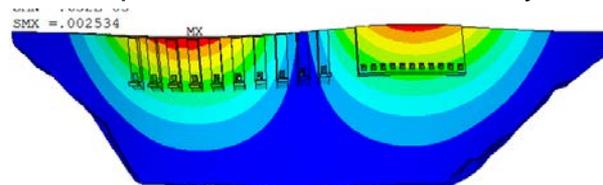
Первая частота, 1.236 Гц. МСВ.



Вторая частота, 1.325 Гц. МСВ.



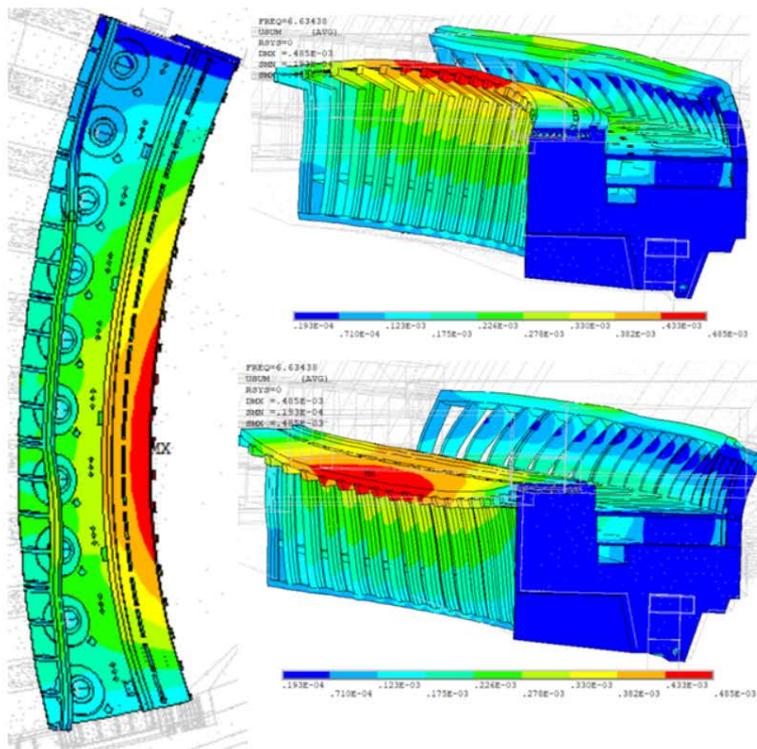
Вторая частота, 1.374 Гц. Stadyo.



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



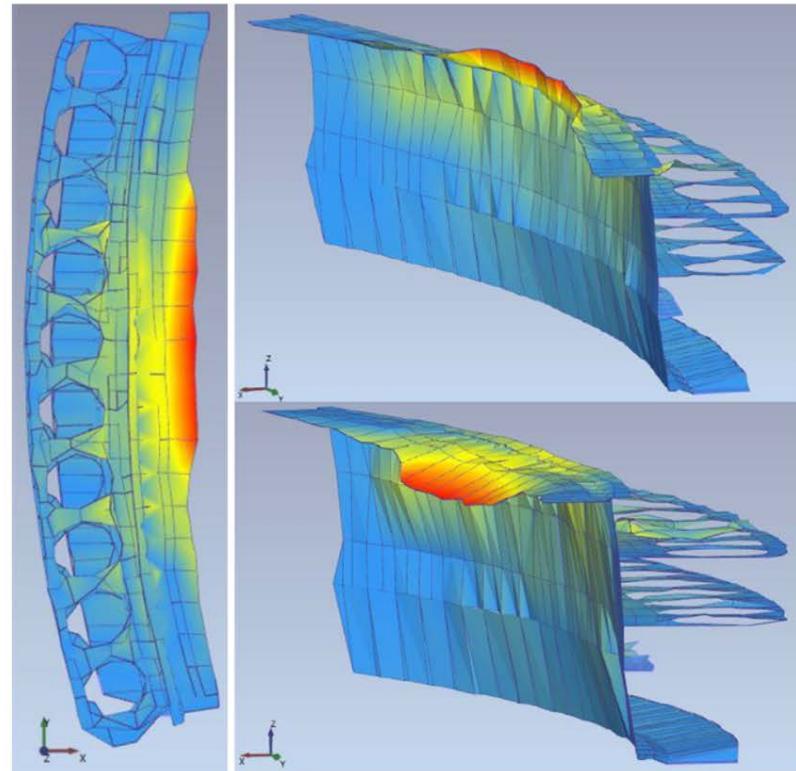
ЗАО НИЦ СтаДПО
(ПК ANSYS)



$f = 6.634 \text{ Гц}$

ВНИИГ

(инструментальное определение собственных частот) 2020 г.

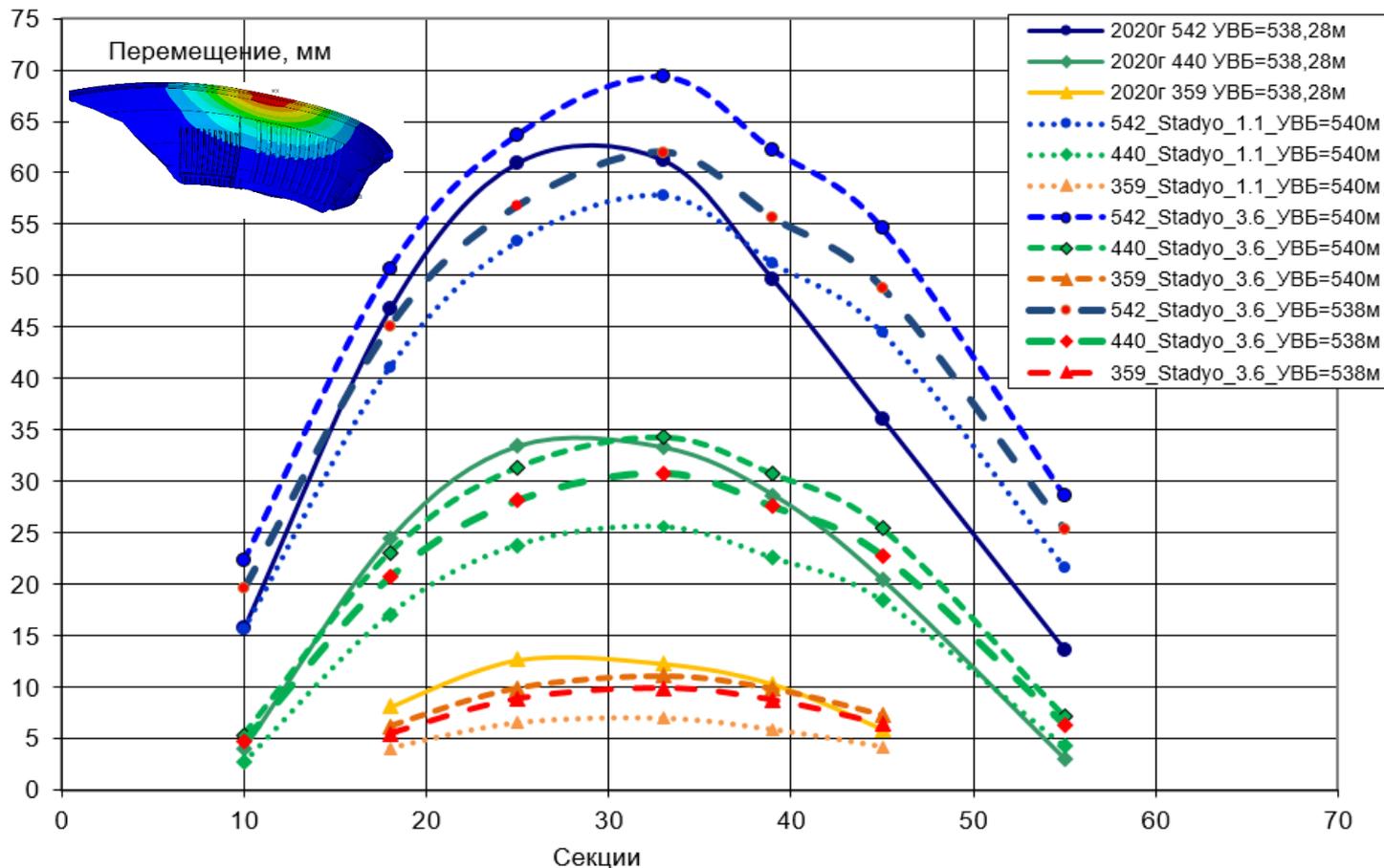


$f = 6.7 \text{ Гц}$

Сопоставление расчетных и измеренных динамических характеристик здания ГЭС



Радиальные перемещения, по ряду отметок при макс УВБ 540/538



Относительные радиальные перемещения гребня плотины в базовой модели на трех отметках при расчетном УВБ 538/540. Сопоставление расчетных и натуральных (мониторинг) данных.



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.



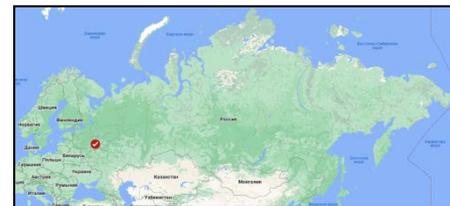
НТС проектирования и строительства **Петербургского спортивно-концертного комплекса** (г. Санкт-Петербург), выполнение альтернативных расчетов железобетонных и стальных конструкций



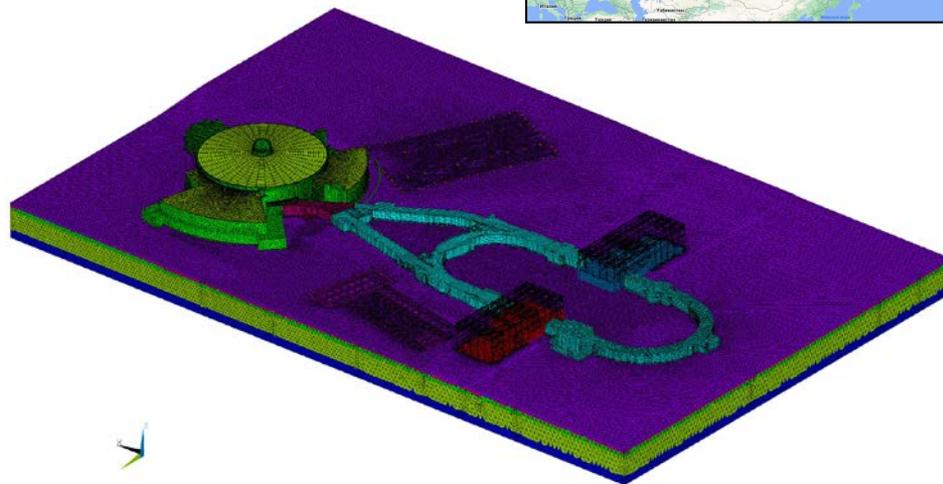
НТС проектирования Объекта: **«Театр оперы и балета»** (г. Севастополь)



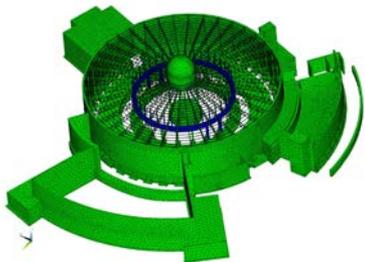
...



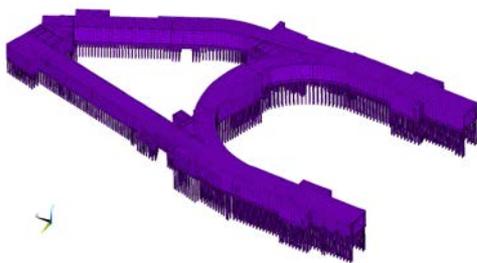
Комплекс сооружений на территории ЛФВЭ ОИЯИ



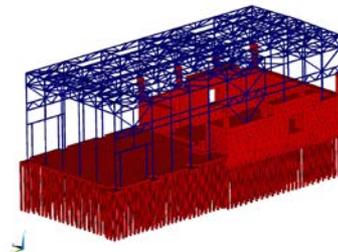
КЭ-модель системы «основание – комплекс сооружений на территории ЛФВЭ ОИЯИ»



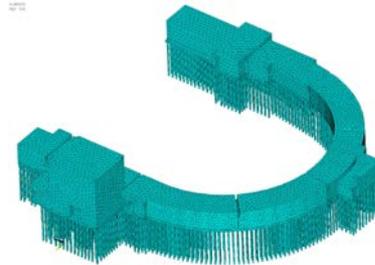
КЭ-модель здания 1



КЭ-модель полукольца E



КЭ-модель здания детектора

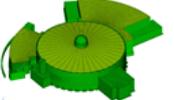
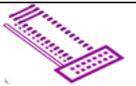
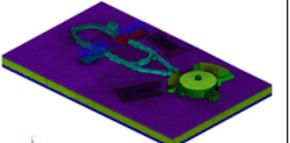


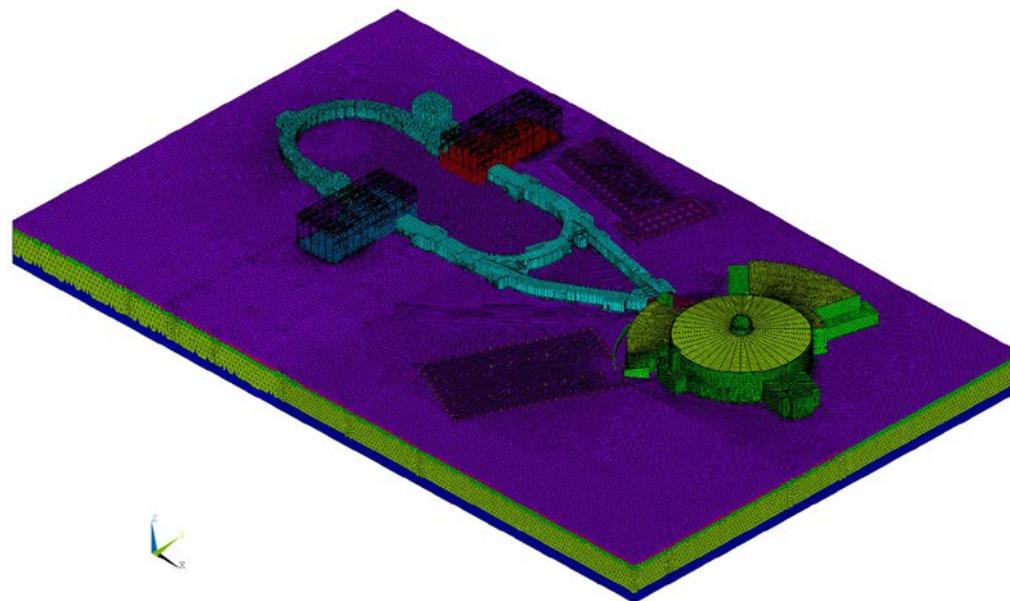
КЭ-модель полукольца W



Численное моделирование системы „основание – комплекс сооружений на территории ЛФВЭ ОИЯИ (корпус 1, комплекс NICA и соседние здания)“



№ д/п	Наименование сооружения	Иллюстрация	Кол-во узлов	Кол-во элементов	Вычислительная размерность
1	Полукольцо W		67 908	94 344	203 724
2	Полукольцо E и КТП		194 365	258 727	583 095
3	MPD		82 506	80 004	247 518
4	SPD		82 726	81 007	248 178
5	Переход к зданию 1		4 744	16 238	14 232
6	Здание 1		98 944	259 779	296 832
7	Здание 205 (фундаменты)		984	171	2 952
8	Здание 1a (фундаменты)		6 785	15 587	20 355
9	Весь комплекс сооружений без грунтового массива		535 802	799 893	1 607 406
10	Весь комплекс сооружений с грунтовым массивом		1 652 905	8 262 082	4 958 715



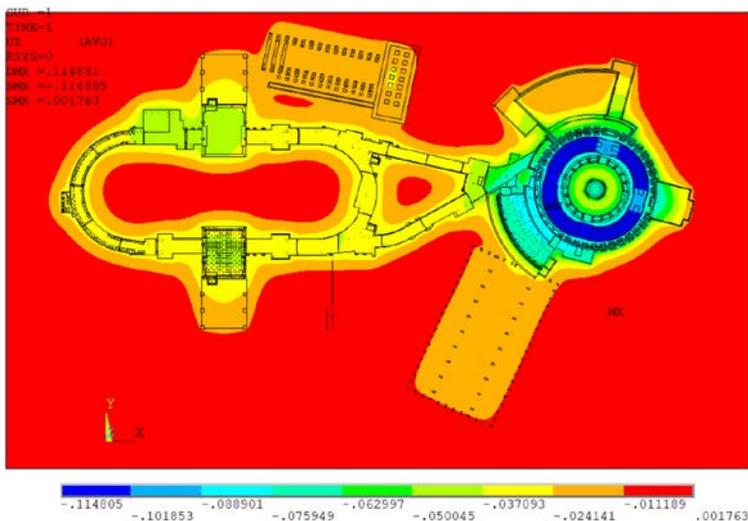
КЭ-модель системы
«основание – комплекс сооружений на территории ЛФВЭ ОИЯИ»



Численное моделирование системы „основание – комплекс сооружений на территории ЛФВЭ ОИАИ (корпус 1, комплекс NICA и соседние здания)“

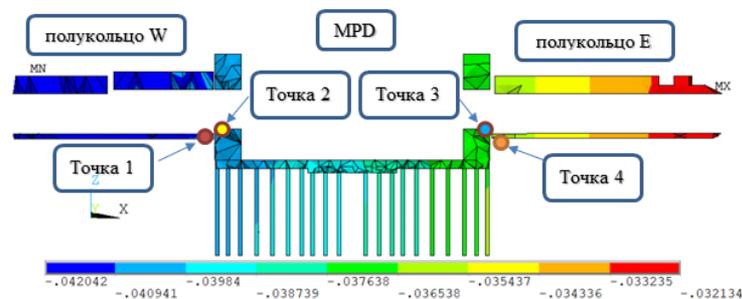


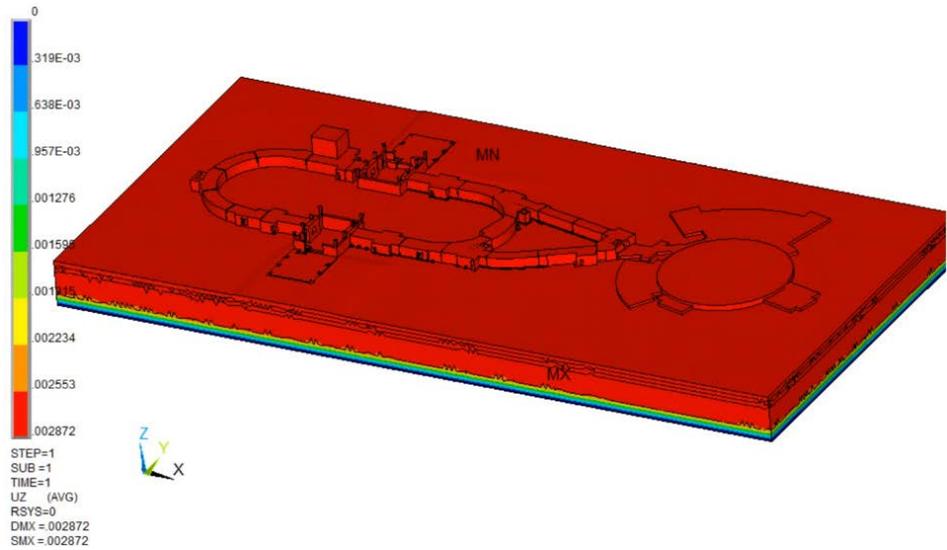
Сопоставление вертикальных перемещений U_z в зоне деформационных швов между зданием детектора МРД и полуколыцями, мм.



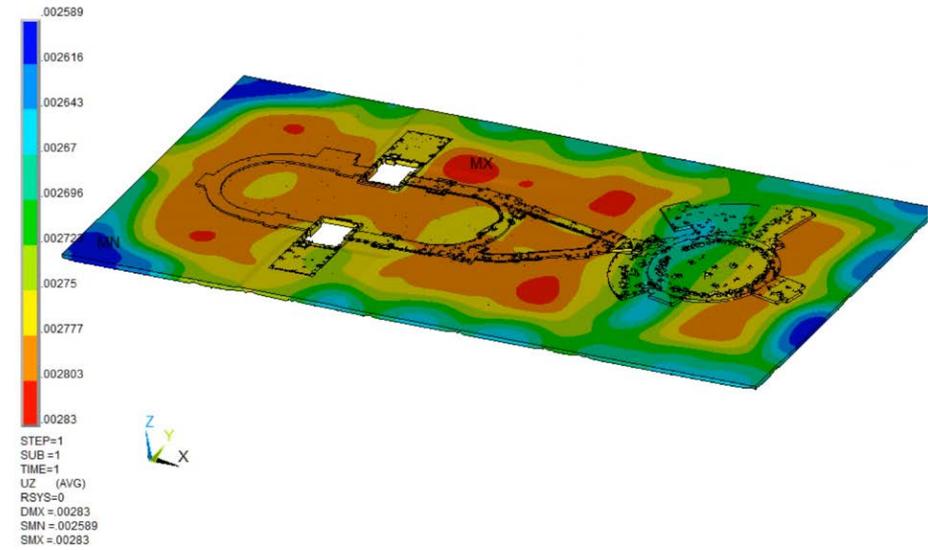
Вертикальные перемещения U_z , мм. Вид сверху. Собственный вес несущих конструкций всех сооружений + эксплуатационная нагрузка во всех сооружениях комплекса (МРД в позиции 3, СПД в позиции 3, бетонная защита в измерительном павильоне). Неоднородный безмассовый грунт.

№ п/п	Нагрузка			Шов между полукольцом W и МРД			Шов между МРД и полукольцом E				
	Собственный вес	Эксплуатационная (во всех сооружениях)	Положение детектора			Точка 1 (W) U_z , мм	Точка 2 (МРД) U_z , мм	δ , мм	Точка 3 (МРД) U_z , мм	Точка 4 (E) U_z , мм	δ , мм
			Позиция 1	Позиция 2	Позиция 3						
1	+	+			+	41,686	40,846	0,840	36,837	36,663	0,174
2	+	+			+	41,595	40,766	0,829	36,701	36,580	0,121
3	+	+	+			41,461	40,629	0,832	36,520	36,455	0,065
4		+			+	3,940	4,677	0,737	4,573	3,797	0,776
5		+			+	3,849	4,598	0,749	4,437	3,714	0,723
6		+	+			3,715	4,460	0,745	4,256	3,589	0,667





Вертикальные перемещения U_z , м, при $\Delta h=10$ м.
Результаты расчета на этапе 1.
Действие противодействия
(без учета собственного веса сооружений)



Вертикальные перемещения U_z в уровне дневной поверхности, м. Результаты расчета на этапе 1.
Действие противодействия
(без учета собственного веса сооружений)



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 и строительства **Петербургского спортивно-концертного комплекса** (г. Санкт-Петербург), выполнение альтернативных расчетов железобетонных и стальных конструкций



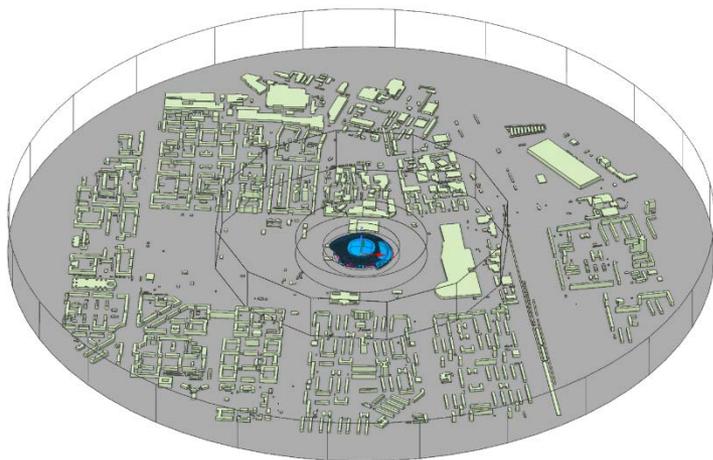
НТС проектирования Объекта: **«Театр оперы и балета»** (г. Севастополь)



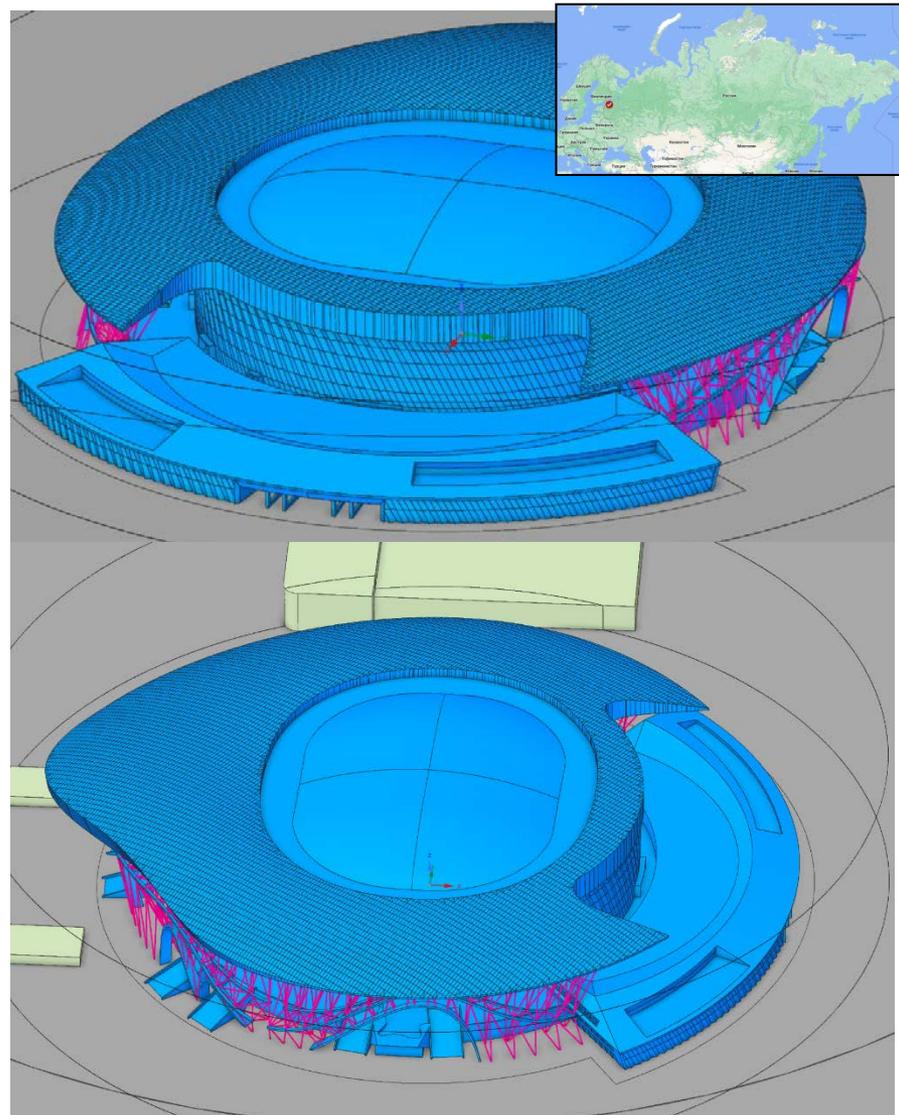
...



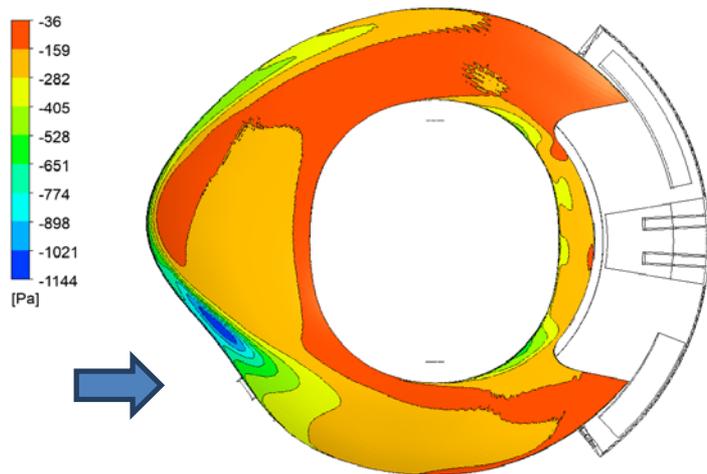
Проект спортивно-концертного комплекса
 в г. Санкт-Петербург



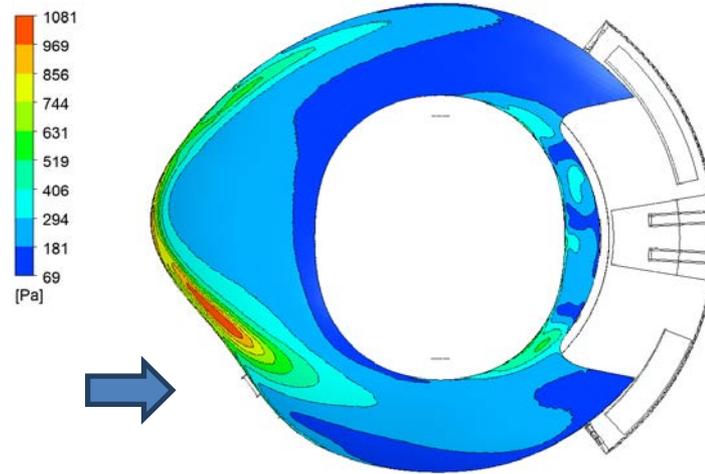
Модель с застройкой. Геометрическая модель. Общий вид



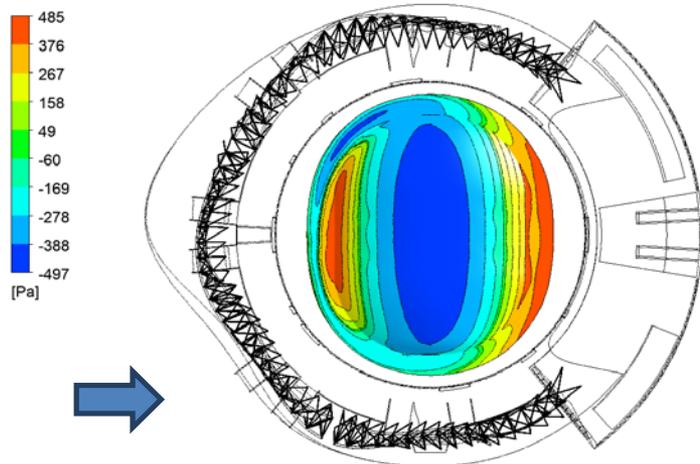
Модель с застройкой. Геометрическая модель.
 Виды вблизи СКК.



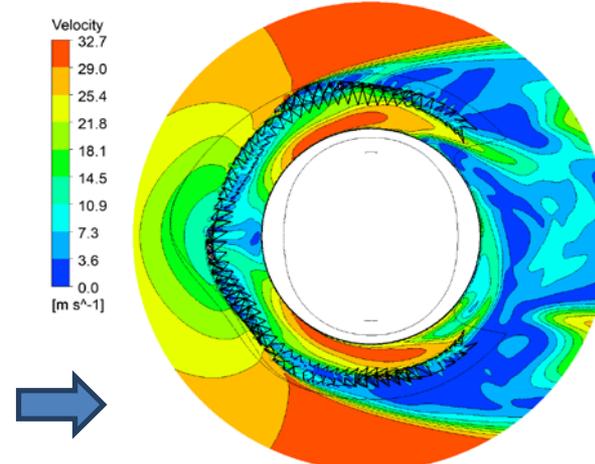
Средняя составляющая ветрового давления (Па) на конструкции Декоративного козырька СКК без учета окружающей застройки. Угол атаки ветра 270°.



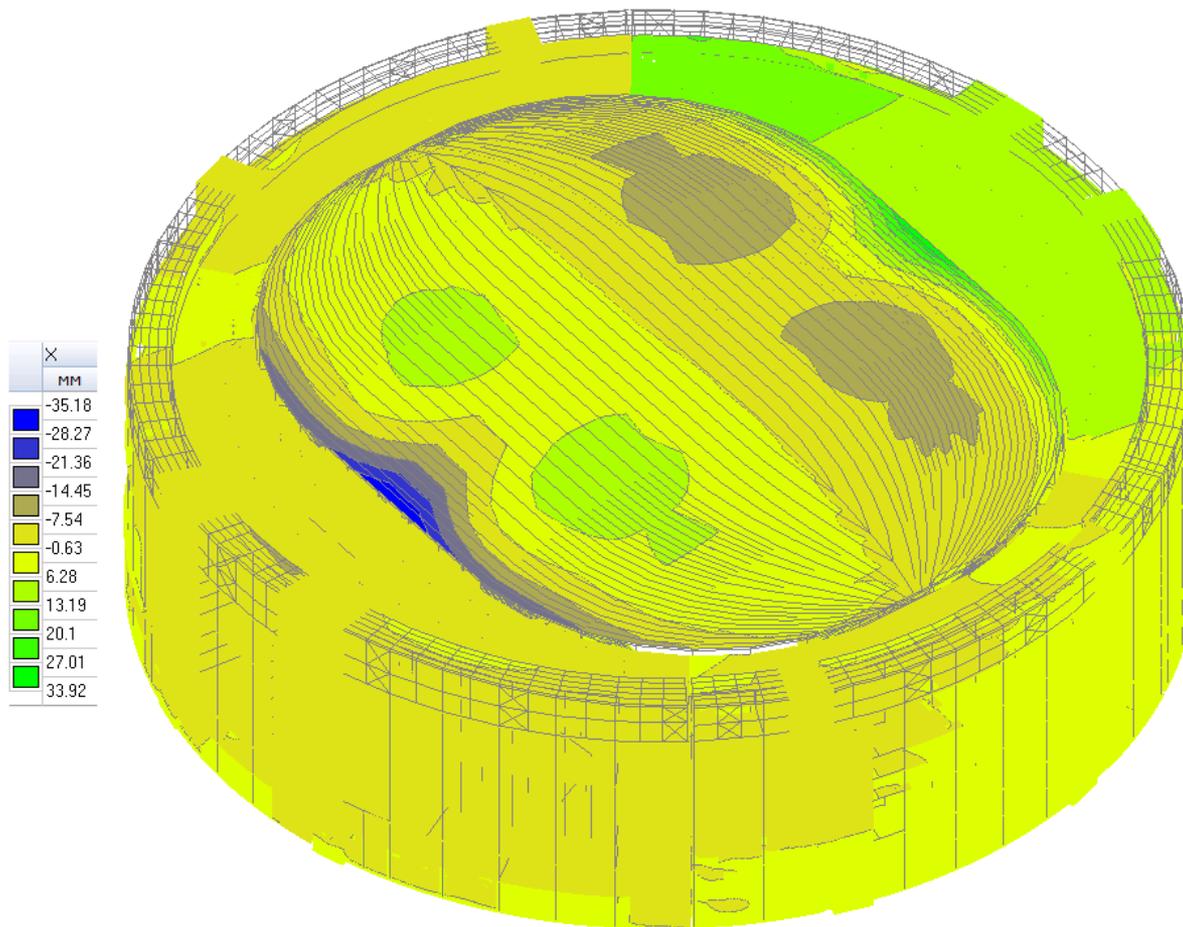
Пулсационная составляющая ветрового давления (амплитуда, Па) на конструкции Декоративного козырька СКК без учета окружающей застройки. Угол атаки ветра 270°.



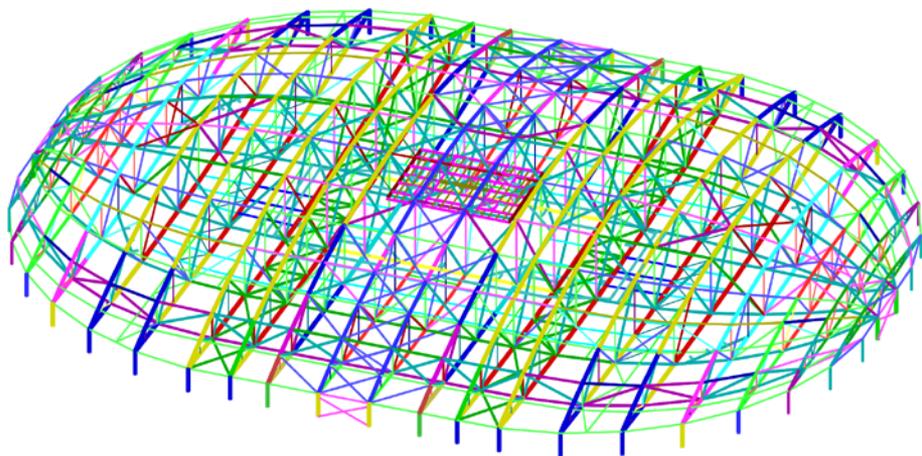
Суммарное ветровое давление (Па) на конструкции Купола СКК без учета окружающей застройки. Угол атаки ветра 270°.



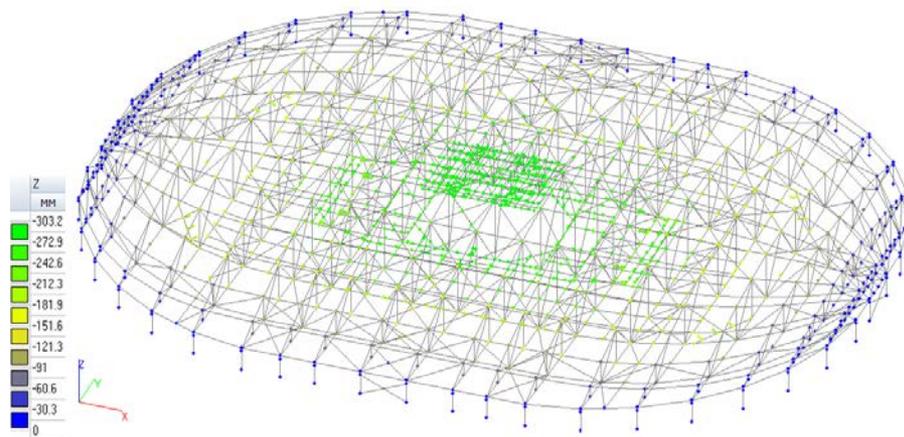
Средние скорости ветра (м/с) вокруг СКК на высоте 20м над уровнем земли. Угол атаки ветра 270° – без учета окружающей застройки.



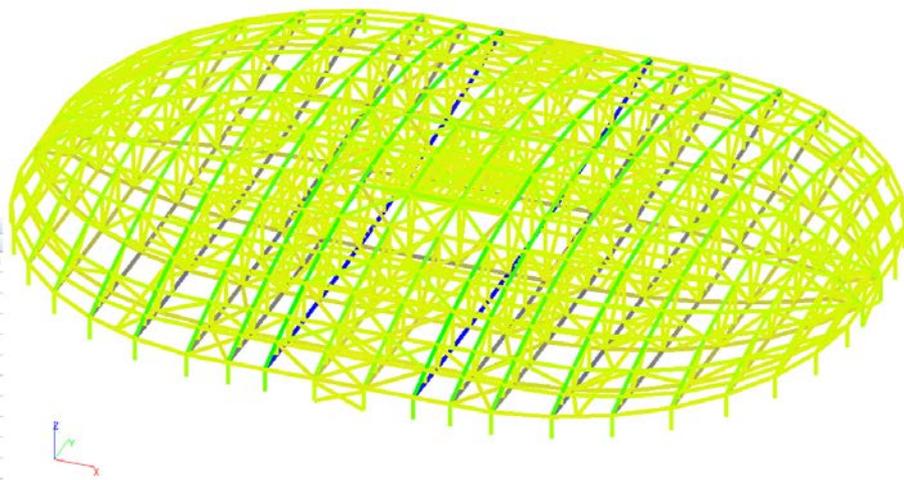
Горизонтальные перемещения центральной части (сектора 4-9), мм



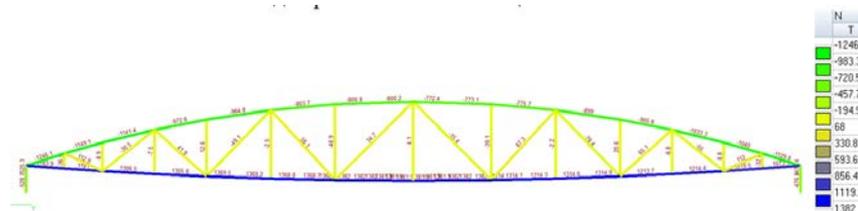
КЭ-модель купола



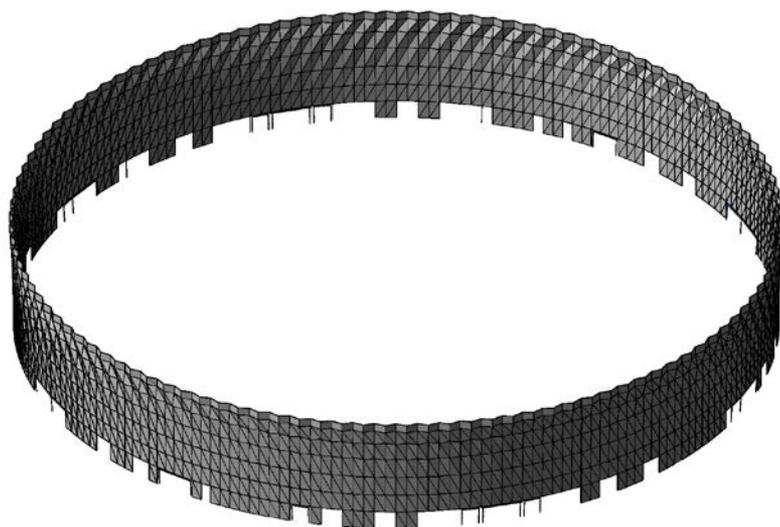
Вертикальные перемещения конструкций купола от нормативных нагрузок, мм



Продольные усилия в конструкциях купола от расчетных нагрузок, т

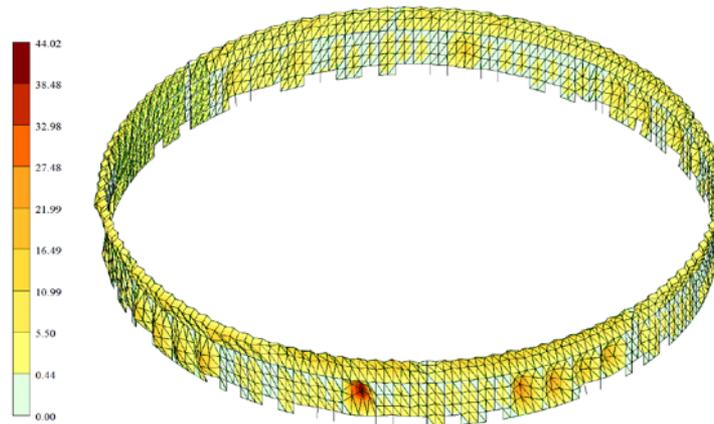


Продольные усилия в главной ферме по оси A10 от расчетных нагрузок, т



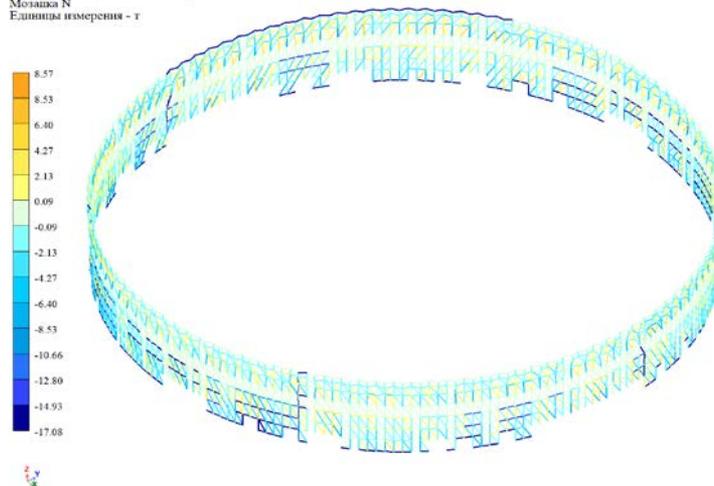
КЭ-модель витражных ограждающих конструкций

Изополя суммарных перемещений по XY(G)
 Единицы измерения - мм

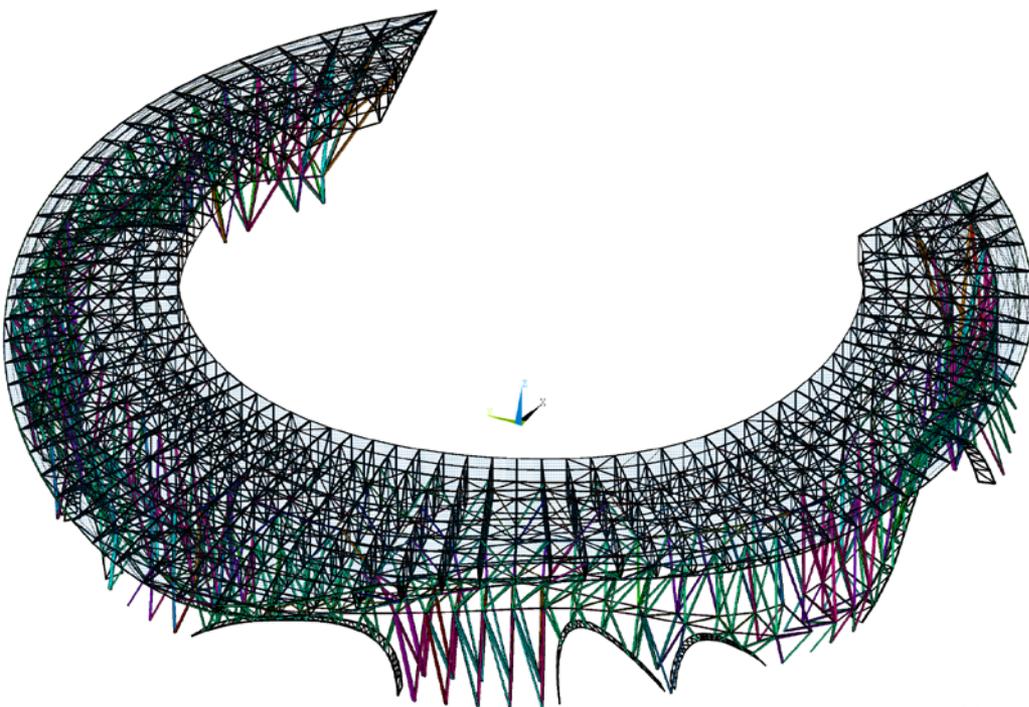


Горизонтальные перемещения, мм

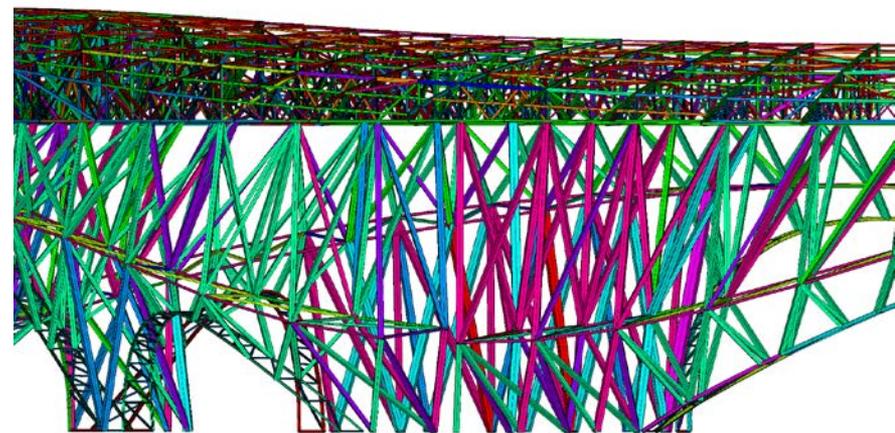
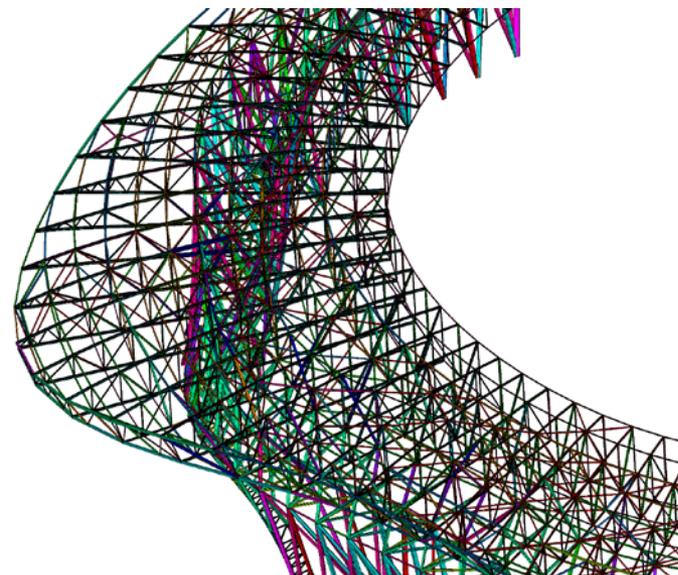
Мозаика N
 Единицы измерения - т



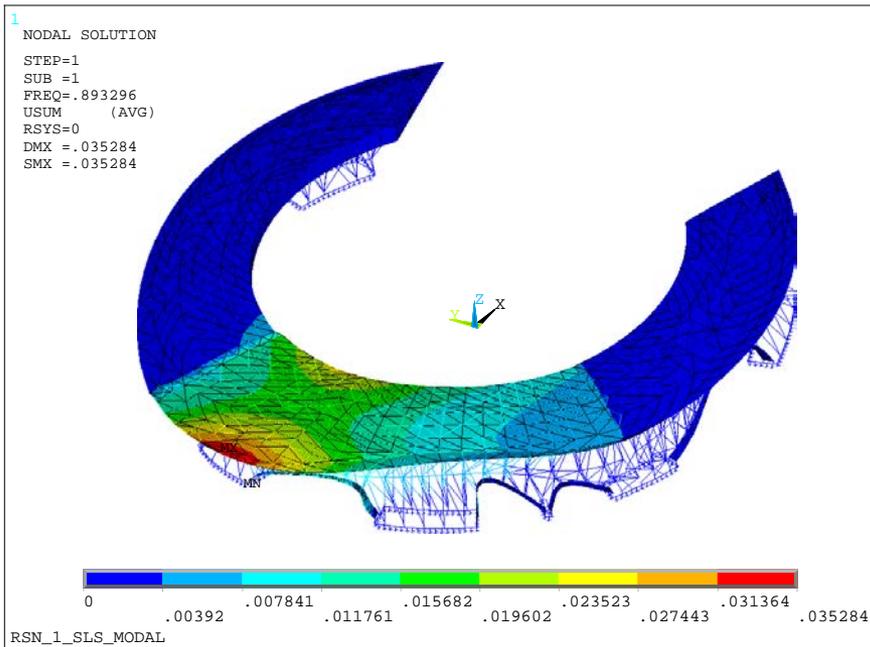
Продольные усилия в алюминиевых элементах, т



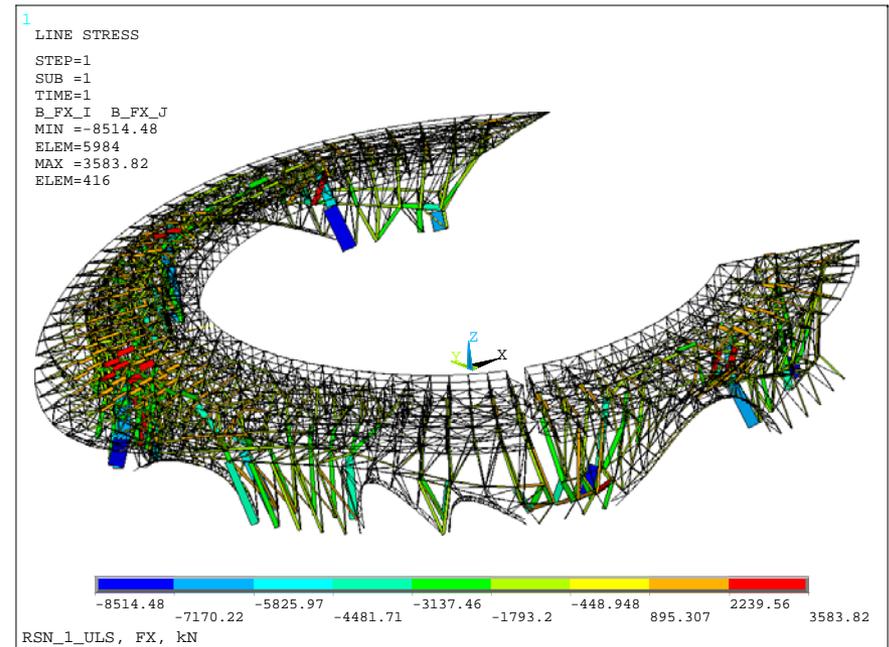
КЭ-модель декоративного козырька



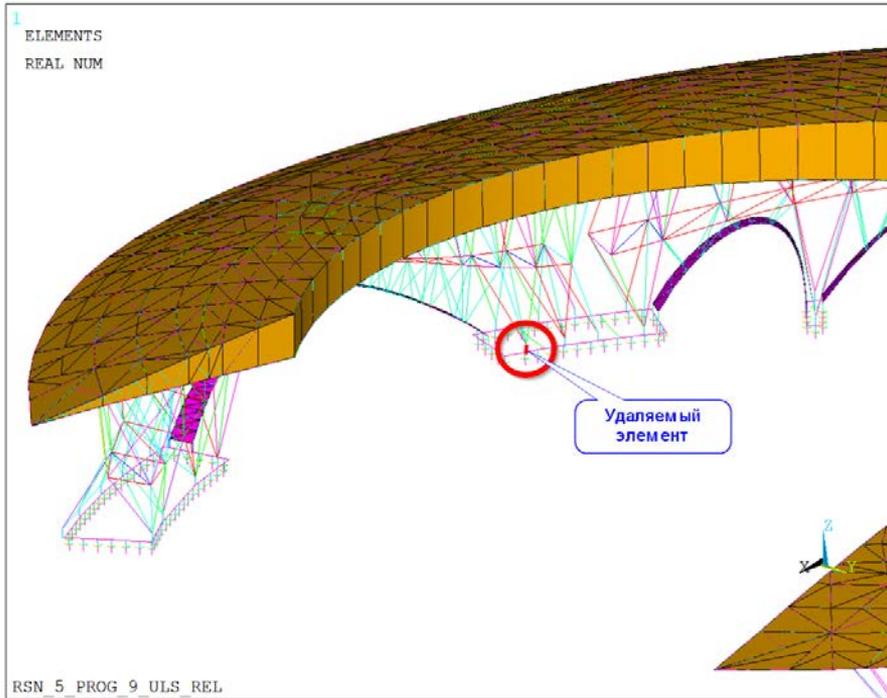
Фрагменты КЭ-модели декоративного козырька



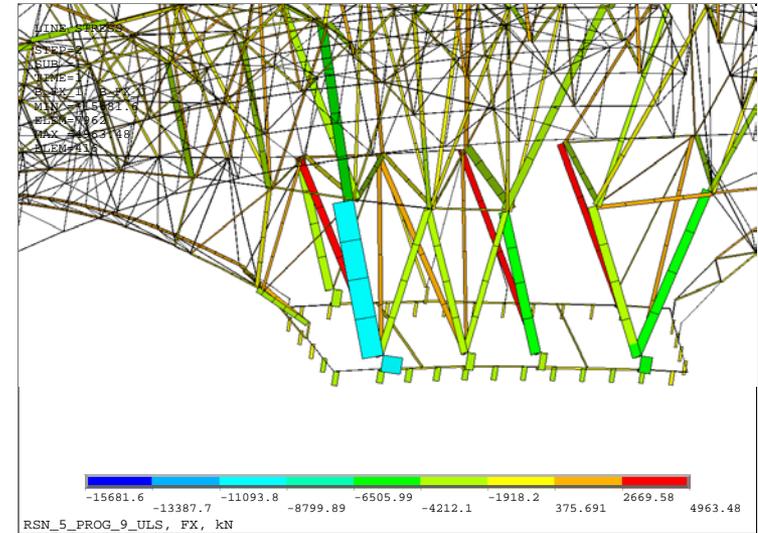
1-я собственная форма колебаний, 0.893 Гц



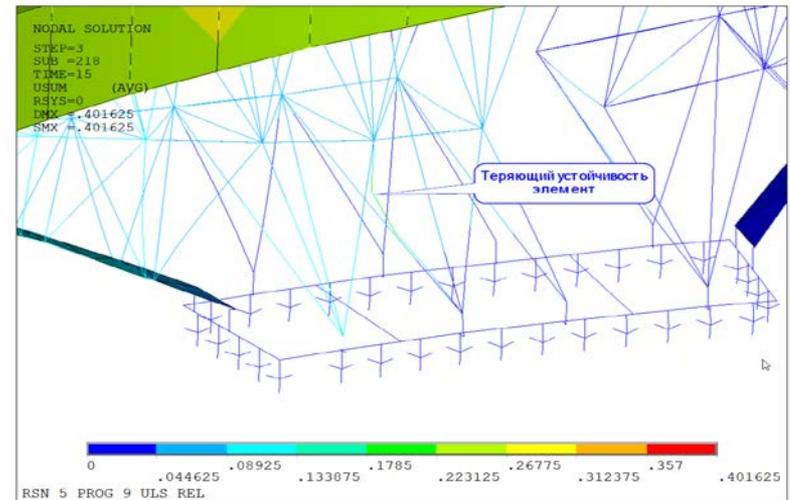
Продольные усилия в элементах, кН



Расчет на прогрессирующее обрушение, разрушение наиболее нагруженного узла колонны



Продольные усилия в элементах до разрушения элемента, кН



Деформированная схема. Суммарные перемещения, м



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.



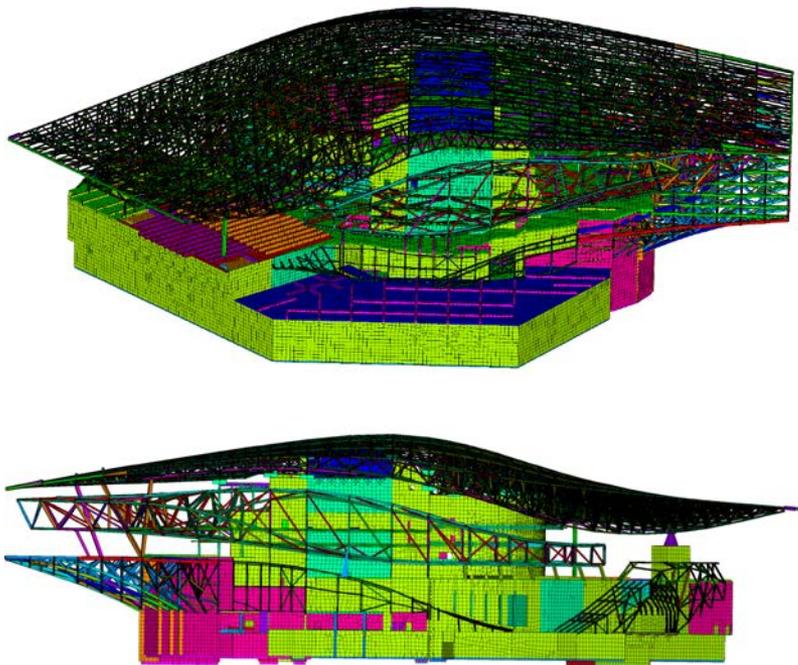
НТС проектирования и строительства **Петербургского спортивно-концертного комплекса** (г. Санкт-Петербург), выполнение альтернативных расчетов железобетонных и стальных конструкций



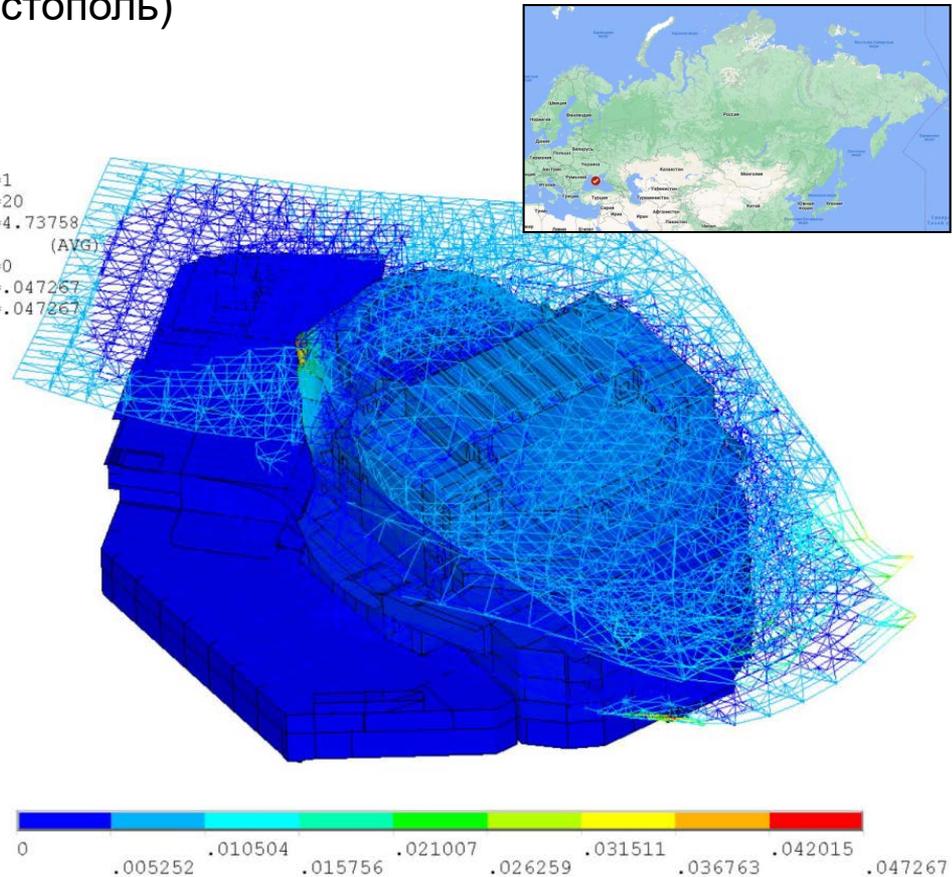
НТС проектирования Объекта: **«Театр оперы и балета»** (г. Севастополь)

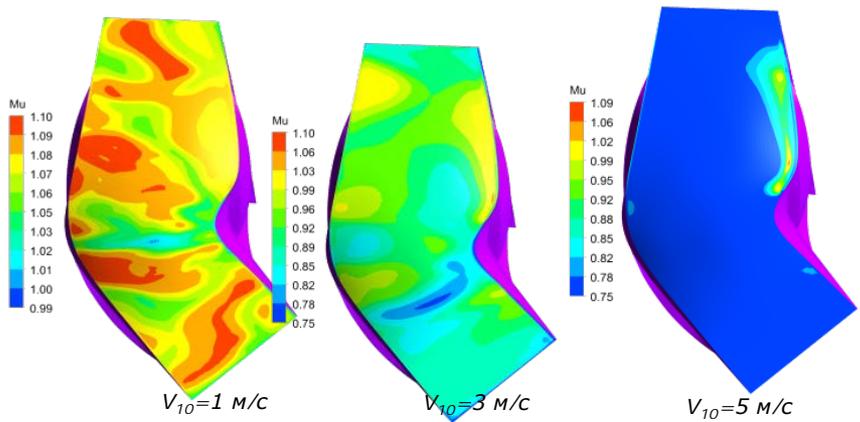


➔ Научно-техническое сопровождение проектирования, включая численное моделирование ветровых и снеговых нагрузок, расчетные исследования напряженно-деформированного состояния, динамики, прочности и устойчивости несущих конструкций при нормативно регламентированных сочетаниях основных и особых (сейсмических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

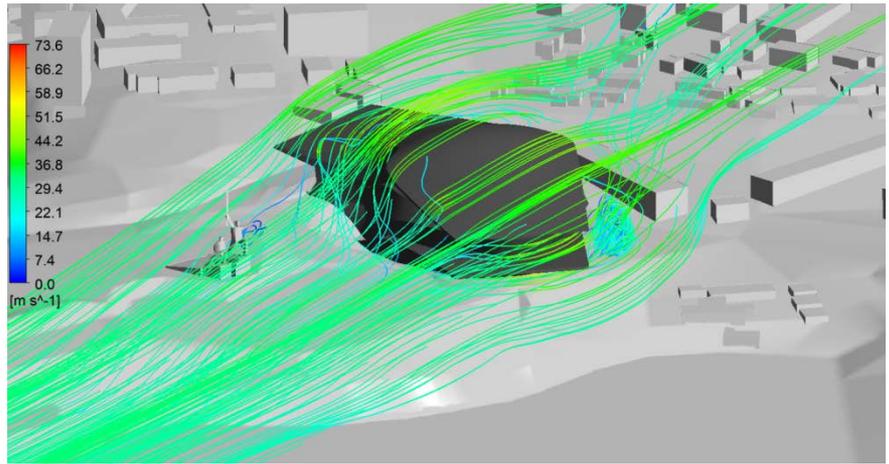


```
STEP=1
SUB =20
FREQ=4.73758
USUM (AVG)
RSYS=0
DMX =.047267
SMX =.047267
```

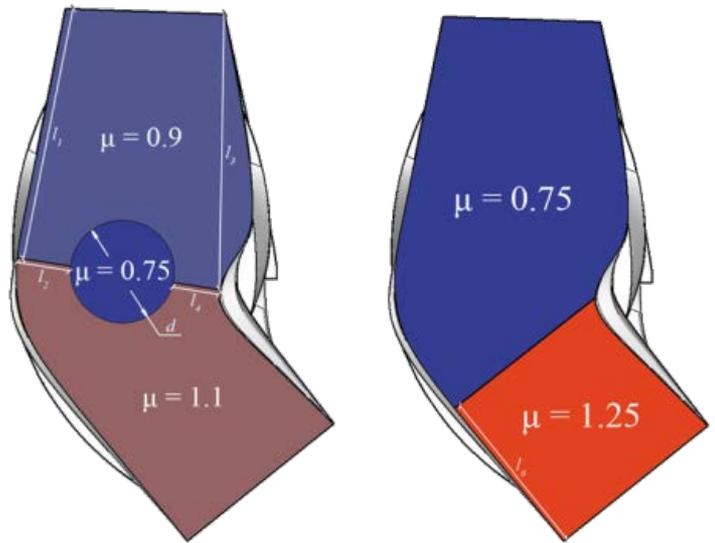




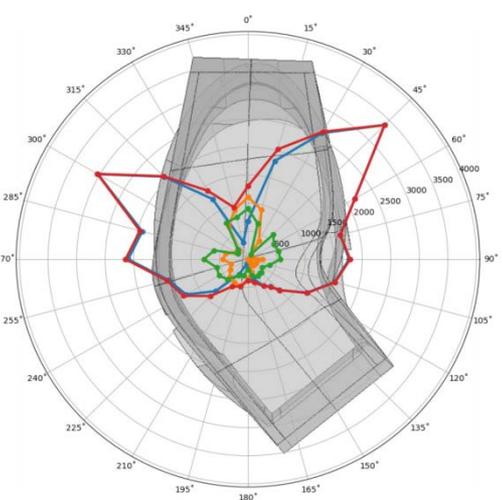
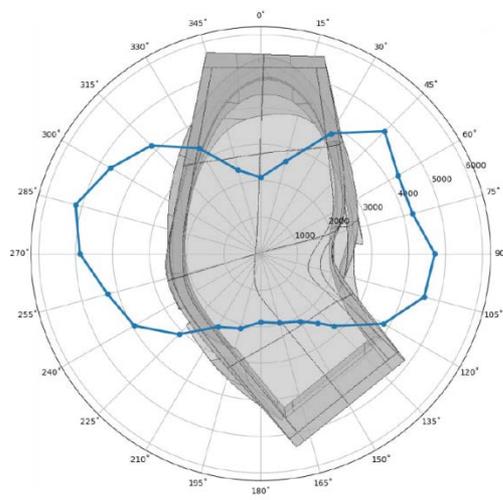
Расчетное распределение коэффициента μ



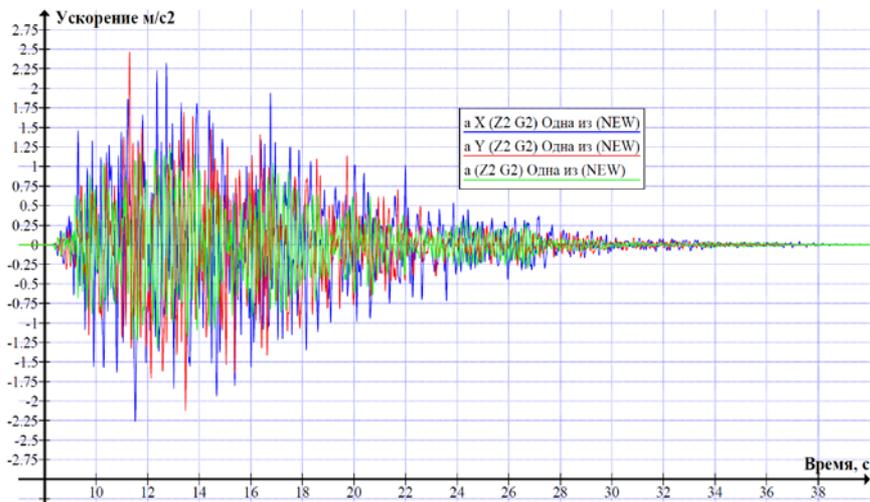
Линии тока ветра в характерных сечениях, м/с.



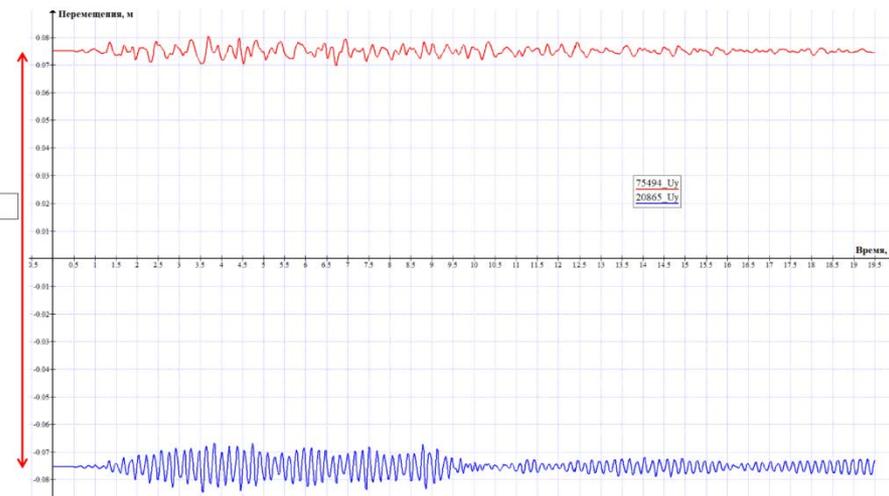
Рекомендуемые схемы коэффициента μ для прочностных расчетов



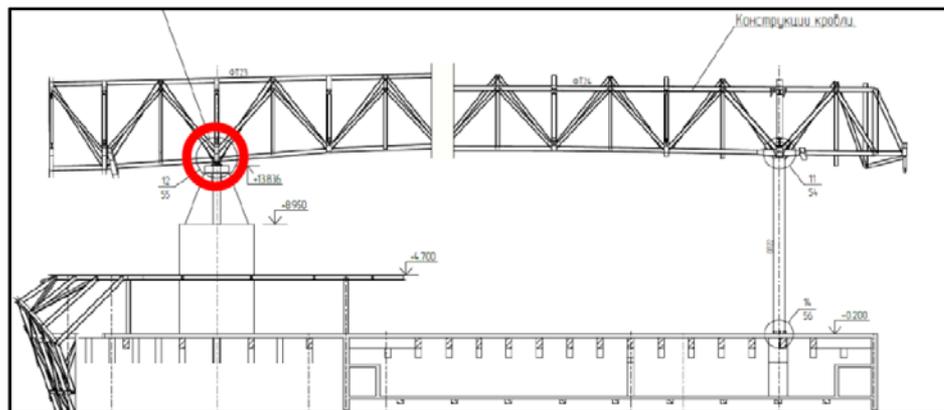
Суммарные расчетные ветровые нагрузки



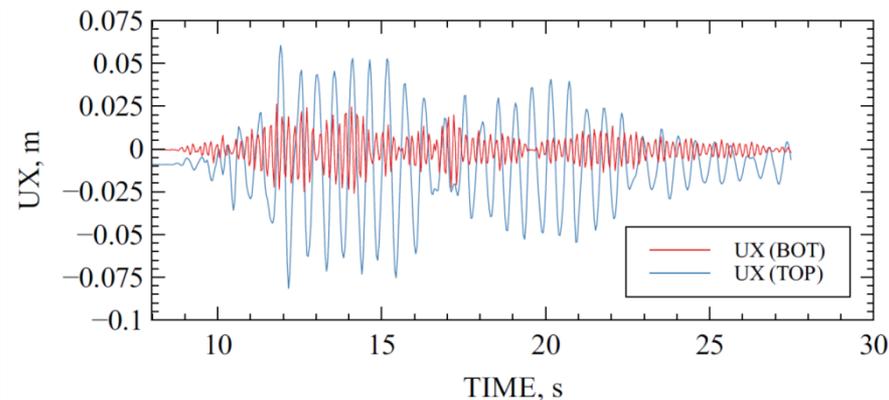
Трехкомпонентная акселерограмма (одна из набора).
Шаг акселерограммы по времени 0.01 с. Диапазон 8-40 с.

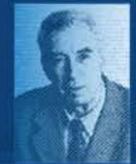


Оценка возможности соударения соседних сейсмических блоков

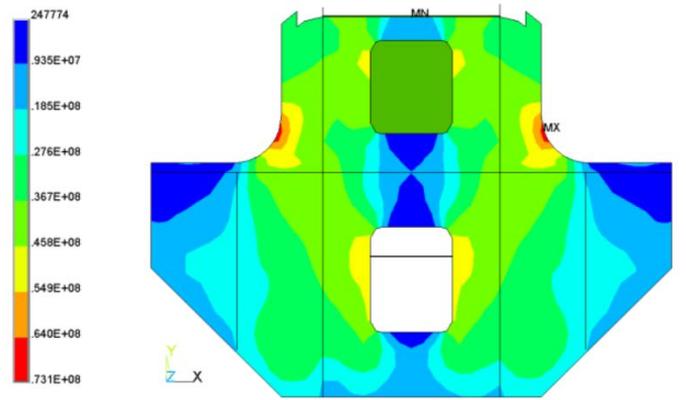
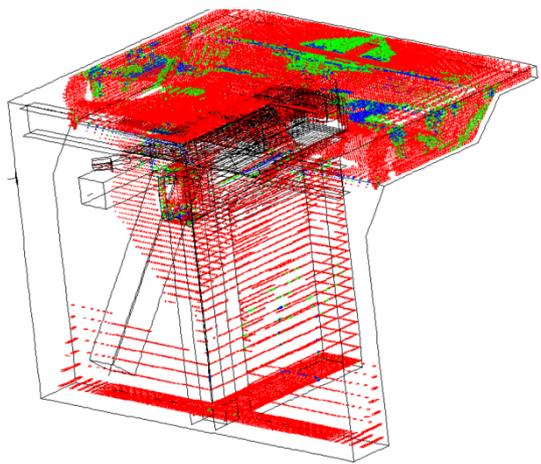
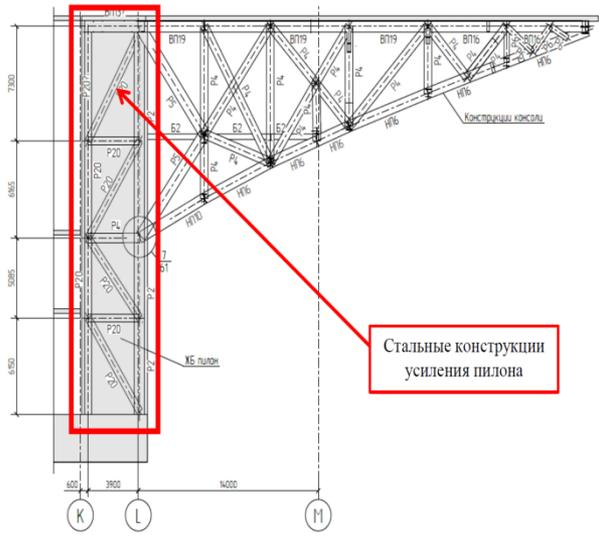
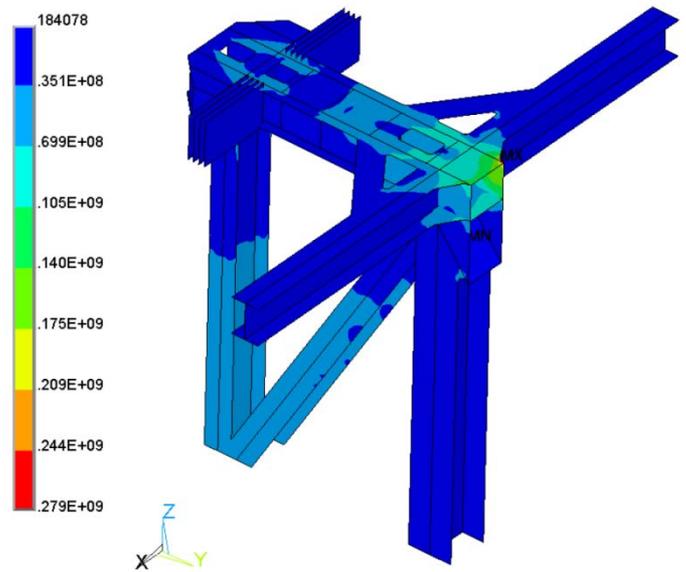
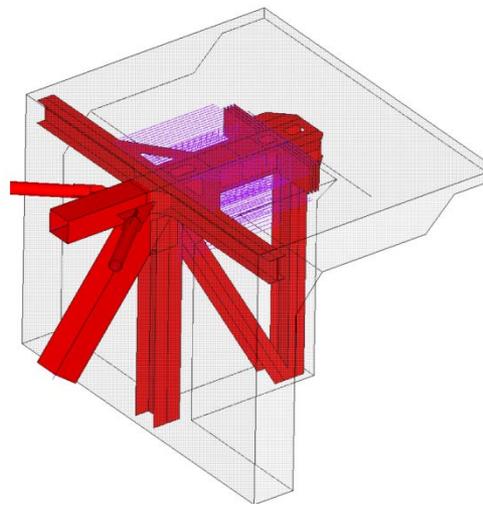
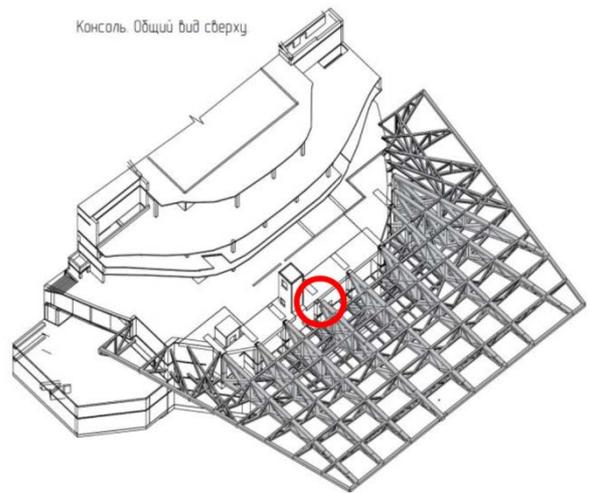


Расчетная оценка всесторонне подвижной опоры



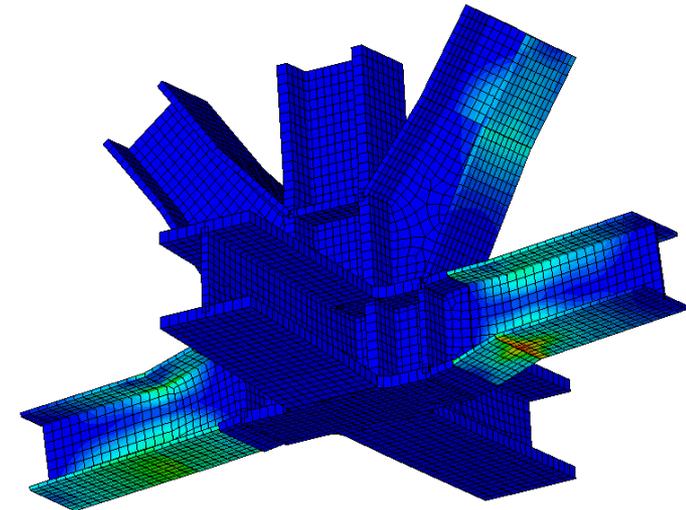
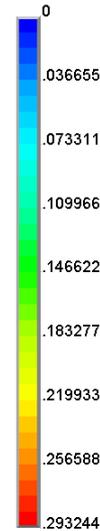
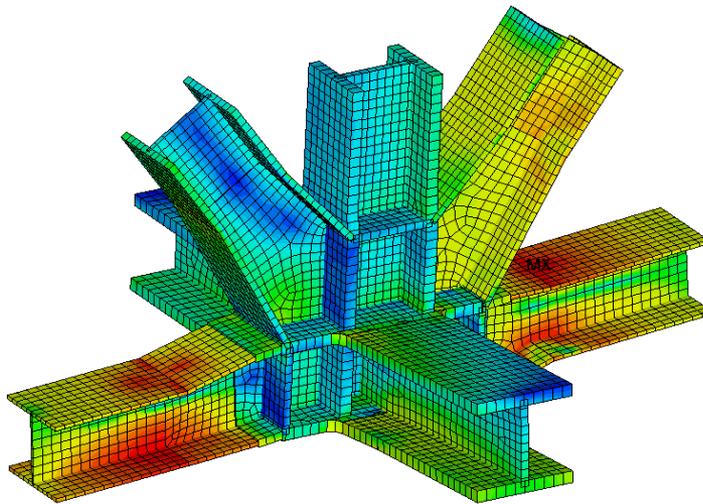
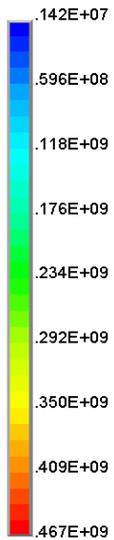
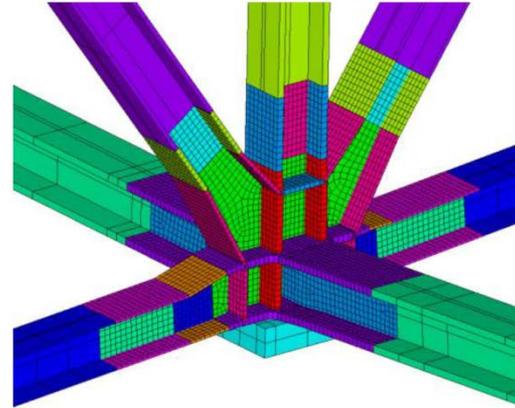
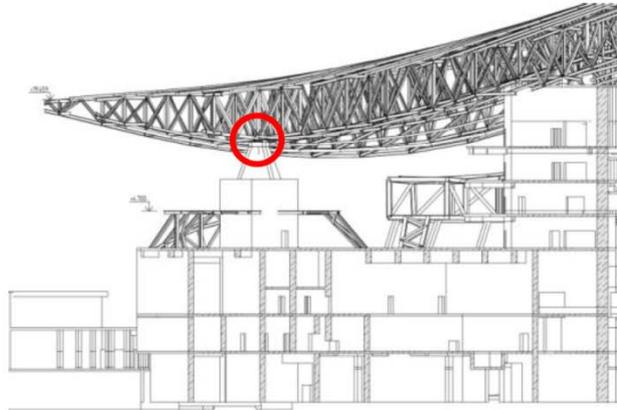


Расчет сложных конструктивных узлов





Расчет сложных конструктивных узлов



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



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



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

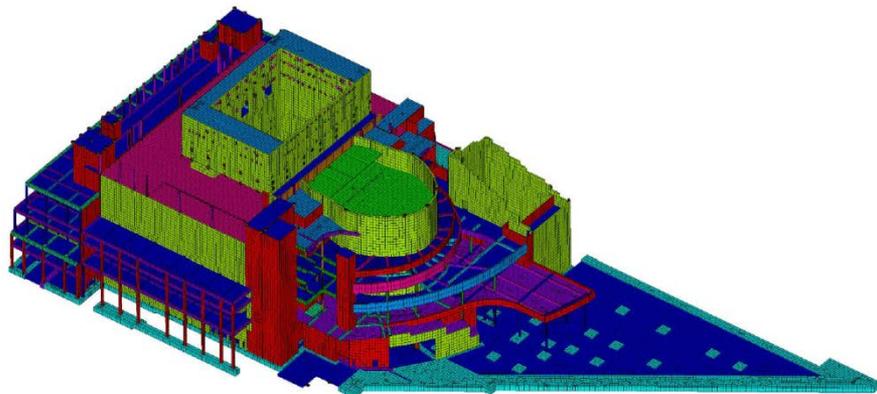
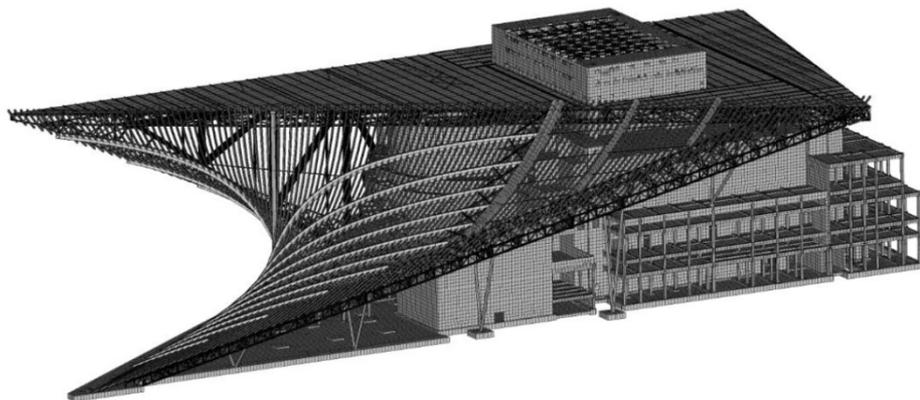
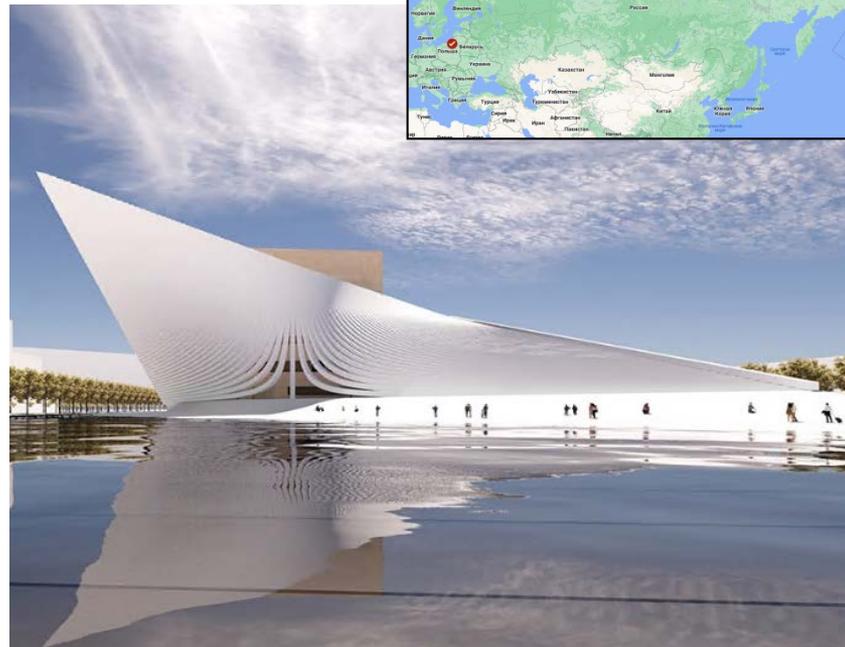


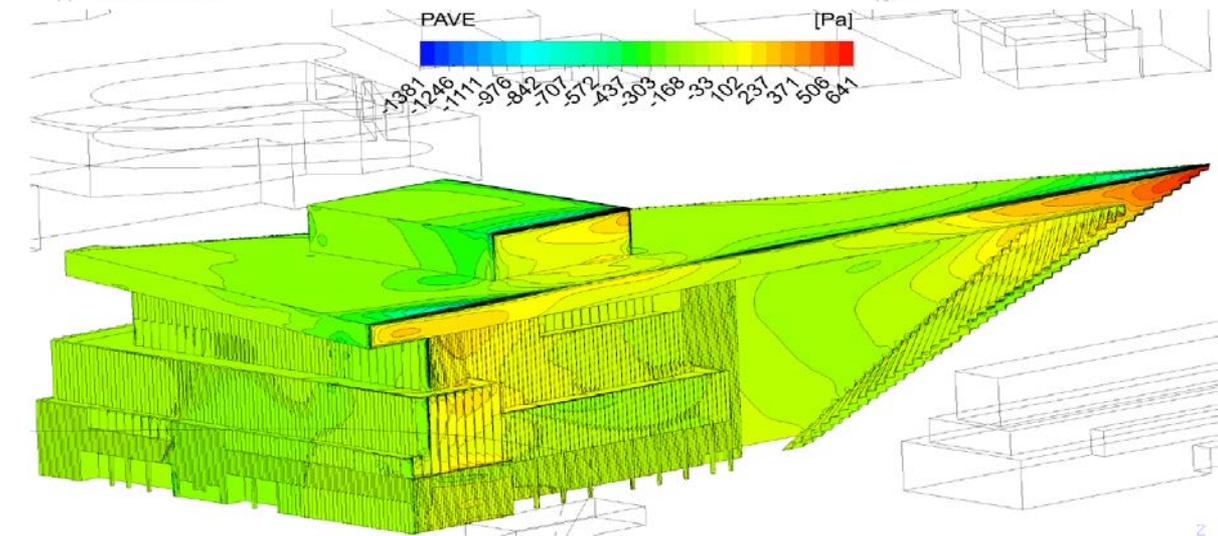
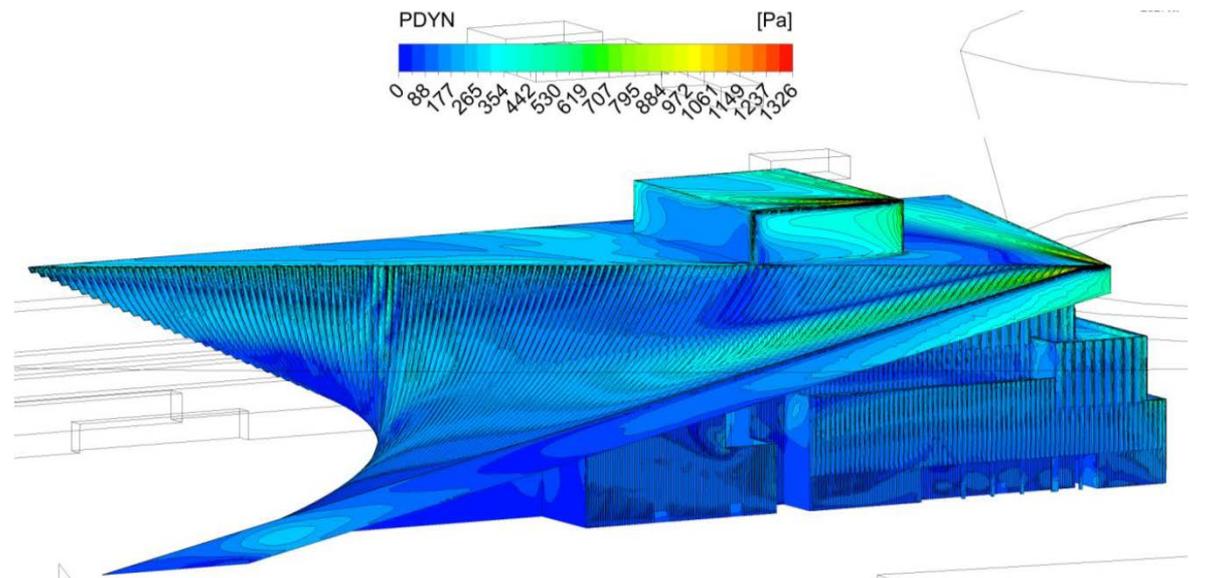
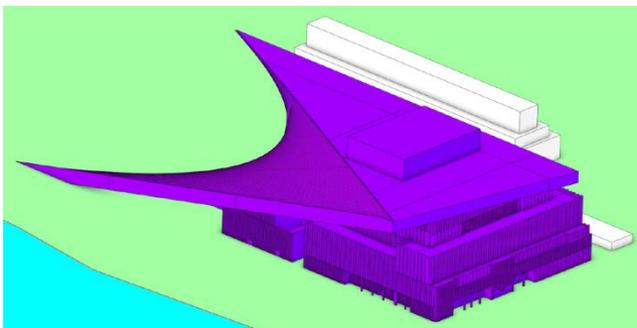
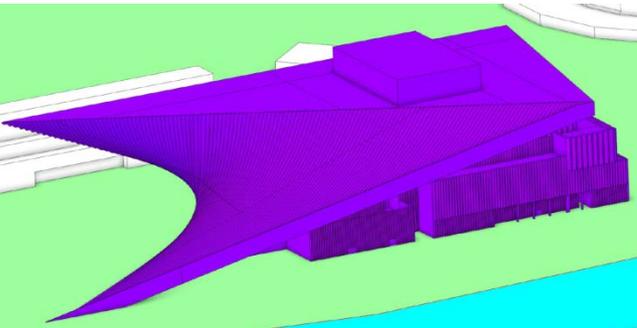
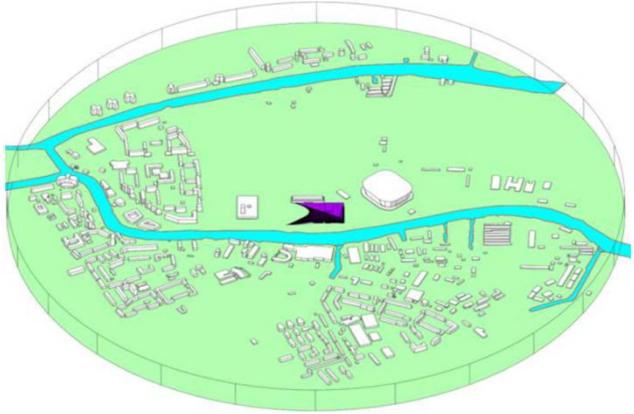
Комплексное НТС на стадиях проектирования и строительства
Объекта: **«Технопарк ПАО Сбербанк»** в инновационном
центре «Сколково».

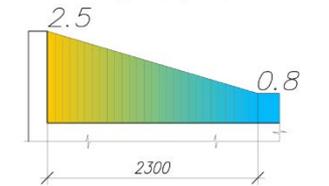
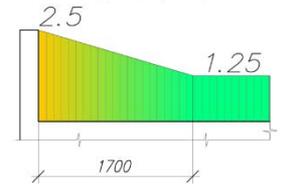
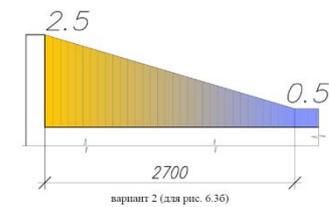
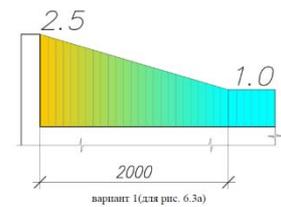
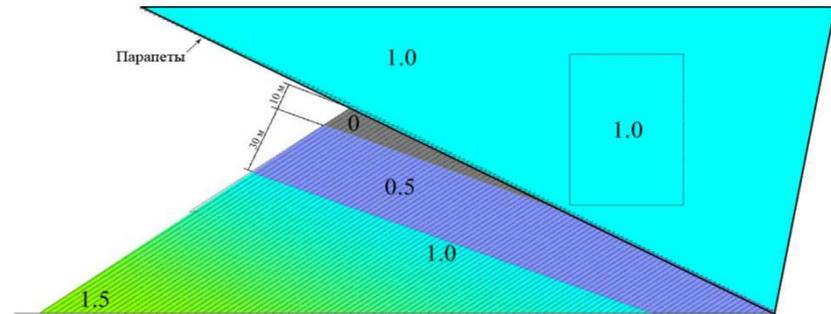
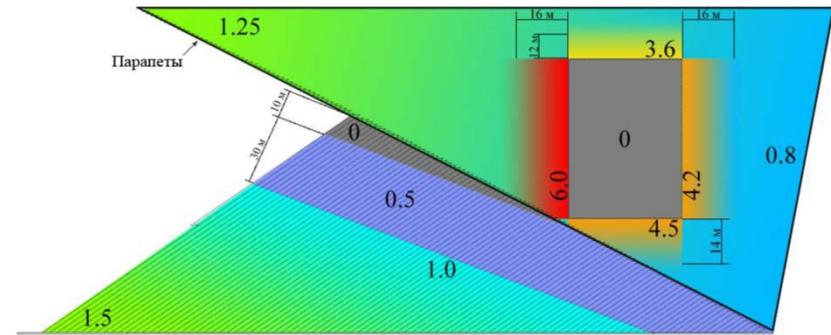
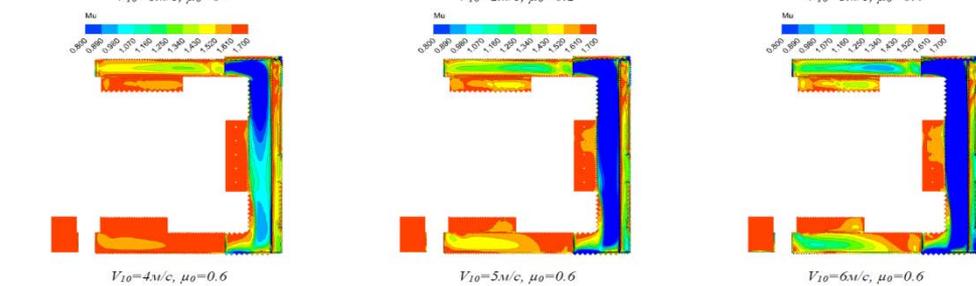
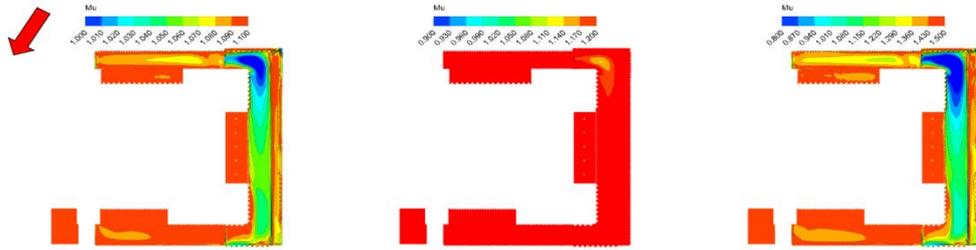
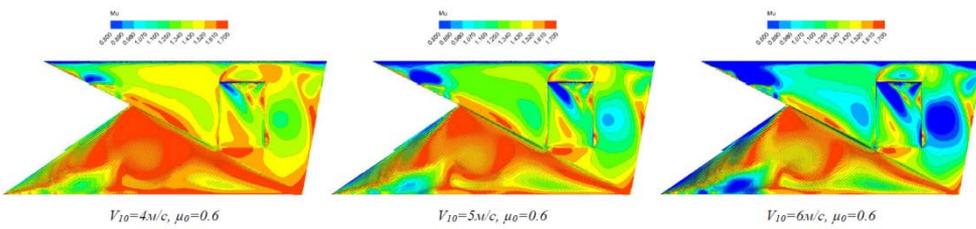
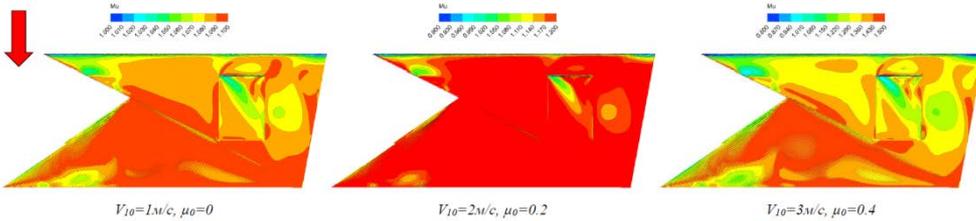


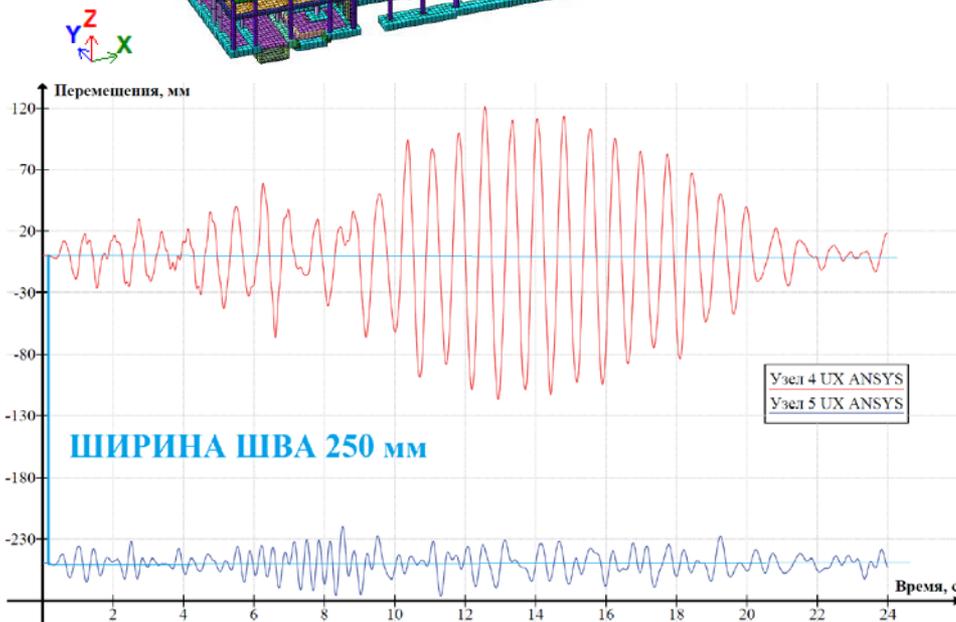
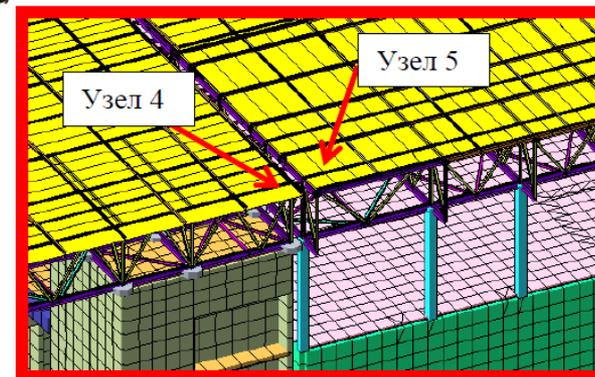
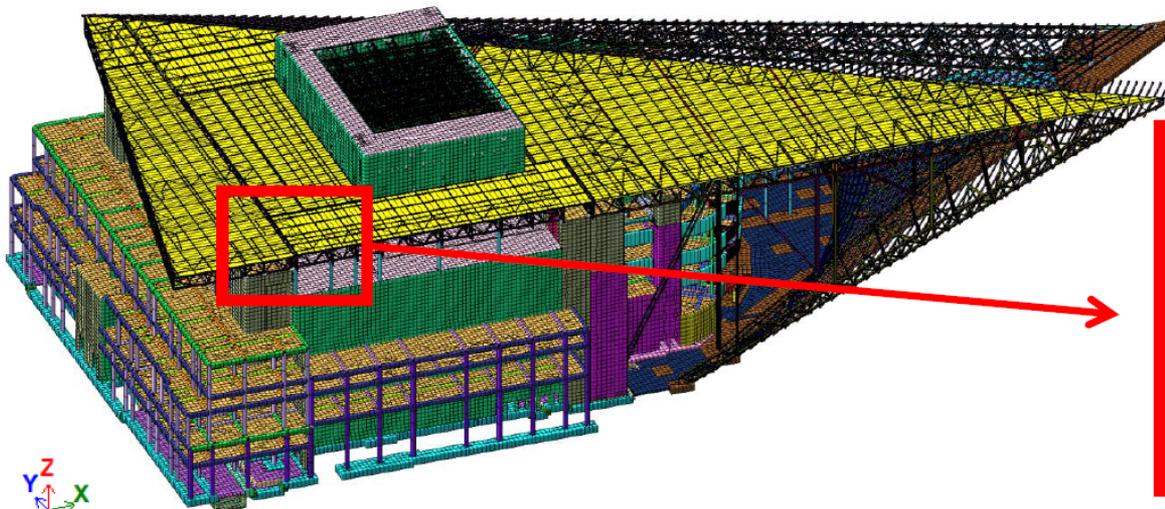
...

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

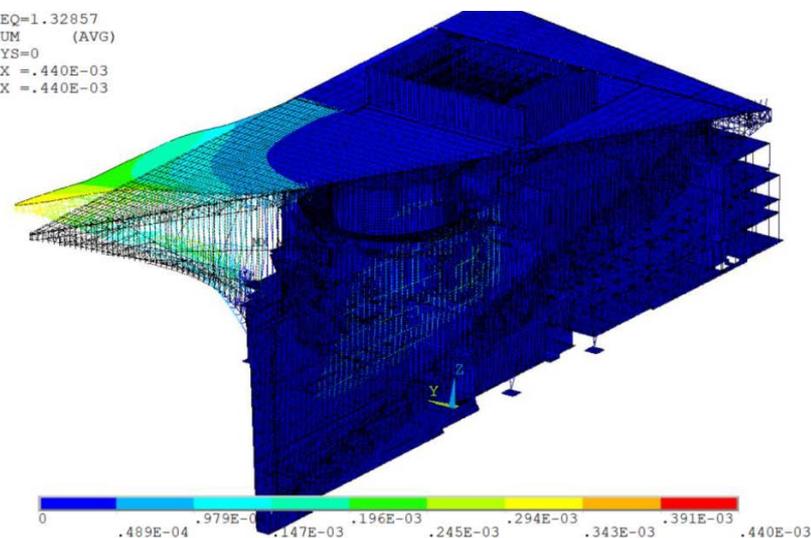


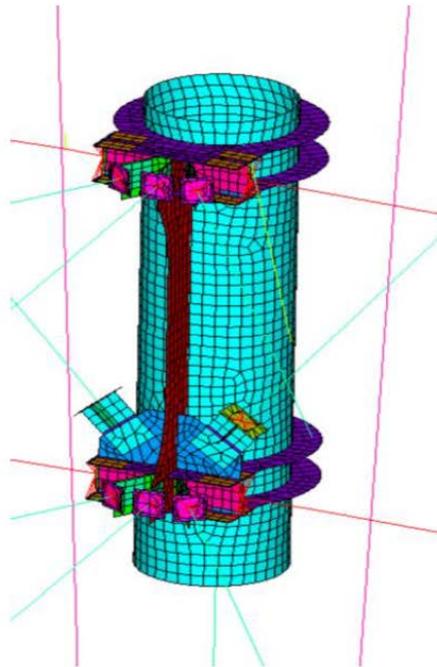
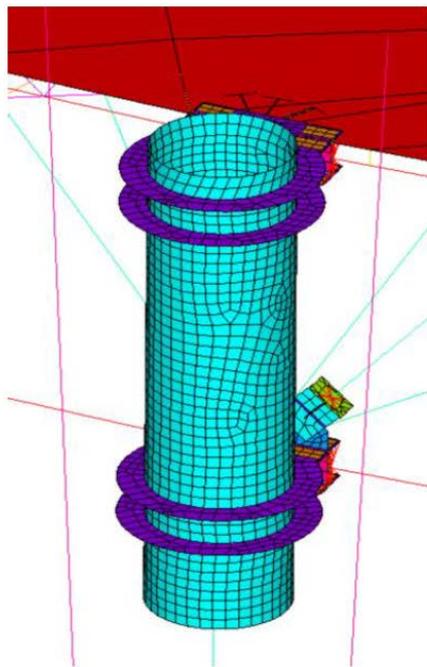




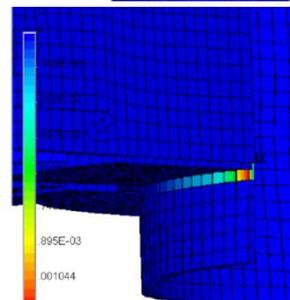
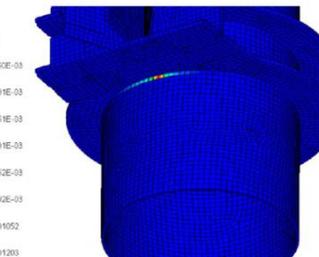
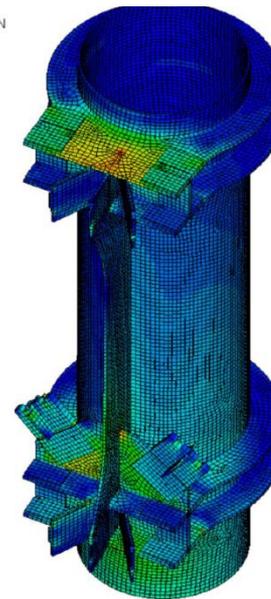


FREQ=1.32857
USUM (AVG)
RSYS=0
DMX =.440E-03
SMX =.440E-03



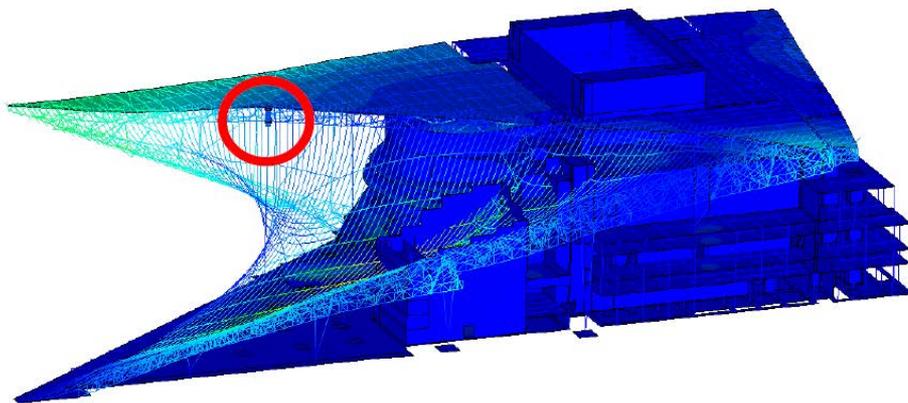
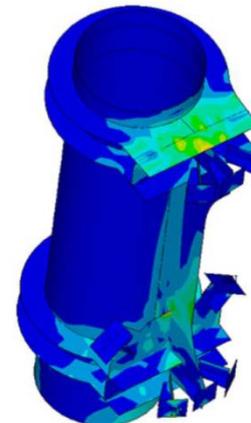


NODAL SOLUTION



NODAL SOLUTION

STEP=11
SUB =1
FREQ=11
SEQV (AVG)
DMX =.031224
SMI =488.237
SMX =315096





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



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



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



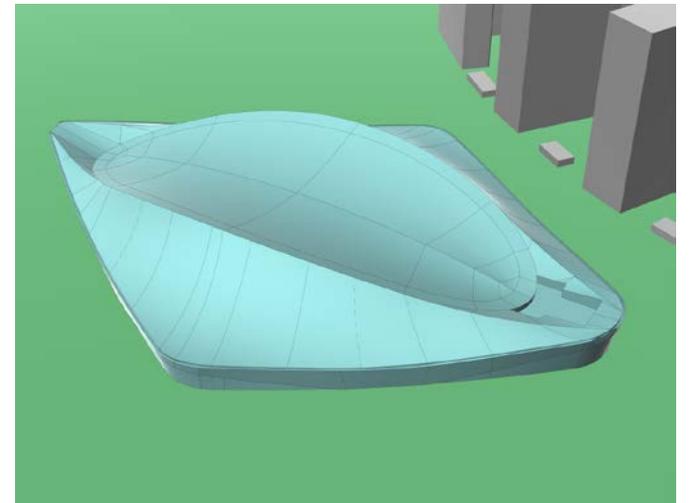
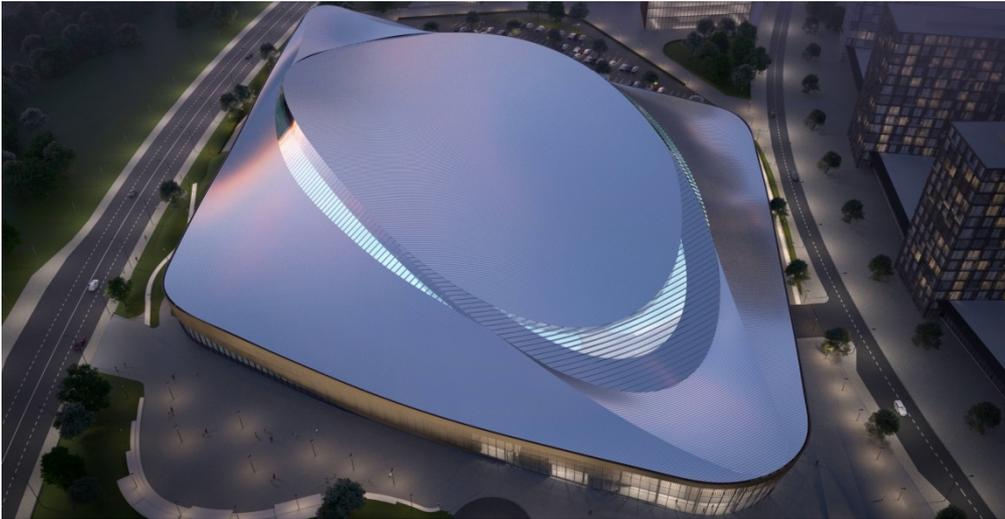
Комплексное НТС на стадиях проектирования и строительства
Объекта: **«Технопарк ПАО Сбербанк»** в инновационном
центре «Сколково».

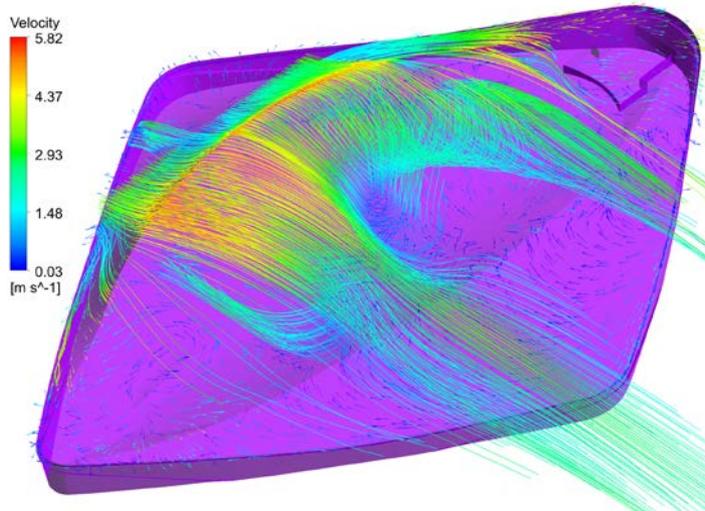


...

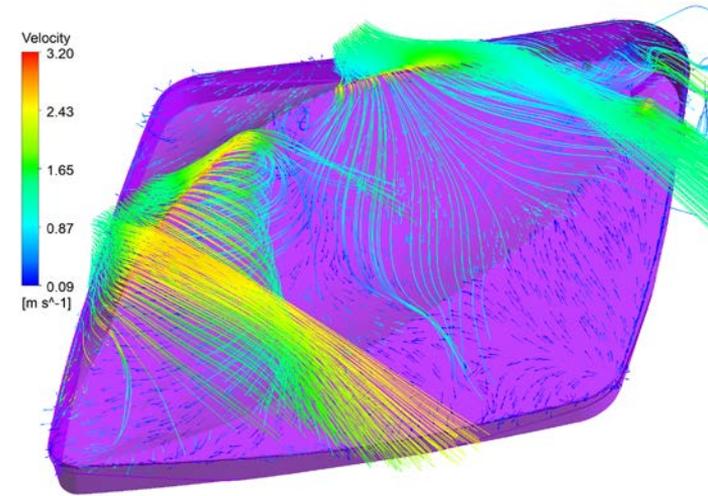


НТС проектирования, включая комплексные аэродинамические исследования, для Объекта – «Серфинг-парк „Волна“»

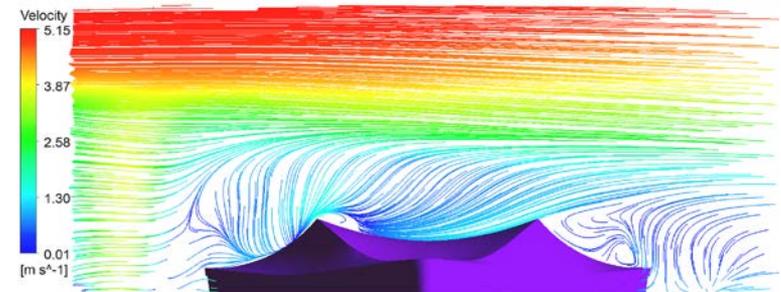
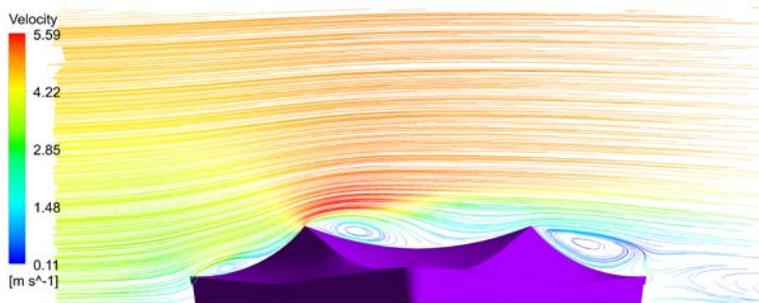


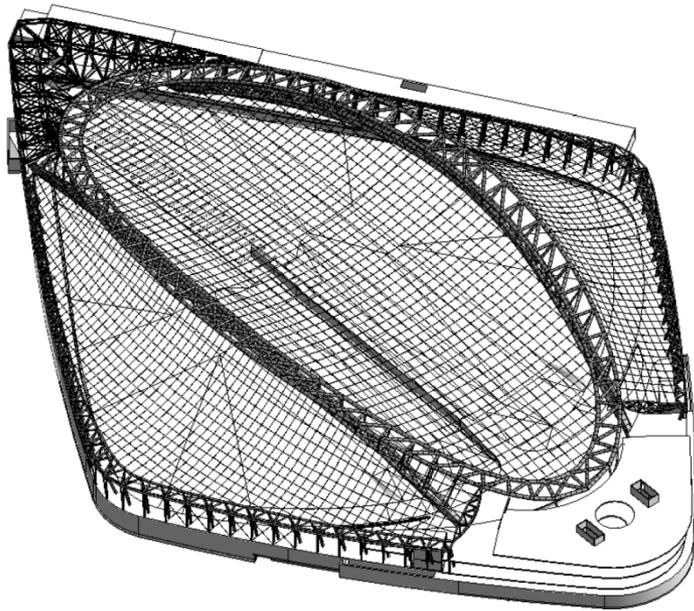


Визуализация линий тока ветра [м/с] и векторного поля напряжений сдвига
Случай без застройки

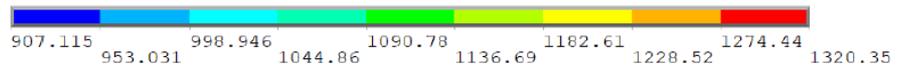
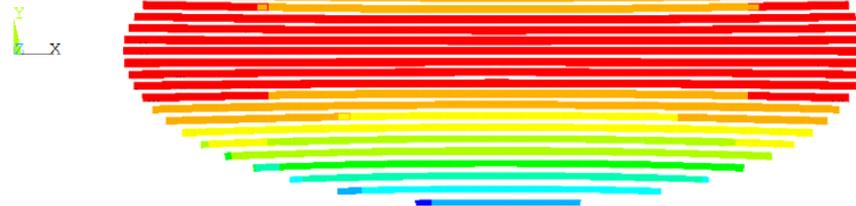
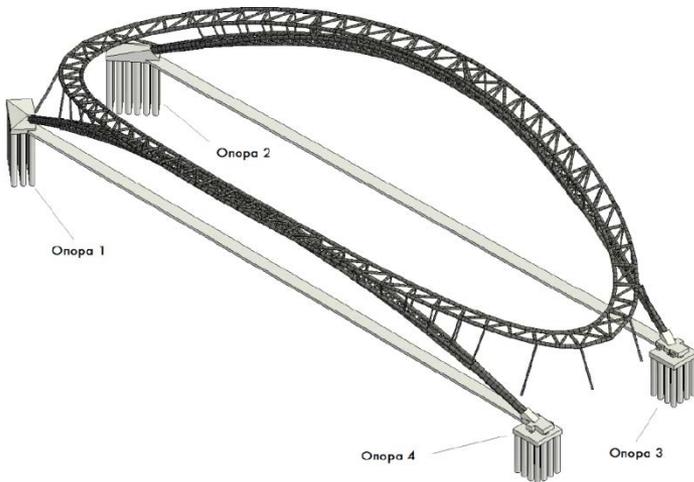
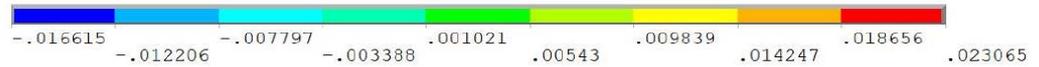
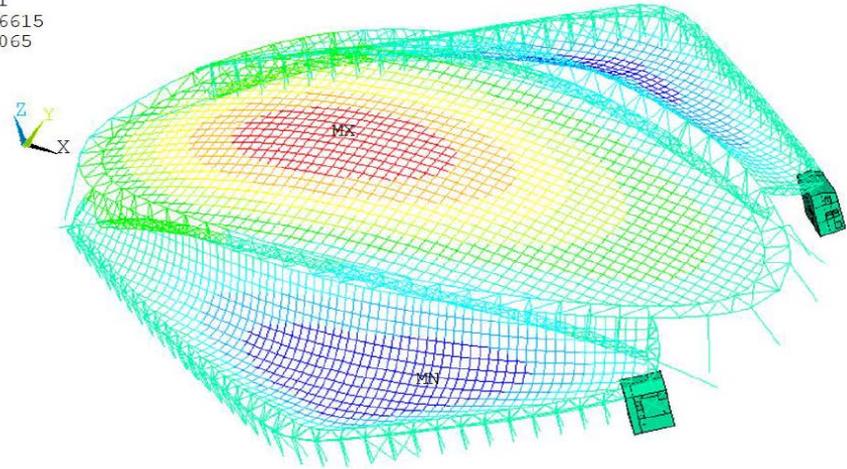


Визуализация линий тока ветра [м/с] и векторного поля напряжений сдвига
Случай с застройкой





DMX = .0231
SMN = -.016615
SMX = -.023065





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



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



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



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

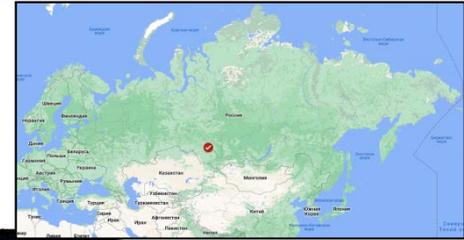


...

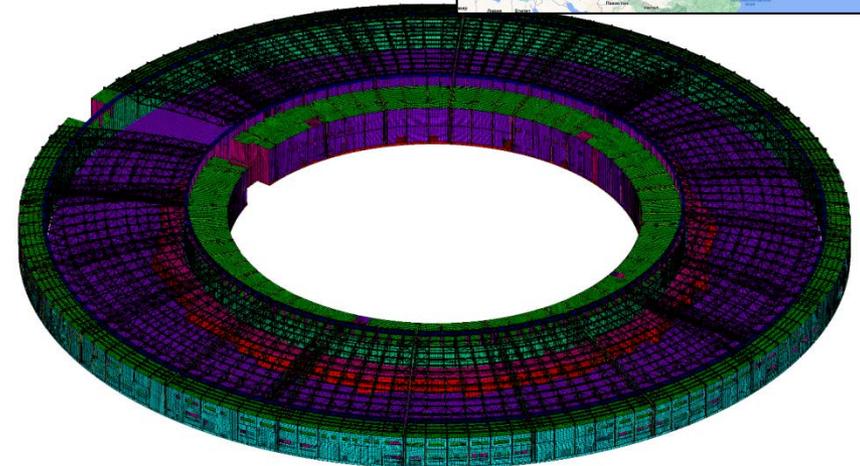
НТС строительства и проектирования Объекта: «Сибирский кольцевой источник фотонов» (СКИФ) в г. Новосибирск.



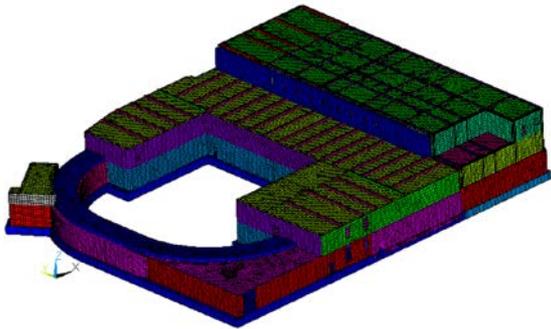
Комплекс сооружений ЦПК «СКИФ»



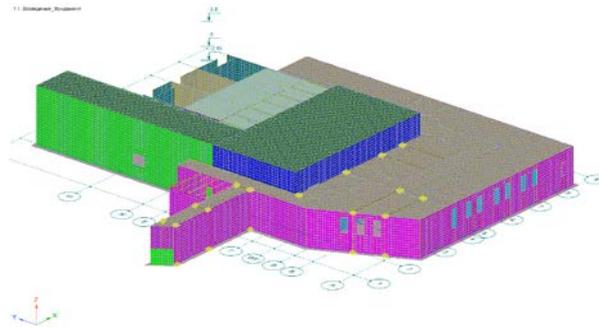
ELEMENTS
SEC: NONE



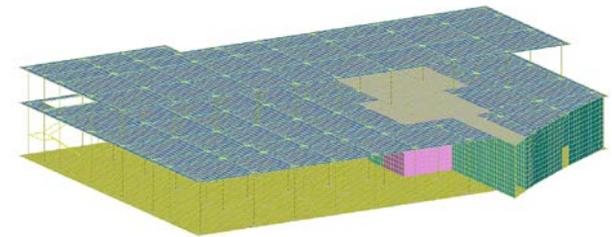
КЭ-модель накопителя



КЭ-модель инжектора



КЭ-модель экспериментальной станции 1-3



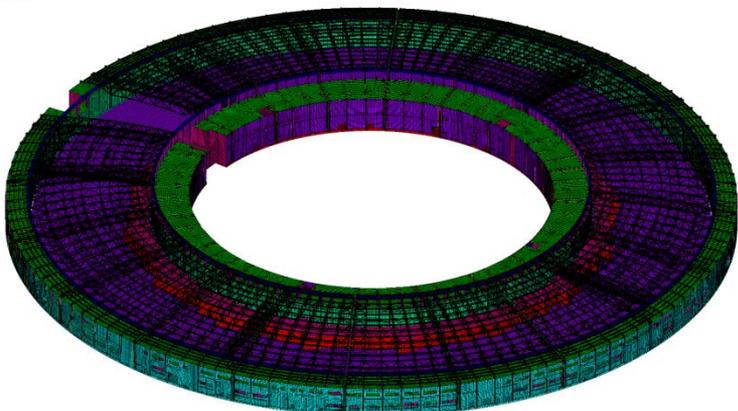
КЭ-модель экспериментальной станции 1-5



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

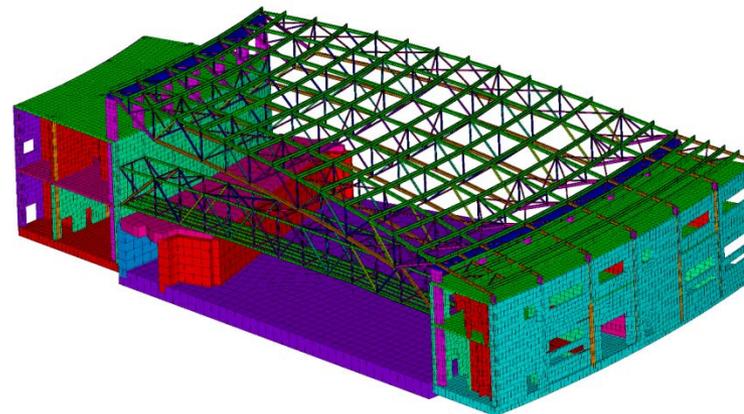


ELEMENTS
SEC: 10001

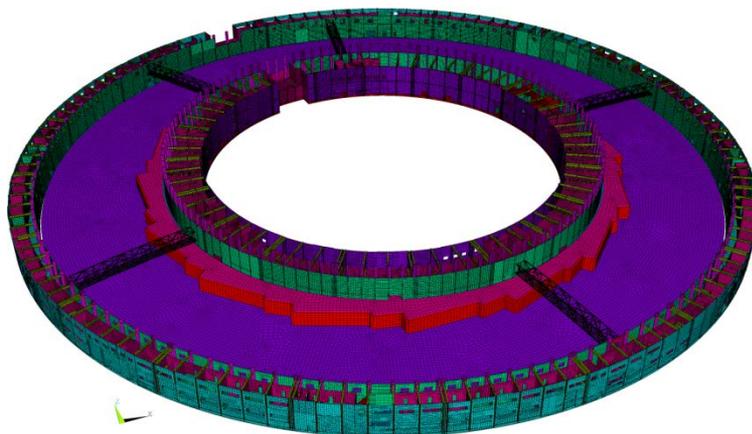


КЭ-модель накопителя

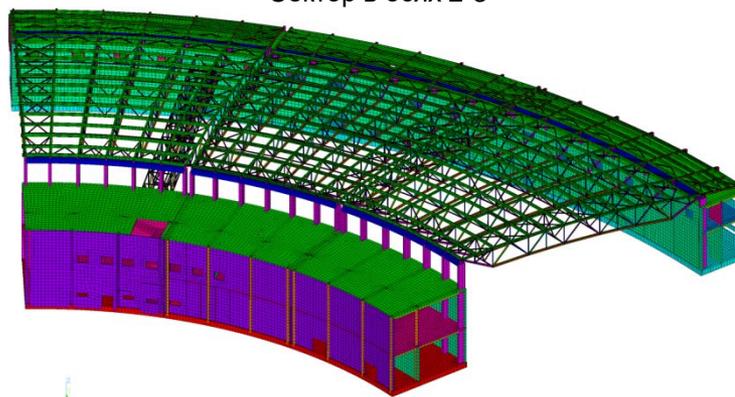
ELEMENTS
SEC: 10001



Фрагмент КЭ-модели накопителя
Сектор в осях 2-3



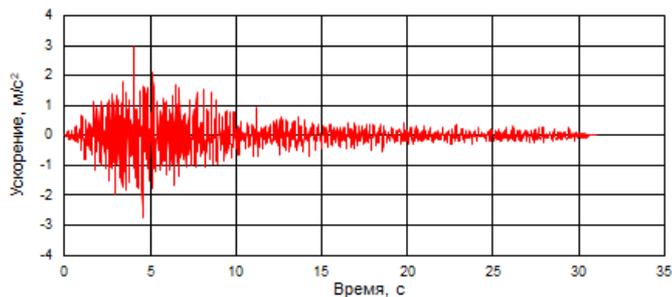
КЭ-модель накопителя
(отключено отображение покрытия)



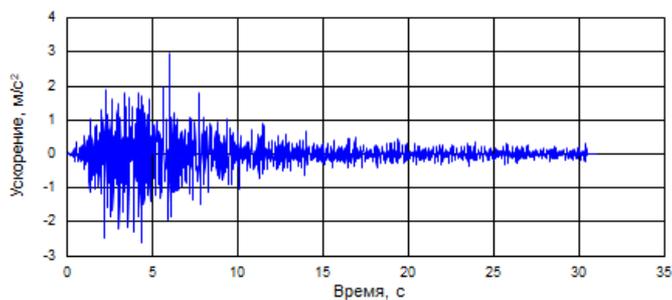
Фрагмент КЭ-модели накопителя
Сектора в осях 3-6



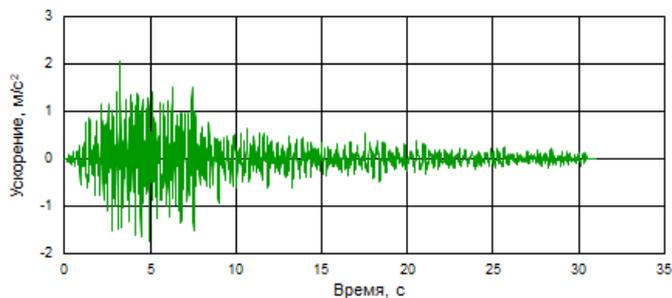
НТС проектирования Объекта: «Сибирский кольцевой источник фотонов» (СКИФ) в г. Новосибирск».



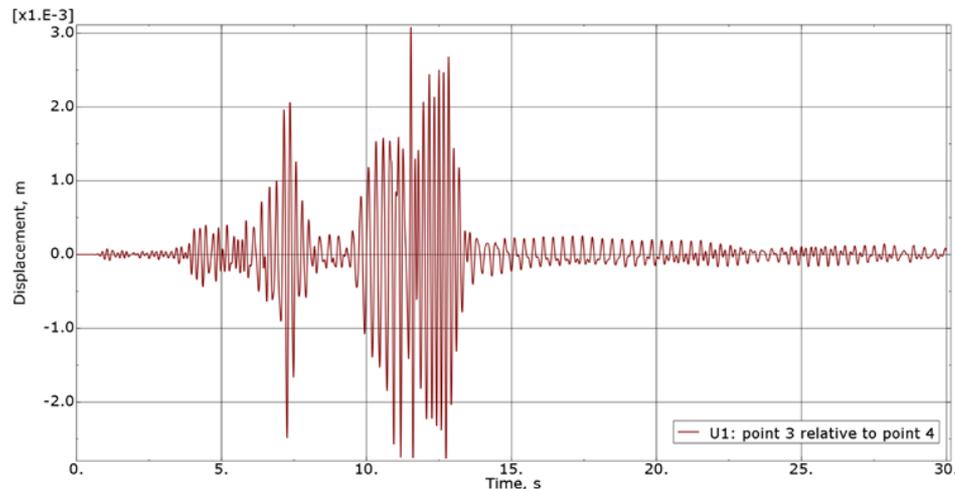
Синтезированная акселерограмма № 1. Компонента X (горизонтальная)



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



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



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



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



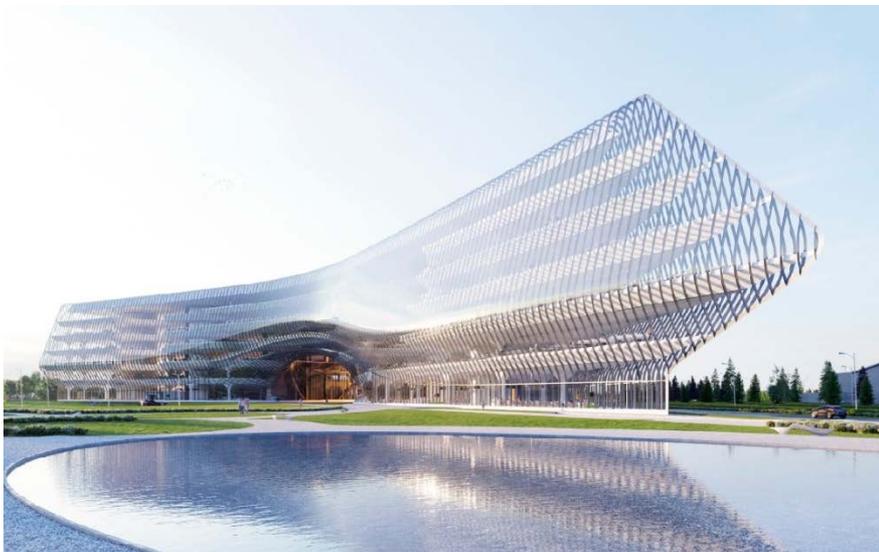
Комплексное НТС на стадиях проектирования и строительства
Объекта: **«Технопарк ПАО Сбербанк»** в инновационном
центре «Сколково».



...

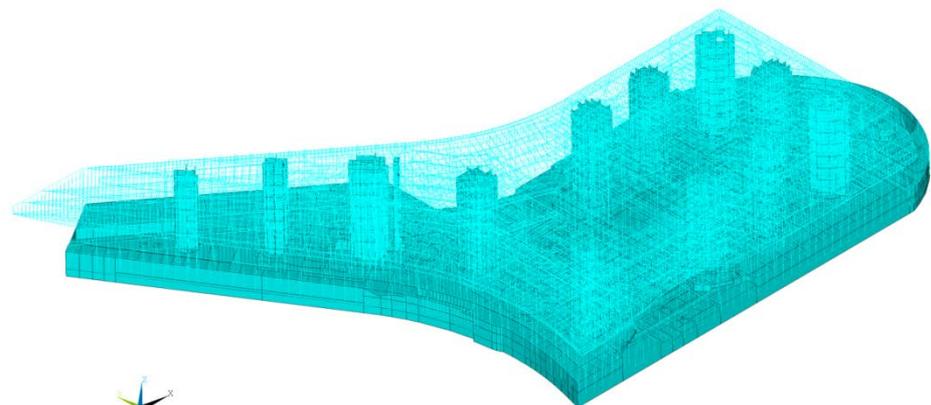
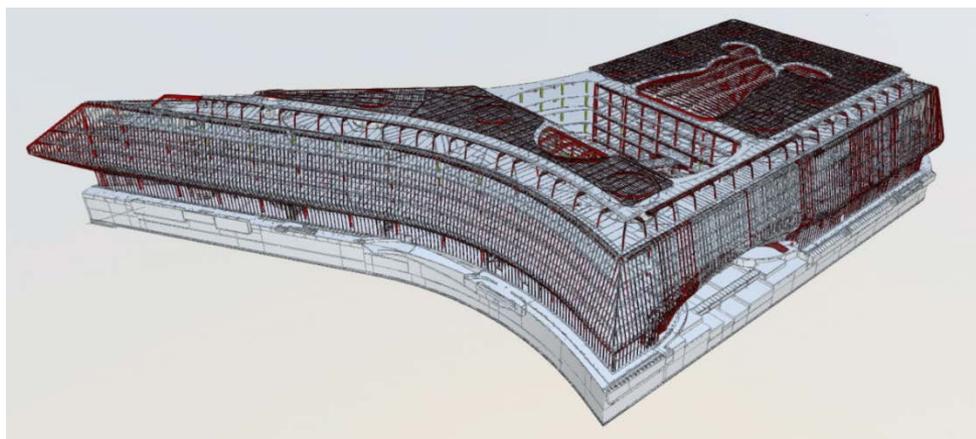
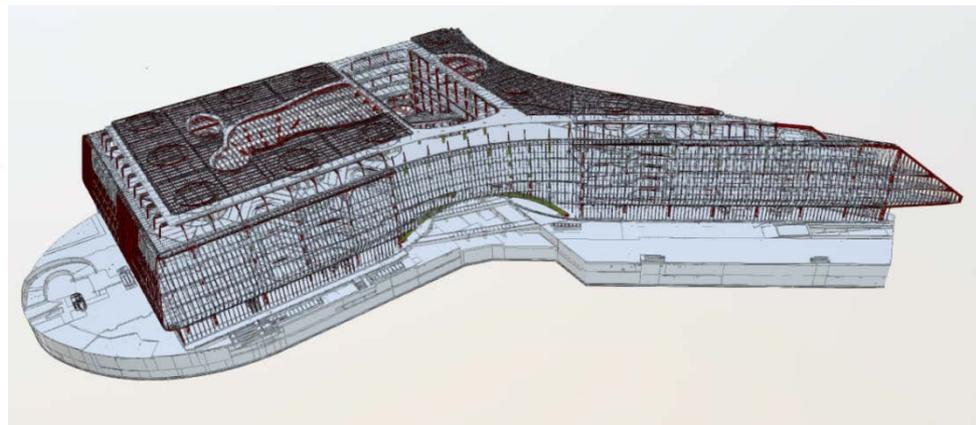
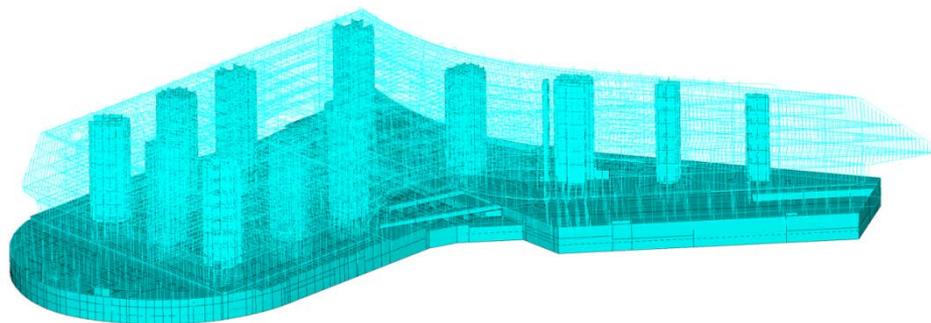


НТС объекта на стадии проектирования и строительства «Технопарк ПАО Сбербанк в инновационном центре «Сколково».





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





<i>Козырев О.А</i>	Определение собственных значений и собственных функций краевых задач строительной механики на основе развития дискретно-континуального метода конечных элементов	2009
<i>Дубинский С.И.</i>	Численное моделирование ветровых воздействий на высотные здания и комплексы	2010
<i>Павлов А.С.</i>	Численное моделирование нелинейных процессов разрушения конструкций большепролетных сооружений	2011
<i>Каличава Д.К.</i>	Адаптивные динамические конечноэлементные модели в основе мониторинга несущих конструкций высотных зданий	2012
<i>Афанасьева И.Н.</i>	Адаптивная методика численного моделирования трехмерных динамических задач строительной аэрогидроупругости	2014
<i>Аслами М.</i>	Многоуровневые дискретные и дискретно-континуальные подходы к локальному расчету строительных конструкций	2015
<i>Мацкевич С.М.</i>	Численно-аналитическое решение нестационарной задачи теплопроводности в строительных конструкциях	2015
<i>Вальгер С.А.</i>	Создание вычислительной технологии для расчета ветровых нагрузок и ударно-волновых воздействий на конструкции	2016
<i>Нгуен Т. Н. Л.</i>	Численное моделирование трехмерного динамического напряженно-деформированного состояния систем «основание - плотина - водохранилище» при сейсмических воздействиях	2017
...



<i>Нагибович А.И.</i>	Суперэлементное моделирование динамических характеристик большеразмерных комбинированных систем «основание - железобетонные конструкции - металлические конструкции»	2019
<i>Шепитько Е.С.</i>	Модель нелокального демпфирования материала при расчете стержневых элементов	2019
<i>Дмитриев Д.С.</i>	Уточненный динамический анализ напряженно-деформированного состояния трехмерной системы «основание - водохранилище - гидротехническое сооружение» при сейсмических воздействиях	2020
<i>Новиков П.И.</i>	Идентификация действительных жесткостных свойств стержневых конструктивных элементов адаптируемых конечноэлементных моделей	2020
<i>Негрозова И.Ю.</i>	Методика численного моделирования аэродинамической неустойчивости мостовых конструкций	2022 ?
<i>Горачевский О.С.</i>	Расчет вантовых светопрозрачных фасадных конструкций с учетом ветровых нагрузок для зданий сложной формы в застройке	2023 ?
<i>Бритиков Н.А.</i>	Численное моделирование снеговых нагрузок на покрытия большепролётных зданий и сооружений	2023 ?
...

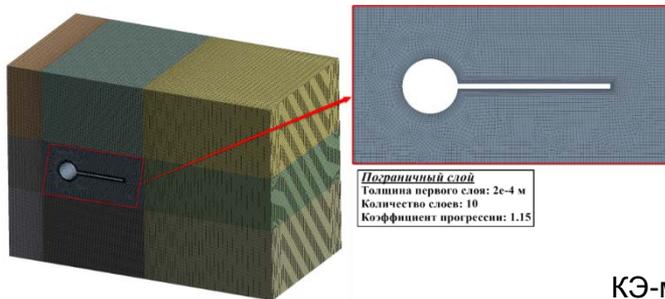


Негрозова Ирина Юрьевна (НИУ МГСУ)

Методика численного моделирования аэроупругой неустойчивости строительных конструкций

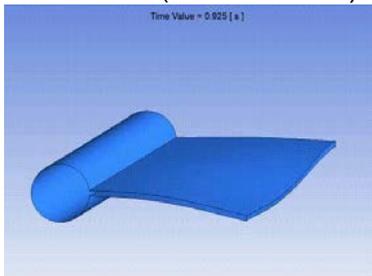
Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Научный руководитель – академик РААСН А.М. Белостоцкий.

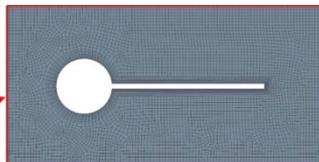


КО-модель для моделирования поведения жидкости (CFD-модель).

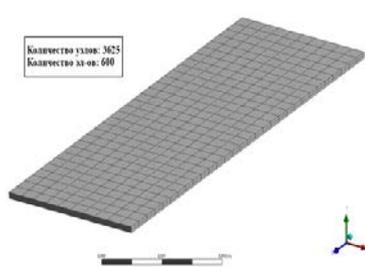
Модель 2 (1 488 148 КО)



Модель 2

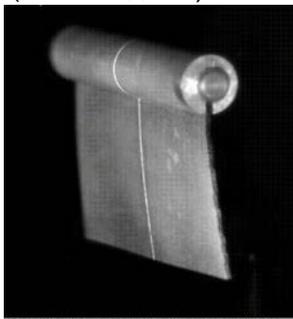


Пограничный слой
Толщина первого слоя: 2e-4 м
Количество слоев: 10
Коэффициент прогрессии: 1.15



Количество узлов: 3625
Количество эл-ов: 600

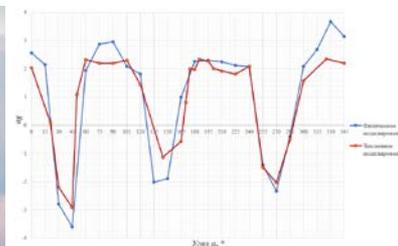
КЭ-модель для моделирования поведения гибкой конструкции (CSD-модель)



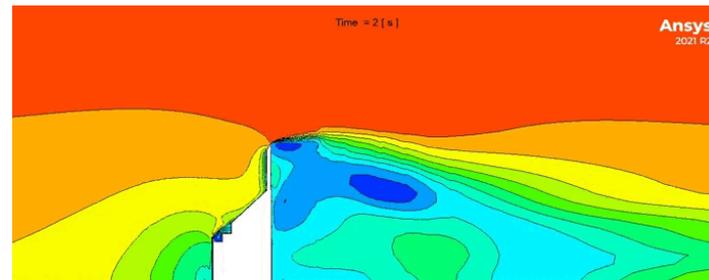
Эксперимент



Рендер объекта



критерий Ден-Гартога



Изополю скорости ветрового потока [м/с] в вертикальном сечении



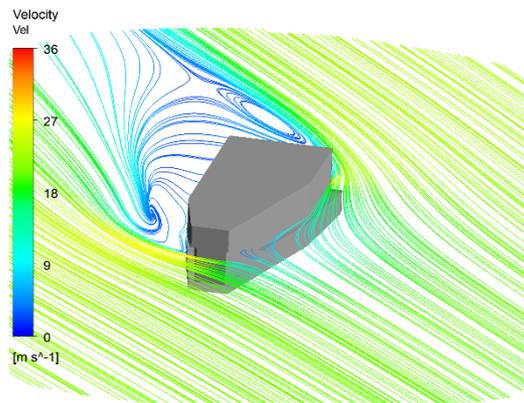
Горячевский Олег Сергеевич (НИУ МГСУ)

Расчет вантовых светопрозрачных фасадных конструкций с учетом ветровых нагрузок для зданий сложной формы в застройке

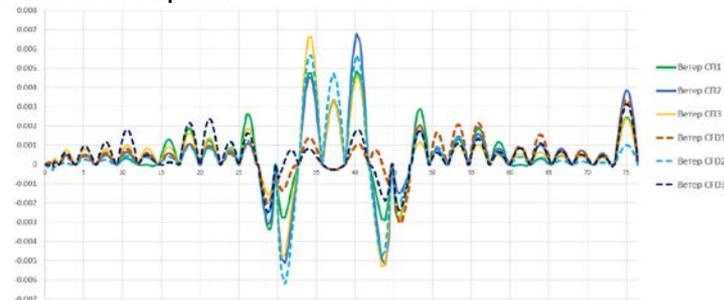
Диссертация на соискание степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9 – «Строительная механика». Научный руководитель – академик РААСН, д.т.н. А.М. Белостоцкий



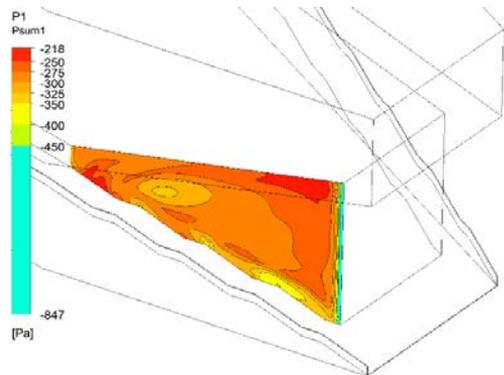
Вантовый светопрозрачный фасад



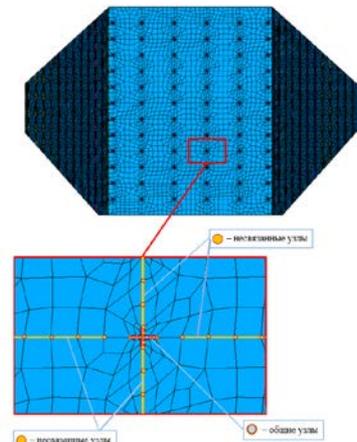
линии тока ветра, м/с



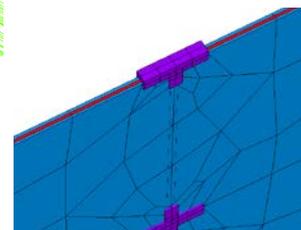
Прогибы стеклопакетов при различных ветровых нагрузках



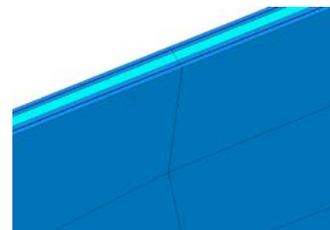
суммарные ветровые давления, Па



КЭ-модель



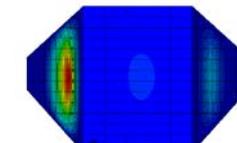
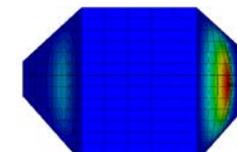
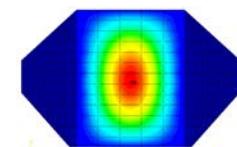
Спайдеры и трехслойный оболочечный элемент (эквивалент)



Стеклопакет в виде симимейного оболочечного элемента

Вид спереди

Вид сверху



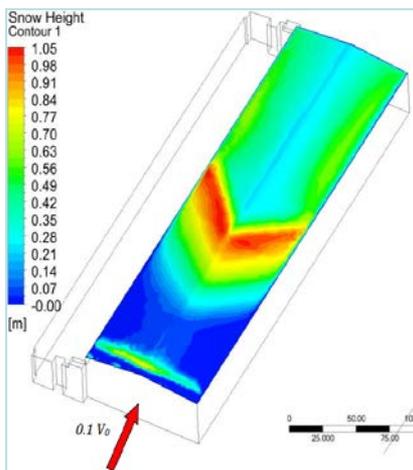
Первые три собственные формы колебаний фасада



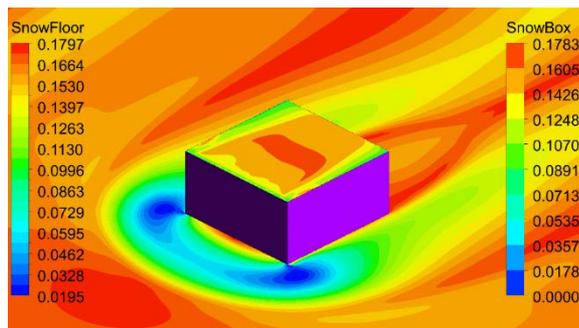
Бритиков Никита Александрович (НИУ МГСУ, РУТ МИИТ)

Численное моделирование снеговых нагрузок на покрытия большепролётных зданий и сооружений

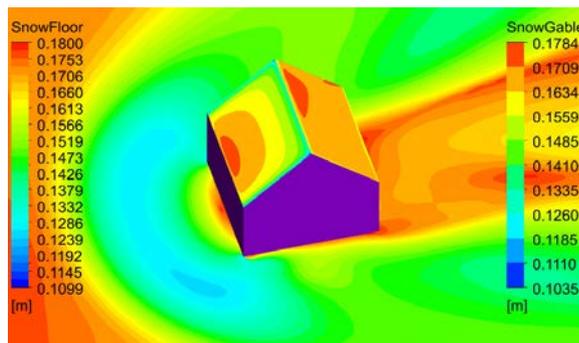
Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – «Строительная механика». Научный руководитель – академик РААСН, д.т.н. А.М. Белостоцкий



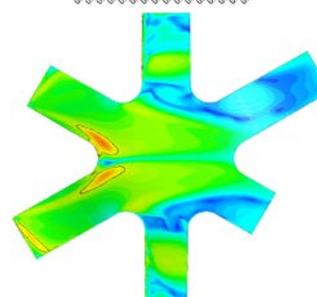
Численное моделирование снегоотложений и снегопереноса в нестационарной постановке



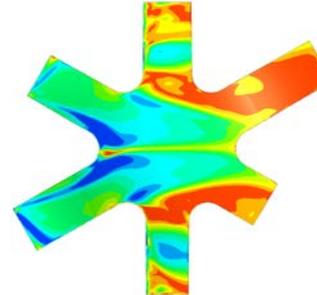
Модельная задача в стационарной постановке



Нормативный пример в стационарной постановке



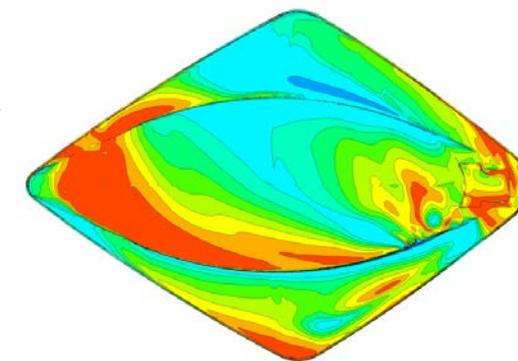
Изополе скорости трения



Численно моделируемый коэффициент формы μ



Результат физического моделирования



Результат математического моделирования



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 Самаре, Нижнем Новгороде, Волгограде, Ростове-на-Дону, Екатеринбурге) при основных и особых сочетаниях нагрузок и воздействий.

Авторский коллектив:

А.М. Белостоцкий (руководитель),

А.А. Аул, Д.С. Дмитриев,

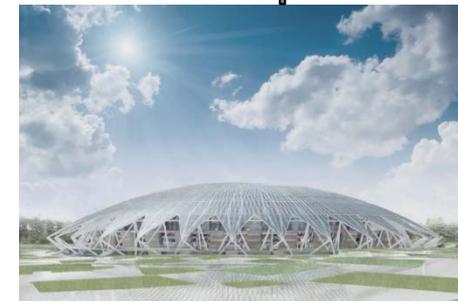
А.И. Нагибович, К.И. Островский,

А.С. Павлов.

Санкт-Петербург



Самара



Волгоград



Нижний Новгород



Ростов-на-Дону



Екатеринбург



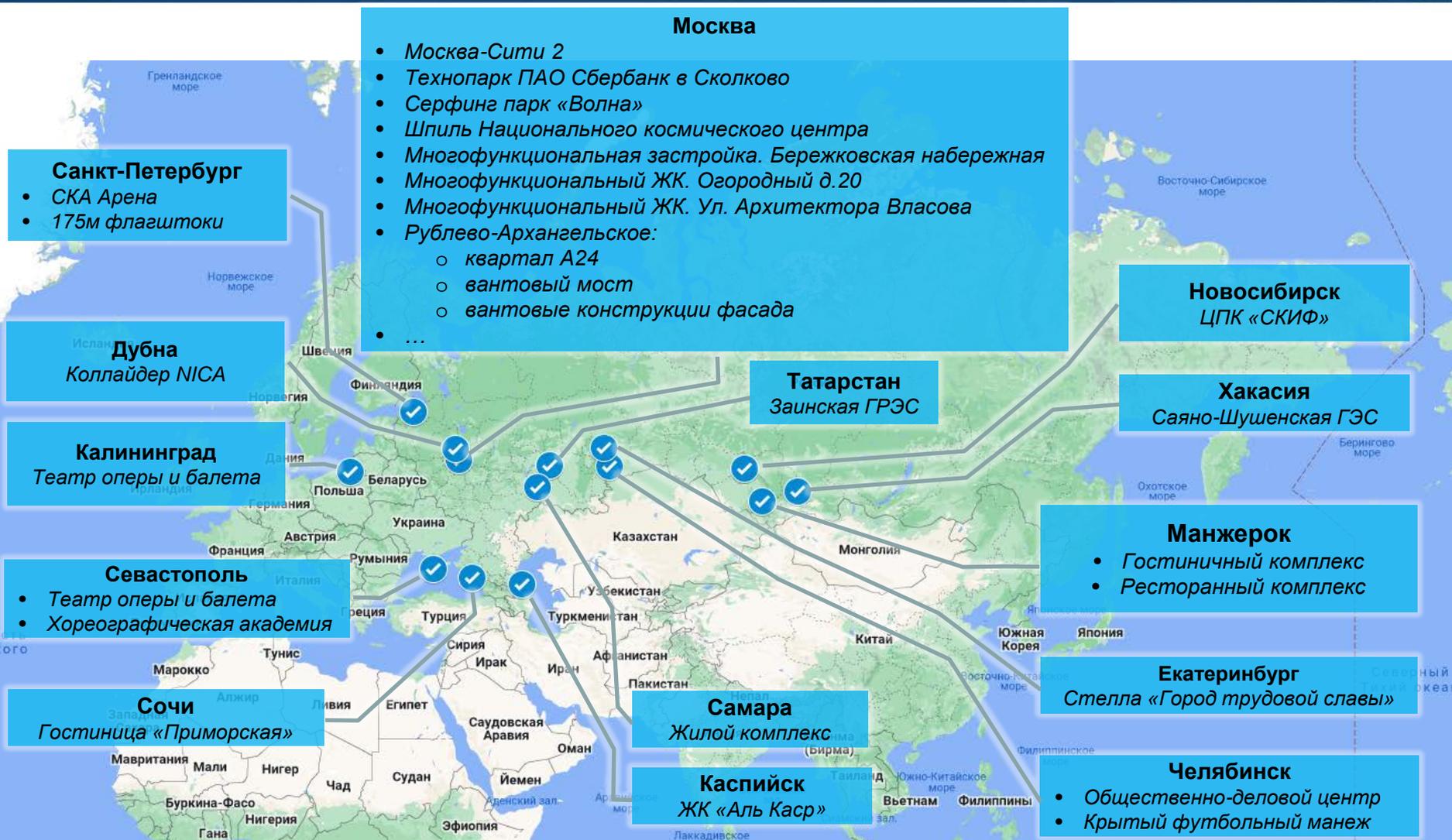
Ареал обитания







НИР – объекты и задачи 2021-22 гг.



- ### Москва
- Москва-Сити 2
 - Технопарк ПАО Сбербанк в Сколково
 - Серфинг парк «Волна»
 - Шпиль Национального космического центра
 - Многофункциональная застройка. Бережковская набережная
 - Многофункциональный ЖК. Огородный д.20
 - Многофункциональный ЖК. Ул. Архитектора Власова
 - Рублево-Архангельское:
 - квартал А24
 - вантовый мост
 - вантовые конструкции фасада
 - ...

- ### Санкт-Петербург
- СКА Арена
 - 175м флагштоки

Дубна

Коллайдер NICA

Калининград

Театр оперы и балета

- ### Севастополь
- Театр оперы и балета
 - Хореографическая академия

Сочи

Гостиница «Приморская»

Самара

Жилой комплекс

Каспийск

ЖК «Аль Каср»

Новосибирск

ЦПК «СКИФ»

Хакасия

Саяно-Шушенская ГЭС

- ### Манжерок
- Гостиничный комплекс
 - Ресторанный комплекс

Екатеринбург

Стелла «Город трудовой славы»

- ### Челябинск
- Общественно-деловой центр
 - Крытый футбольный манеж

НИР – объекты и задачи 2021-22 гг. Москва



МФК «Рублево-Архангельское»



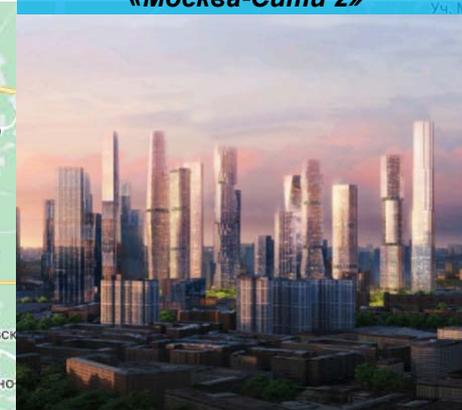
Национальный космический центр



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





Лекции, семинары, защиты диссертаций (на YouTube-канале НИЦ СтаДиО)



НИЦ СтаДиО / StaDyO R&D
324 подписчика

НАСТРОИТЬ ВИД КАНАЛА ВИДЕО

ГЛАВНАЯ **ВИДЕО** ПЛЕЙЛИСТЫ КАНАЛЫ О КАНАЛЕ 🔍

Загрузки ☰ УПОРЯДОЧИТЬ

1:25:04	47:28	2:50:39	3:04:35	2:26:28	2:34:53
"Математическое и физическое..." 328 просмотров • 9 дней назад	лекция для Открытого университета ПНИПУ.... 284 просмотра • 6 месяцев назад	Теоретические основы методов компьютерного... 249 просмотров • 9 месяцев назад	"Цифровые технологии в строительстве". Зачет 267 просмотров • 9 месяцев назад	Теоретические основы методов компьютерного... 289 просмотров • 9 месяцев назад	Теоретические основы методов компьютерного... 491 просмотр • 10 месяцев назад
2:38:20	2:39:32	32:01	19:43	50:43	47:46
Теоретические основы методов компьютерного... 3,3 тыс. просмотров • 10 месяцев назад	Теоретические основы методов компьютерного... 965 просмотров • 11 месяцев назад	Белостоцкий А.М. Выступление на... 461 просмотр • 1 год назад	"Следите за руками". Краткий курс... 200 просмотров • 2 года назад	"Не было никогда, и вот опять!" - Прямая динамик... 222 просмотра • 2 года назад	"Спектральная классика" - ввод-обзор в семинар "ПК... 380 просмотров • 2 года назад
1:22:28	1:12:53	12:17	22:50	29:48	1:11:42
НТС-1. Семинар 5 декабря 2019 г. Защита результата... 276 просмотров • 2 года назад	НТС-1. Семинар 5 декабря 2019 г. Часть 5. Расчеты н... 110 просмотров • 2 года назад	НТС-1. Семинар 5 декабря 2019 г. Часть 4.... 62 просмотра • 2 года назад	НТС-1. Семинар 5 декабря 2019 г. Часть 3. Нагрузки ... 74 просмотра • 2 года назад	НТС-1. Семинар 5 декабря 2019 г. Часть 2.... 74 просмотра • 2 года назад	НТС-1. Семинар 5 декабря 2019 г. Часть 1. Введение... 221 просмотр • 2 года назад



<https://www.youtube.com/channel/UChfKyI2zZs5fvhiicdykdSg/videos>



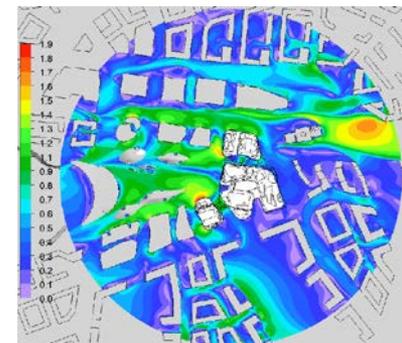
Проблемы и вызовы компьютерному моделированию, объективные и **российские**.

1. Российские нормы (СП 14..., СП 20...), «группа товарищей» на пути (поперек) прогресса компьютерного моделирования
2. Статус и наполнение НТС проектирования и строительства уникальных объектов
3. ПО. Аттестация в НТЦ ЯРБ (+), верификация в РААСН (...?), сертификация в... (-!)
4. Разработка Национального вычислительного комплекса. Актуально/реально ли - как и на базе чего?

....



8 сентября, состоялся первый онлайн семинар на животрепещущую тему **"Физическое и численное моделирование ветровых и снеговых нагрузок для расчетов строительных конструкций"**, организованный АО НИЦ "Строительство", ЦНИИСК им. Кучеренко. Спикерами были все российские "участники процесса". Ниже - полная запись докладов (среди них - и нашей расчетно-экспериментальной команды НИЦ СтаДиО-НИУ МГСУ) и острой дискуссии. Смотрите, слушайте, задавайте вопросы



Настоящая запись Семинара публикуется без изъятий, монтажа и склеек для полной достоверности развернувшейся дискуссии.

Часть 1 — <https://youtu.be/tH-2WUGiPm8>

Часть 2 — <https://youtu.be/foxmBigtI5Y>

В части 2 - наш доклад **"Математическое и физическое моделирование в задачах строительной аэродинамики. Текущее состояние и перспективы («кто виноват?» и «что делать?»)"** и острая дискуссия по его мотивам.

Вычлененный доклад НИЦ СтаДиО-НИУ МГСУ и дискуссия - на нашем YouTube-канале, по ссылке: <https://www.youtube.com/watch?v=n4EYIBHQcKE>





Серфинг-парк «Волна». Результаты моделирования

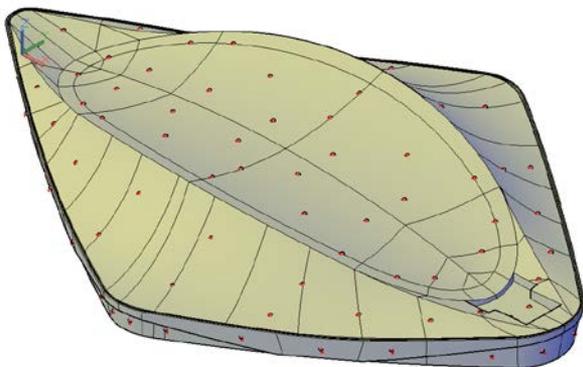
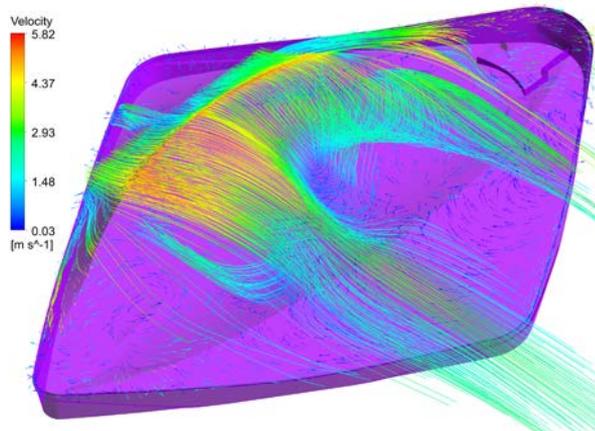
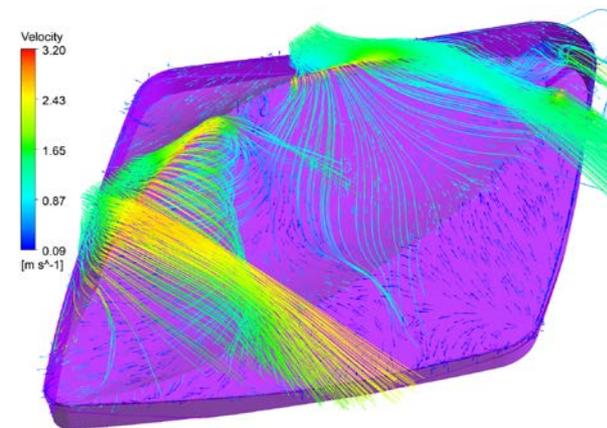


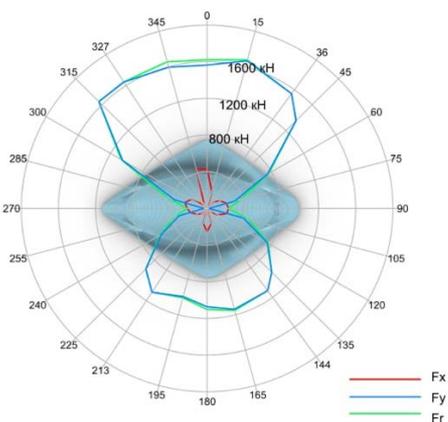
Схема расположения дренажных (контрольных точек) в испытаниях в АДТ



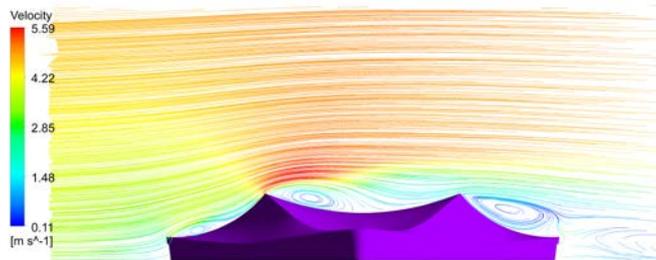
Визуализация линий тока ветра [м/с] и векторного поля напряжений сдвига
Случай без застройки



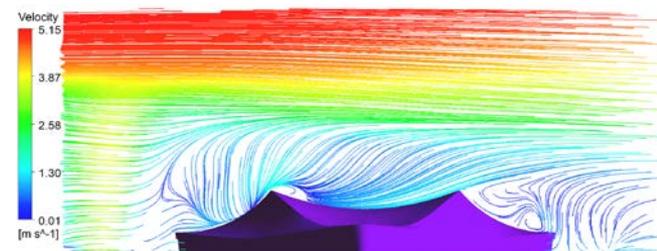
Визуализация линий тока ветра [м/с] и векторного поля напряжений сдвига
Случай с застройкой



Интегральные расчетные ветровые нагрузки для исследуемых направлений ветра



Визуализация линий тока ветра [м/с]
Случай без застройки



Визуализация линий тока ветра [м/с]
Случай с застройкой



Российские нормы, группа товарищей на пути (поперек) прогресса. Ветровые / Снеговые нагрузки



Серфинг-парк «Волна». Сопоставление средних ветровых давлений [Па], полученных методами физического и математического моделирования в контрольных точках без учета окружающей застройки

Угол атаки ветра 0°



Угол атаки ветра 165°



Угол атаки ветра 315°

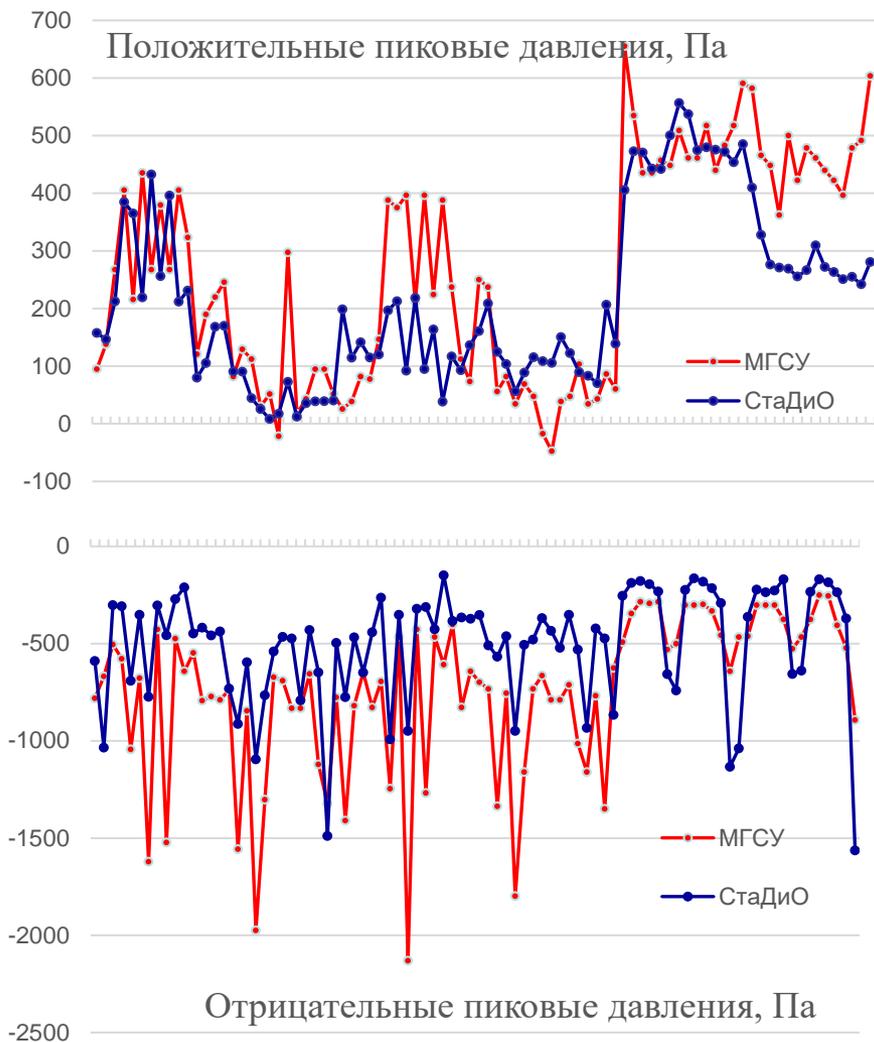


Угол атаки ветра 327°





Серфинг-парк «Волна». Сопоставление пиковых ветровых давлений, полученных методами физического и математического моделирования в контрольных точках без учета окружающей застройки



По результатам моделирования ветровых нагрузок на несущие и фасадные конструкции (основные нагрузки и пиковые давления) Объекта Серфинг-Парк «Волна» методами физического (экспериментального в АДТ) и математического (численного) моделирования было выявлено хорошее сходство результатов по средним давлениям и удовлетворительное – по пиковым.

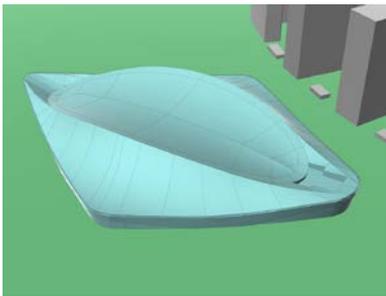
Точки с наибольшими отличиями находятся на торцах объекта, где наблюдаются срывы вихрей.

Наблюдается некоторое превышение положительных средних давлений, полученных по результатам математического моделирования, над результатами физического моделирования. Для отрицательных давлений наблюдается обратная ситуация.

Результаты пиковых давлений отличаются существенней по причине принципиально разных подходов к определению этих величин.

Численная методика моделирования снегонакопления в *стационарной* постановке Апробация методики

Сёрфинг-центр «Волна» (г. Москва)

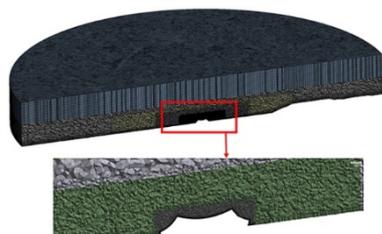


Расчётная область
(+ рельеф и окружающая
застройка)

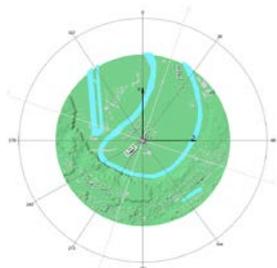
Геометрическая модель



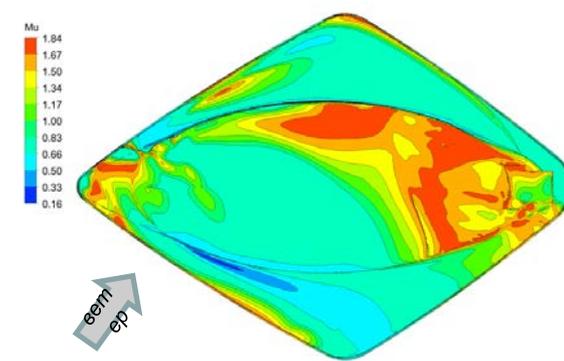
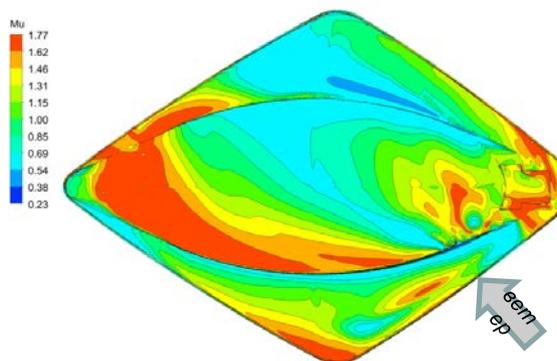
Физическое моделирование коэффициента μ (НИУ МГСУ)
(без учёта окружающей застройки)



Конечнообъёмная сетка
(~9 млн. КО)



Расчётные направления
ветрового потока



Численное моделирование коэффициента μ
(без учёта окружающей застройки)



Российские нормы, группа товарищей на пути (поперек) прогресса. Ветровые / Снеговые нагрузки



Численная методика моделирования снегонакопления в стационарной постановке Апробация методики

Без учёта
окружающей
застройки

С учётом окружающей
застройки

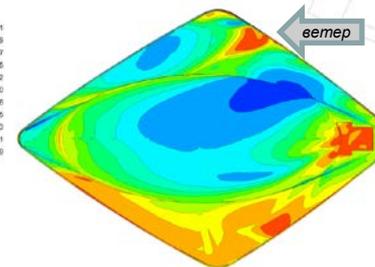
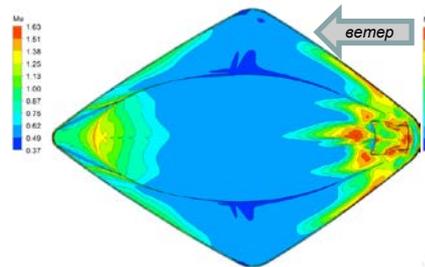
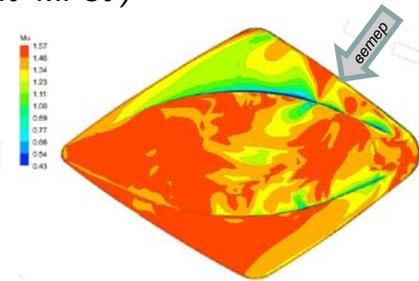
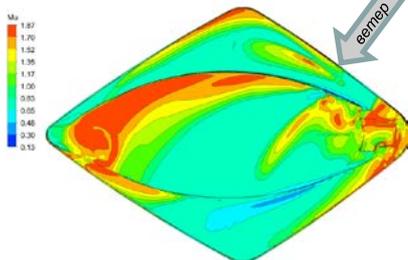
Без учёта
окружающей
застройки

С учётом окружающей
застройки



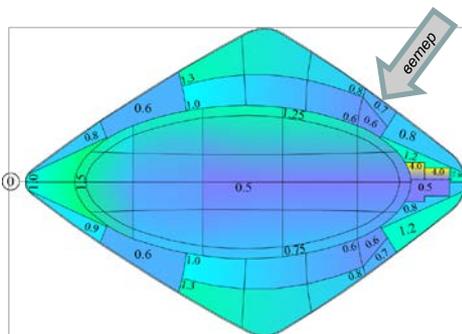
Физическое моделирование коэффициента μ
(НИУ МГСУ)

Физическое моделирование коэффициента μ
(НИУ МГСУ)

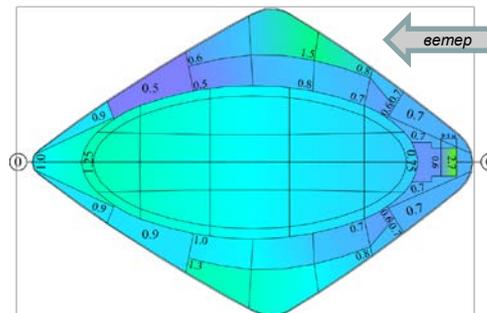


Численное моделирование коэффициента μ

Численное моделирование коэффициента μ



Рекомендуемая
схема
коэффициента μ
для прочностных
расчётов

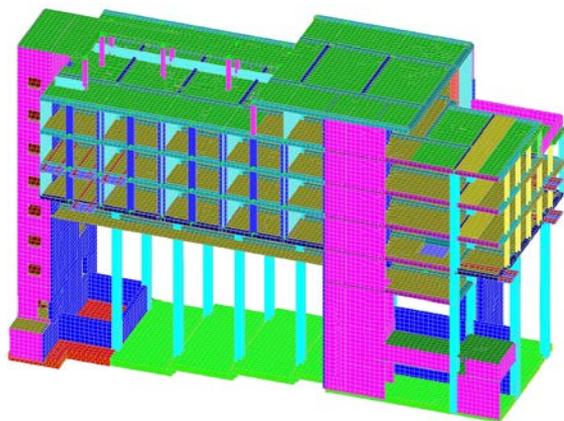


Рекомендуемая
схема
коэффициента μ
для прочностных
расчётов

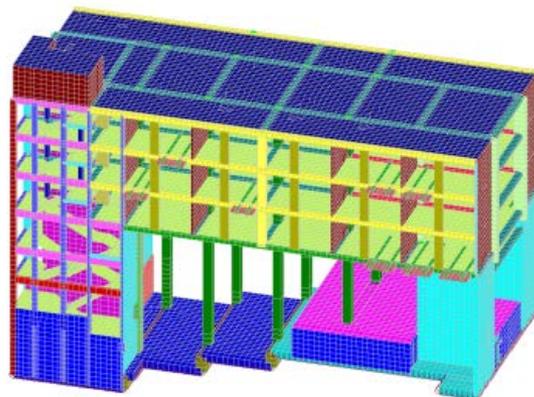
- ➔ Научно-техническое сопровождение проектирования, включая численные исследования напряженно-деформированного состояния, динамики, прочности и устойчивости несущих конструкций при нормативно регламентированных сочетаниях основных и особых (сейсмических и аварийных) нагрузок и воздействий и сопоставительный анализ результатов альтернативных расчетов, для Объекта – «Хореографическая академия в г. Севастополь»



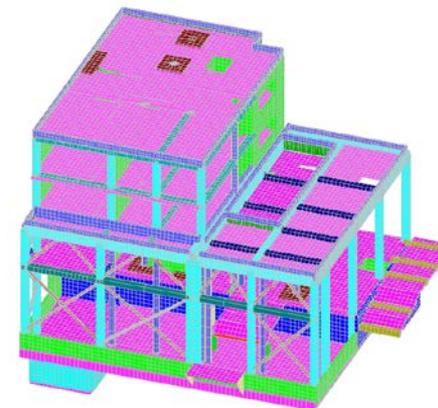
НТСП для Объекта – «Хореографическая академия в г. Севастополь»



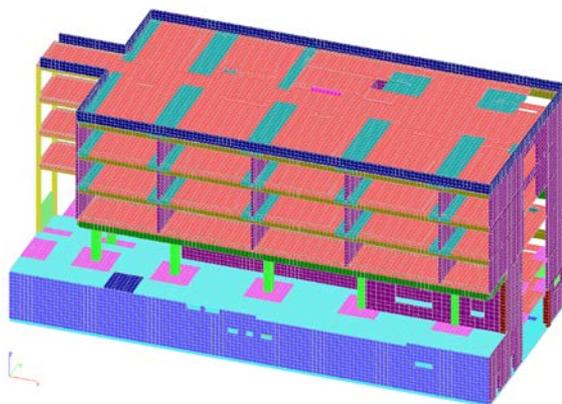
Блок 1



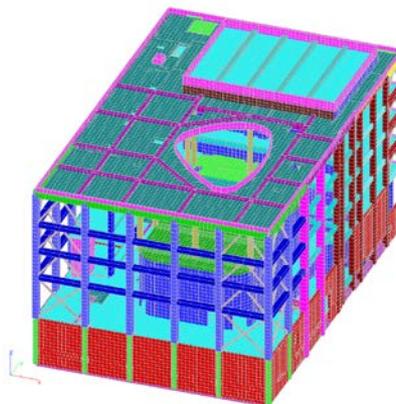
Блок 2



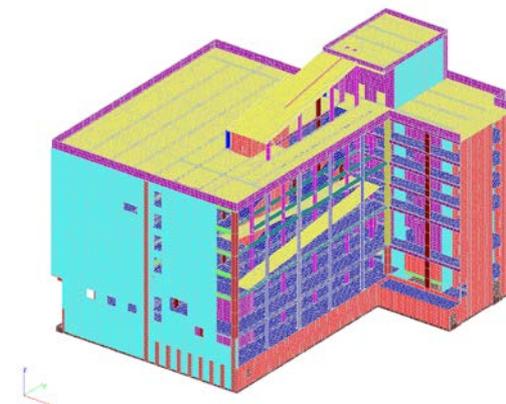
Блок 3



Блок 4



Блок 5

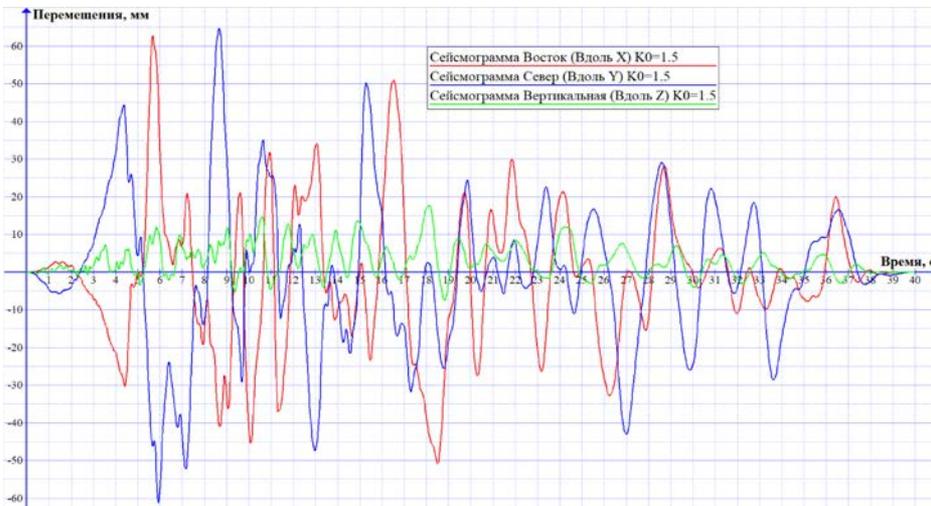


Блок 6

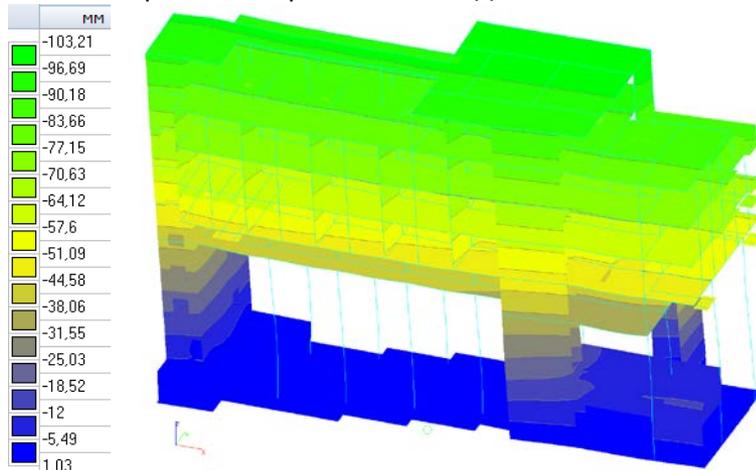
КЭ – модели отдельных блоков сооружения



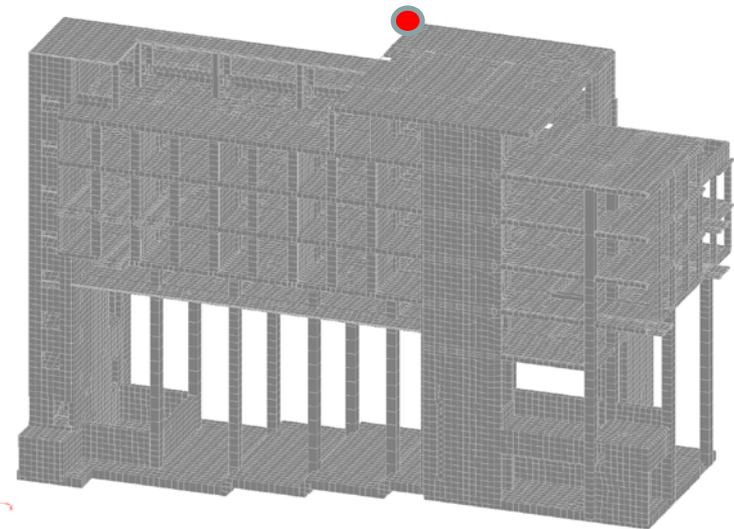
НТСП для Объекта – «Хореографическая академия в г. Севастополь»



Трехкомпонентная сейсмограмма с учетом коэффициентов K_0 , K_1 и K_ψ .
Шаг сейсмограммы по времени 0,02 с. Диапазон 0-40 с



Максимальные горизонтальные перемещения U_x , мм
Особое сочетание нагрузок (сеймика КЗ(МРЗ)).
Момент времени $t=14,20$ с.

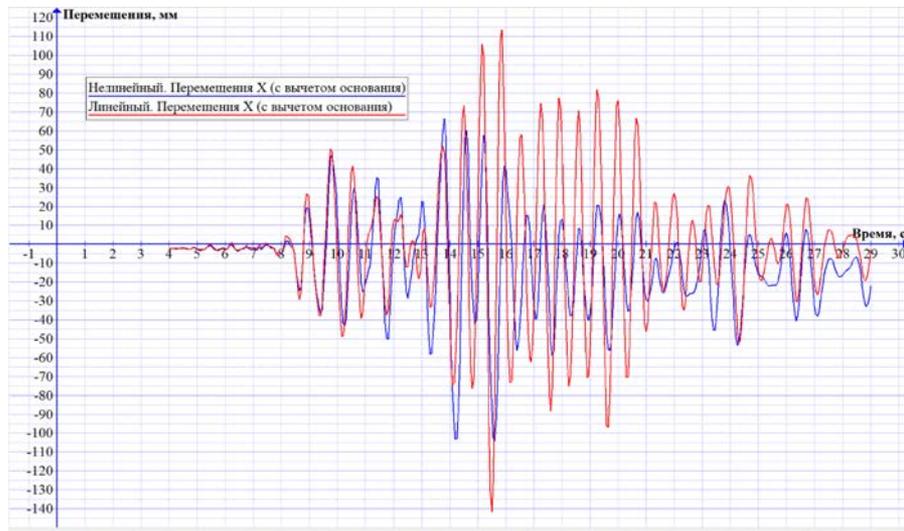


Максимальные по абсолютной величине перемещения (особое сочетание, сеймика уровня КЗ с учётом статического фона)

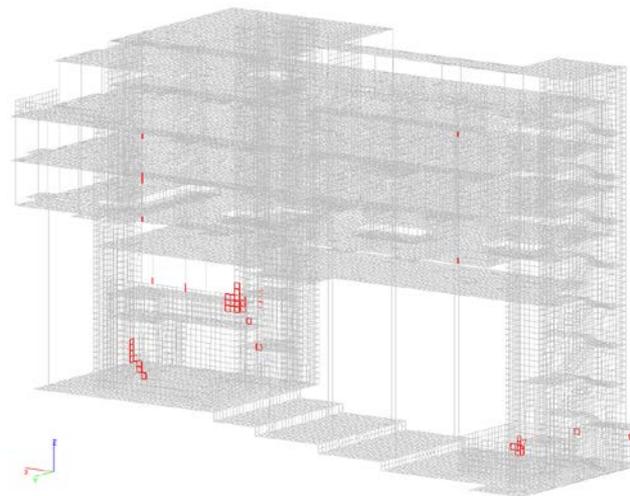
Направление	Значение, мм
По горизонтали вдоль оси X	103,21
По горизонтали вдоль оси Y	82,82
По вертикали вдоль оси Z	28,35



НТСП для Объекта – «Хореографическая академия в г. Севастополь»



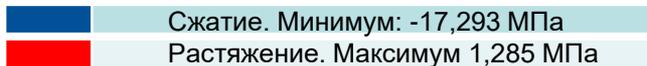
Графики горизонтальных перемещений по X. верхней точки Блока 1
Особое сочетание нагрузок (сейсмика КЗ(МРЗ))



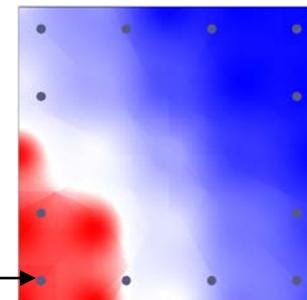
Красным цветом отмечены элементы, в которых арматура достигла предела текучести **при растяжении**. Особое сочетание нагрузок (сейсмика КЗ(МРЗ)).



Пилон $\Phi 1$ сечением 800x200мм на пересечении осей 16-17/Е между отм. 4,850 и 8,730м Нормальные напряжения в нижнем сечении пилона. Момент времени $t=13,75с$.



Напряжения в угловом арматурном стержне (показан стрелкой) достигли предела текучести (522 МПа).



Колонна К1.1 сечением 800x800мм на пересечении осей 18/Д между отм. -5,250 и -4,480м. Момент времени $t=15,20с$.



Напряжения в угловом арматурном стержне (показан стрелкой) достигли предела текучести (522 МПа).



Проблемы и вызовы компьютерному моделированию, объективные и российские.

1. Российские нормы (СП 14..., СП 20....), «группа товарищей» на пути (поперек) прогресса
2. Статус и наполнение НТС проектирования и строительства уникальных объектов
3. ПО. Аттестация в НТЦ ЯРБ (+), верификация в РААСН (...), сертификация в... (-)
4. Разработка Национального вычислительного комплекса (в строительстве). Актуально ли - как и на базе чего?

....



Проблемы и вызовы компьютерному моделированию, объективные и *российские*.

1. Российские нормы (СП 14..., СП 20....), «группа товарищей» на пути (поперек) прогресса
2. Статус и наполнение НТС проектирования и строительства уникальных объектов
3. ПО. Аттестация в НТЦ ЯРБ (+), верификация в РААСН (...самокритика, понимаешь), сертификация в... (-)
4. Разработка Национального вычислительного комплекса (в строительстве). Актуально/реально ли - как и на базе чего?

....



Проблемы и вызовы компьютерному моделированию, объективные и российские.

1. Российские нормы (СП 14..., СП 20....), «группа товарищей» на пути (поперек) прогресса
2. Статус и наполнение НТС проектирования и строительства уникальных объектов
3. ПО. Аттестация в НТЦ ЯРБ (+), верификация в РААСН (...), сертификация в... (-)
4. Разработка Национального вычислительного комплекса (в строительстве). Актуально/реально ли – как и на базе чего?

....



X Международная научная конференция «Задачи и методы компьютерного моделирования конструкций и сооружений» («Золотовские чтения»)



**СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ!**