



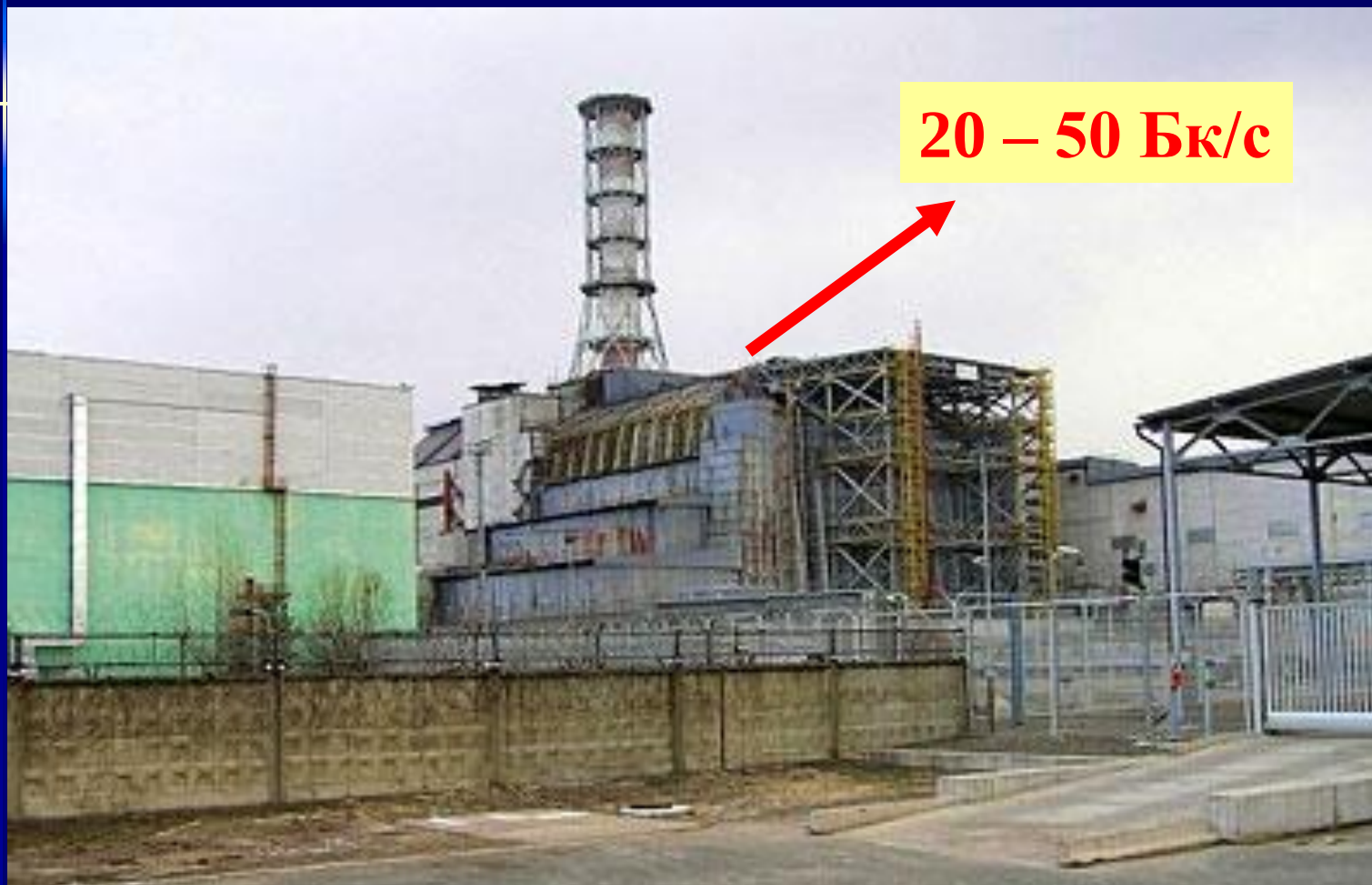
Институт технической
теплофизики НАН Украины



Круковский Павел Гртгорьевич

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕПЛОМАССООБМЕННОГО И РАДИАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ НОВОГО БЕЗОПАСНОГО КОНФАЙНМЕНТА И «ОБЪЕКТА УКРЫТИЕ» ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Величины выбросов радиоактивных аэрозолей

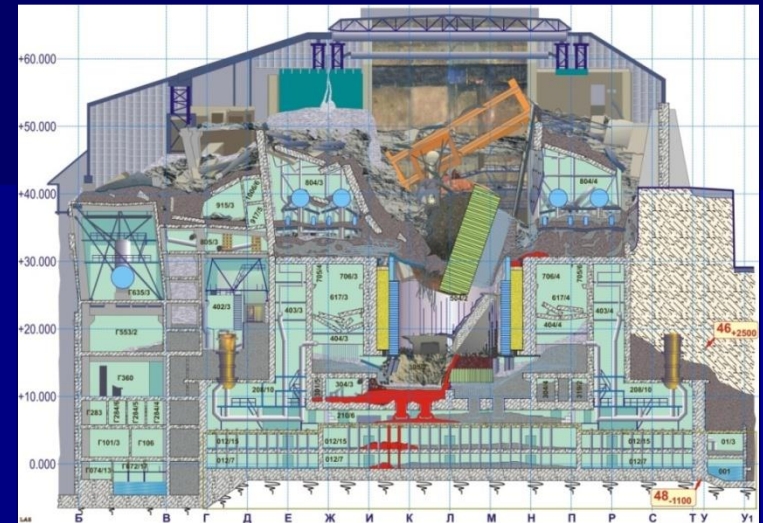


20 – 50 Бк/с

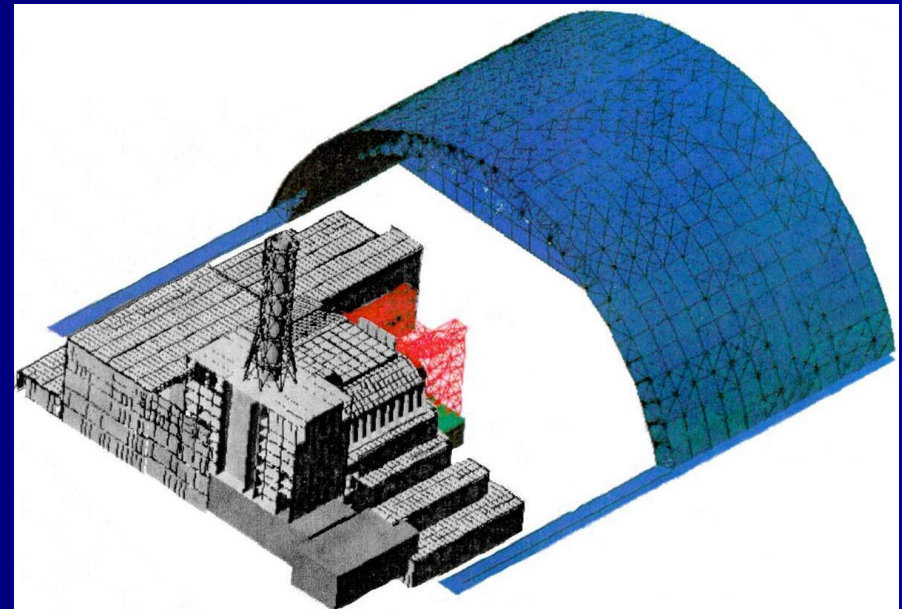
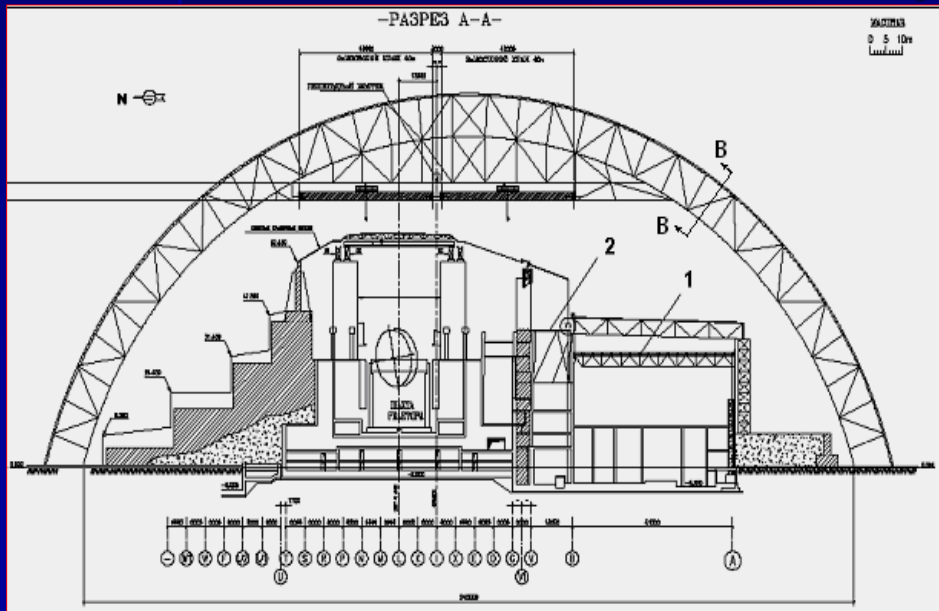
Новый безопасный Конфайнмент (НБК)



Разрушенный реактор

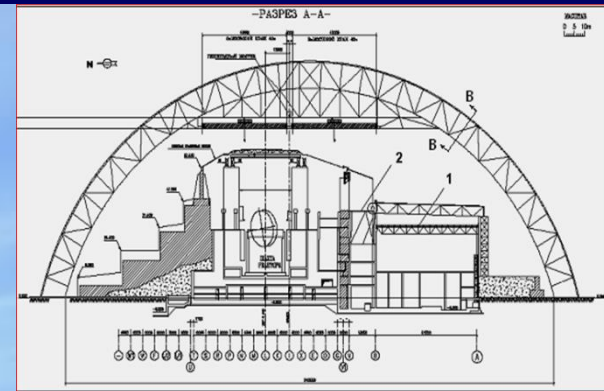
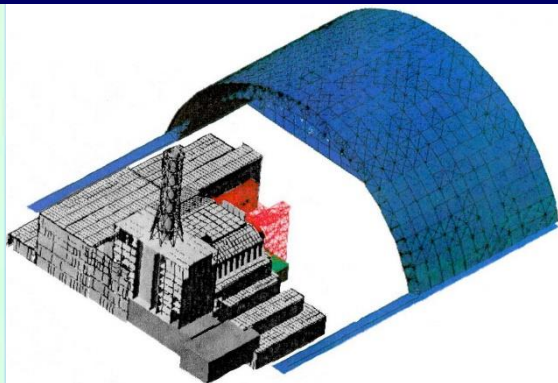


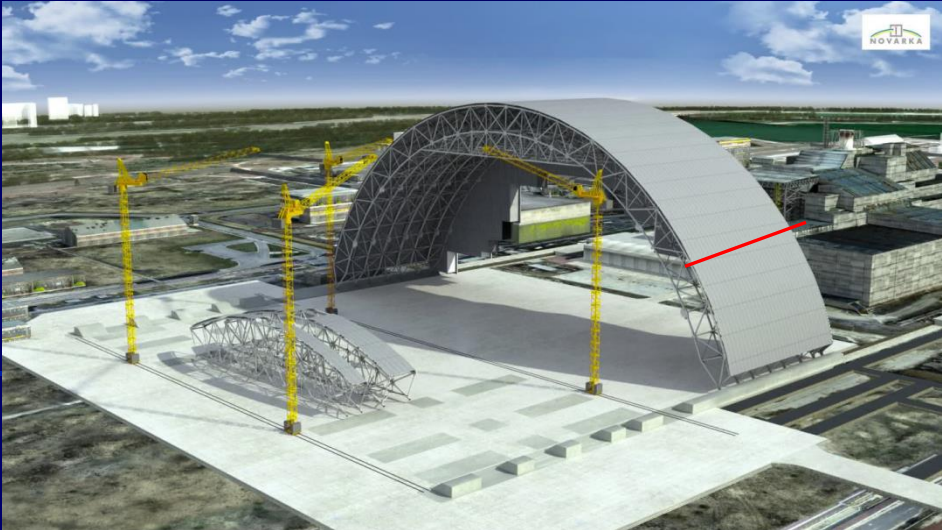
Назначение и конструкция Арки НБК



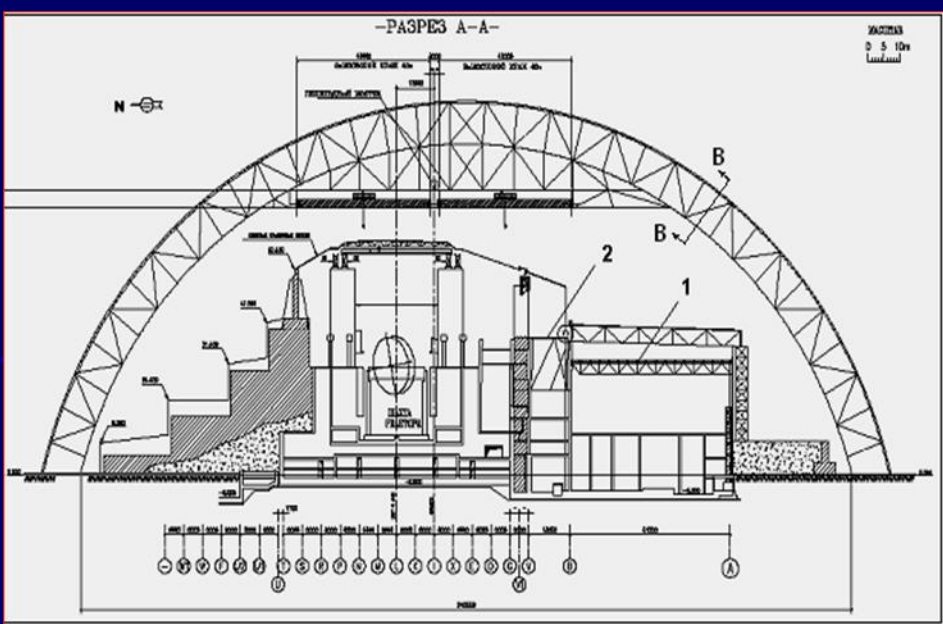
СОДЕРЖАНИЕ

- 1. Информация о Новом Безопасном Конфайнменте (НБК), этапах его ввода в эксплуатацию и эксплуатации**
- 2. Методология и результаты анализа термогазодинамического и радиационного состояния Объекта Укрытие (ОУ) и НБК, сценарии радиационных выбросов**
- 3. Перспективы применения разработанных моделей, мониторинг НБК**





**Строительство
НБК**



chnpp.gov.ua



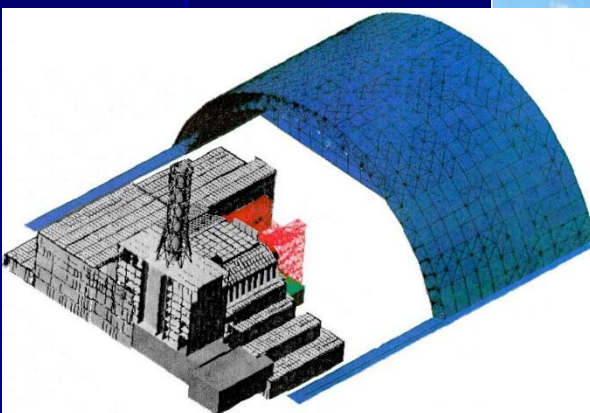
chnpp.gov.ua



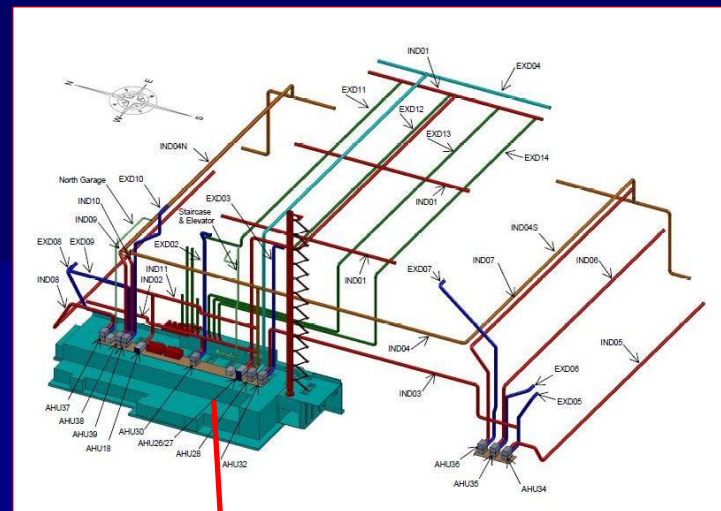
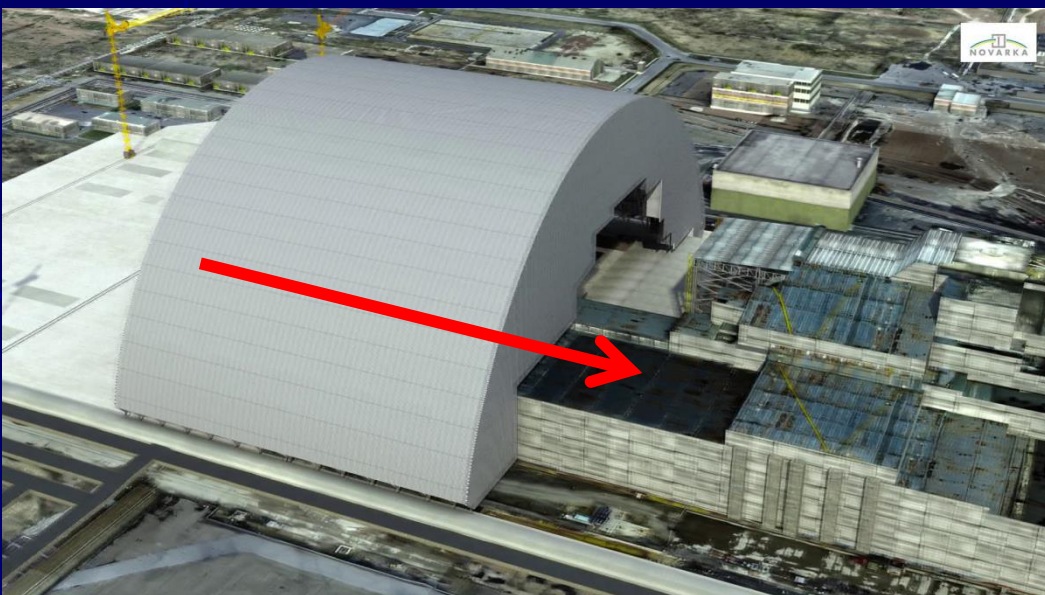


Строительство НБК



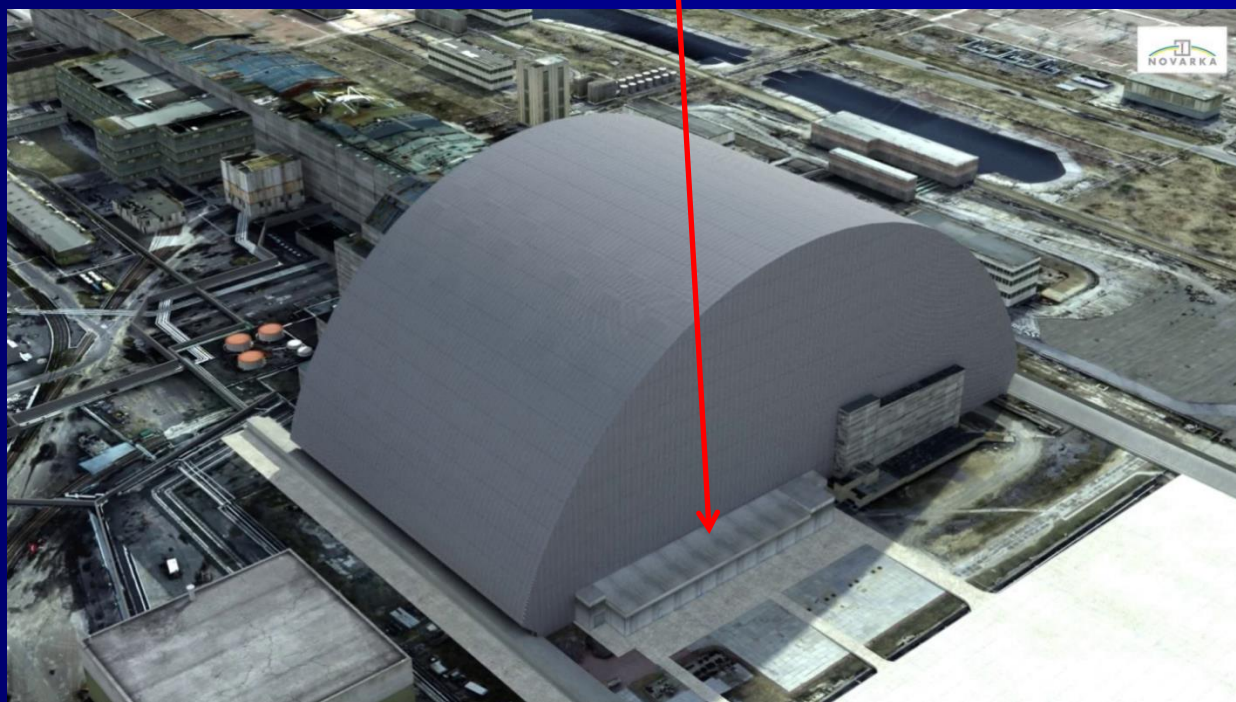


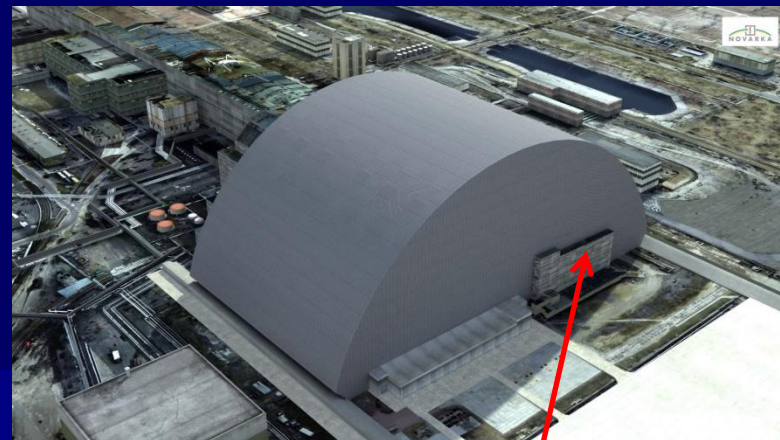
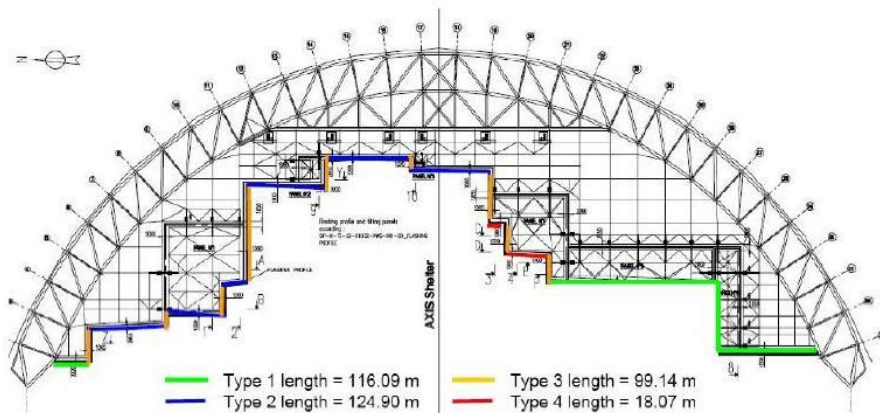
Этап ввода в эксплуатацию НБК



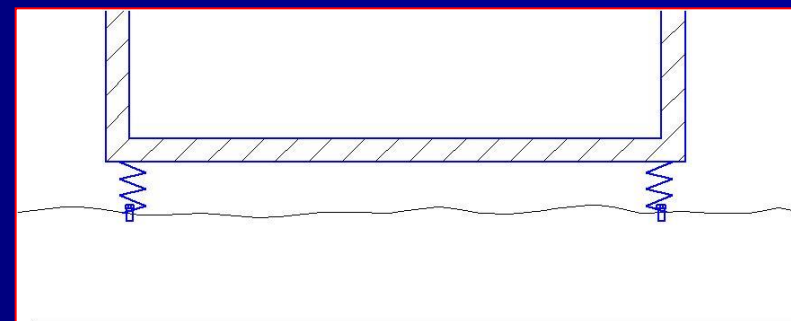
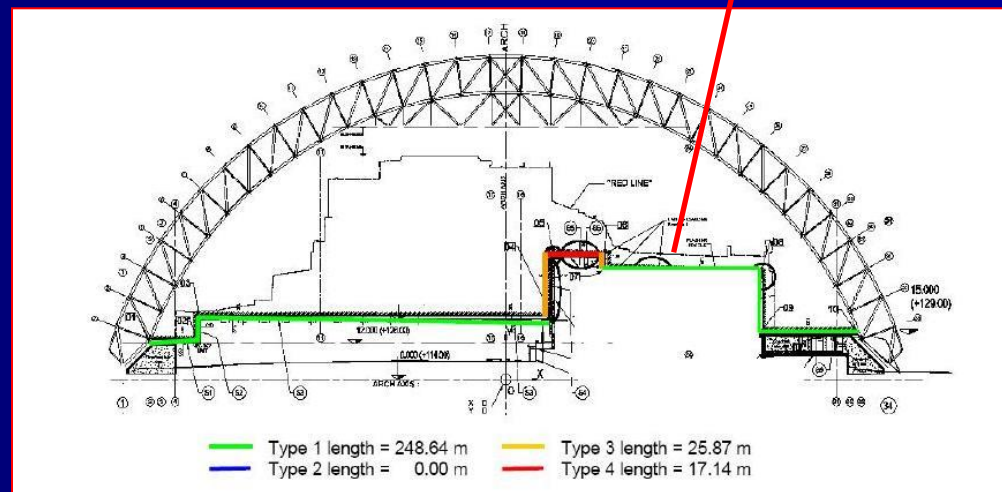
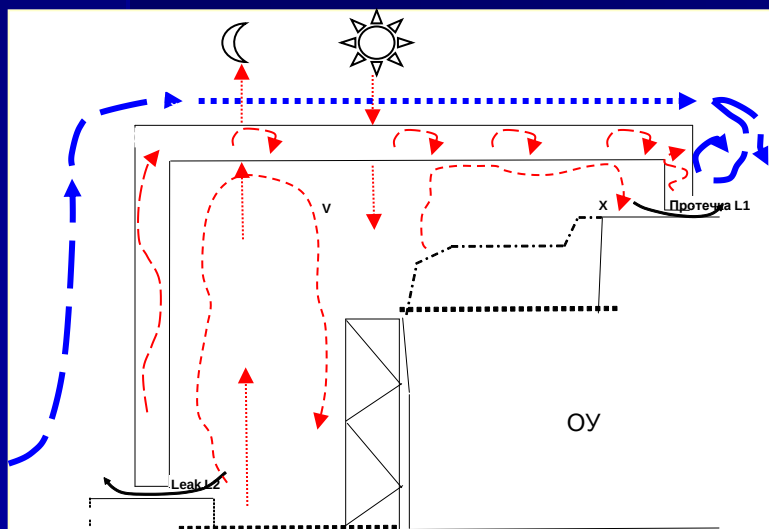
Этапы «жизни» НБК

1. проектирование и строительство
2. ввод НБК в эксплуатацию
3. эксплуатация НБК (100 лет)
4. демонтаж НБК



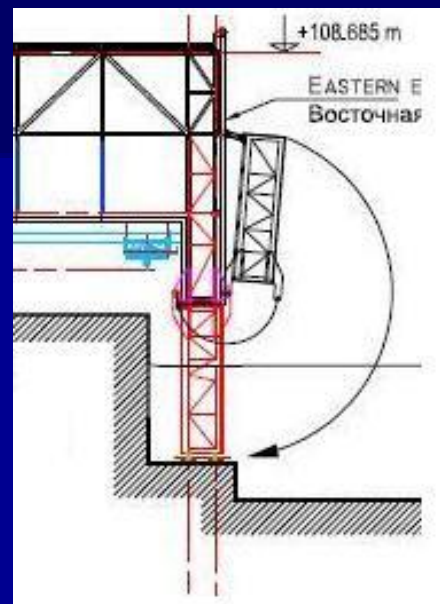
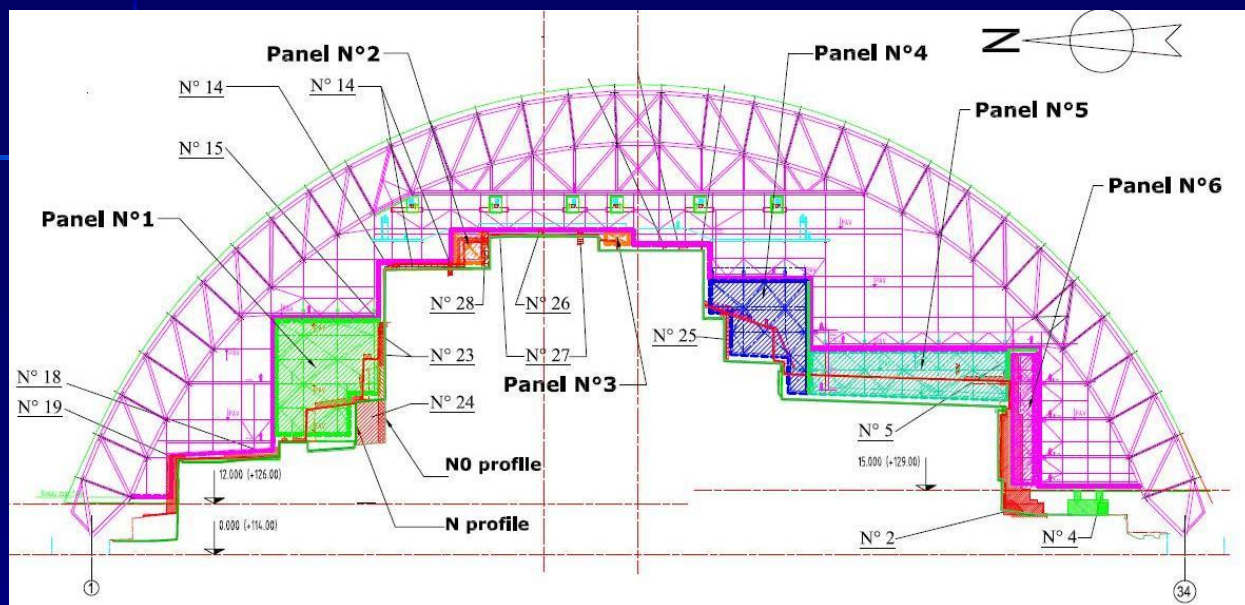


Этап ввода в эксплуатацию НБК

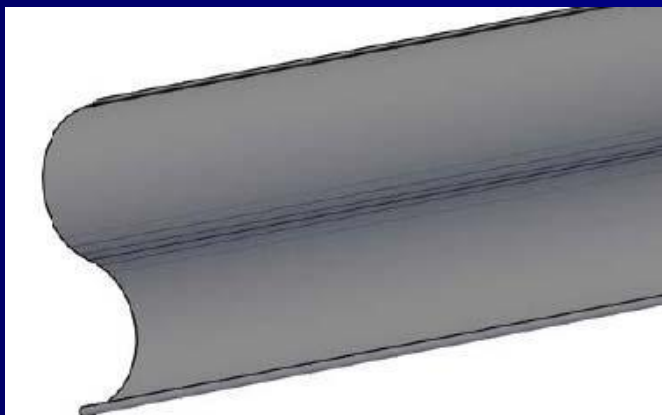
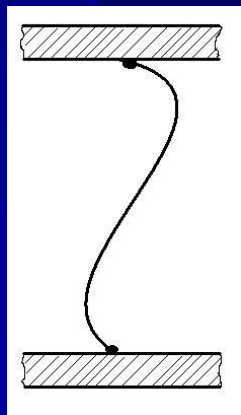


Этап ввода в эксплуатацию НБК

Проблема герметизации зазоров между стенами НБК и существующими конструкциями после надвигки НБК

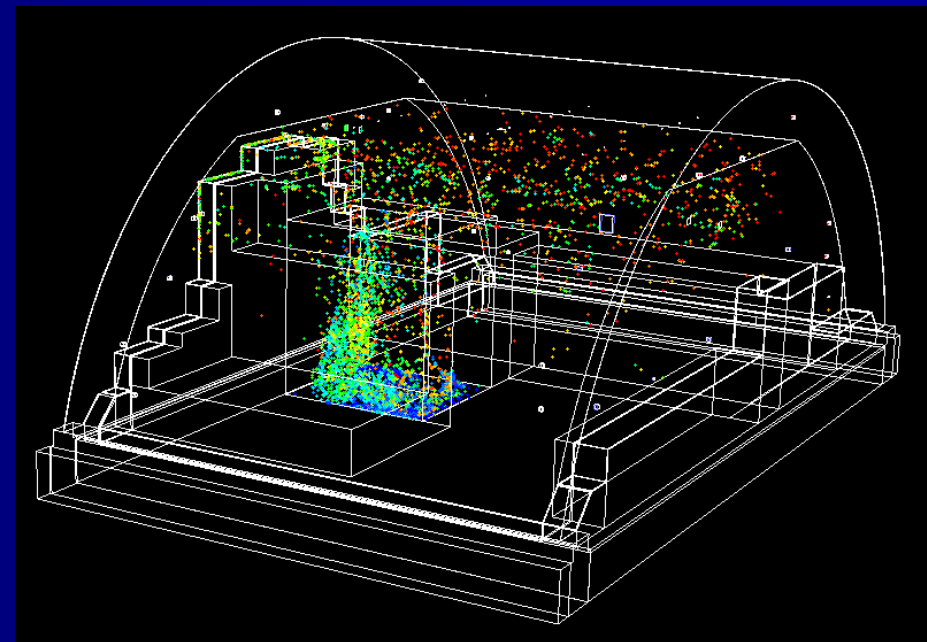
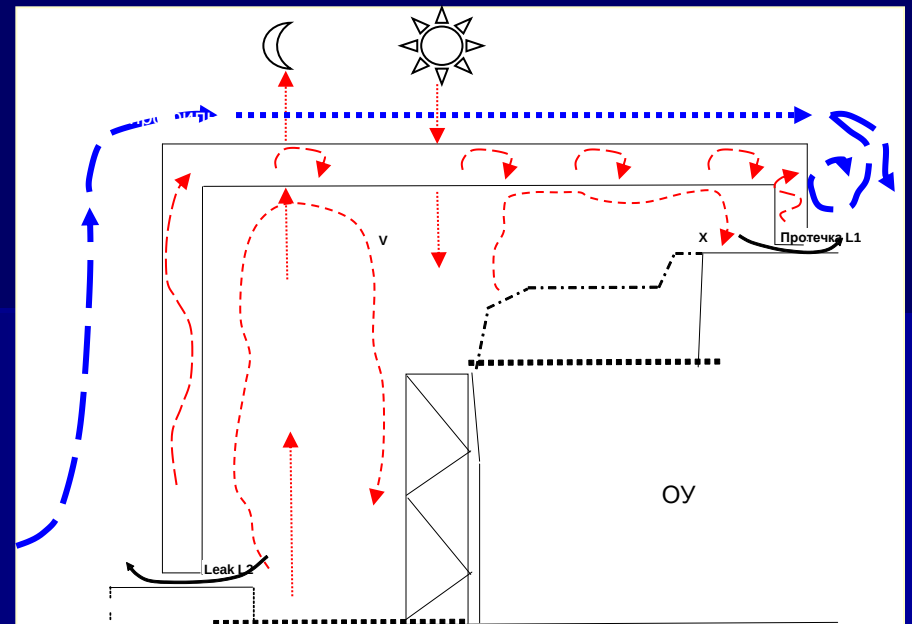


Навесные панели – вид со стороны Восточной стены и продольный разрез



Мембрана, герметизирующая зазоры

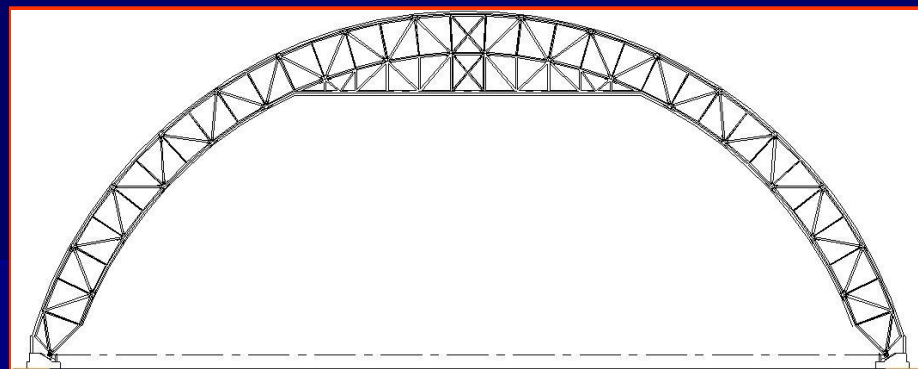
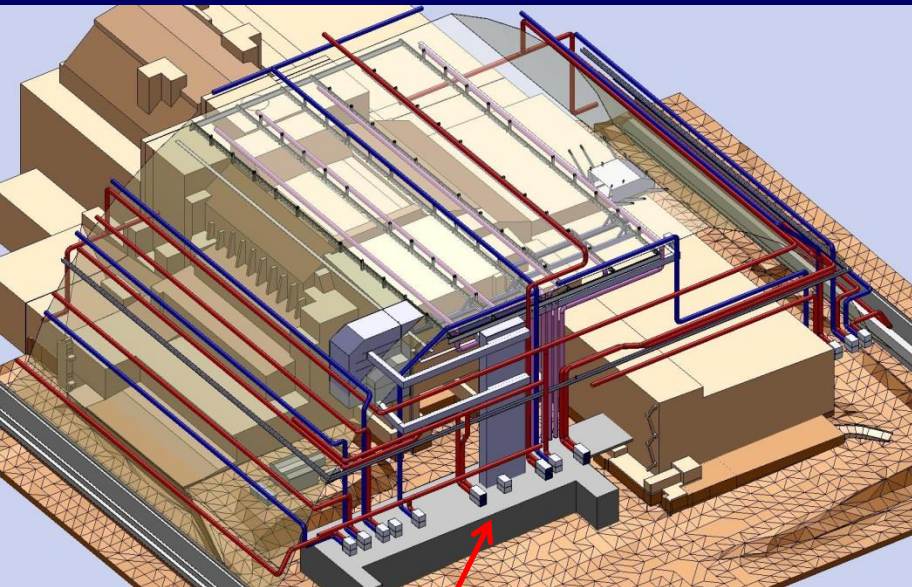
Этап эксплуатации НБК



СОДЕРЖАНИЕ

1. **Информация о Новом Безопасном Конфайнменте (НБК), этапах его ввода в эксплуатацию и эксплуатации**
2. **Методология и результаты анализа термогазодинамического и радиационного состояния Объекта Укрытие (ОУ) и НБК, сценарии радиационных выбросов**
3. **Перспективы применения разработанных моделей, мониторинг НБК**

Система вентиляции Арки и основного объема НБК

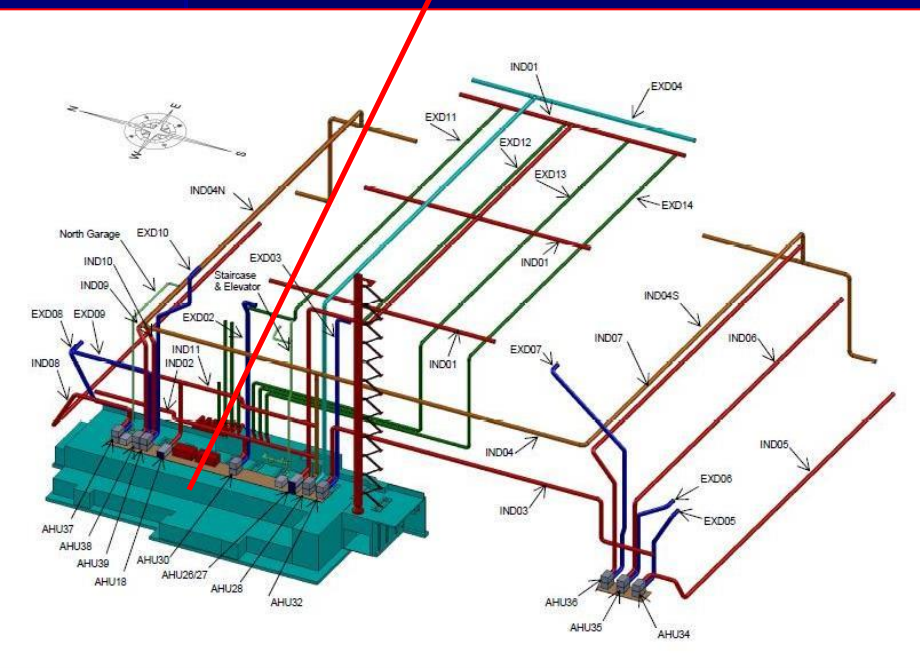


Назначение системы вентиляции

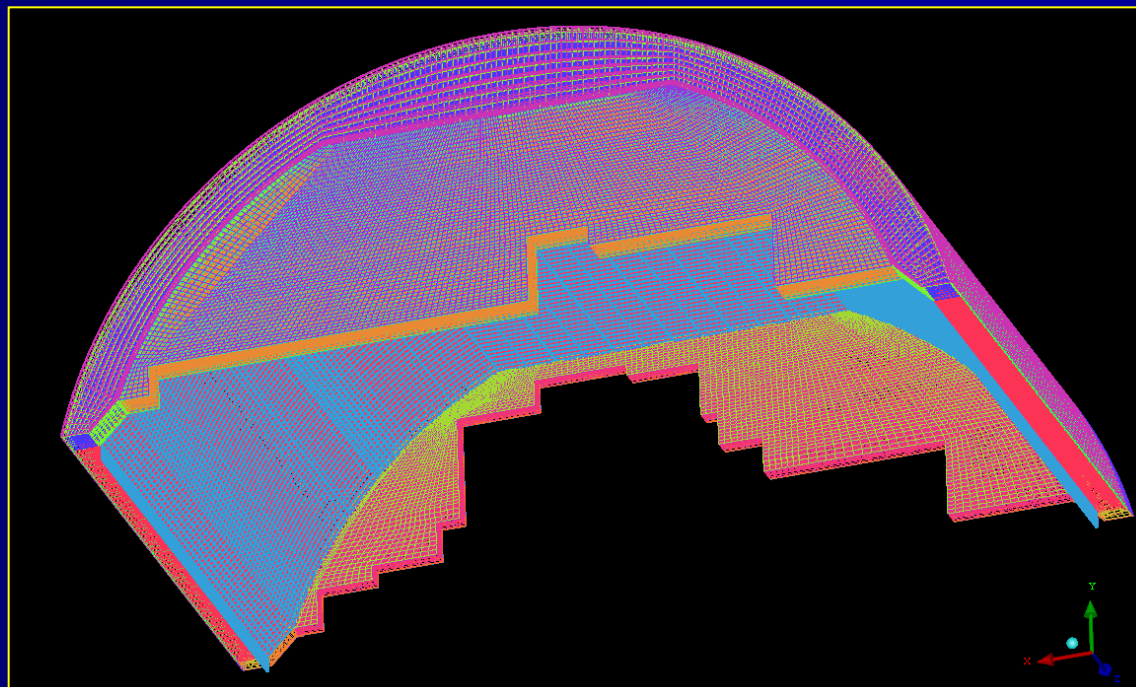
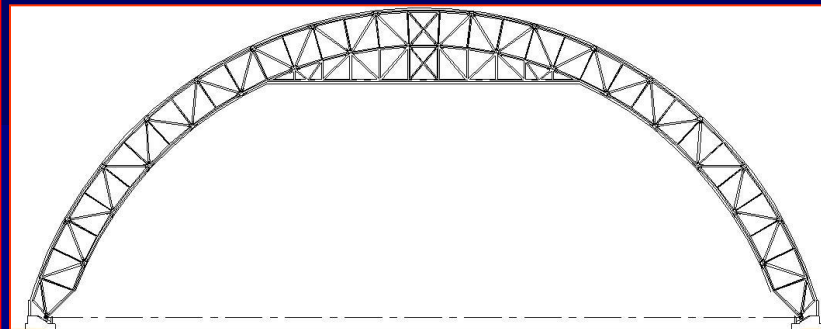
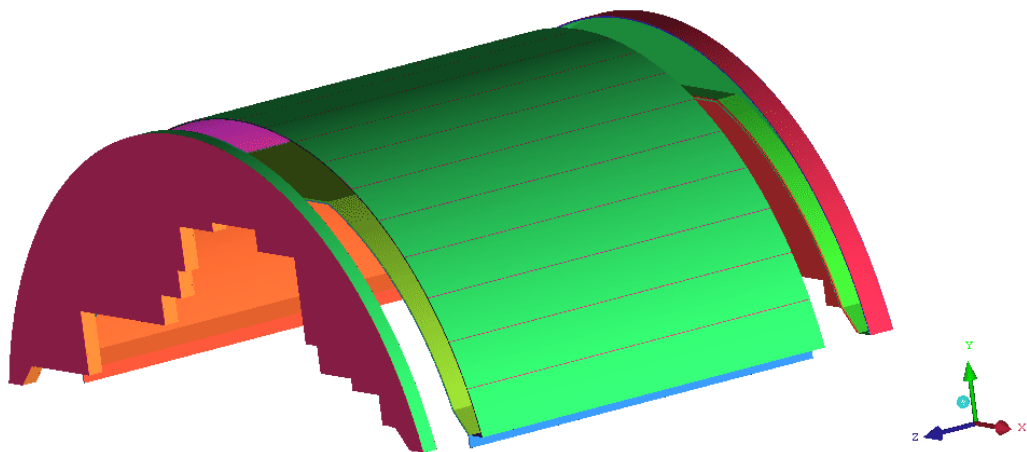
Поддержание влажности в кольцевом пространстве Арки не более 40 %

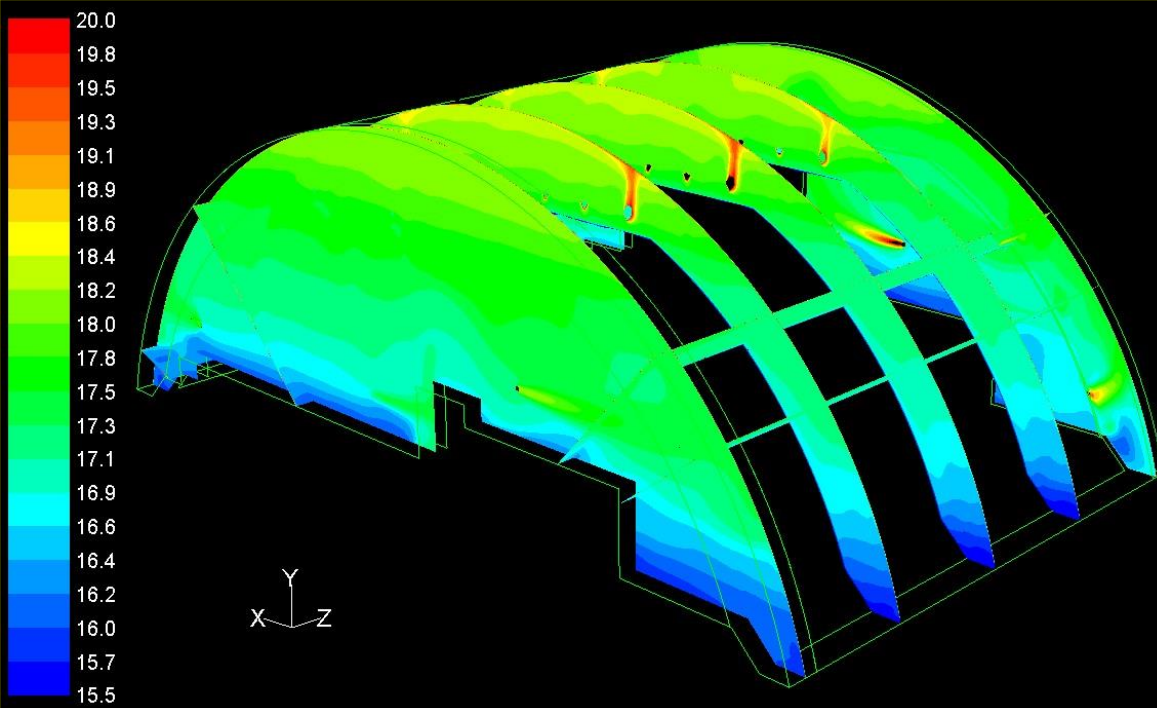
Климатические условия

1. Изменения температуры
-22 - +31 С
2. Изменения влажности
0 - 100 %
3. Влияние ветра
0 - 25 м/с

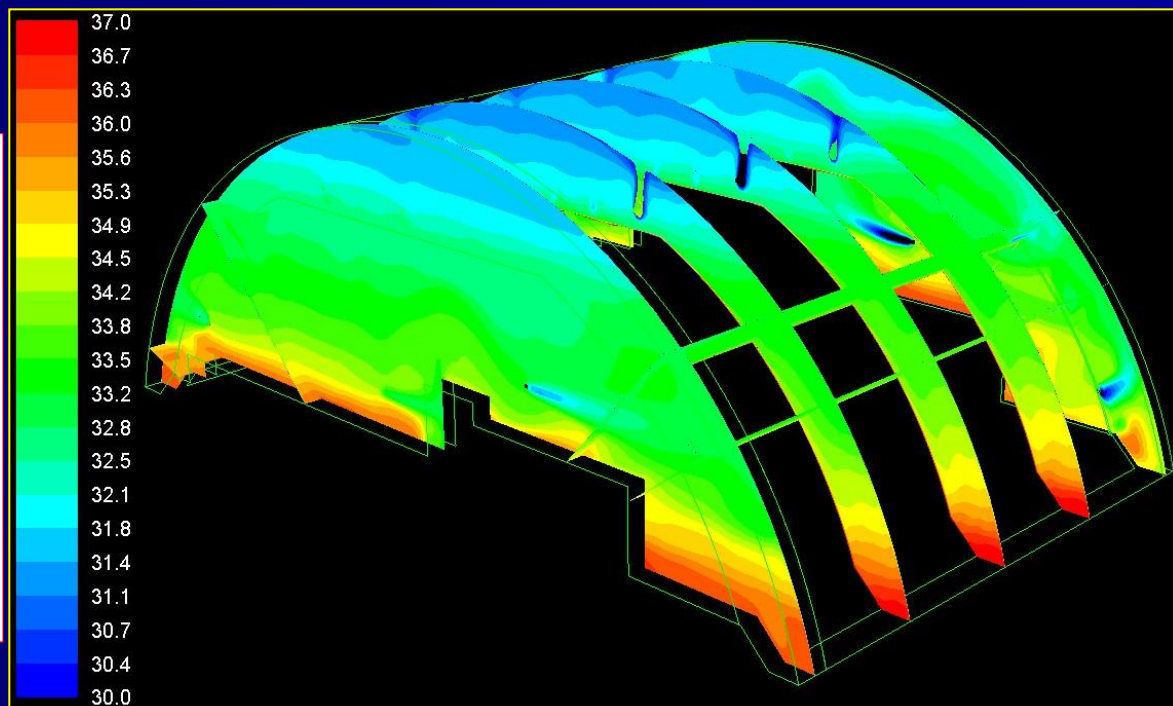
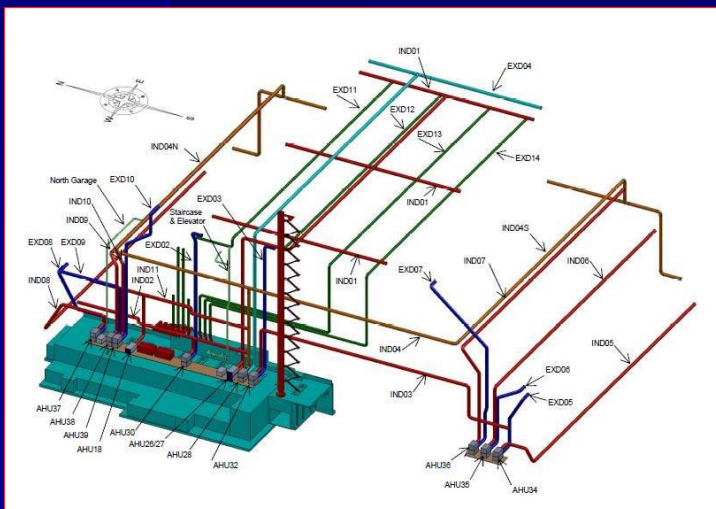


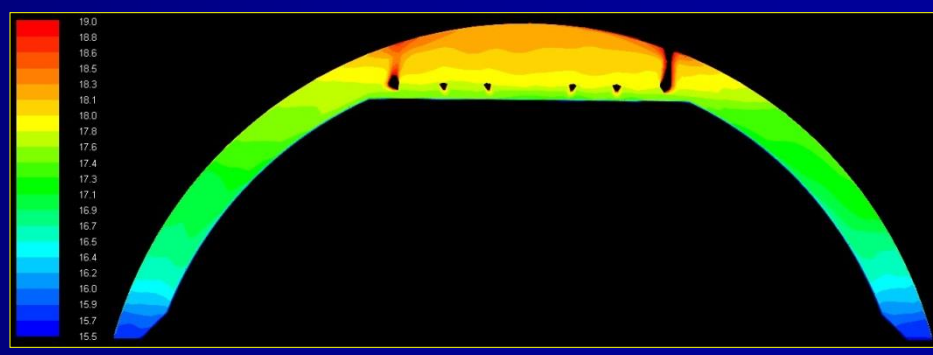
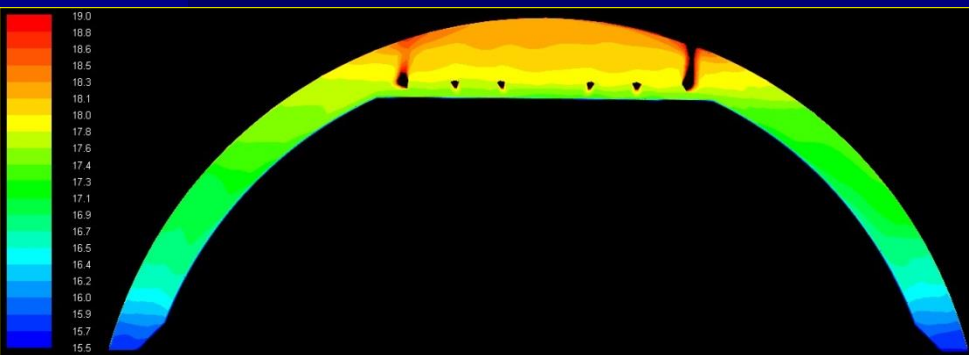
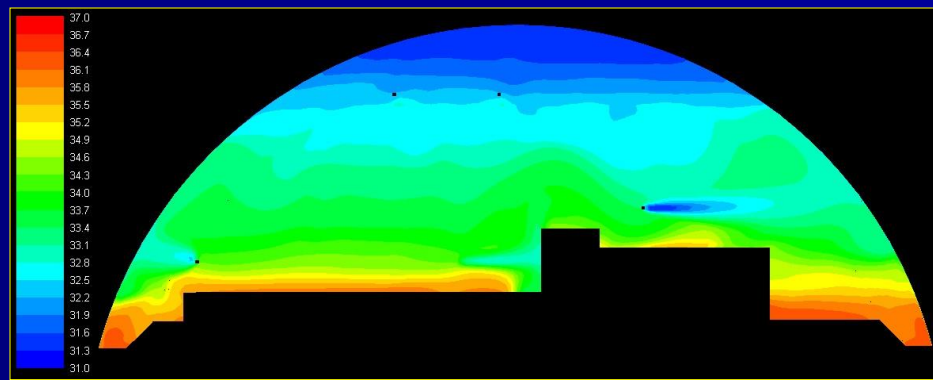
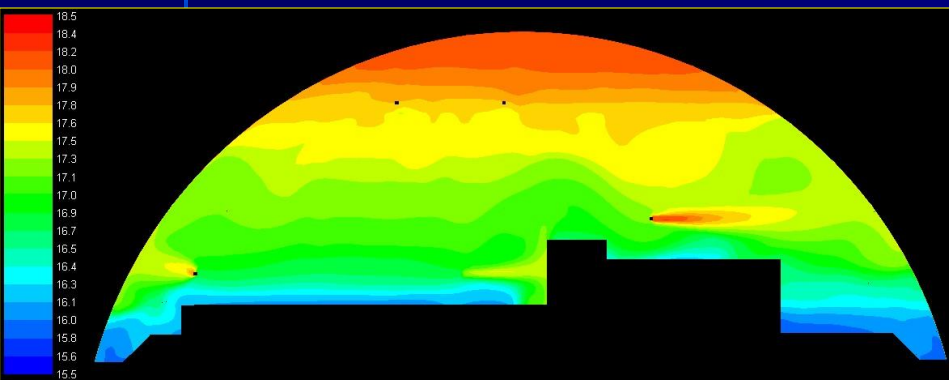
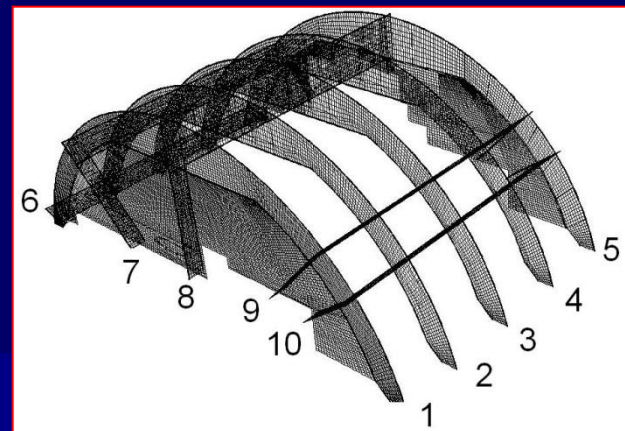
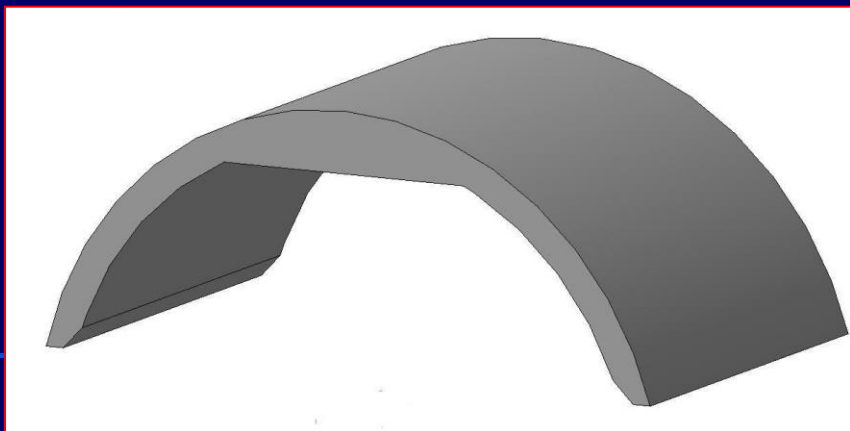
Геометрия и расчетная сетка модели Арки НБК





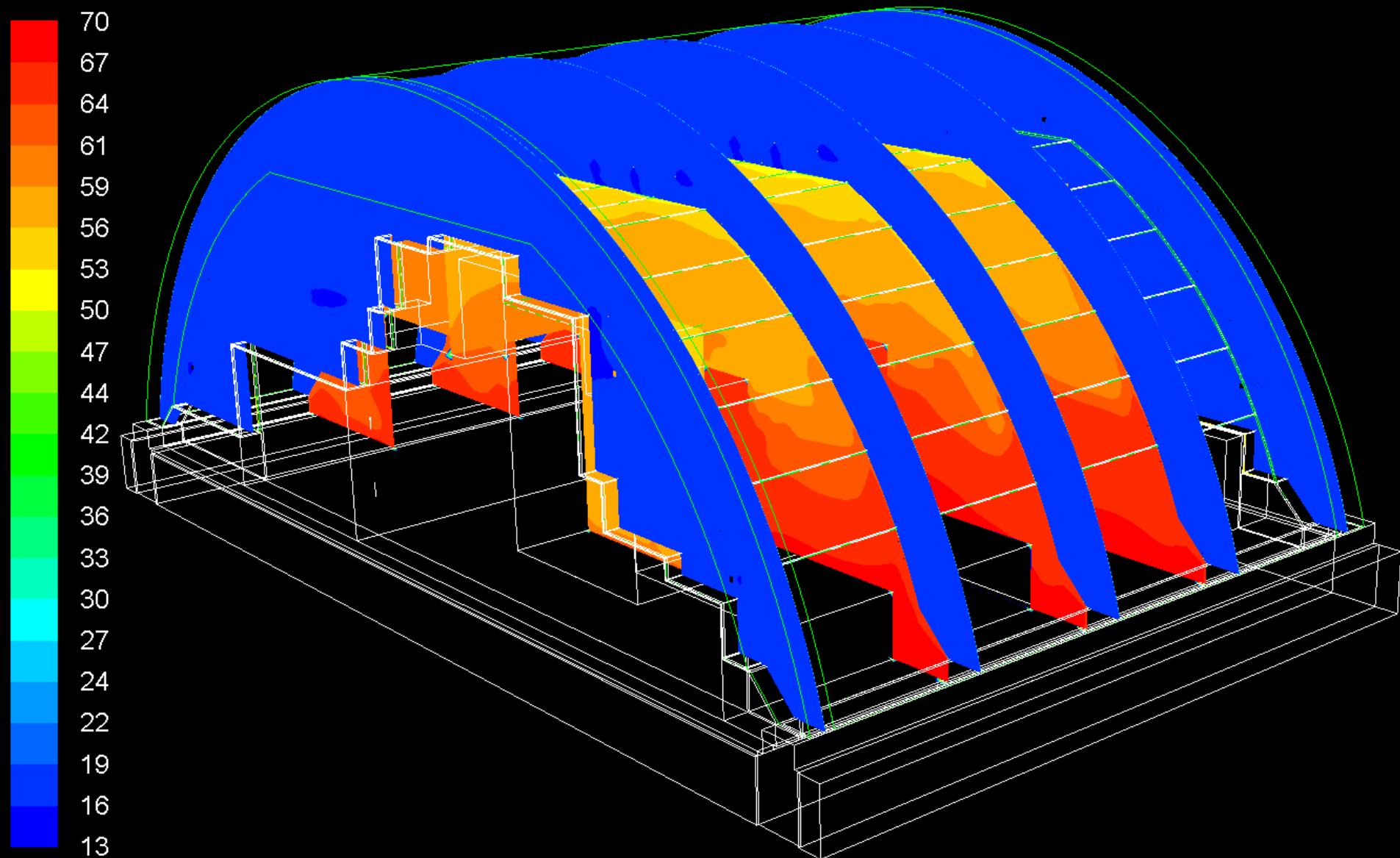
**Проверка
работоспособности
проекта системы
вентиляции Арки НБК**

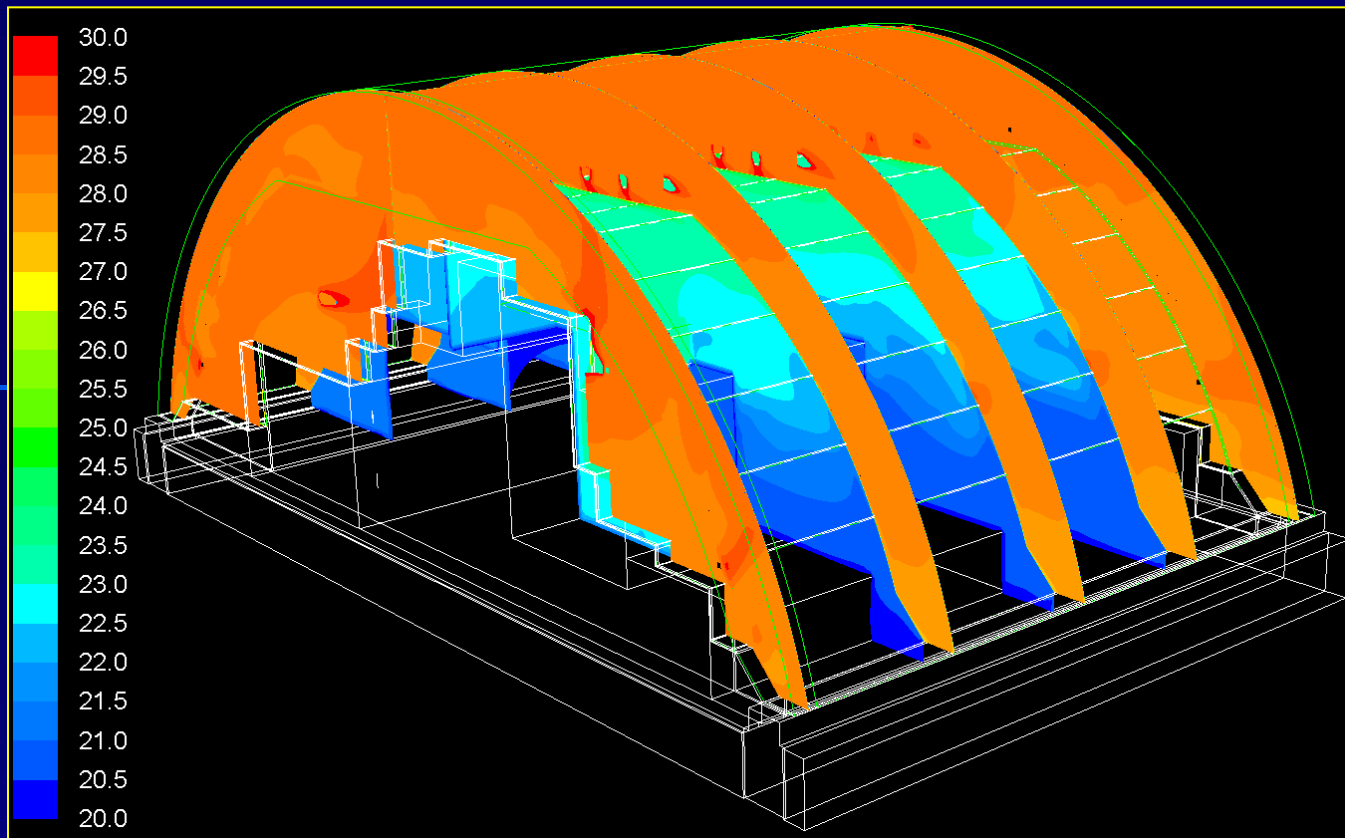




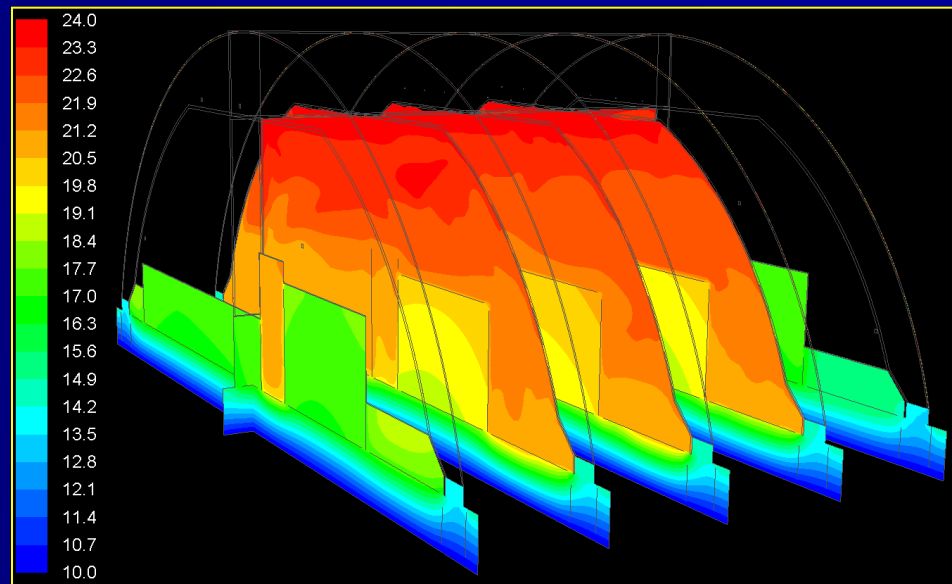
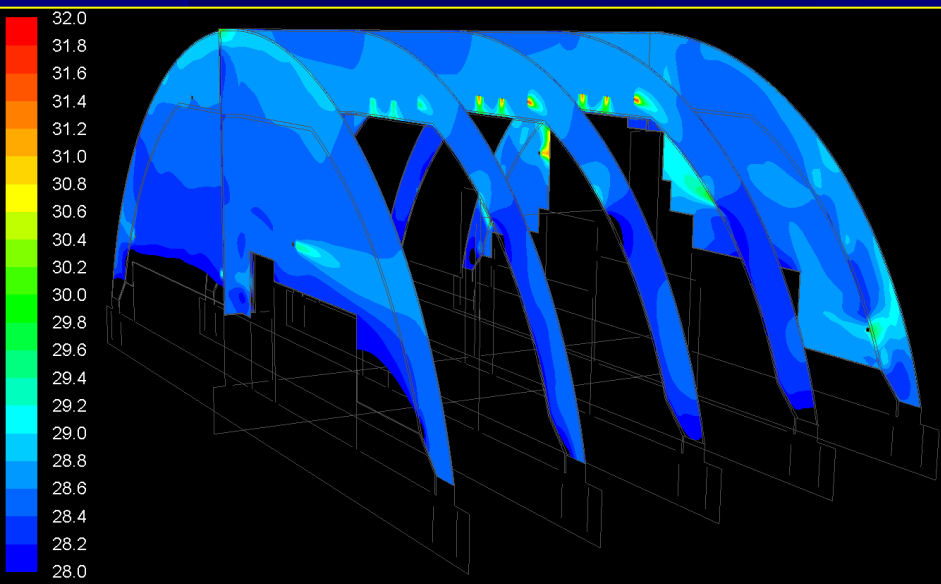
Проверка работоспособности проекта системы вентиляции Арки НБК

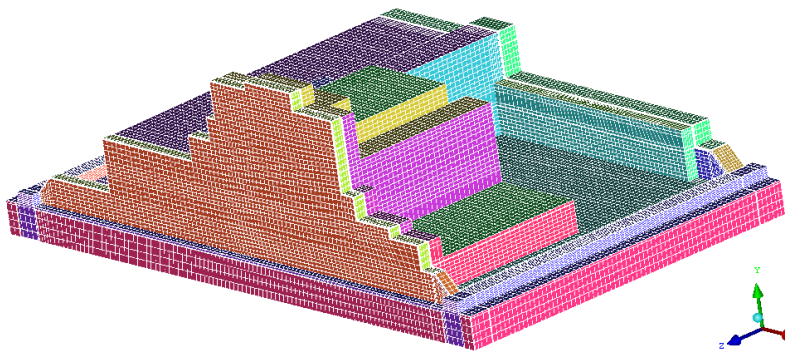
Относительная влажность в основном объеме НБК



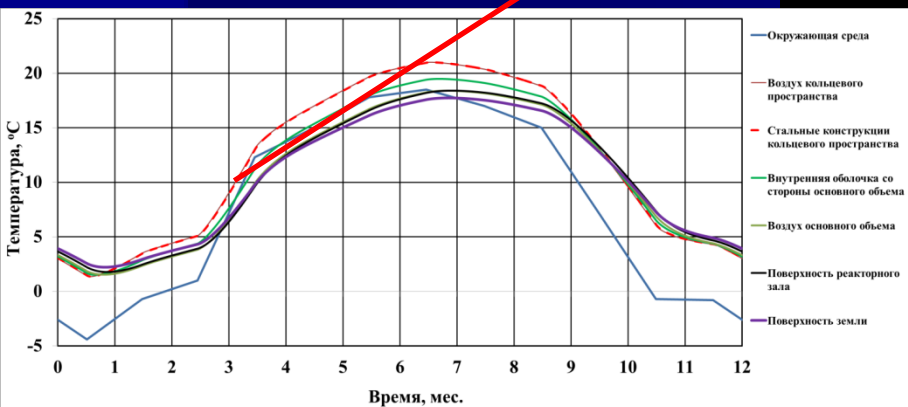
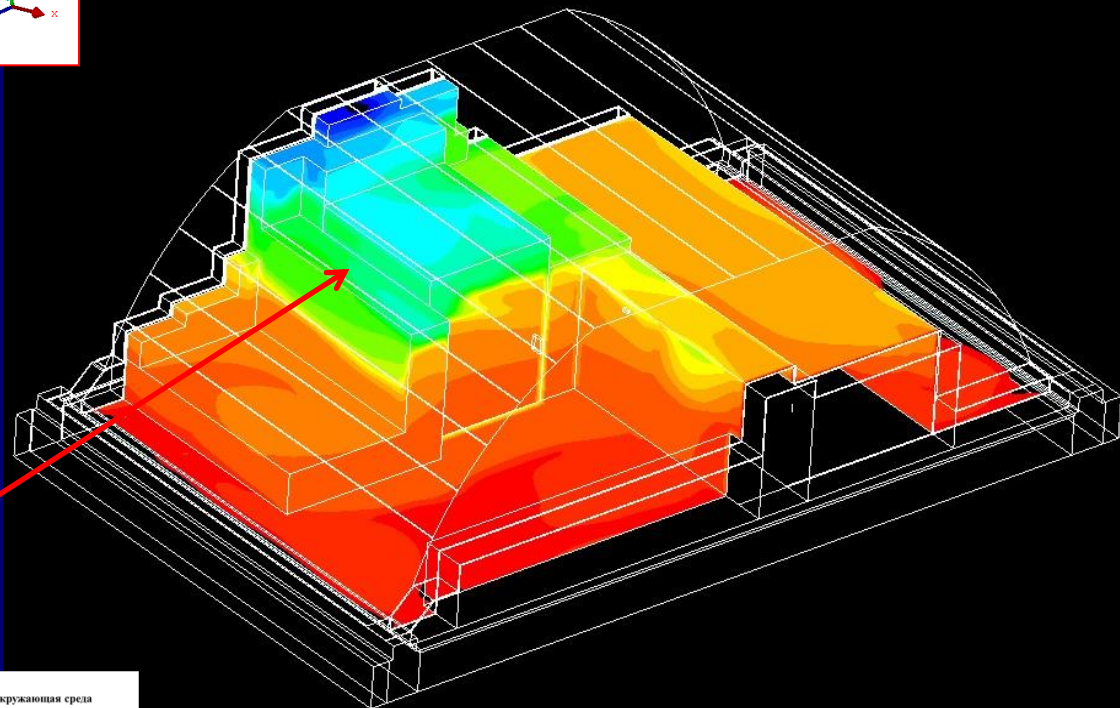


**Температур-
ное состояние
НБК и ОУ**



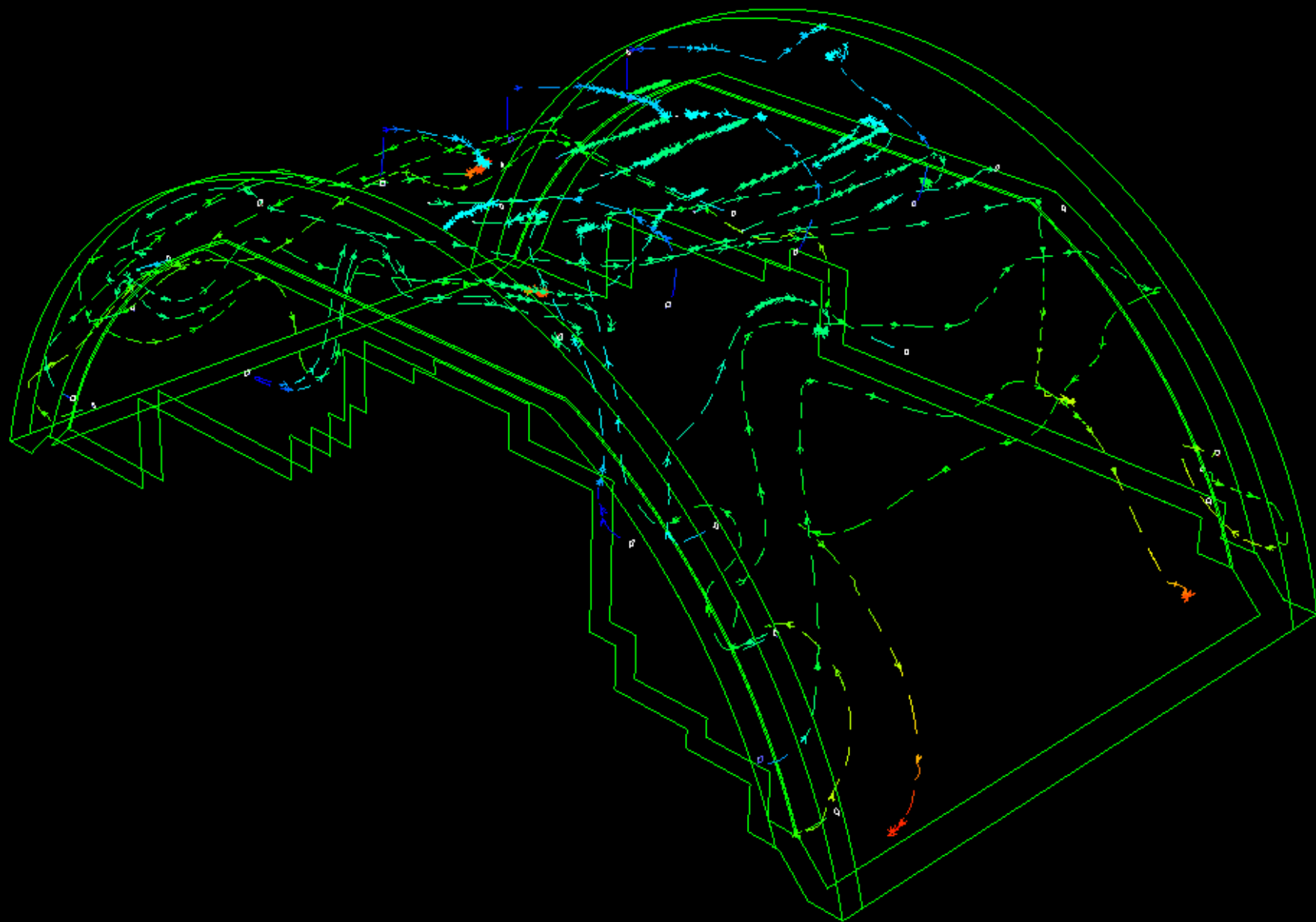


Распределение относительной влажности на поверхностях строений ОУ



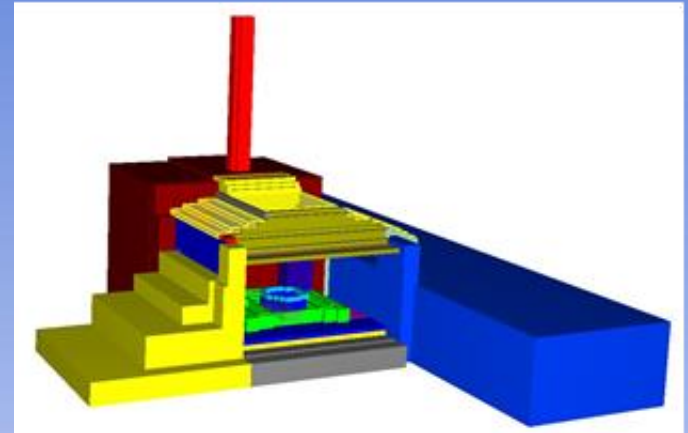
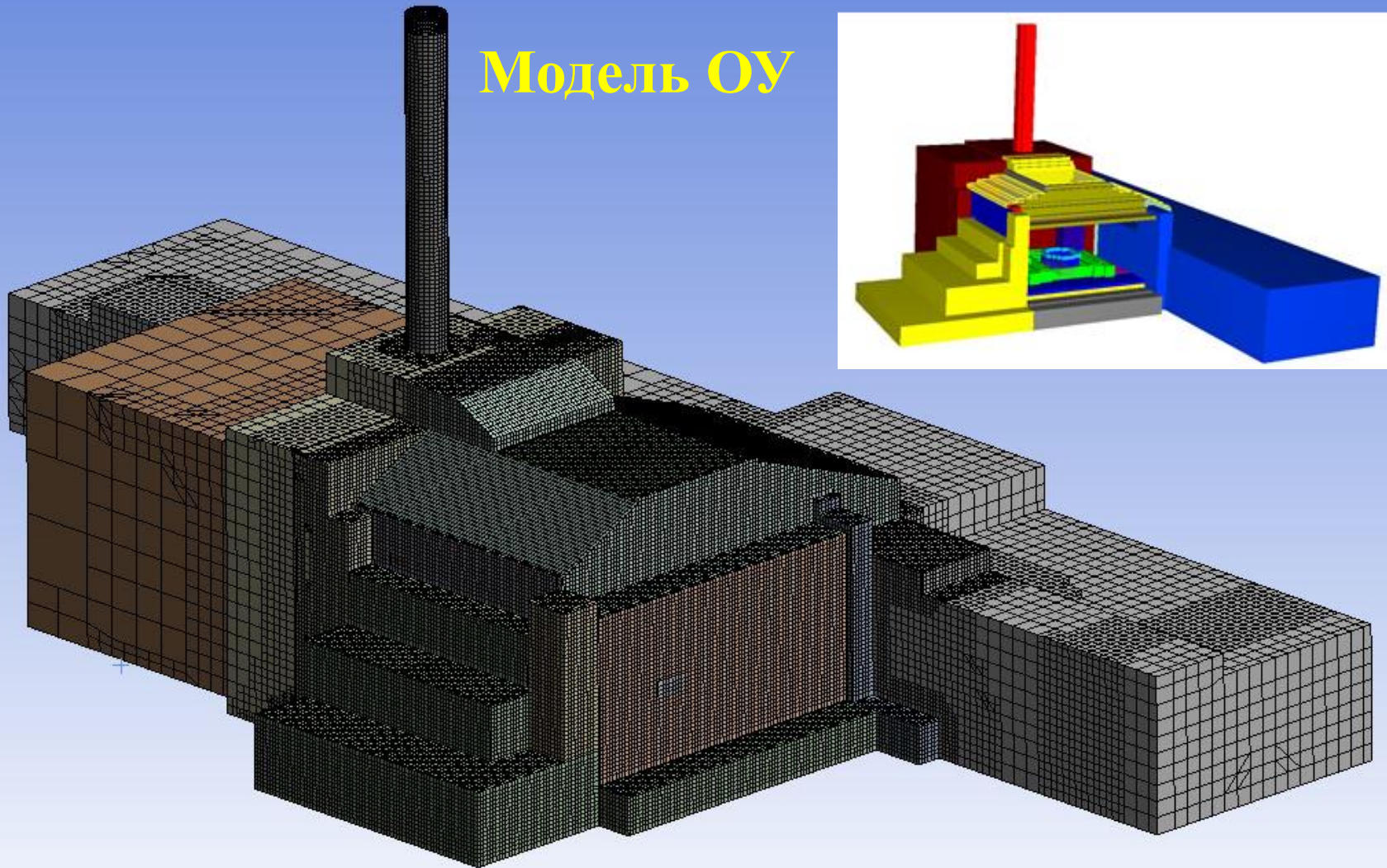
66.00 72.00 78.00 84.00 90.00 96.00 100.00

Линии тока в кольцевом пространстве Арки НБК

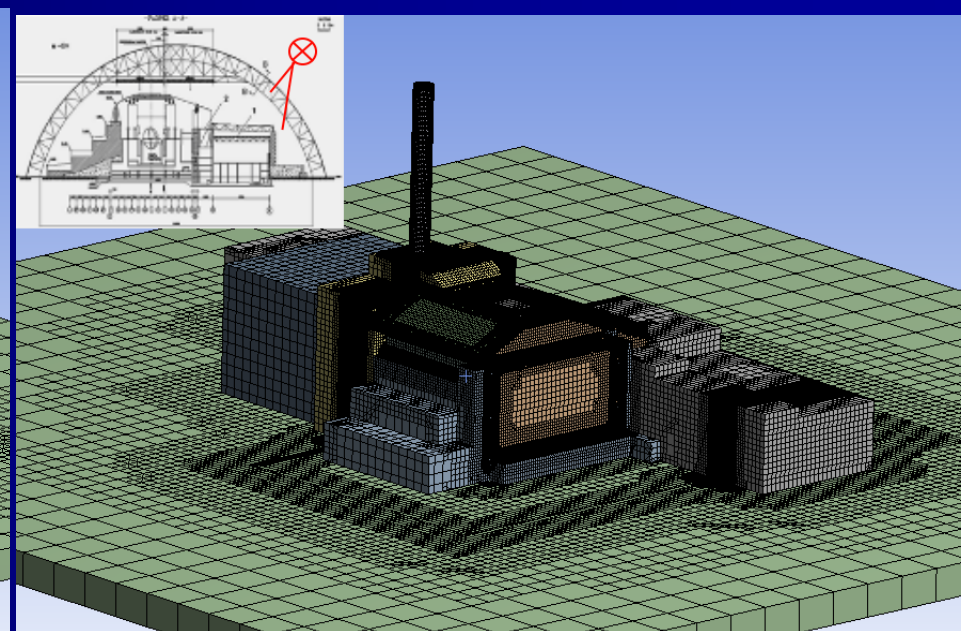
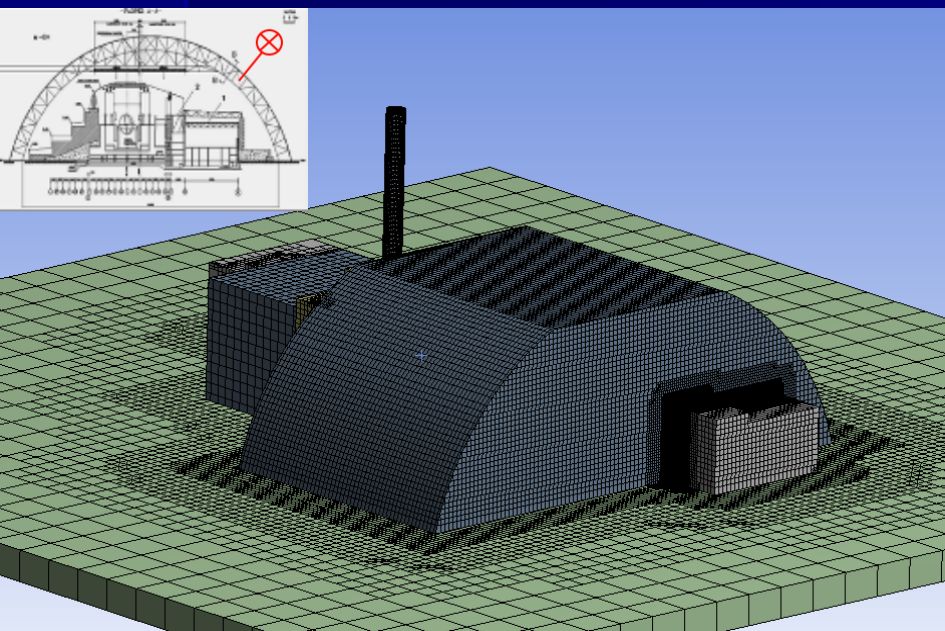
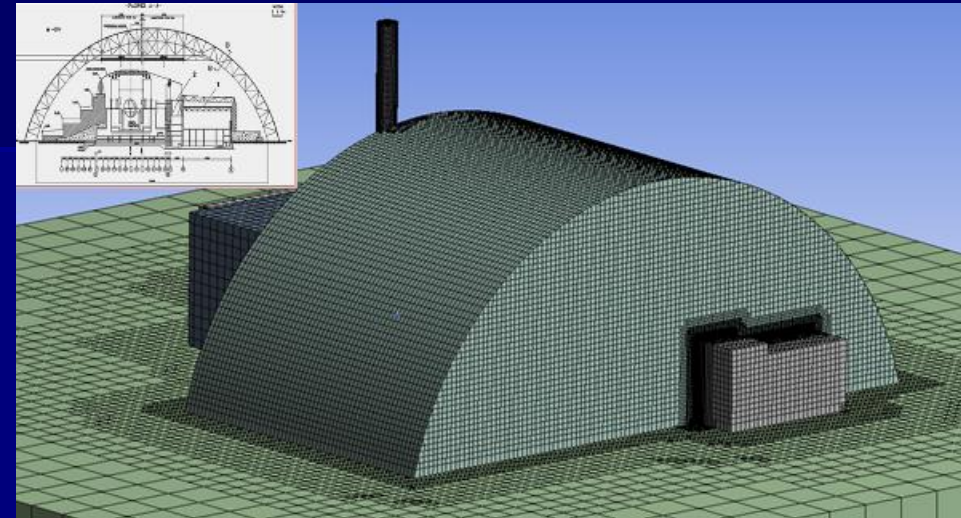
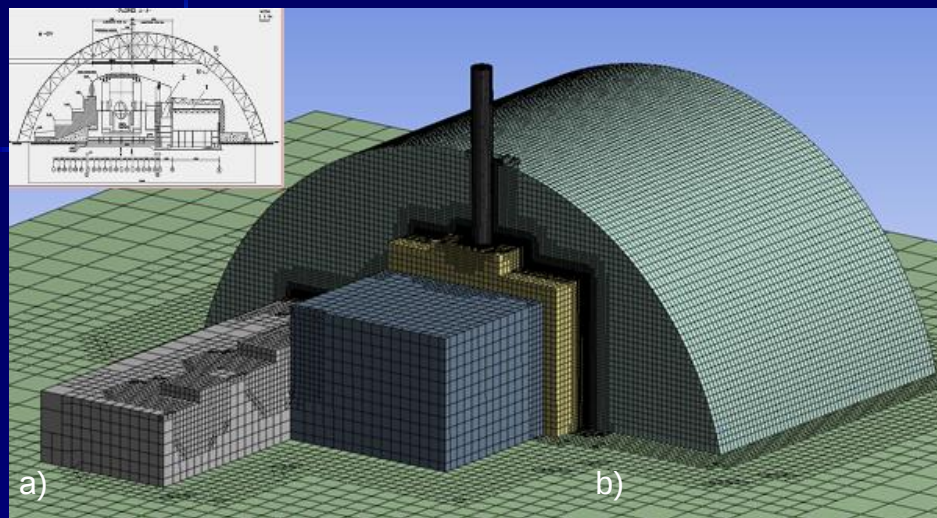


Состояние разработки усовершенствованной модели термогазодинамического и радиационного состояния Объекта Укрытие и НБК

Модель ОУ

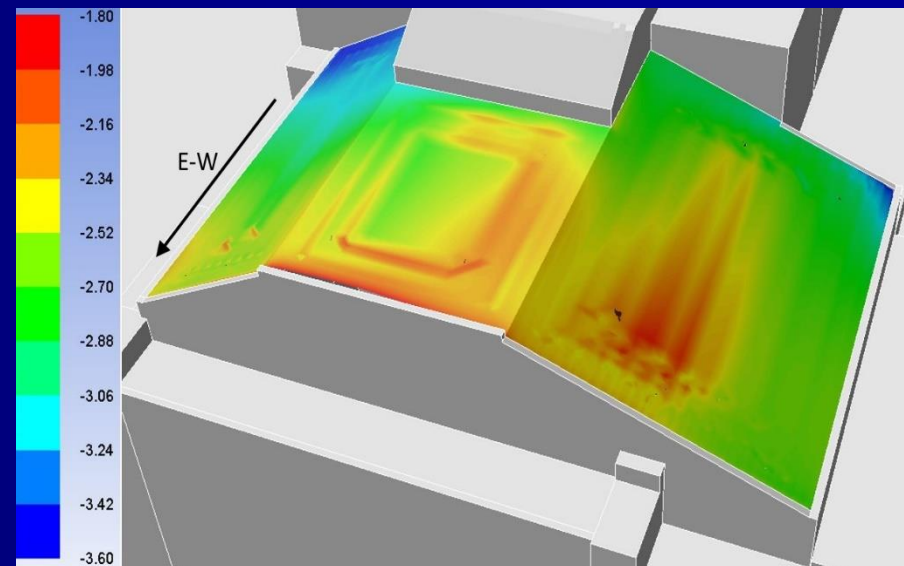
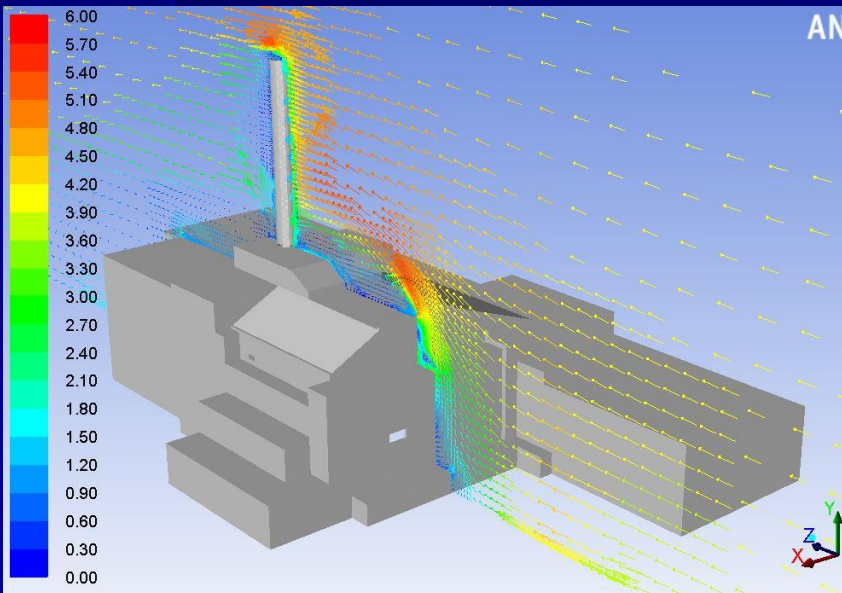
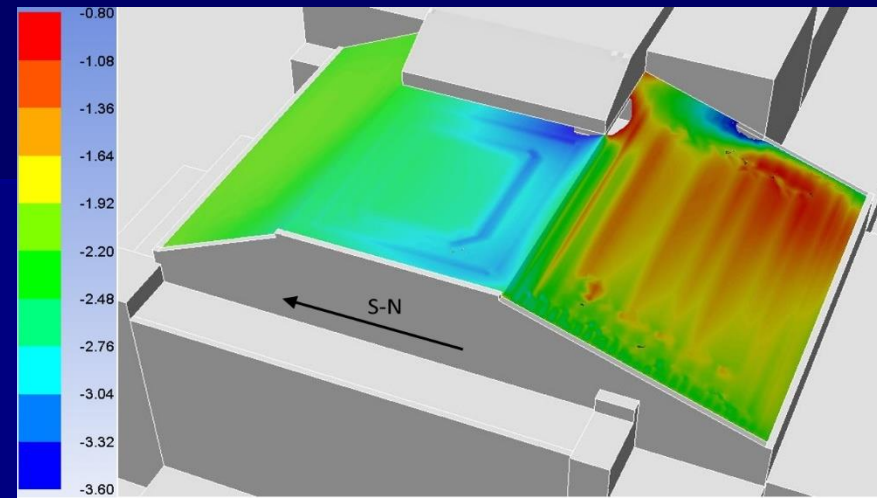
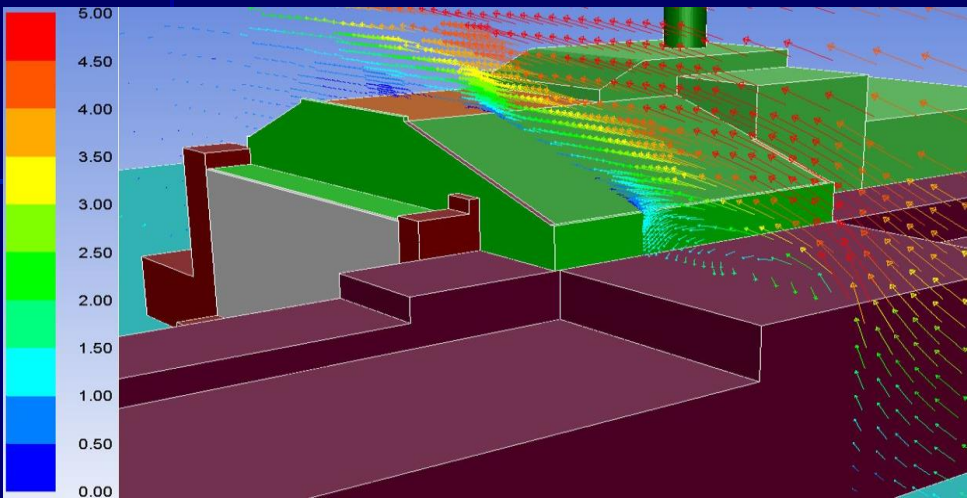


Совместная модель ОУ и НБК



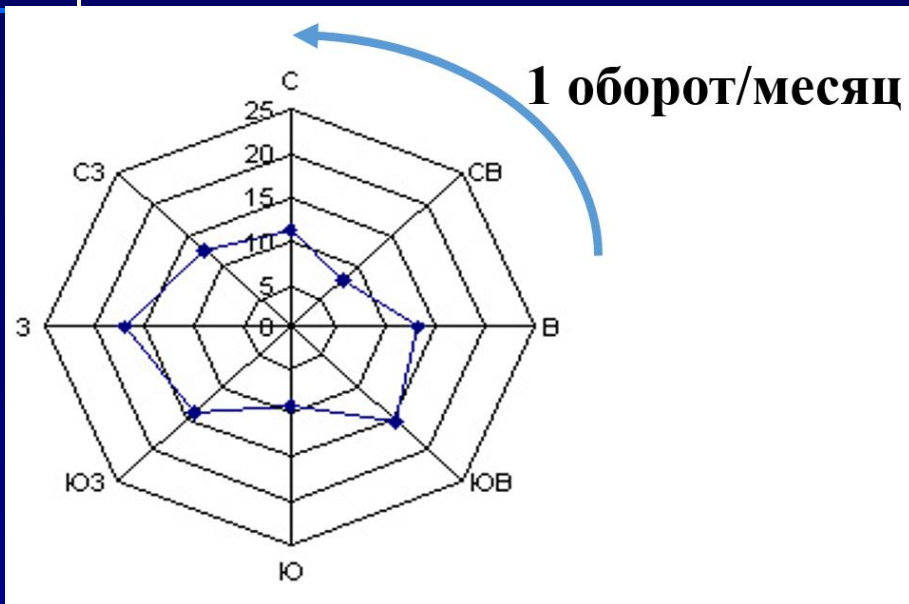
Важные свойства моделей

Распределение давлений при внешнем обтекании ОУ



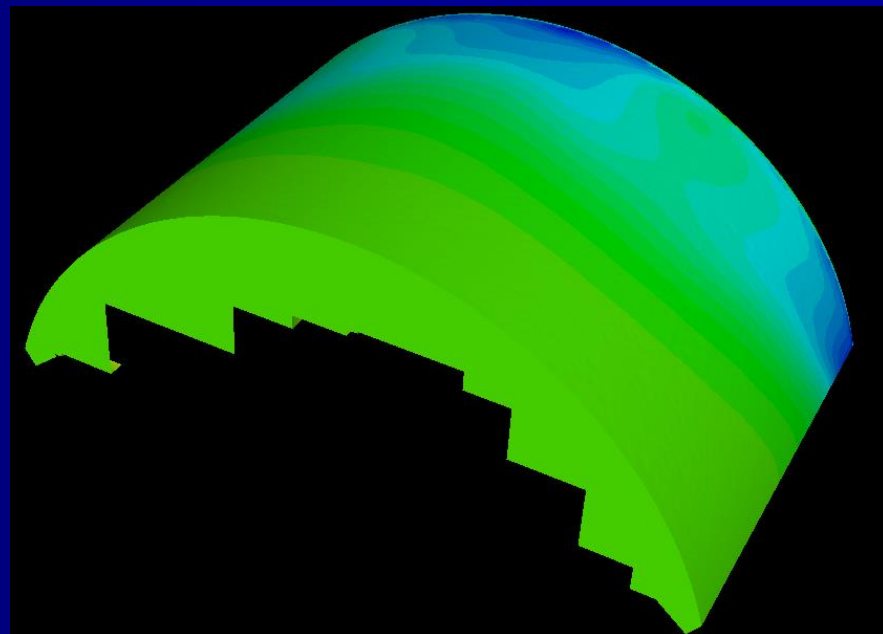
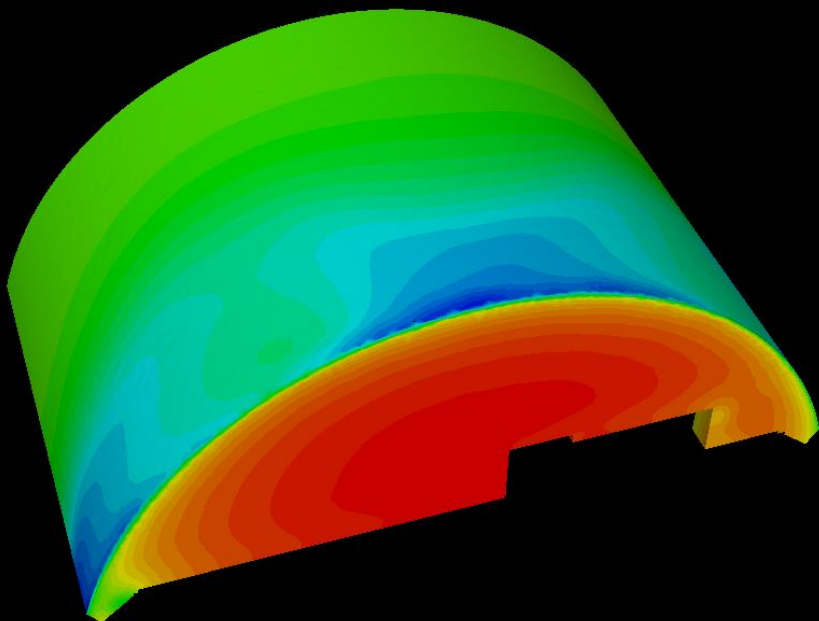
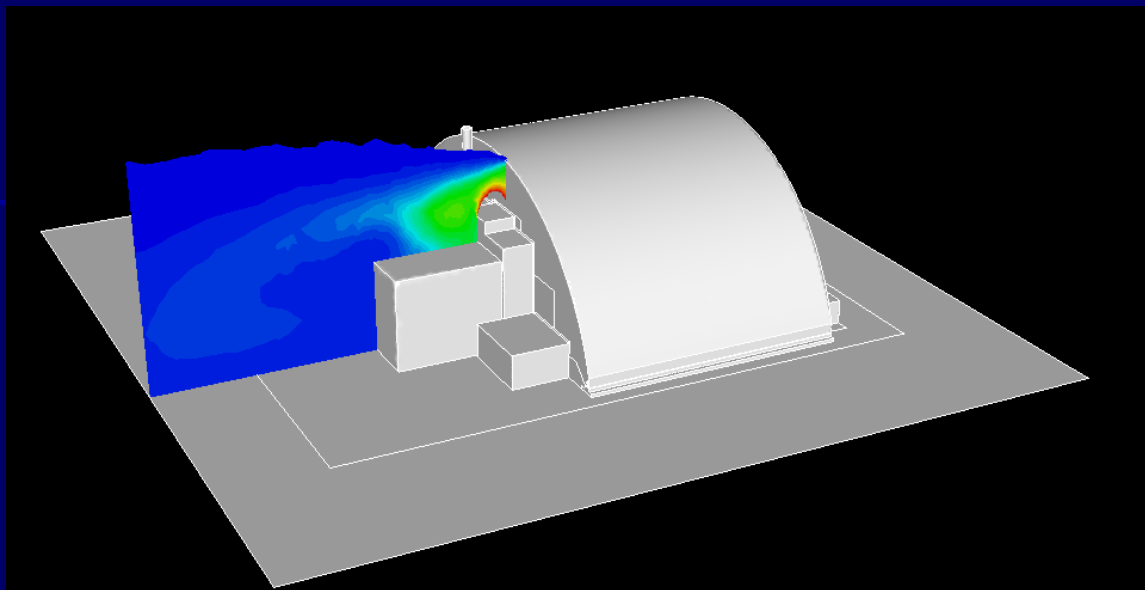
Важные свойства моделей

Переменный по направлению и высоте ветер



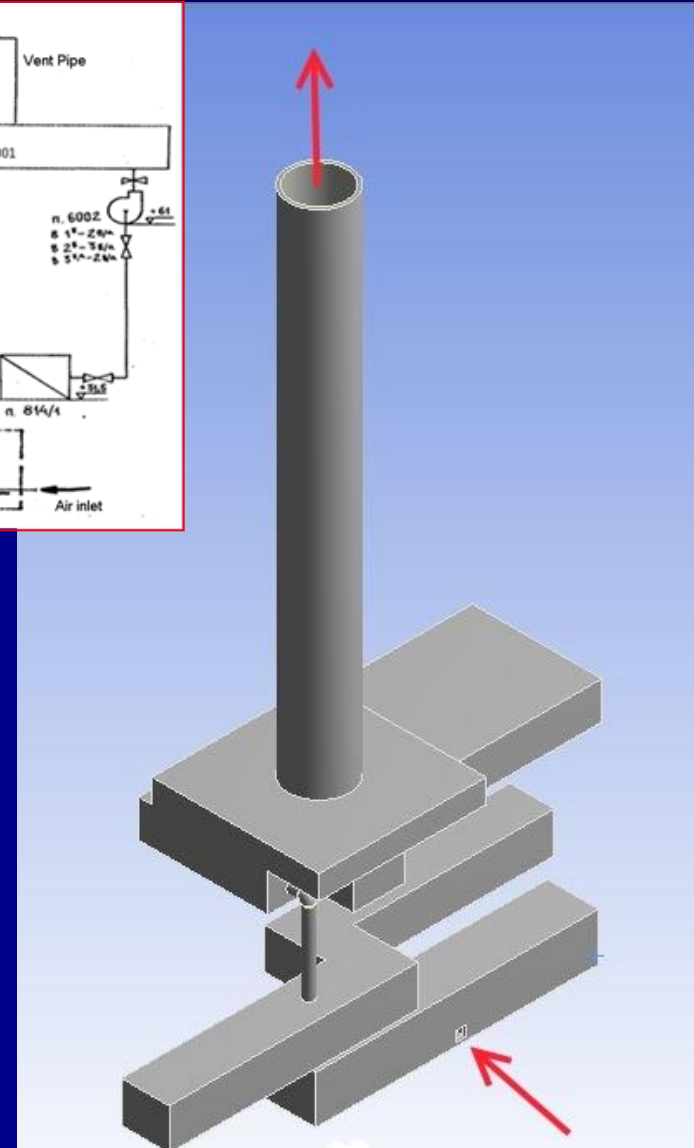
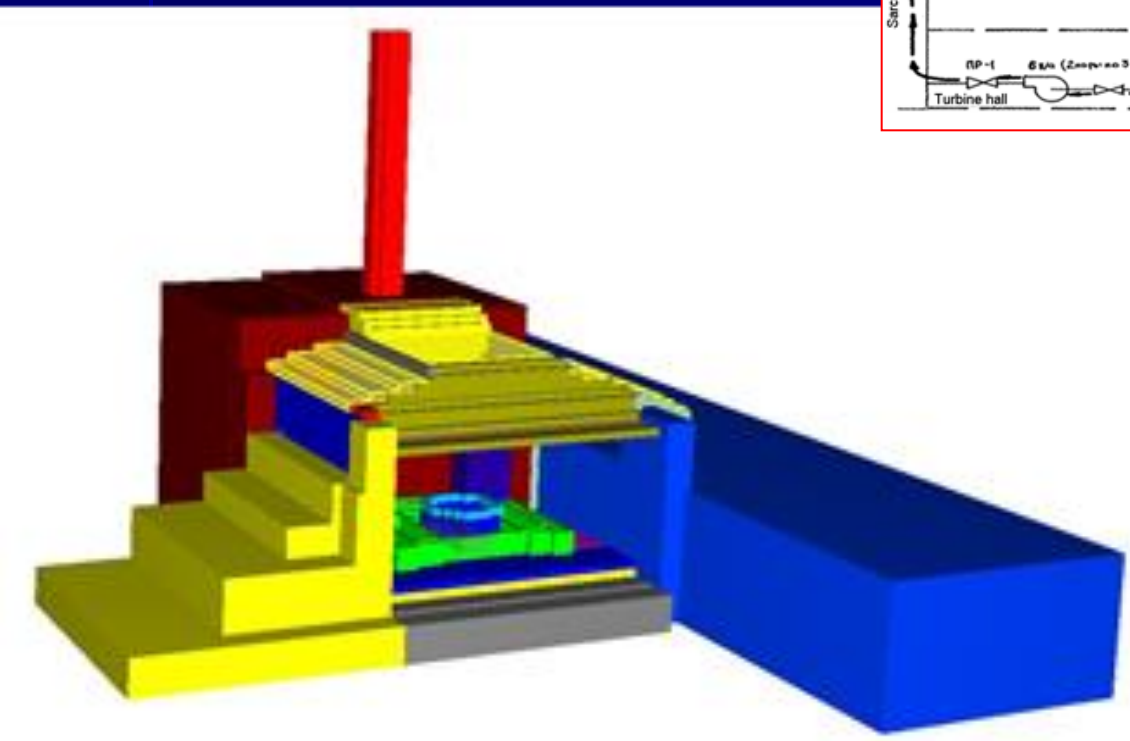
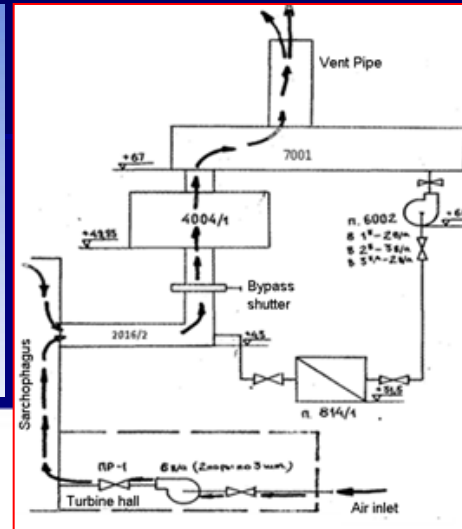
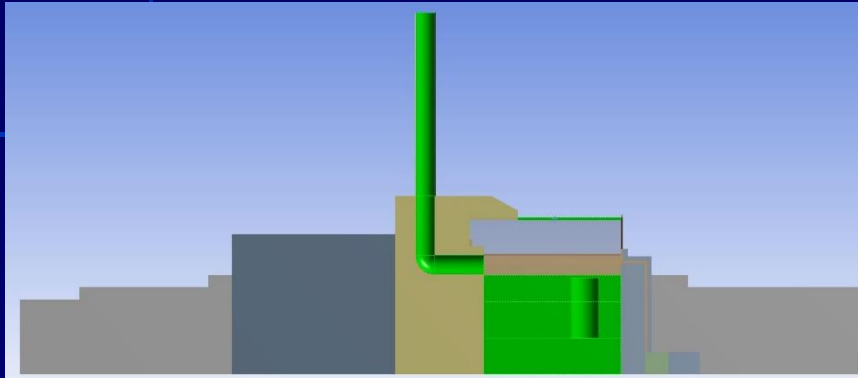
Важные свойства моделей

Распределение давлений при внешнем обтекании ОУ и НБК



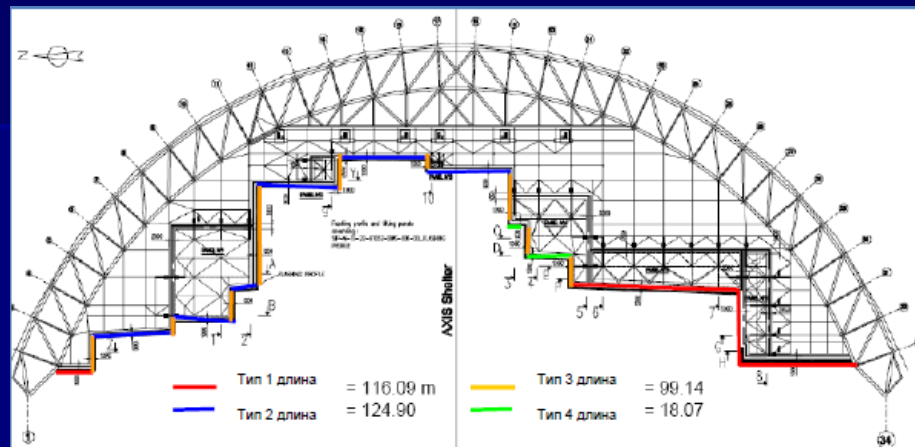
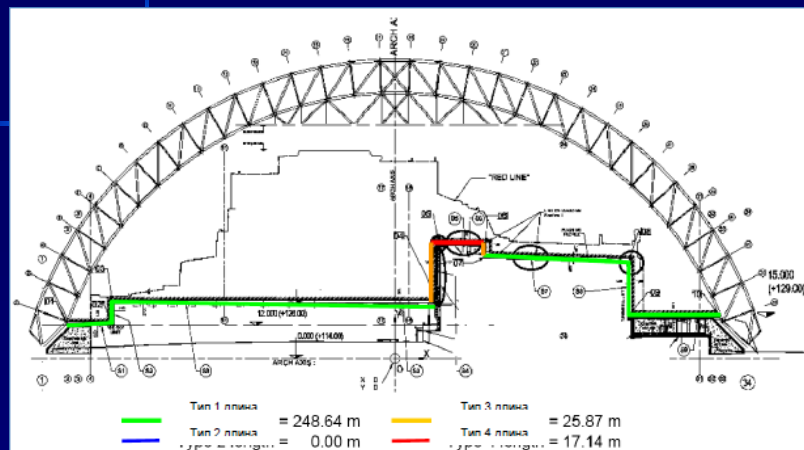
Важные свойства моделей

Учет выхода РА через трубу и байпас



Важные свойства моделей

Щели (протечки) между стенами НБК и строениями (инфо НОВАРКА)



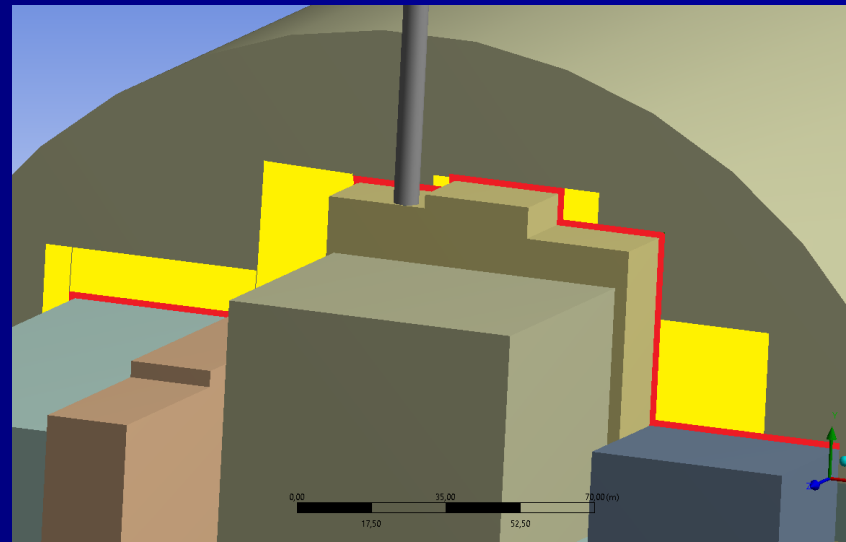
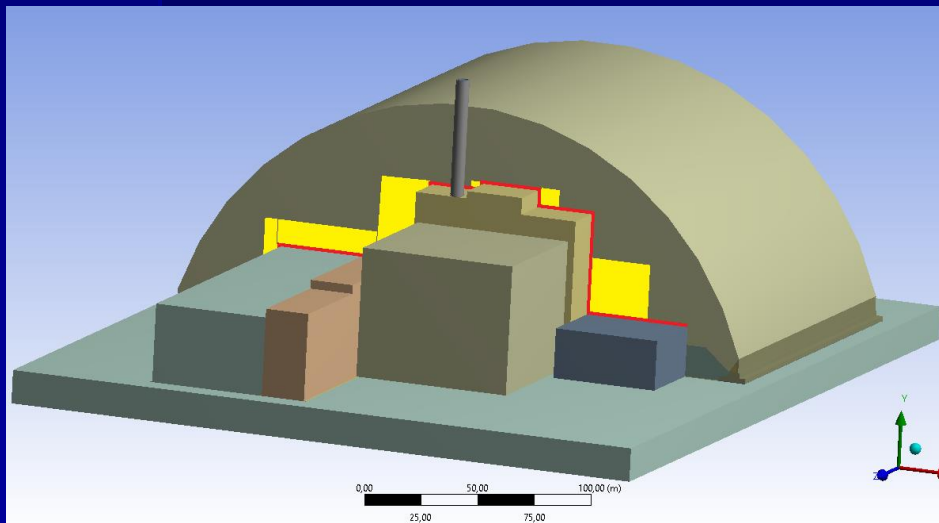
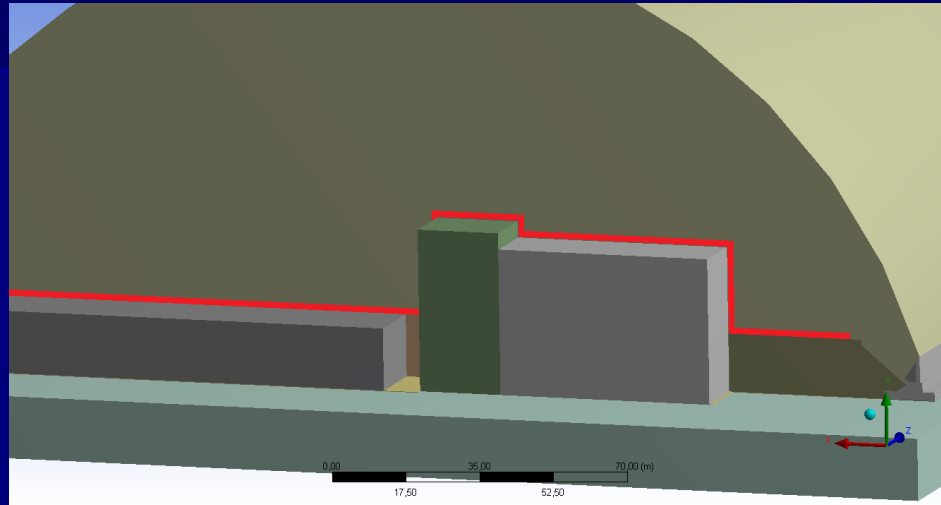
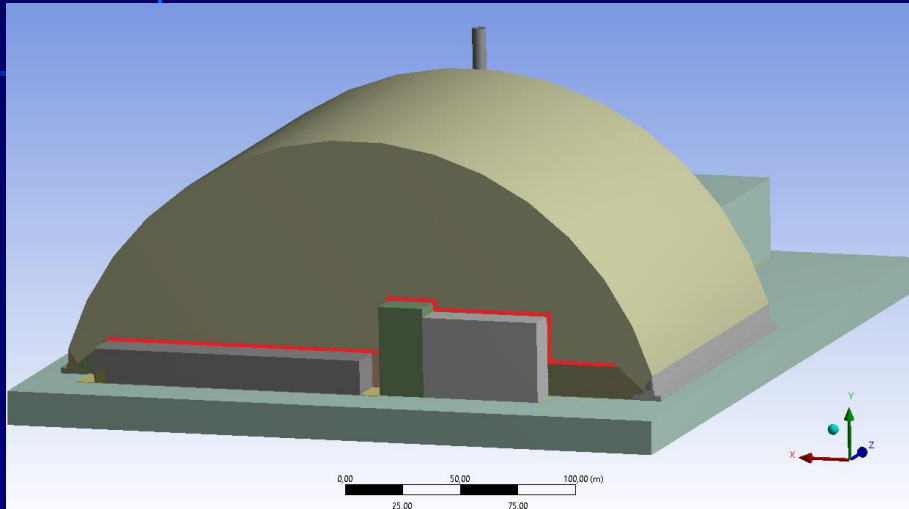
Расположение и геометрические характеристики протечек между вертикальными стенами Аркой НБК и существующими строительными конструкциями

Табл.6.4

Предположение	Тип протечки	Толщина (м)	Стена			
			Восточная		Западная	
			Длина (м)	Площадь (м²)	Длина (м)	Площадь (м²)
НЗ	1	0.001	116.1	0.116	248.64	0.249
	2	0.005	124.9	0.625	0	0.000
	3	0.01	99.14	0.991	25.87	0.259
	4	0.005	18.07	0.181	17.14	0.171
	Сумма			1.82		0.59

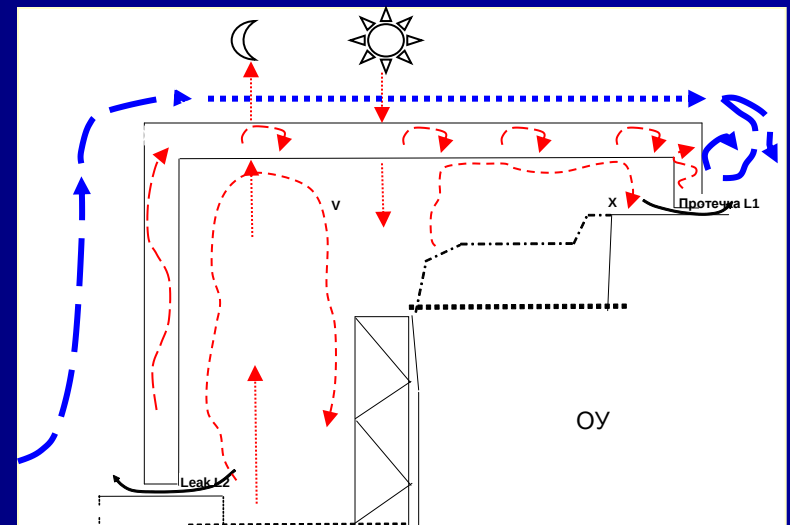
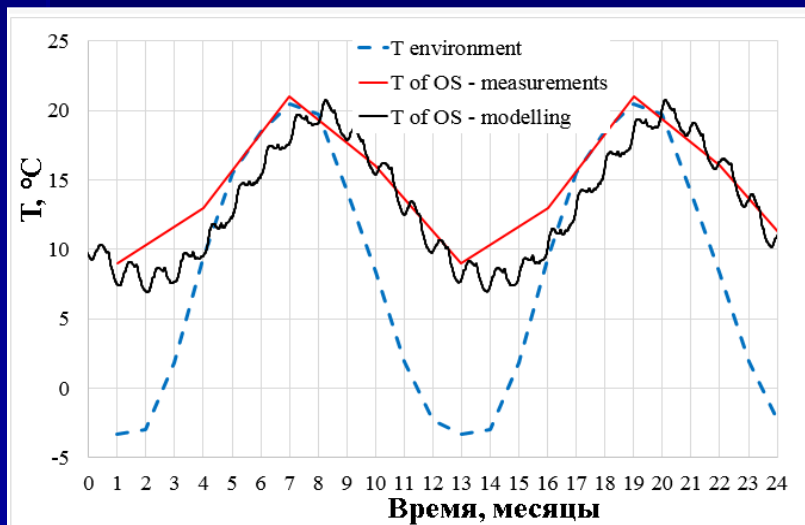
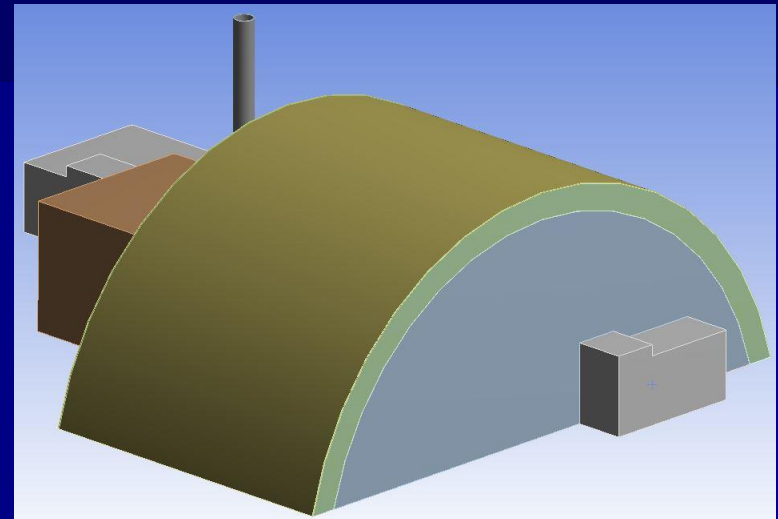
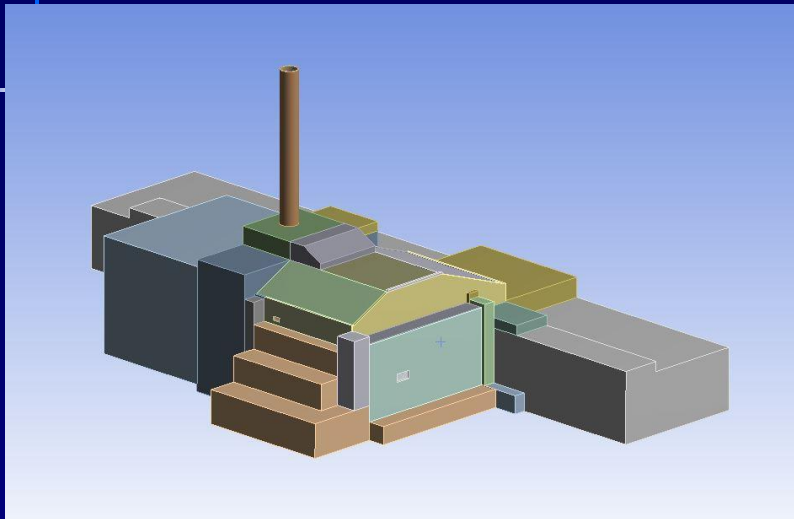
Важные свойства моделей

Щели (протечки) и панели между стенами НБК и строениями (модель НБК и ОУ)



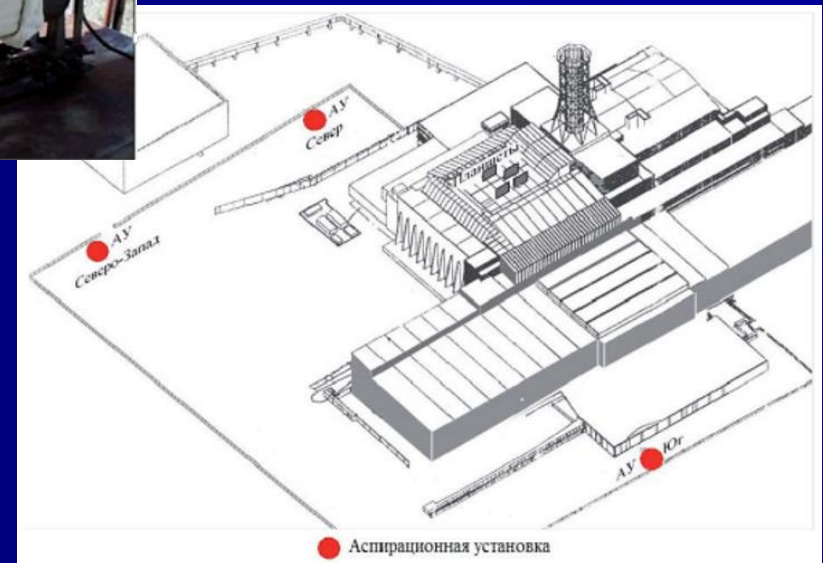
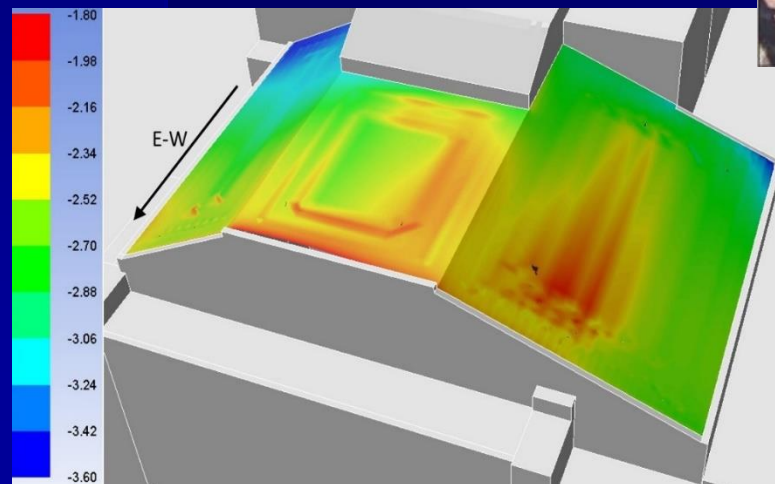
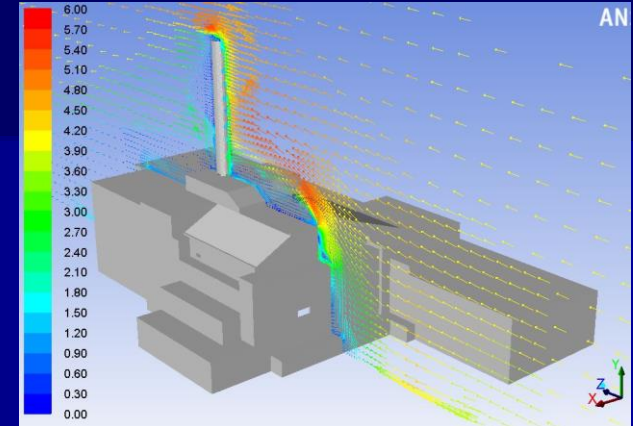
Важные свойства моделей

Нестационарность моделей ОУ и НБК

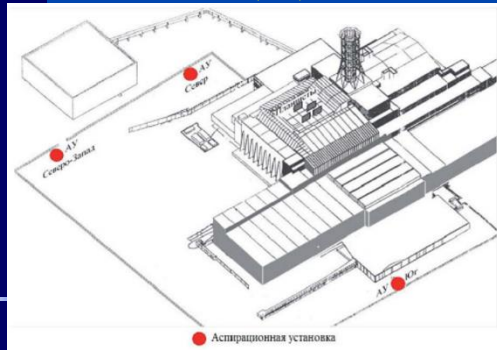


Важные свойства моделей

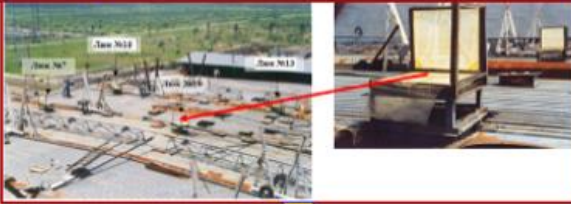
Моделирование измерений планшетами и АУ



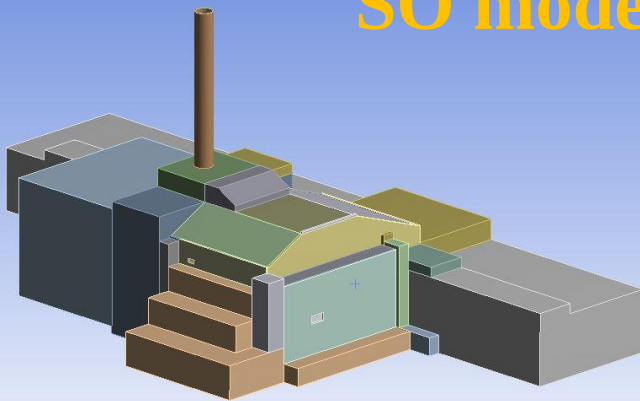
МЕТОДОЛОГИЯ Верификация модели ОУ



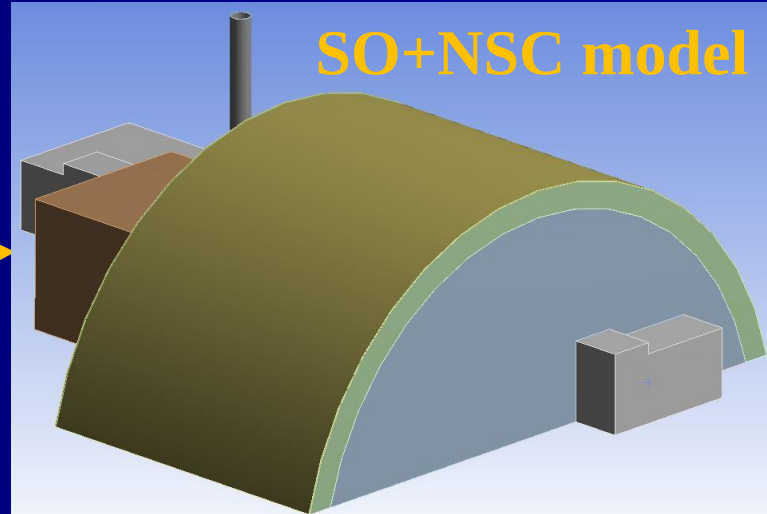
Experimental data



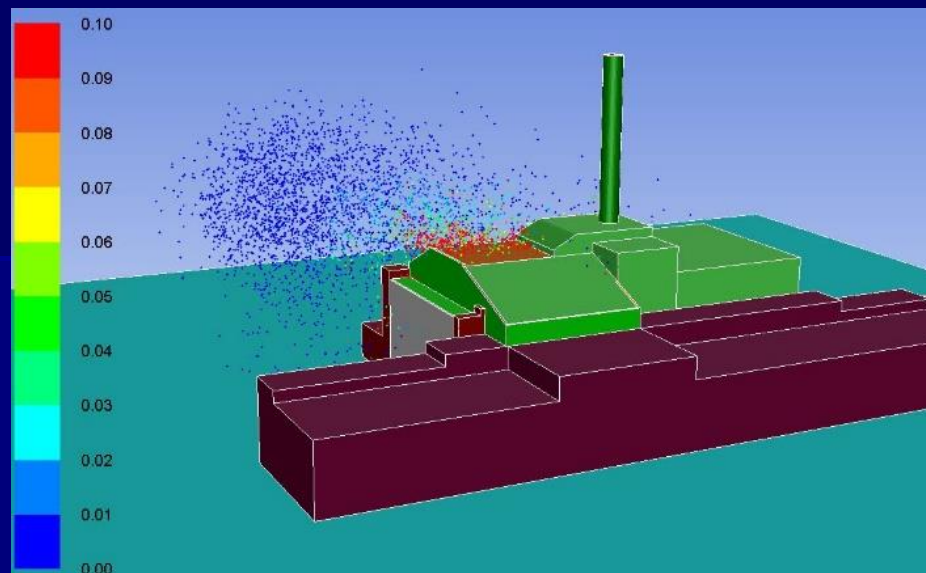
SO model



SO+NSC model



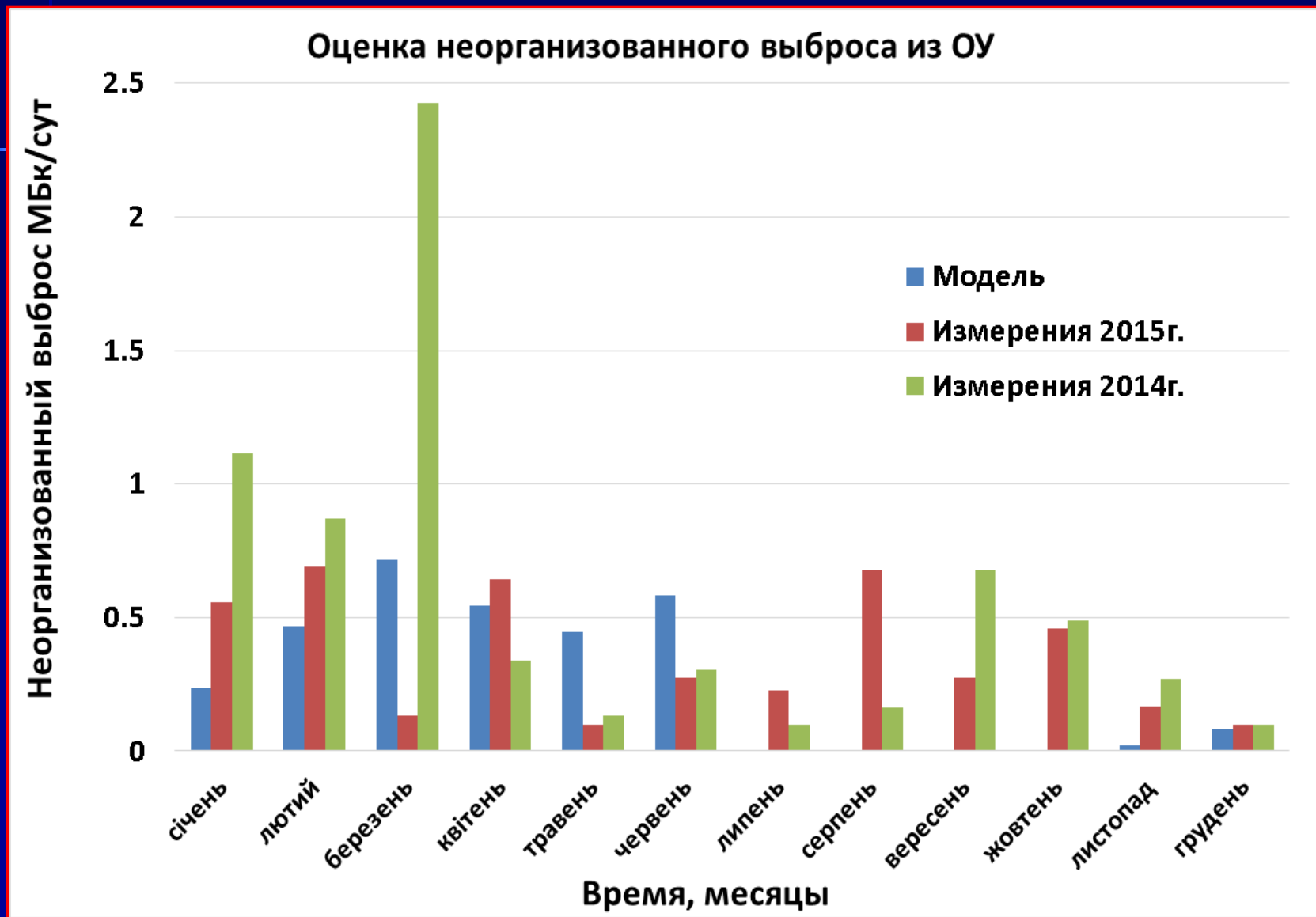
Верификация модели Объекта Укрытие



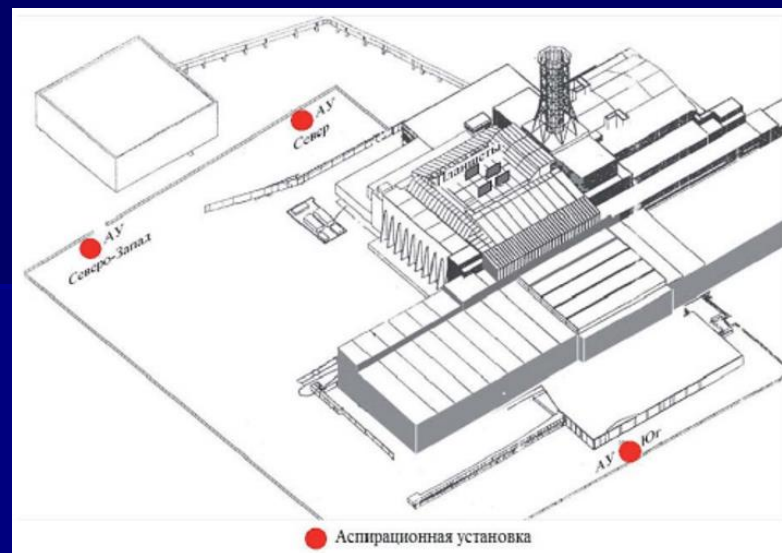
Измеренный и рассчитанный выброс РА из ОУ (измерения 2014г.)

№ п/п	Величина выброса, Бк/с	Период года				Годовой выброс, <u>МБк</u>
		Зима	Весна	Лето	Осень	
1	Неорганизованный выброс РА (планшеты, 2014г)	23.2	11.6	3.5	14.5	213
2	Неорганизованный выброс РА (моделирование)	3.0	6.5	6.7	0.2	129
3	Организованный выброс РА (сист. байпас), $\cdot 10^{-4}$	6.3	1.6	1.6	3.2	0.12

Верификация модели Объекта Укрытие



Верификация модели Объекта Укрытие

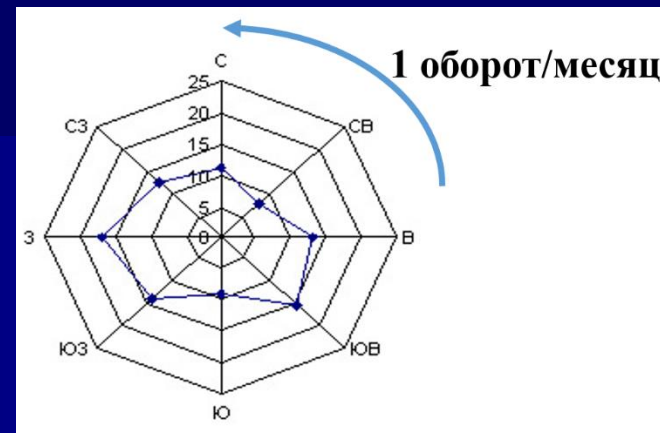
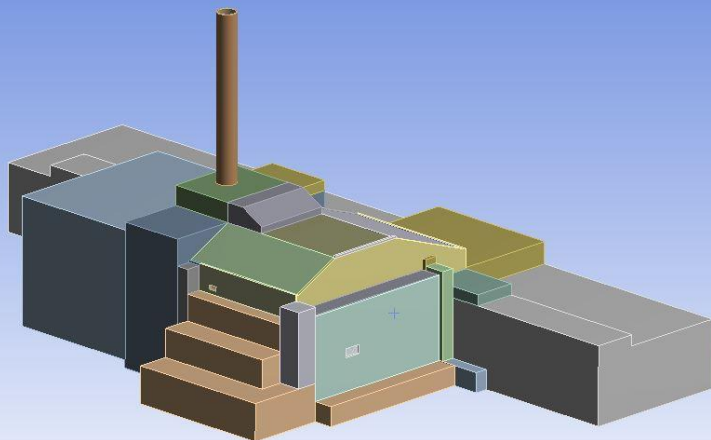


Измеренные с помощью АУ и рассчитанные концентрации РА (2014г.)

№ п/п	Номер АУ	Концентрация РА, Бк/м ³		Среднегодовая концентрация РА по трем АУ, Бк/м ³	
		Измерения	Модель	Измерения	Модель
1	АУ-1 (северная)	0.015	0.0026	0.013	0.019
2	АУ-2 (северо- западная)	0.010	0.048		
3	АУ-3 (южная)	0.014	0.0057		

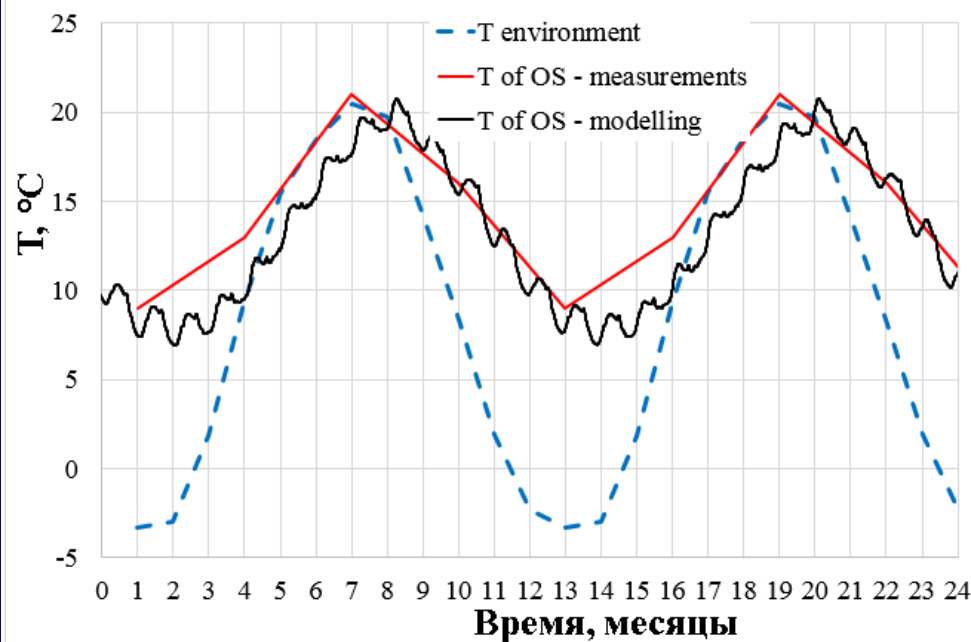
Верификация модели Объекта Укрытие

Нестационарность модели ОУ

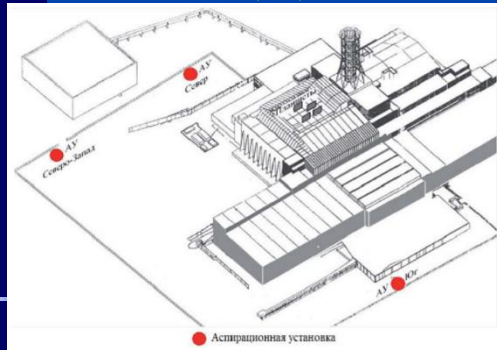


Источник, стр. 35:

Документ по безопасности в рамках концепции проекта ПК-1 НБК. Глава 3: исходные данные для проектирования ПК-1 НБК.// ГУП.- План осуществления мероприятий новый безопасный конфаймент контракт на проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию №SIP08-1-001.- SIP-N-LI-22-A500_-CDS-001-01.- 2008г.- С. 238.



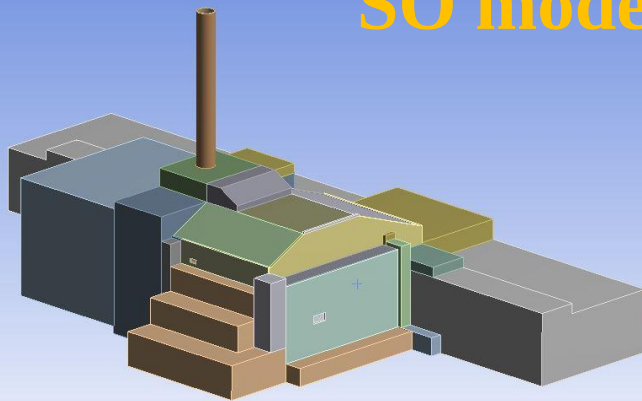
МЕТОДОЛОГИЯ Применение модели ОУ и НБК



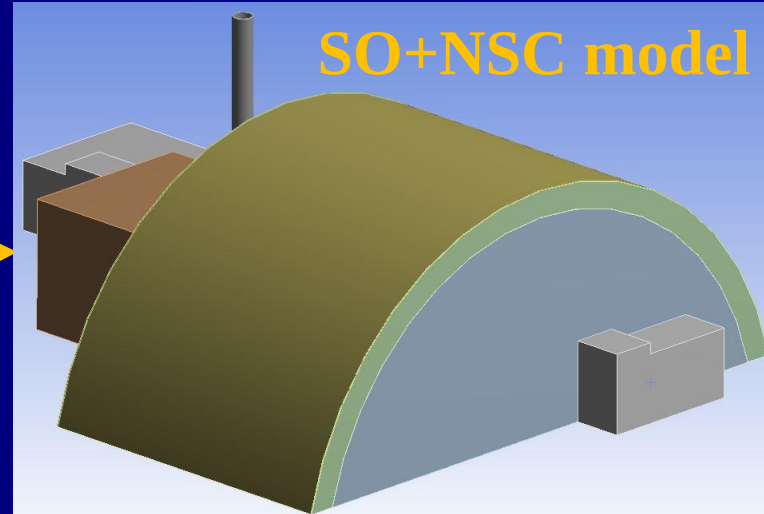
Experimental data



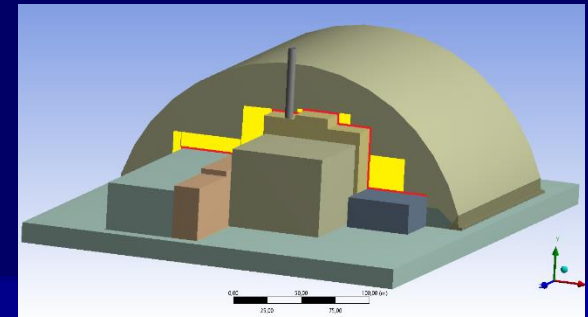
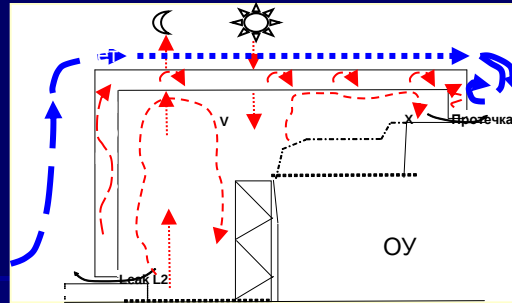
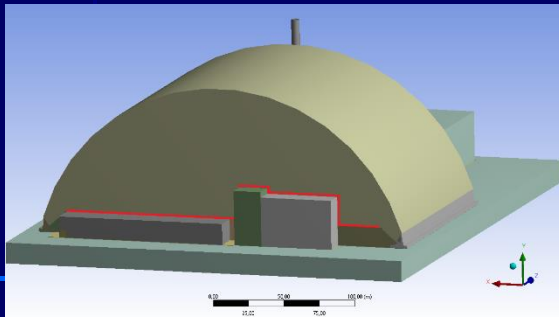
SO model



SO+NSC model



Сценарии радиационных выбросов из Объекта Укрытие и НБК,



Сразу после надвигки НБК на ОУ (ввод в эксплуатацию)

- 1. Полностью открытые панели и щели при разных направлениях и силе ветра**
- 2. Разные комбинации открытых панелей (щели не закрыты) при разных направлениях и силе ветра**
- 3. Полностью открытые щели (панели закрыты) при разных направлениях и силе ветра**
- 4. Разные комбинации открытых щелей при закрытых панелях при разных направлениях и силе ветра**
- 5. Изменение теплового режима ОУ и НБК после надвигки НБК в заданное по температуре время года при разных направлениях, силе ветра и степени герметизации НБК**

Сценарии радиационных выбросов из Объекта Укрытие и НБК, предварительные результаты применения моделей

**6. Изменение влажностного режима ОУ и НБК при
надвижке в заданное по влажности и температуре время
года при разных направлениях, силе ветра и степени
герметизации НБК**

Длительная эксплуатация НБК и ОУ:

**7. Изменение теплового режима ОУ и НБК в течение ряда
лет при реальных климатических условиях**

**8. Из-за падения тяжелого объекта или обрушения
нестабильной строительной конструкции;**

**9. При длительном испарении влаги в ректоре и смежных
помещения ОУ;**

10. Из-за неблагоприятных погодных условий;

**11. При отказе системы вентиляции НБК или ее
отключении.**

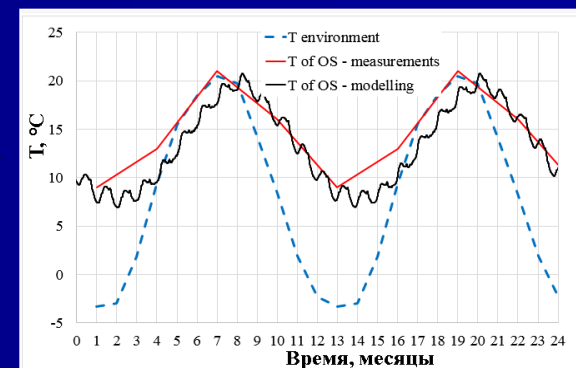
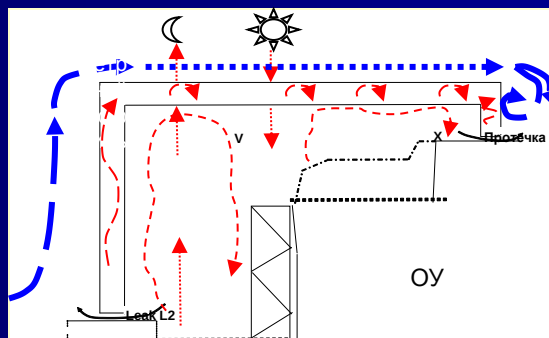
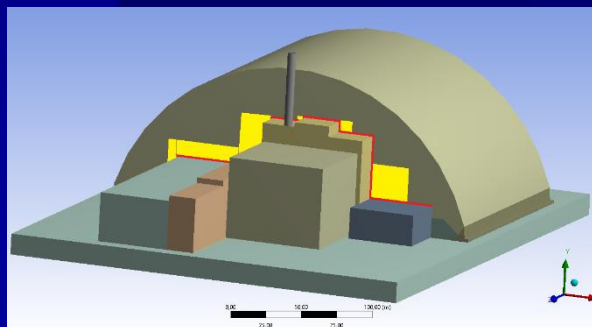
12. Открытая вытяжная труба ?

Сценарии радиационных выбросов из Объекта Укрытие и НБК, предварительные результаты применения моделей

Сразу после надвигки НБК на ОУ (ввод в эксплуатацию)

1. Полностью открытые панели и щели при разных (запад, восток, юг) направлениях ветра силой 4 м/с

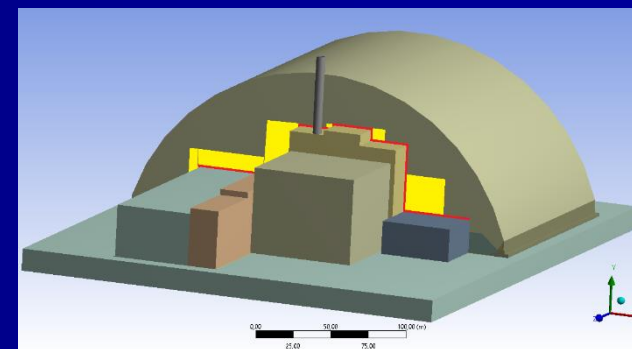
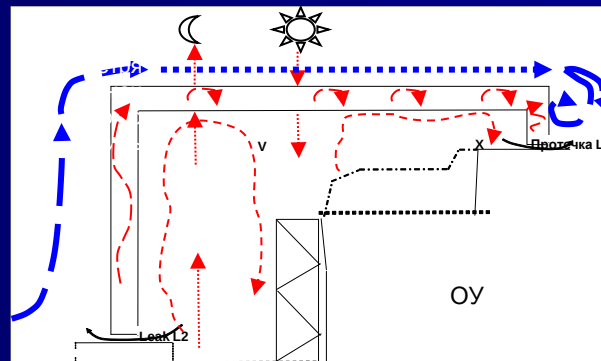
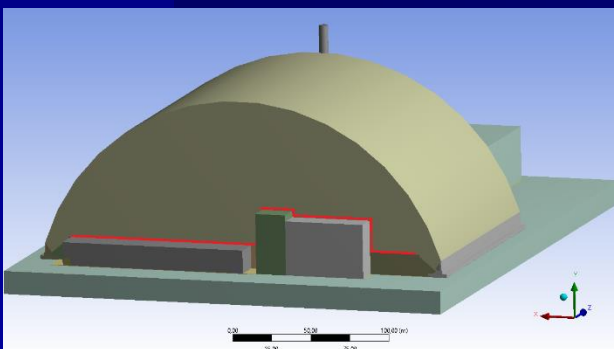
3. Полностью открытые щели (панели закрыты) при разных (запад, восток) направлениях ветра силой 4 м/с



Предварительные результаты применения моделей

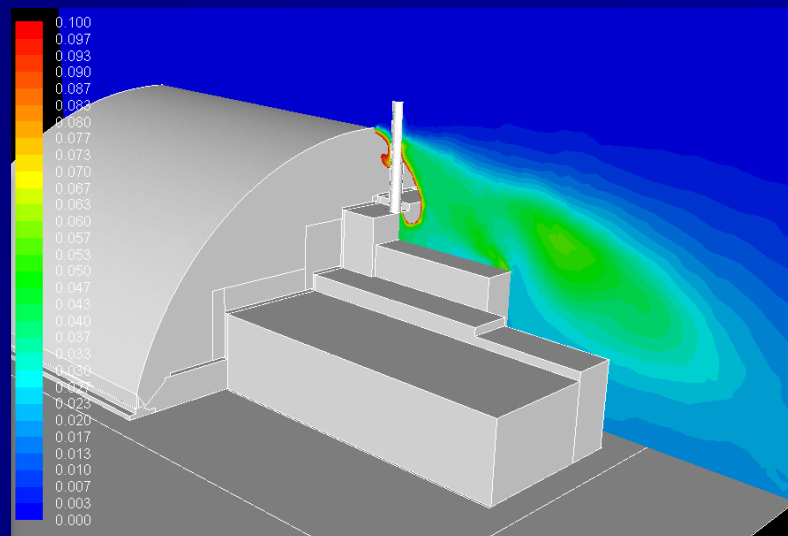
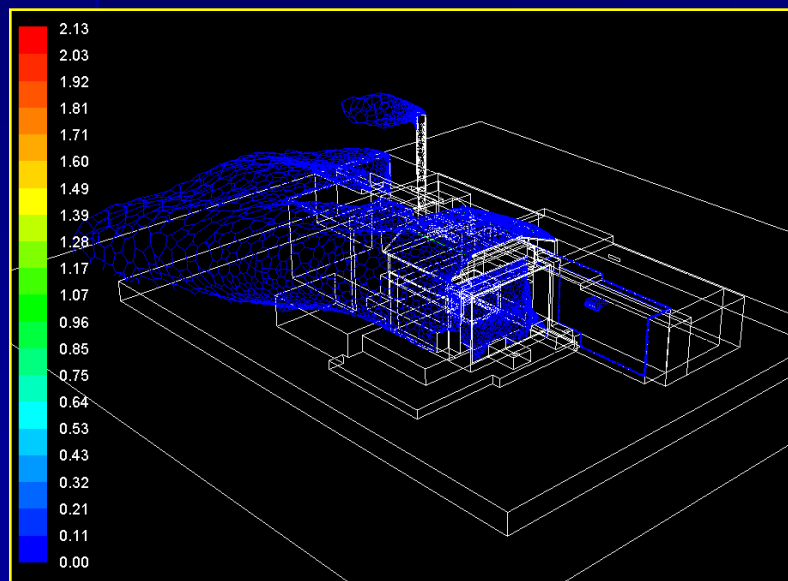
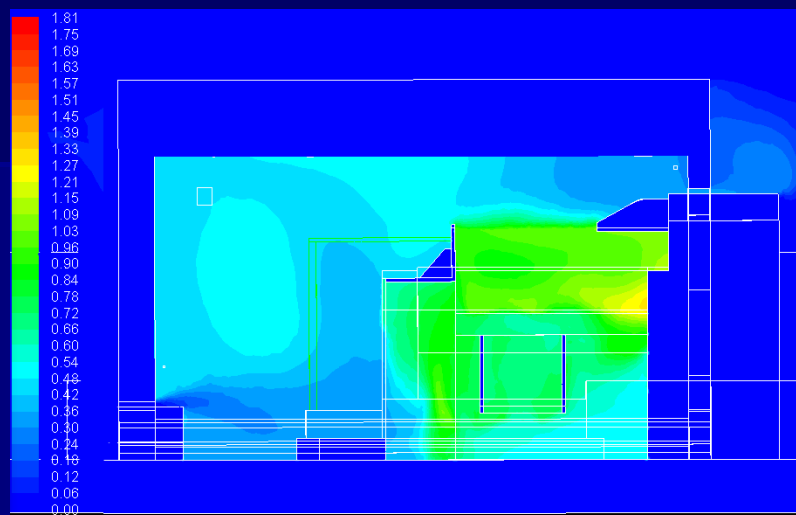
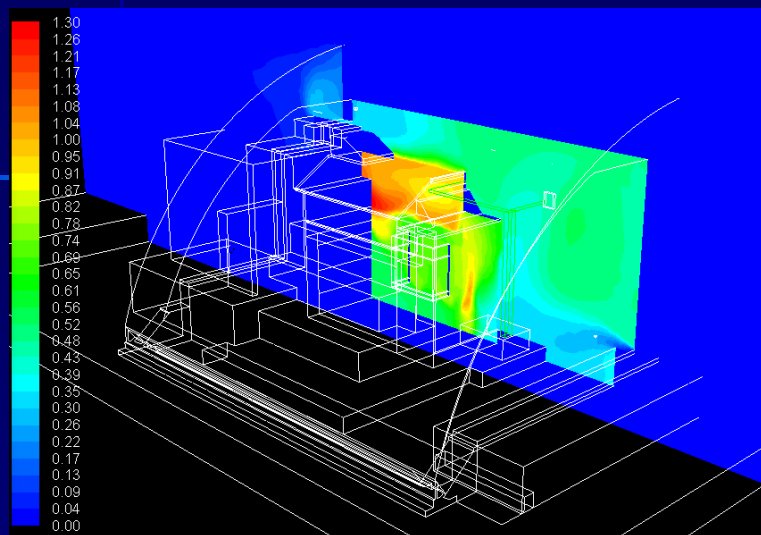
Сценарии 1,3 Полностью открытые панели и/или щели при разных направлениях ветра силой 4 м/с, зима, -10 С

Вариант	Изменяемые параметры			Давление в основном объеме, Па	Скорость у крыши, м/с	Расход воздуха и РА, кг/с		Расход РА, Бк/с	
	Щели	Панели	Направление и сила ветра			Западные щели	Восточные щели и панели	Западные щели	Восточные щели и панели
1	закрыто	закрыто	0, м/с	-4,7	0,075	-7,2	-8,5	0	0
2	закрыто	закрыто	запад, 4 м/с	26,2	0,1	-100,6	84,7	0	7,2
3	открыто	закрыто	запад, 4 м/с	20,4	0,12	-4006	3990	0	12
4	закрыто	закрыто	восток, 4 м/с	18,1	0,09	24,2	-39,9	10,1	0
5	открыто	закрыто	восток, 4 м/с	20,9	0,39	2399	-2415	12,1	0
6	открыто	открыто	запад, 4 м/с	-19,4	0,41	-5095	5080	0	12,12
7	открыто	открыто	восток, 4 м/с	33,4	0,26	3005	-3021	13	2,7

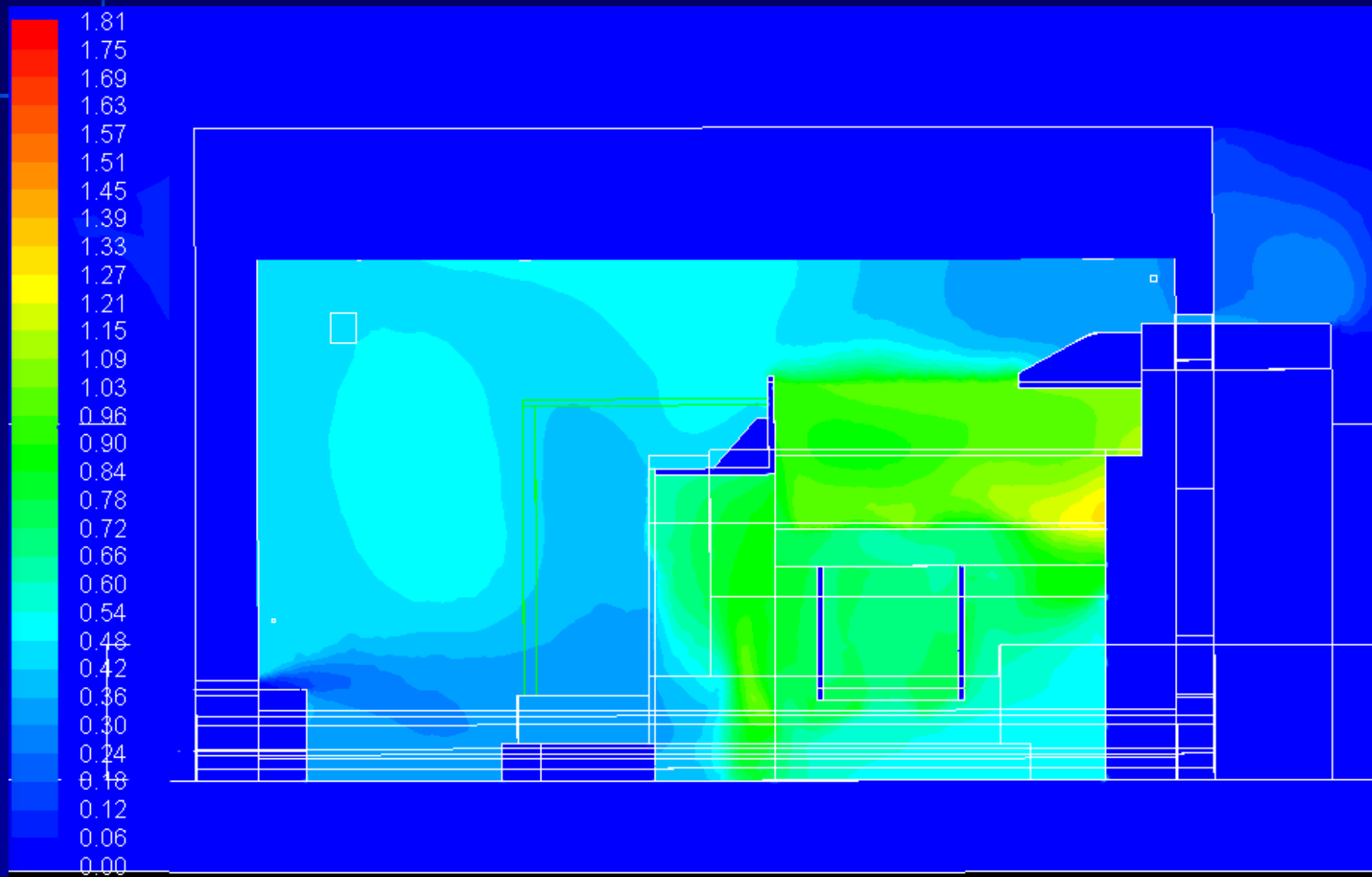


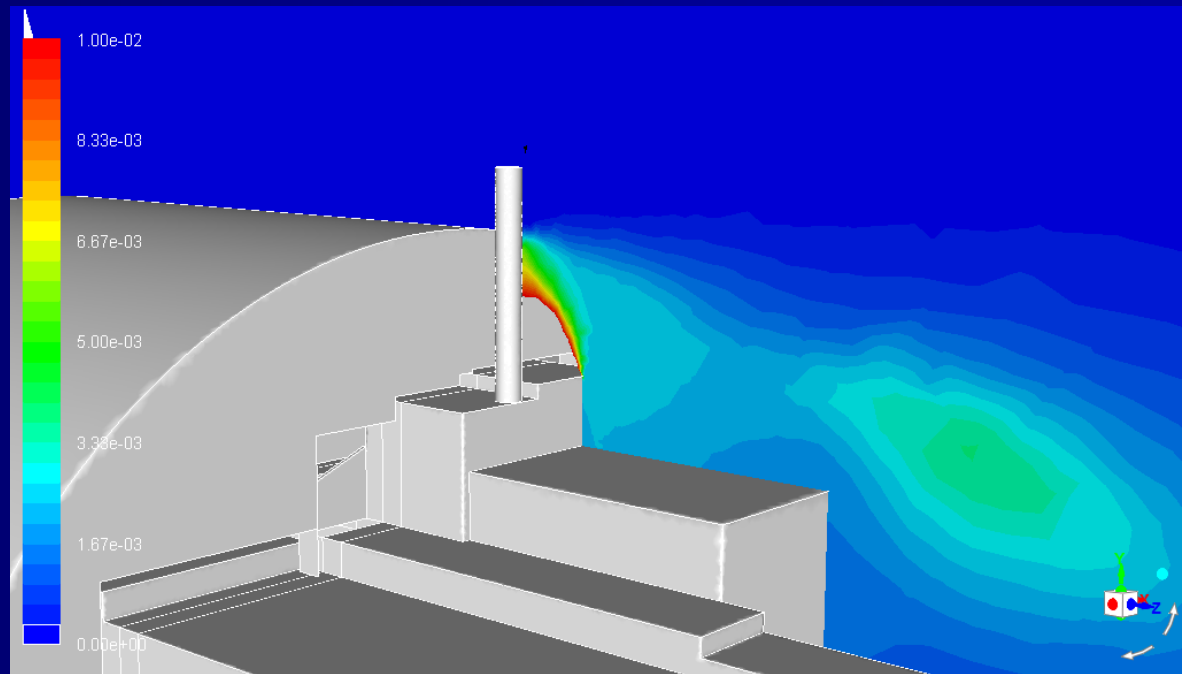
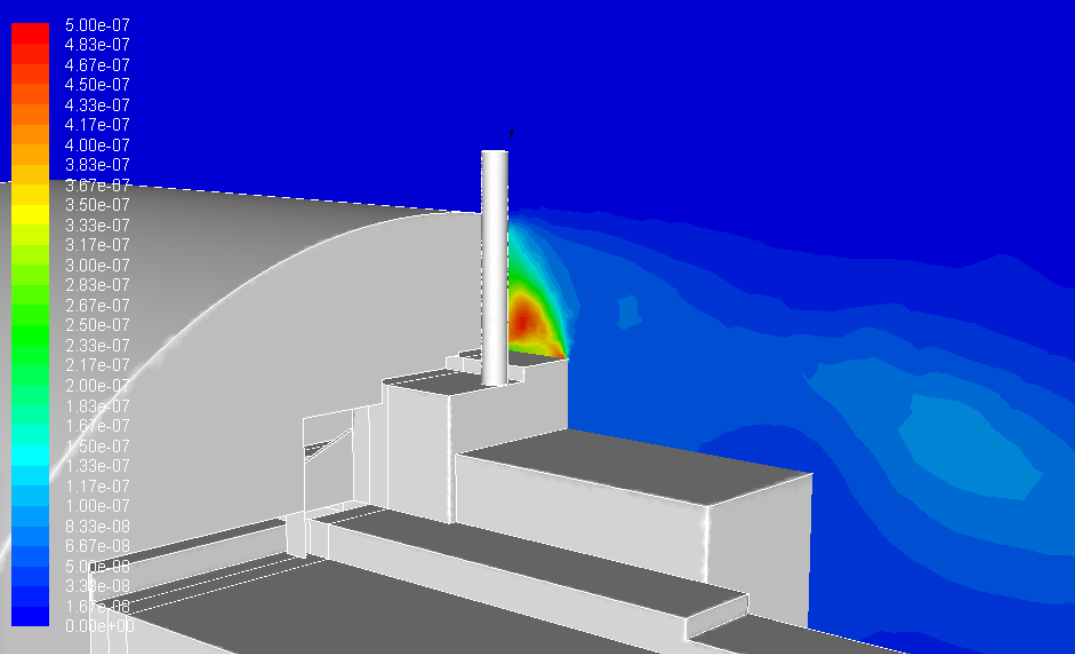
Предварительные результаты применения моделей

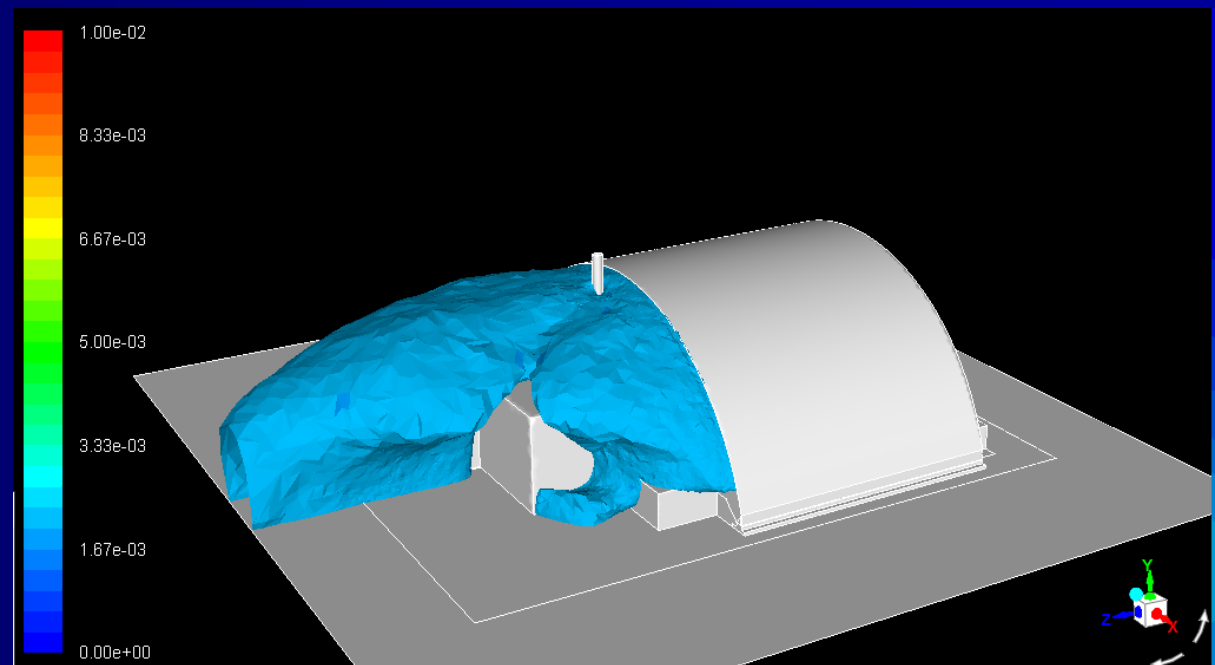
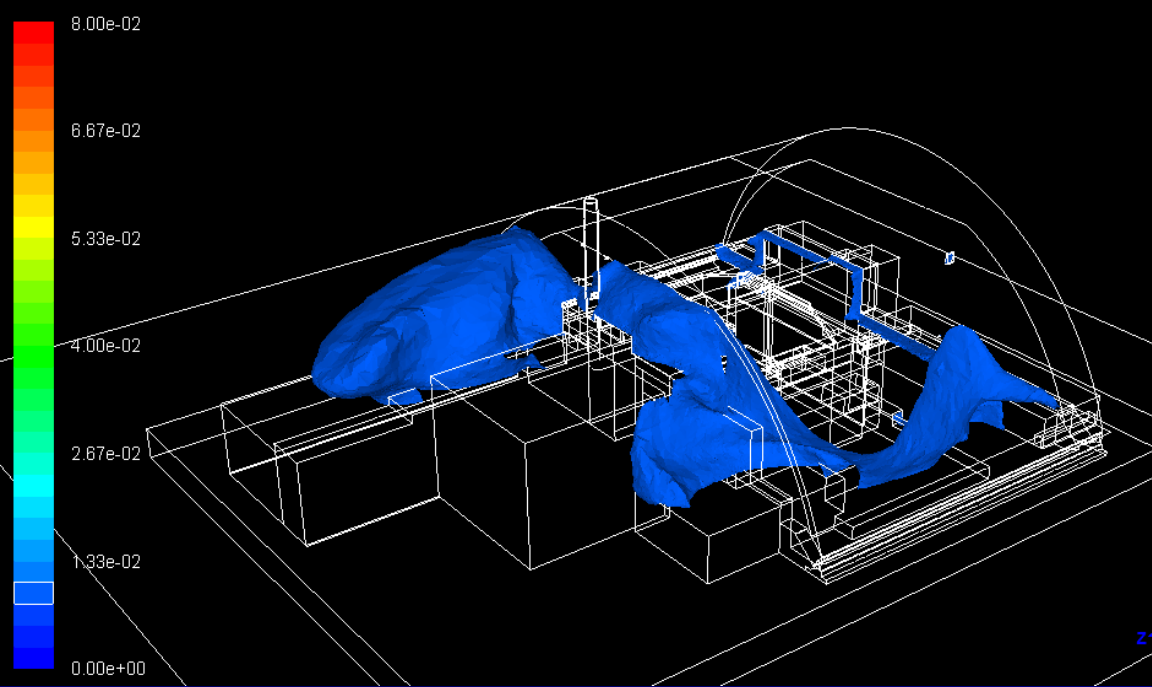
Сценарии 1,3 Полностью открытые панели и/или щели при разных направлениях ветра силой 4 м/с, зима, -10 С

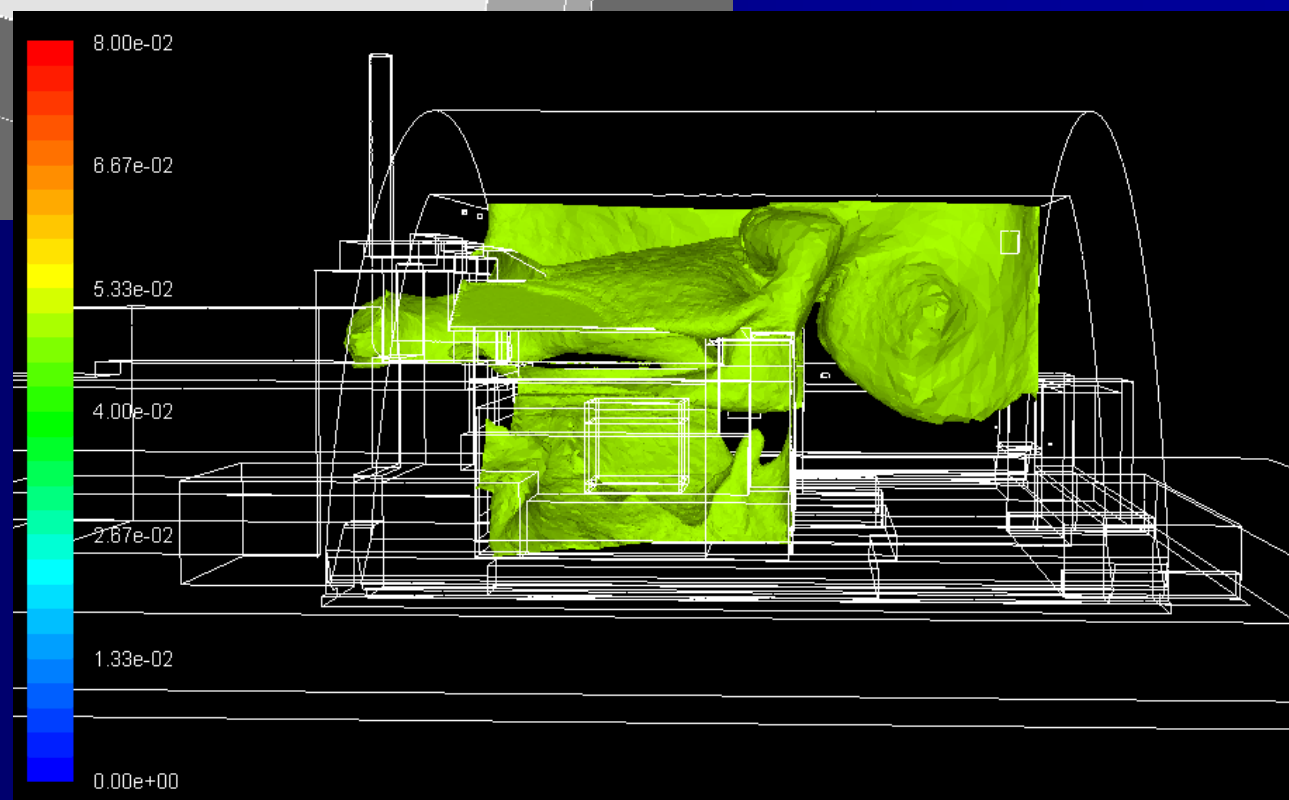
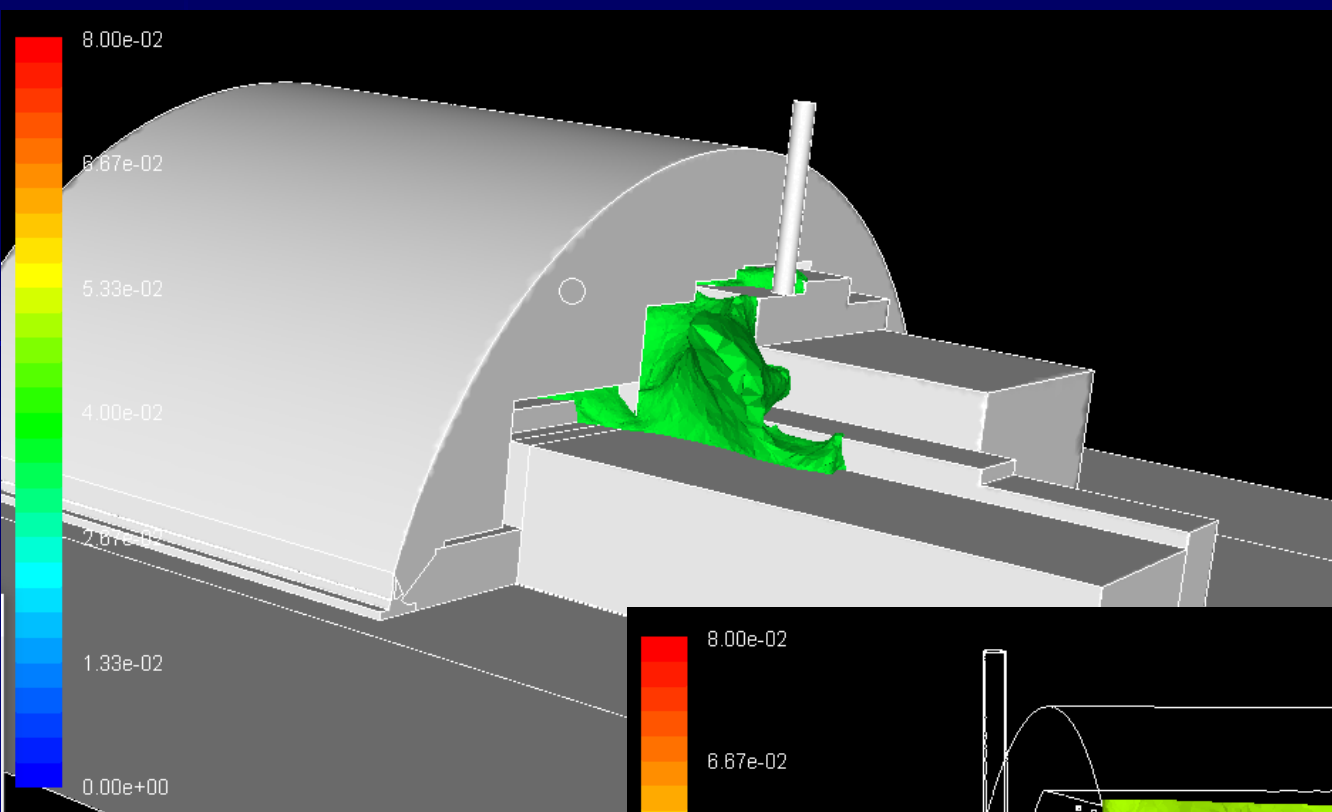


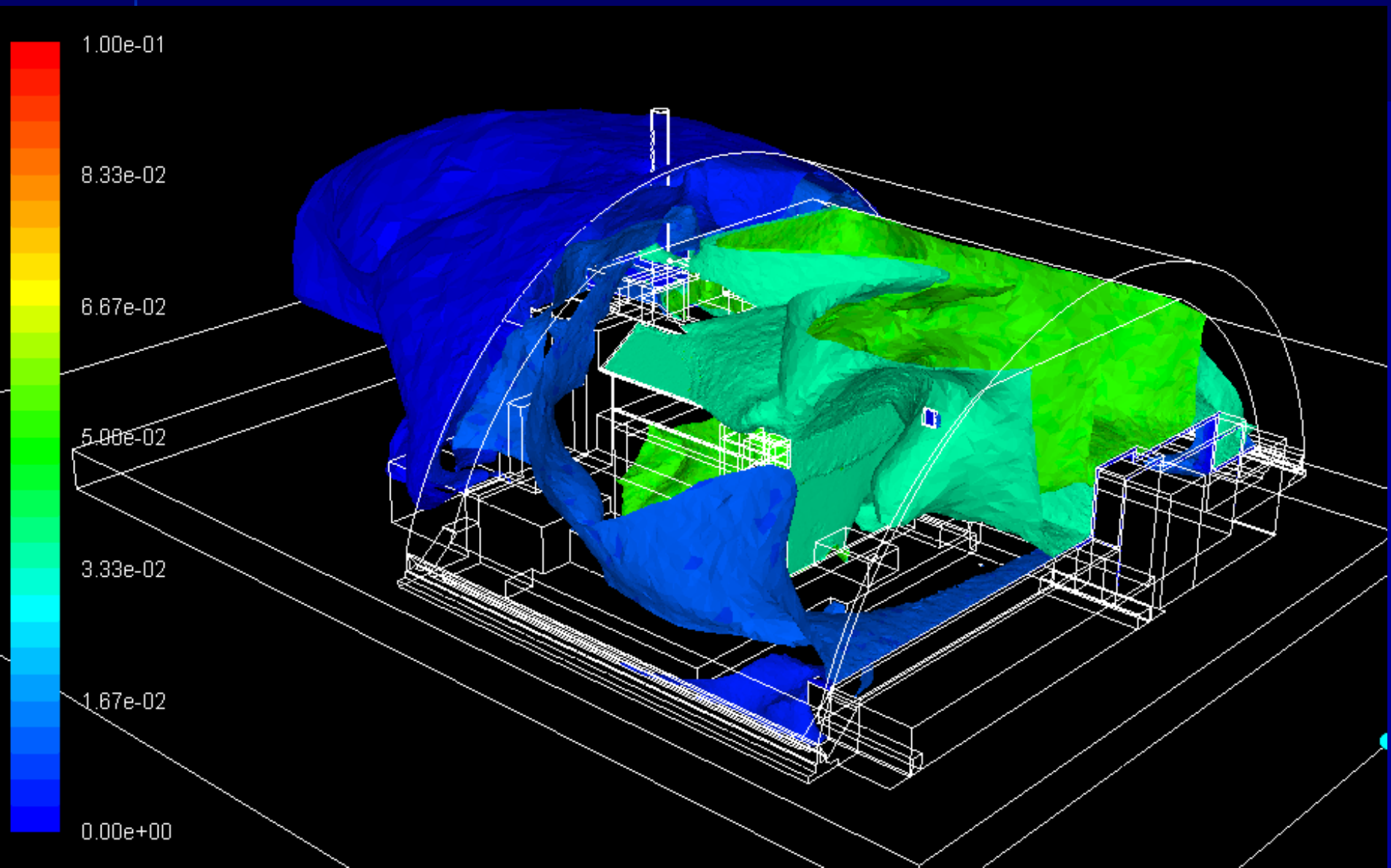
Предварительные результаты применения моделей
Сценарии 1,3 Полностью открытые панели и/или щели при разных
направлениях ветра силой 4 м/с, зима, -10 С











СОДЕРЖАНИЕ

1. **Информация о Новом Безопасном Конфайнменте (НБК), этапах его ввода в эксплуатацию и эксплуатации**
2. **Методология и результаты анализа термогазодинамического и радиационного состояния Объекта Укрытие (ОУ) и НБК, сценарии радиационных выбросов**
3. **Перспективы применения разработанных моделей, мониторинг НБК**

Дальнейшие работы в области анализа безопасности НБК и ОУ

- 1. Анализ последствий отказов инженерных систем**
- 2. Анализ энергоэффективности НБК**
- 3. Анализ пожарной безопасности Арки НБК, огнестойкость строительных конструкций**
- 4. Анализ таяния льда на металлических конструкциях, образование радиоактивного конденсата**
- 5. РАБОТА МОДЕЛИ В СОСТАВЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА НБК**

ЧАЭС + ИТТФ + ИПБ АЭС + GRS

Система моніторингу радіаційного стану Нового Безпечного Конфайнменту і Об'єкту Укриття

Новий Безпечний
Конфайнмент та об'єкт
«Укриття»

Апаратне забезпечення

ЕОМ

Математичне забезпечення

Датчики

Контрольно-
вимірювальна
апаратура

Модель термо-
газодинамічного і
радіаційного
стану ОУ і НБК

Програмне
забезпечення
ідентифікації
параметрів
моделі

База
даних

Контроль стану НБК і ОУ

1. Збір і аналіз результатів вимірювань (т-ра, вологість і рівні радіації)
2. Оцінка викидів забруднень з ОУ
3. Контроль і уточнення параметрів бази даних

Прогноз стану НБК і ОУ

1. Визначення повного поля забруднень за обмеженими вимірюваннями
2. Оцінка викидів при нормальній експлуатації НБК
3. Оцінка викидів при надзвичайних ситуаціях

Рекомендації для персоналу

1. Перевірка виконання граничних норм забруднень
2. Визначення оптимальних заходів радіаційної безпеки
3. Визначення потенційної загрози від надзвичайних ситуацій

Цілі
моніторингу

Основні
функціональні
можливості
моніторингу

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Финансовая поддержка:
1. Консорциум NOVARKA
2. НАН Украины
3. NATO SPS Program