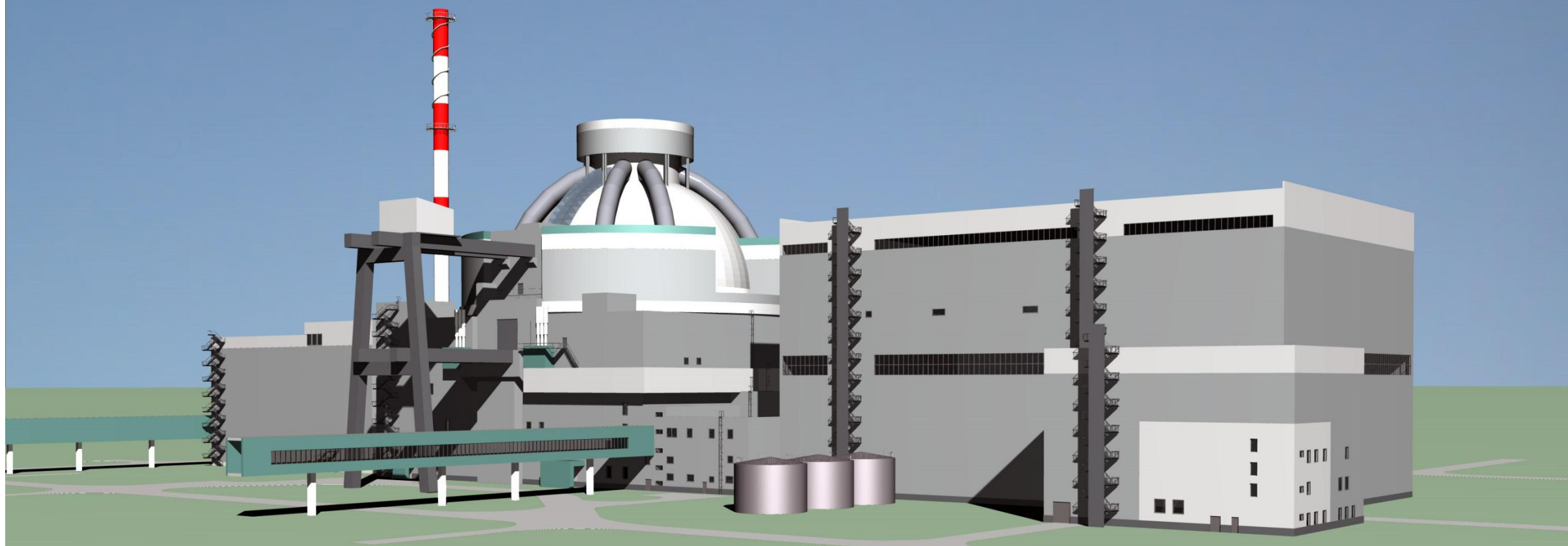


Новые промышленные строительные конструкции проекта АЭС ВВЭР-ТОИ и последующих АЭС на его основе



 ОАО «Атомэнергопроект», Москва, 2014 г.

Основные особенности строительной части проекта АЭС ВВЭР-ТОИ

Проектные решения должны обеспечивать:

- ✓ возможность строительства АЭС в сжатые сроки;
- ✓ выполнение требований в части экономичности проектных решений;
- ✓ безопасность АЭС при интенсивных внешних воздействиях с обеспечением возможности размещения АЭС в различных природно-географических регионах.

Особые запроектные внешние воздействия

На основании требований Заказчика, кроме проектных воздействий, в проекте АЭС могут учитываться запроектные особые внешние воздействия, т.е. воздействия с вероятностью реализации меньшей, чем требуется нормами.

При обосновании устойчивости систем и элементов АЭС к таким воздействиям допускается использование реалистических подходов.

Для проекта АЭС ВВЭР-ТОИ учитываются запроектные особые воздействия в области обоснования сейсмостойкости, а также устойчивости к воздействию от падения самолета.

Уровень безопасности энергоблока ВВЭР-ТОИ



Ураганы, смерчи
Расчетная скорость ветра – 68,5 м/с

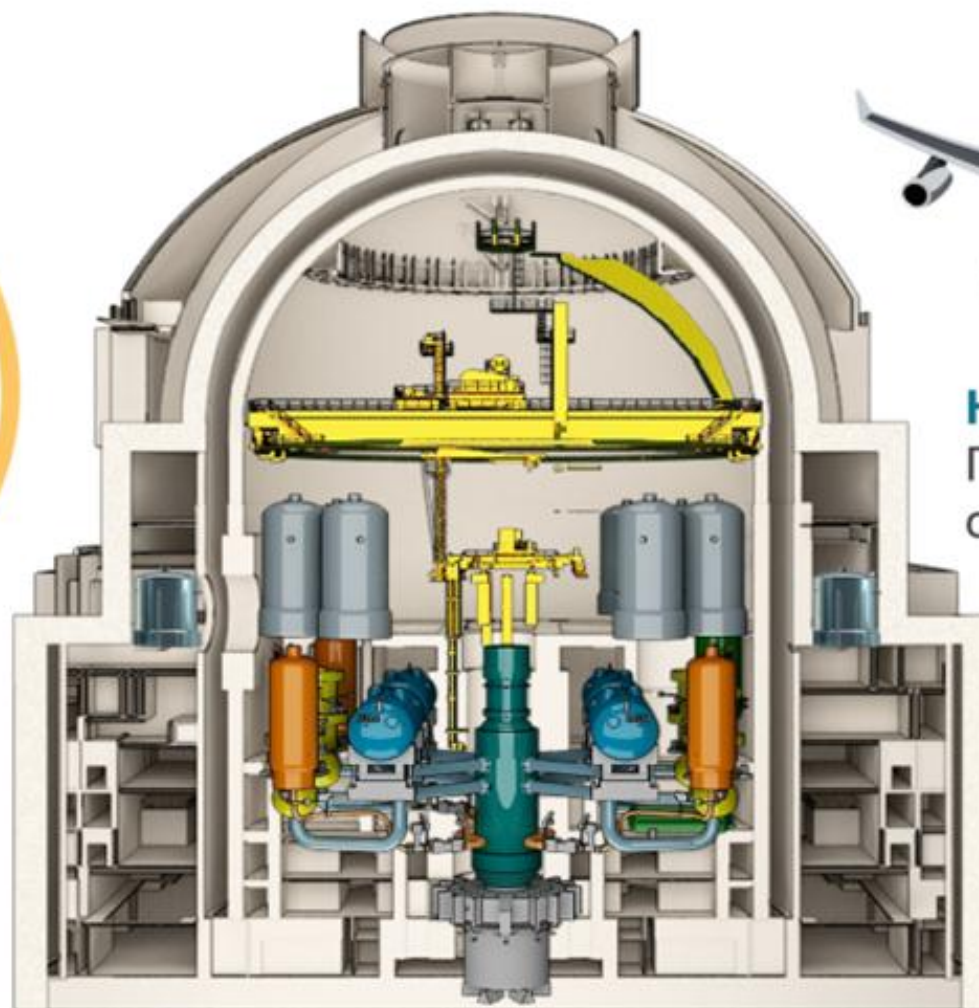
Падение самолета
Весом 400 тонн, со скоростью 150 м/с



Ударная волна
с давлением во
фронте 30 КПа



Сейсмические воздействия
MP3-8 баллов по шкале MSK-64
1,4 MP3 – запроектные воздействия



Наводнения
При уровне
с обеспеченностью >0.01%



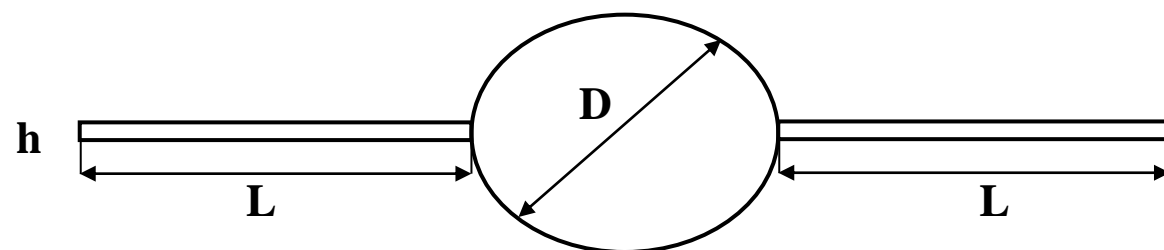
Защита от падения самолёта

Основные типы самолётов учитываемые при анализе безопасности АЭС
Воздействие фюзеляжем и крыльями

Масса, т	Скорость, м/с	Пятно удара, м ²
LearJet 23 (учитывался в проекте НВО АЭС-2)		
5.7	100	12
Phantom RF-4E – проектное исходное событие		
20	215	7
Boeing 747-400 – запроектное исходное событие		
400	150	50+50



Схема приложения нагрузки



$S_{max}=100 \text{ M}^2$ – переменная во времени

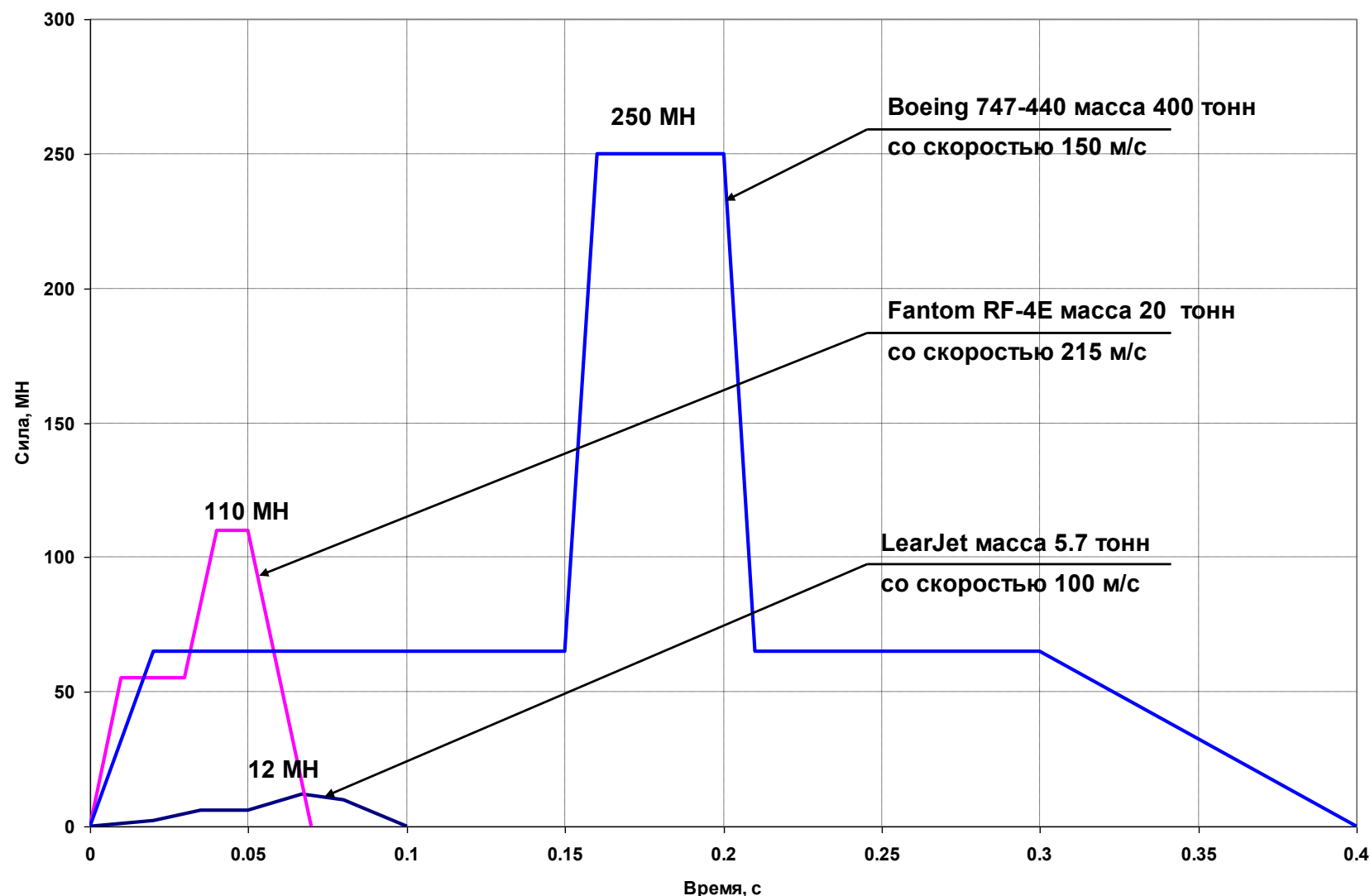
$D=8 \text{ м}$

$L=12.5 \text{ м}$

$h=2 \text{ м}$

Защита от падения самолёта

Сравнительные характеристики импульса различных типов самолётов

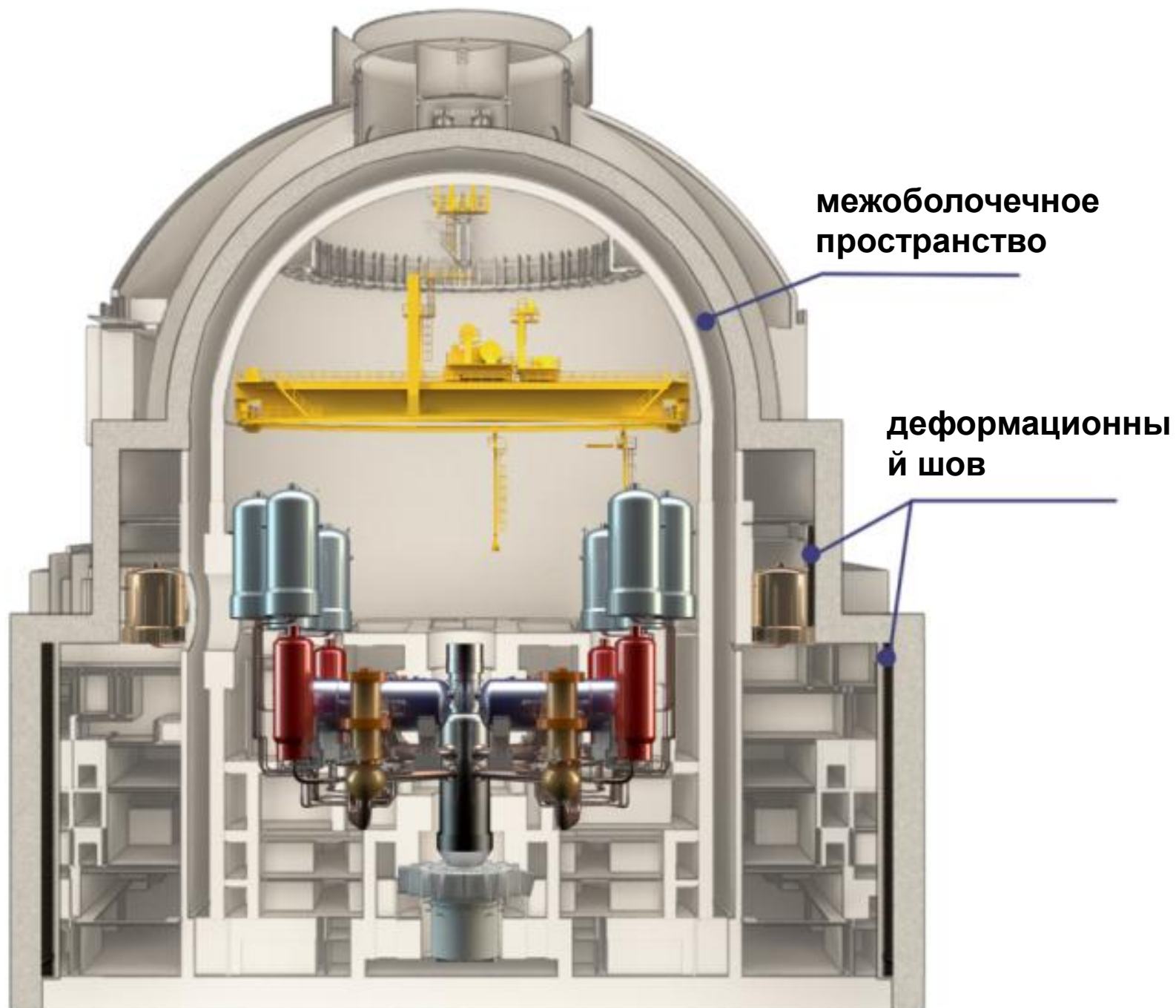


Падение самолёта учитывается с углом падения к горизонту:

Phantom RF-4E – от 10^0 до 45^0 согласно ПиНАЭ-5.6

Boeing 747-400 – от 0^0 до 10^0 согласно выводам Wölfel Beratende Ingenieure

Защита от падения самолёта



Внешние защитные конструкции здания УА отделены деформационным швом и межбололочным пространством от внутренних конструкций здания, с целью исключения непосредственной передачи динамических воздействий на внутренние конструкции и оборудование здания

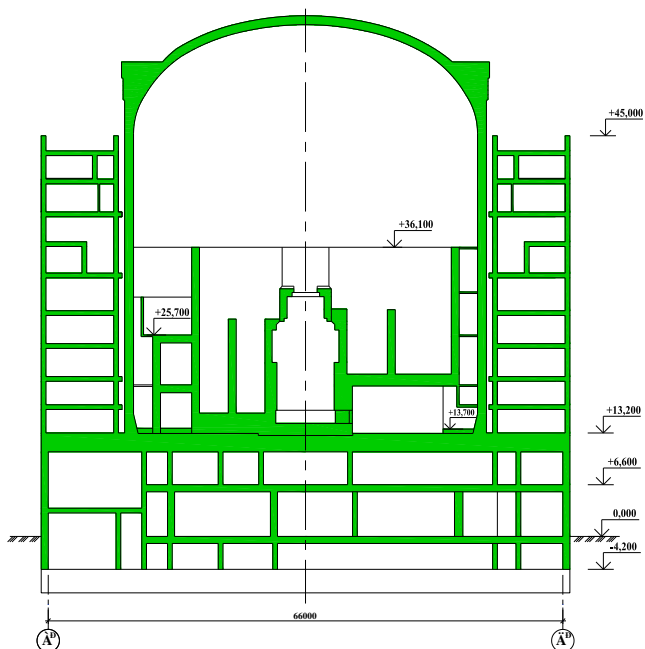
Защита от падения самолёта

Выполнено расчетное обоснование строительных конструкций

№	Наименование строительных конструкций реакторного здания	Толщина строительных конструкций мм
1	Внешние защитные конструкции обстройки	1600
2	Кровельной покрытие обстройки	1500
3	Строительные конструкции СПОТ	1500
4	Купол внешней защитной оболочки	1500

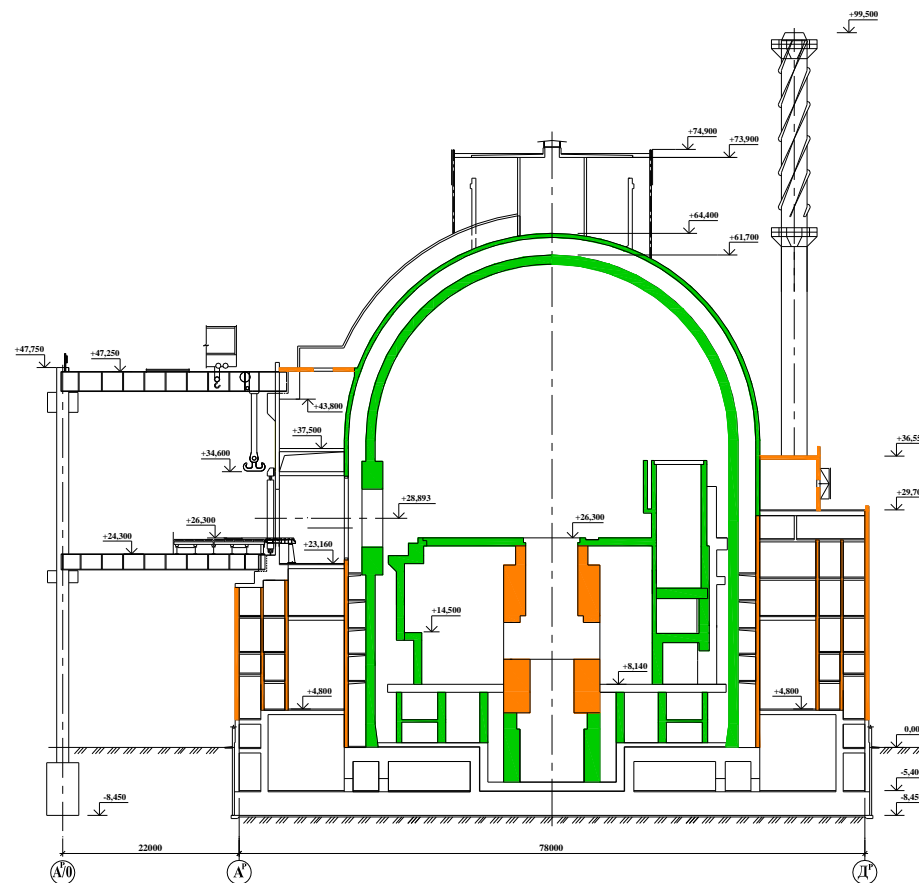
Эволюция подходов к возведению строительных конструкций здания реактора

АЭС с РУ В320



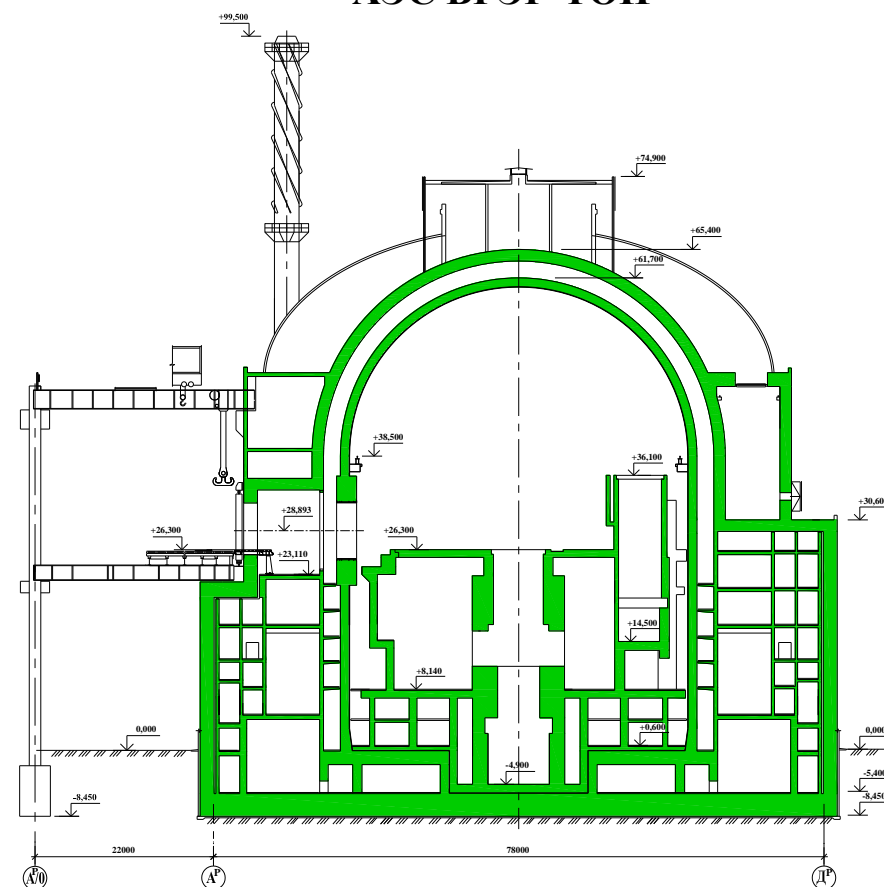
Сроки строительства – 46 месяцев, достигнуто на 3-м блоке Запорожской АЭС.

НВАЭС-2

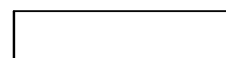


Директивные сроки строительства – 52,5 месяцев для двух первых блоков.

АЭС ВРЭР-ТОИ



Директивные сроки строительства: 48 месяцев – головной блок, 40 месяцев – последующие блоки.



- армирование отдельными стержнями

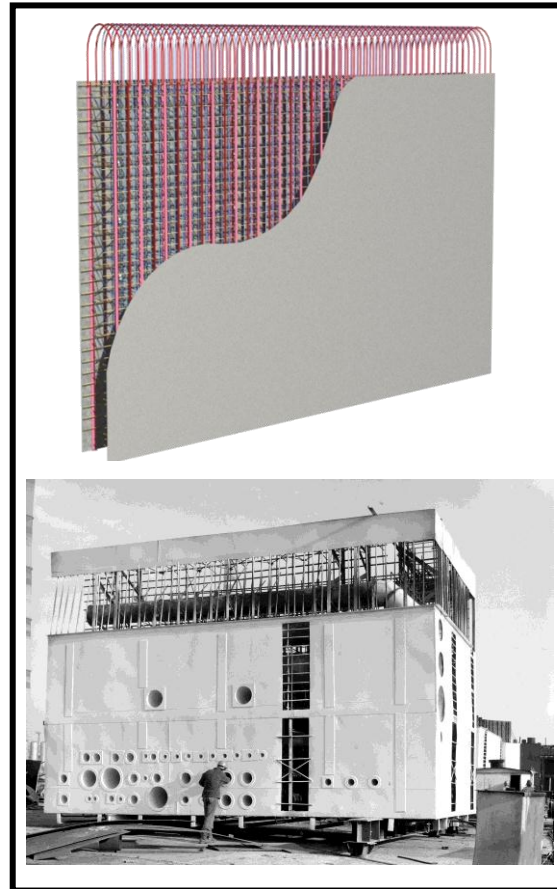


- армирование пространственными каркасами

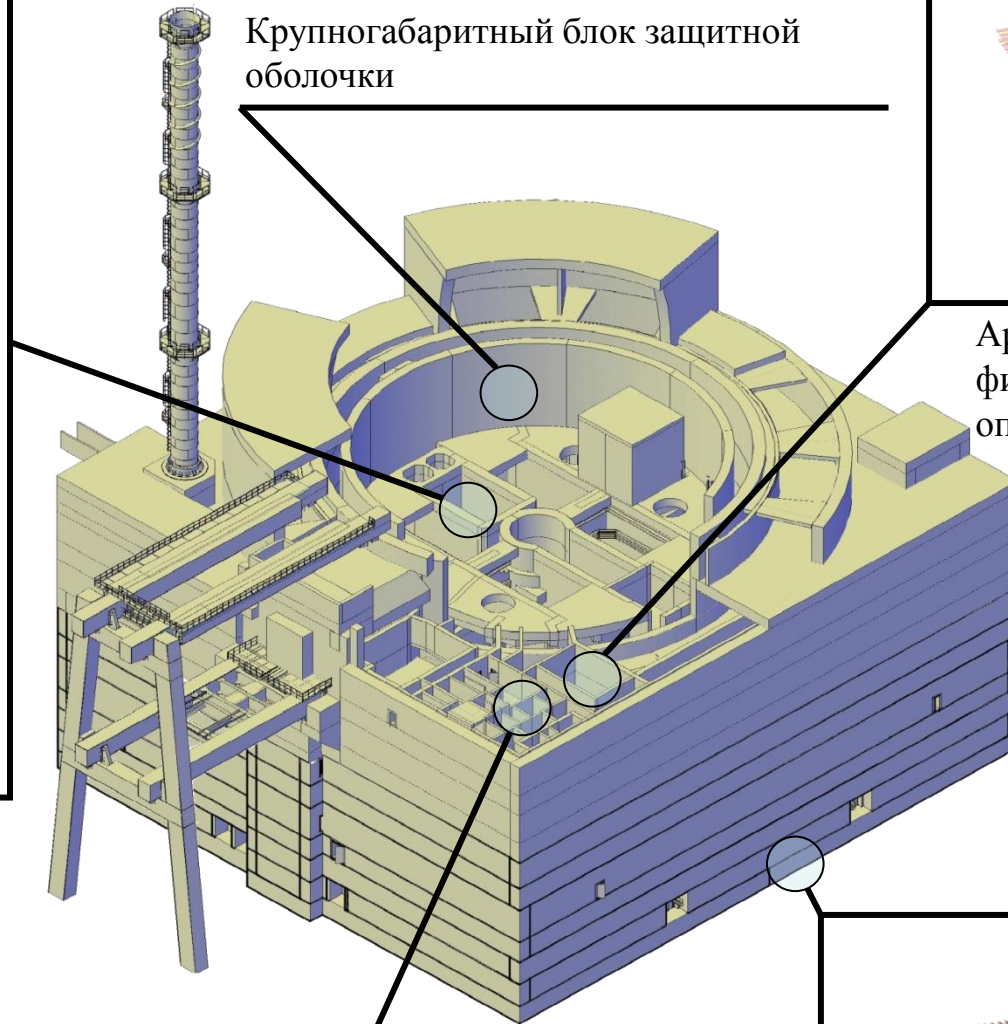


- армирование пространственными армоопалубочными блоками с несъемной опалубкой

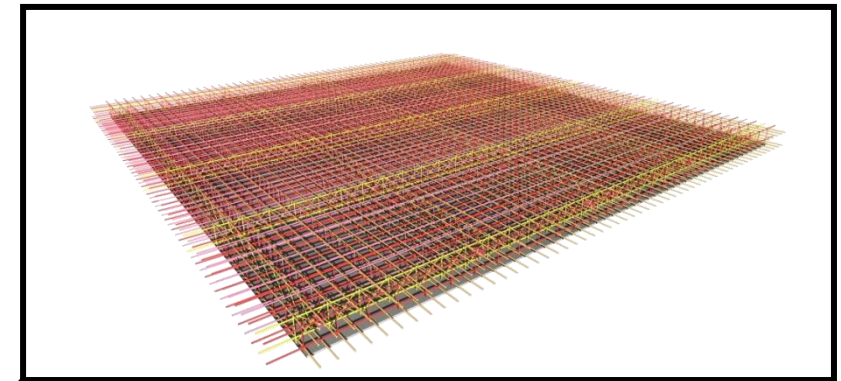
Основные типы строительных конструкций здания реактора АЭС ВВЭР-ТОИ



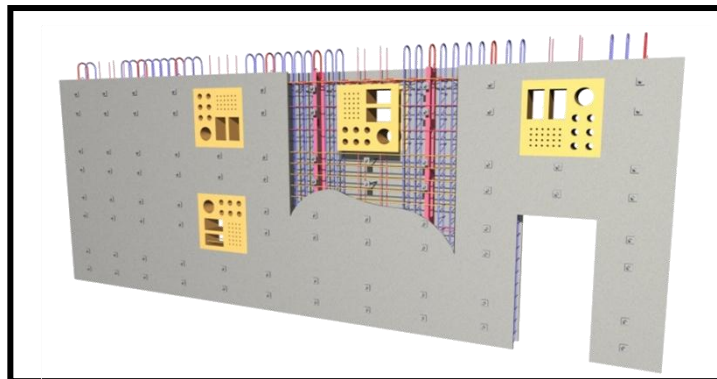
Конструкция армоблока с использованием стального листа в качестве несъемной опалубки



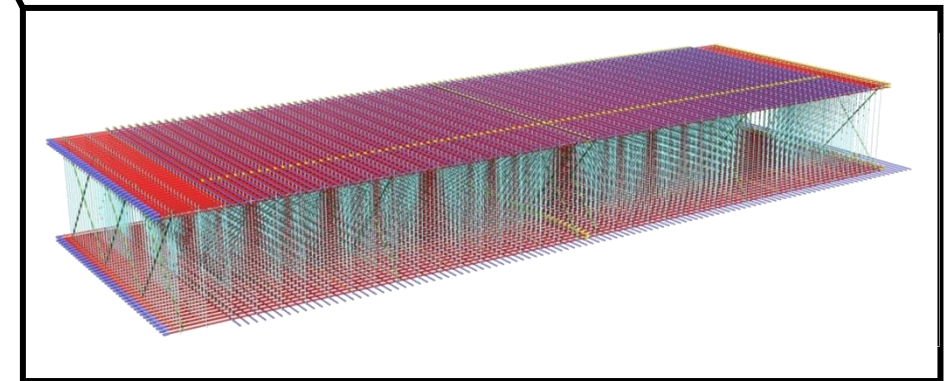
Крупногабаритный блок защитной оболочки



Армоблок перекрытия с использованием фибробетонных плит в качестве несъемной опалубки

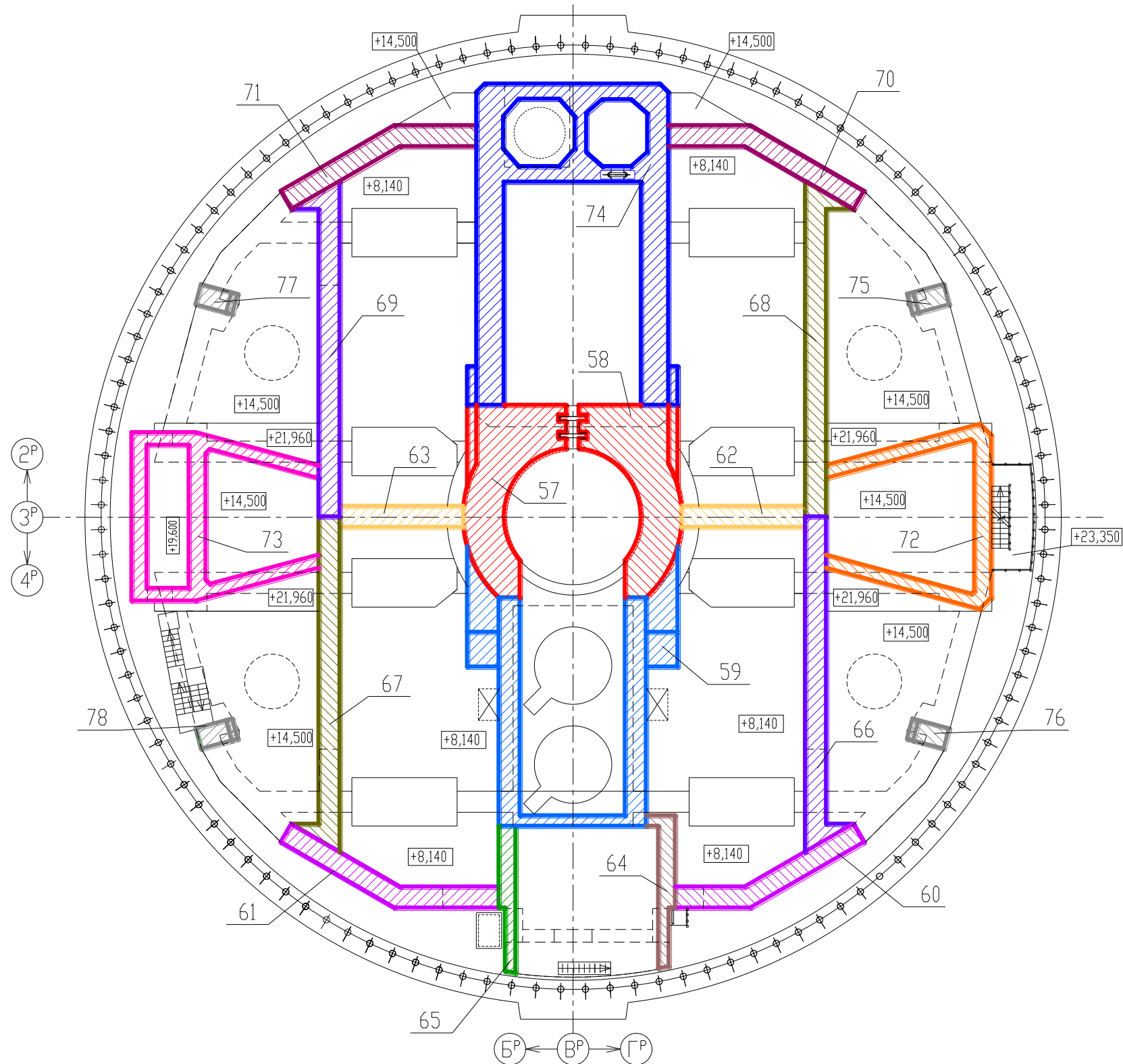


Стеновой армоблок с использованием фибробетонных плит

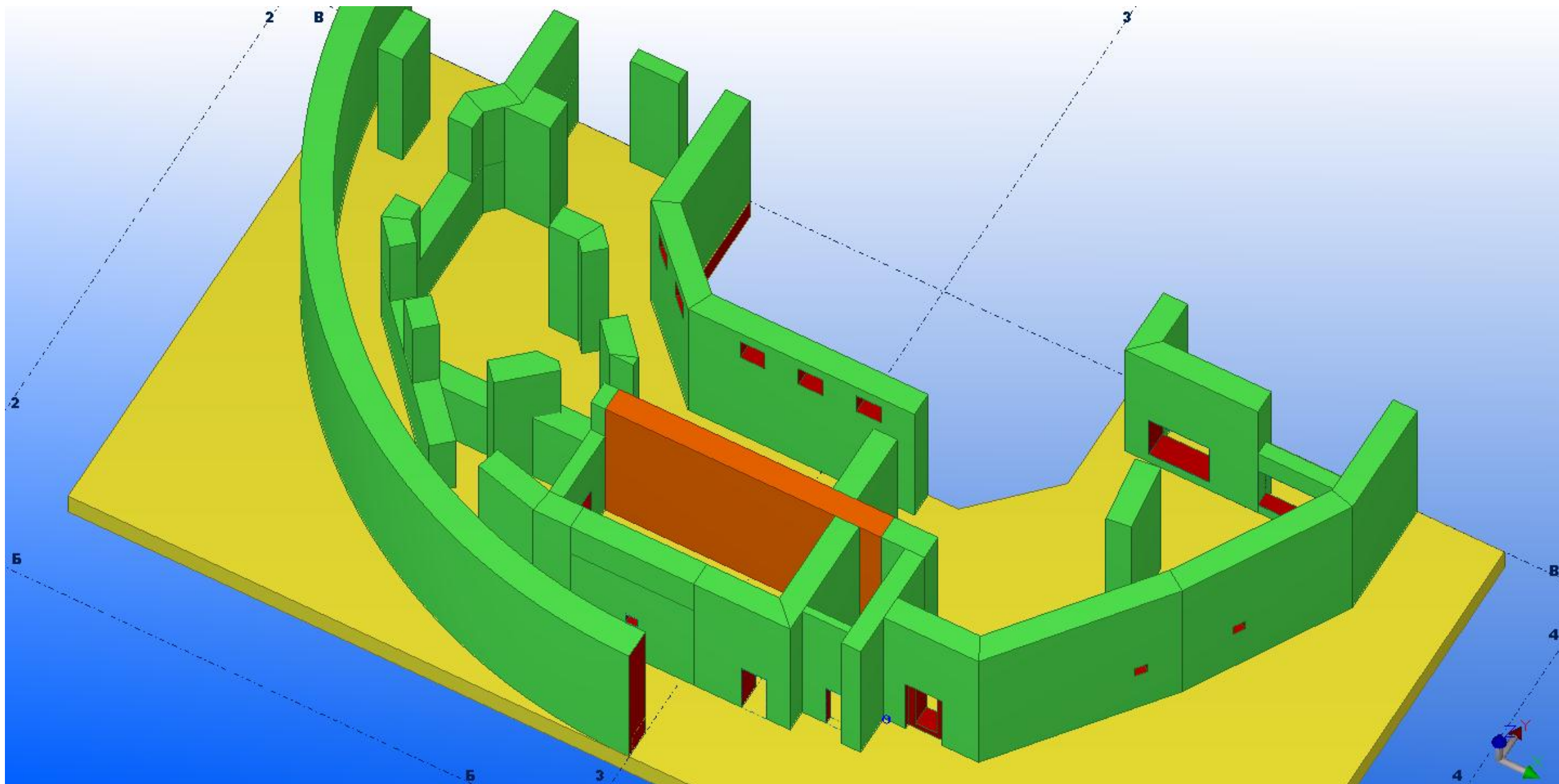


Пространственные армокаркасы фундаментной плиты

Схема расположения стеновых армоблоков на отм. +14,500

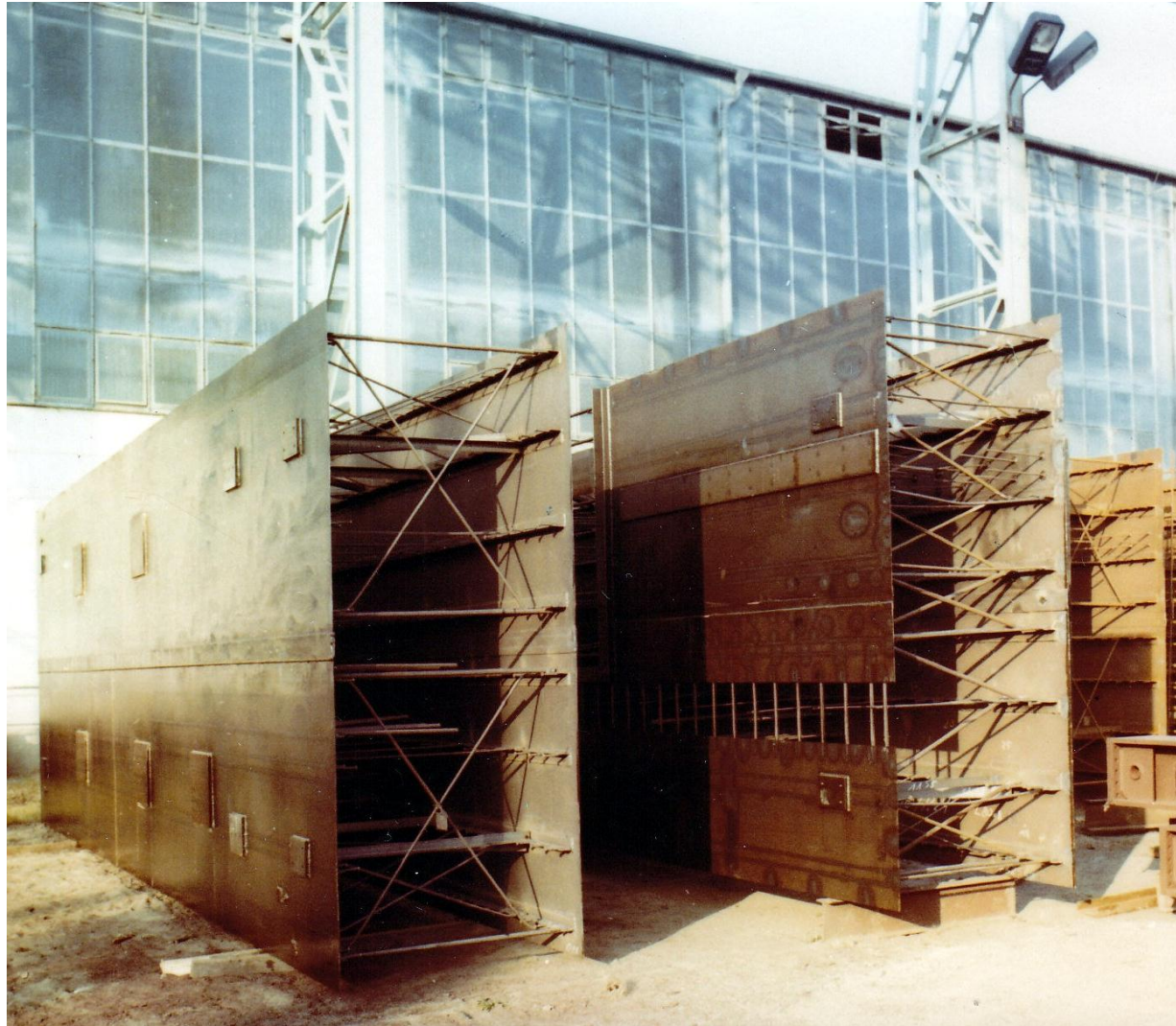


Реакторное здание. Фрагмент герметичного объема на отм. +0,550
в осях 2р-4р, Бр-Вр.

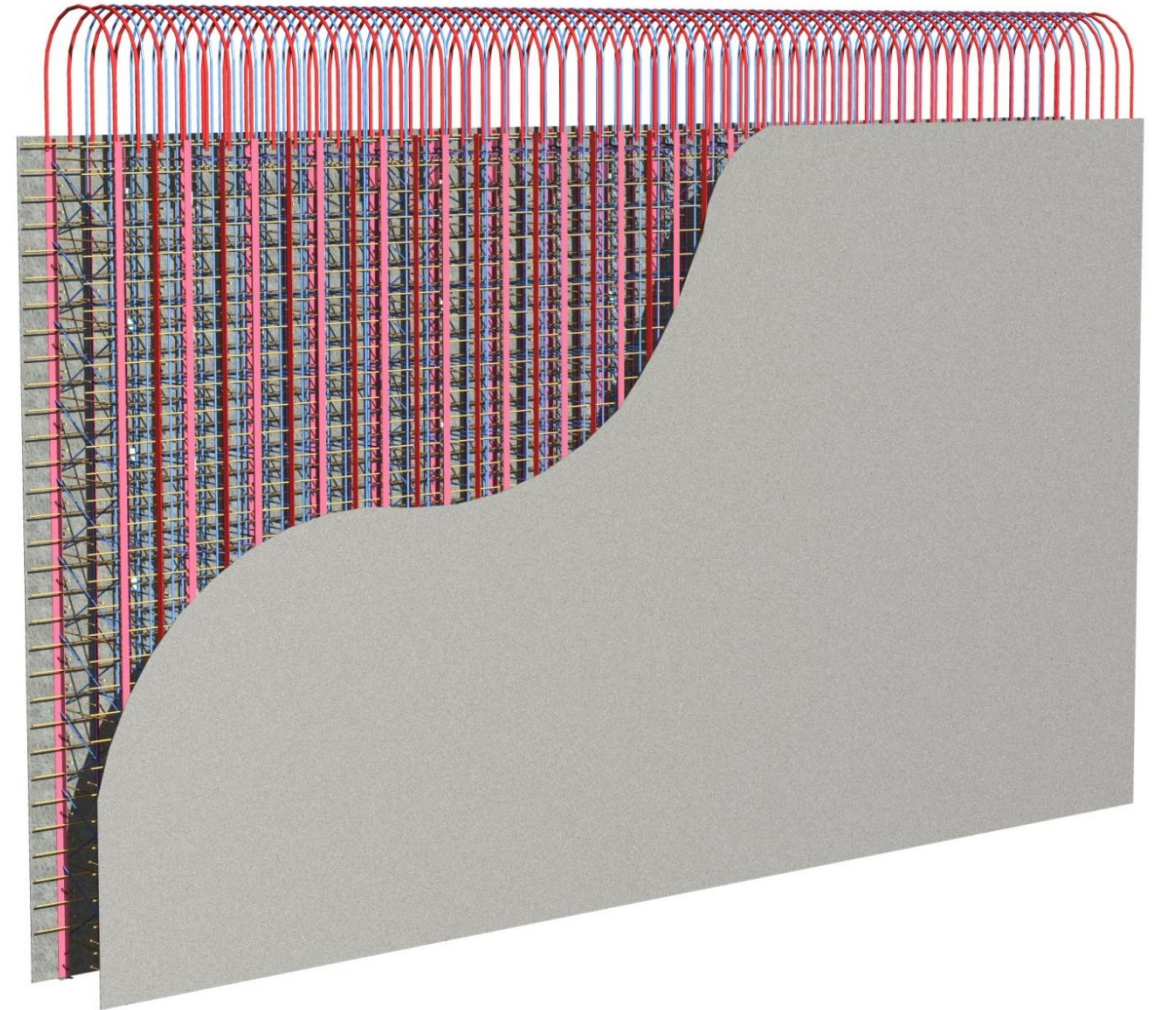


Конструкции герметичного объема

АЭС с РУ В320

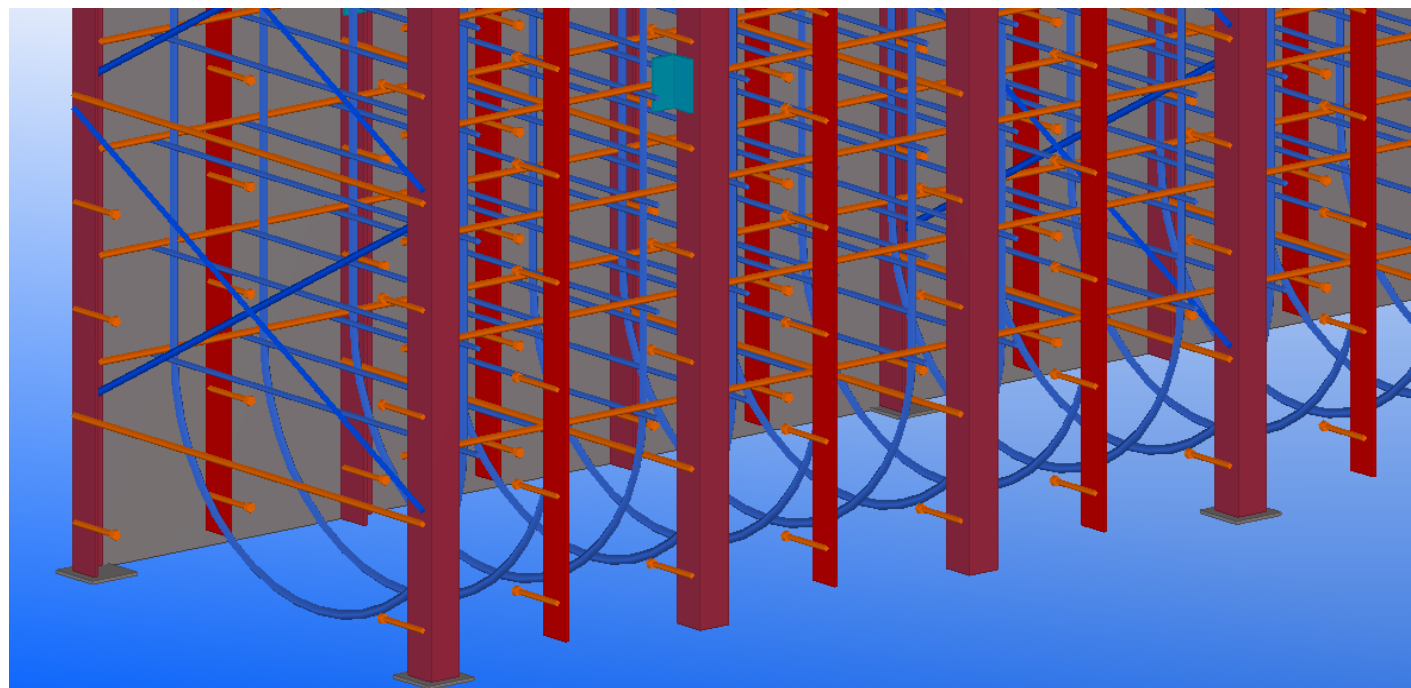
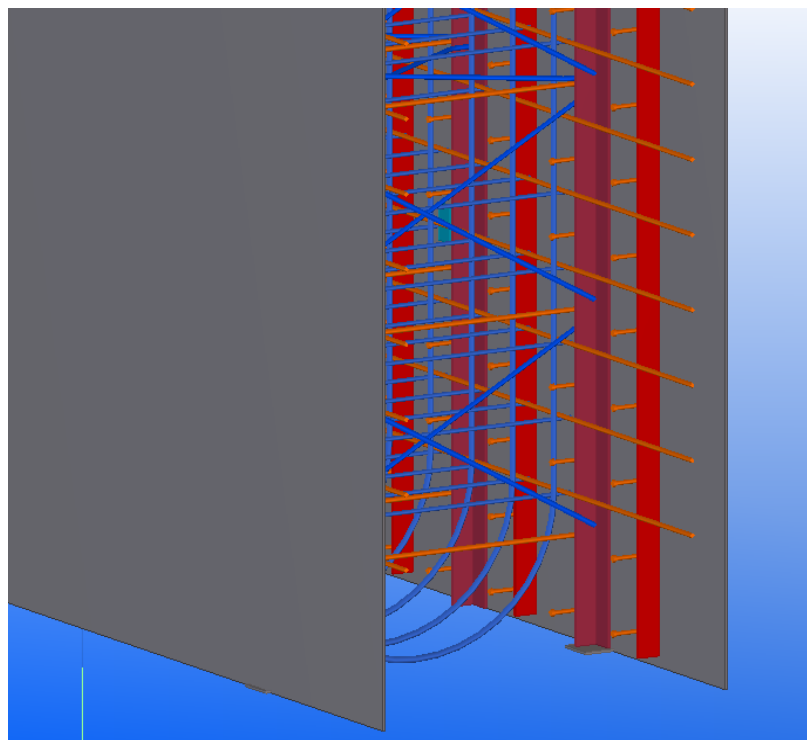
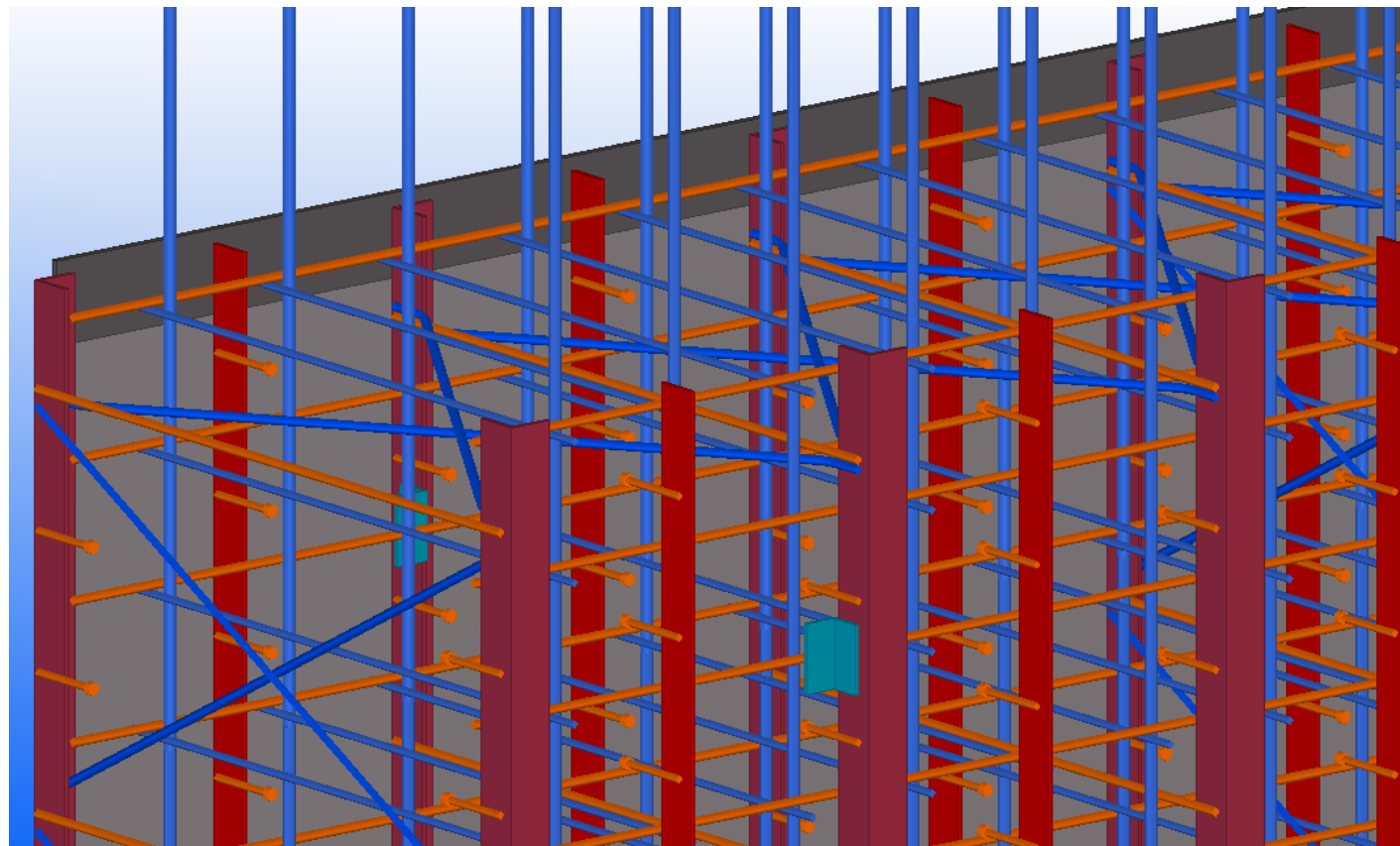
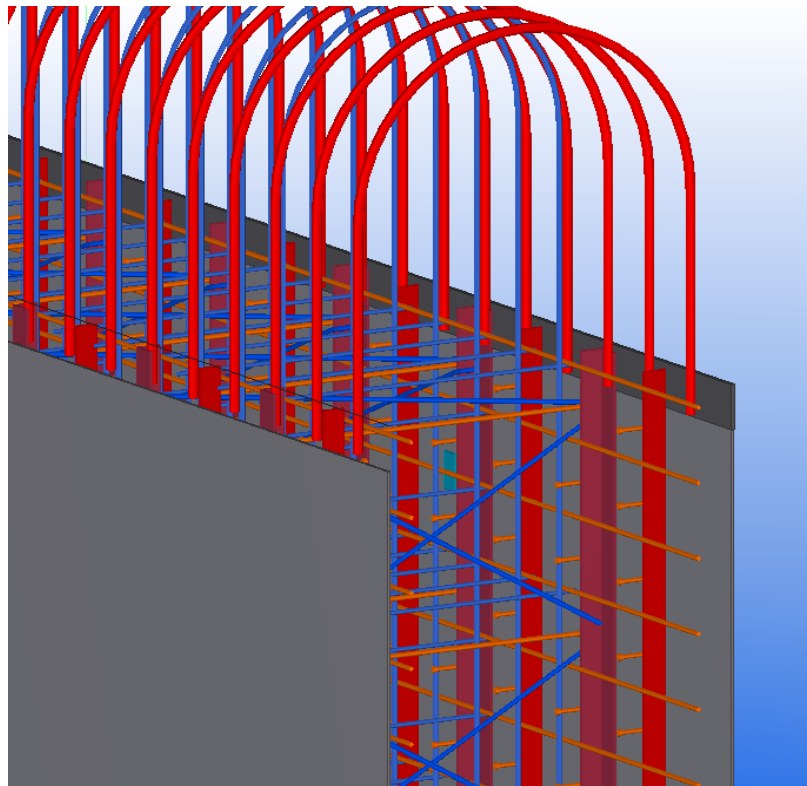


АЭС ВРЭР-ТОИ

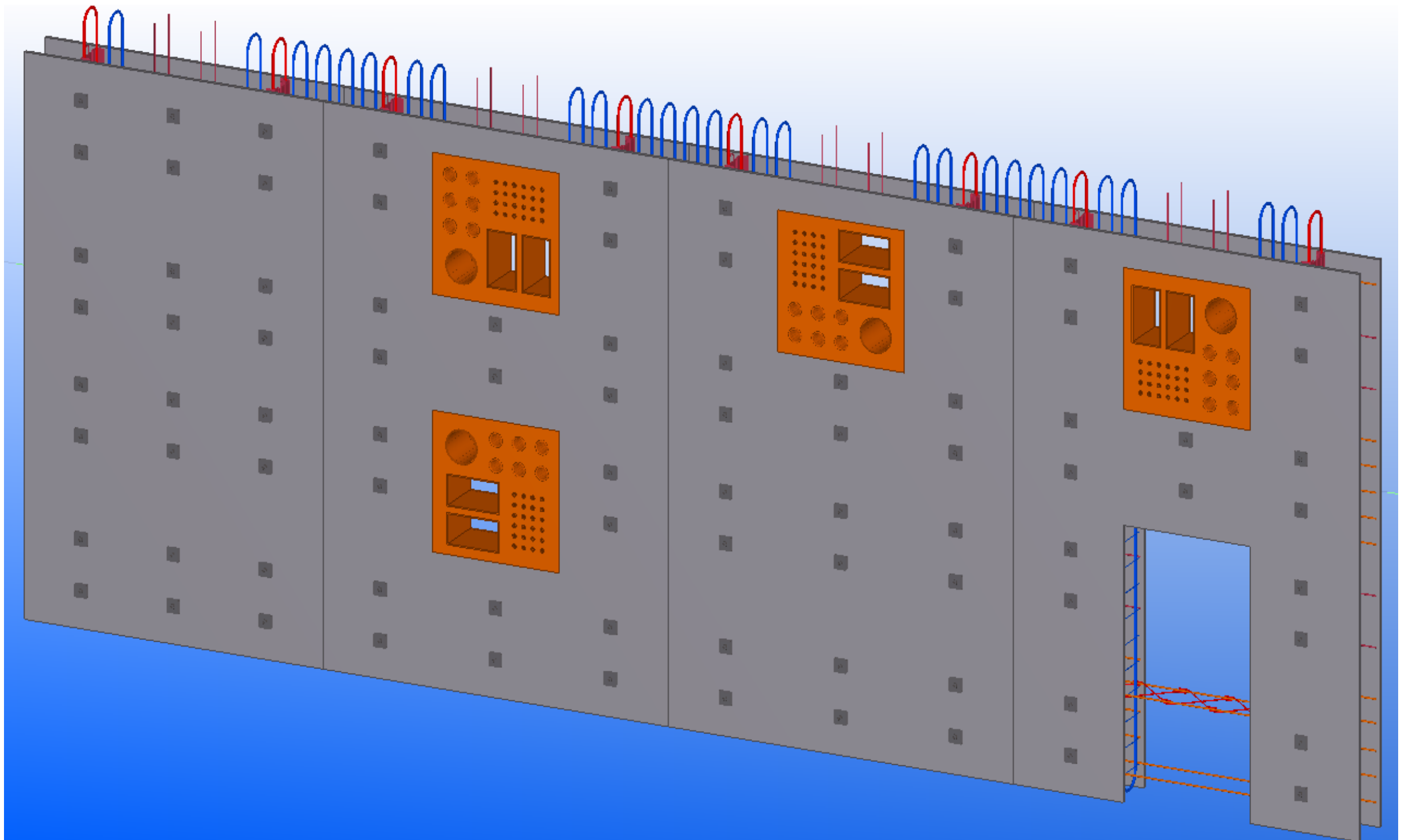


Современные конструкции с комплексным армированием, состоящие из стержневой и листовой арматуры, обеспечивают требуемую нормами огнестойкость

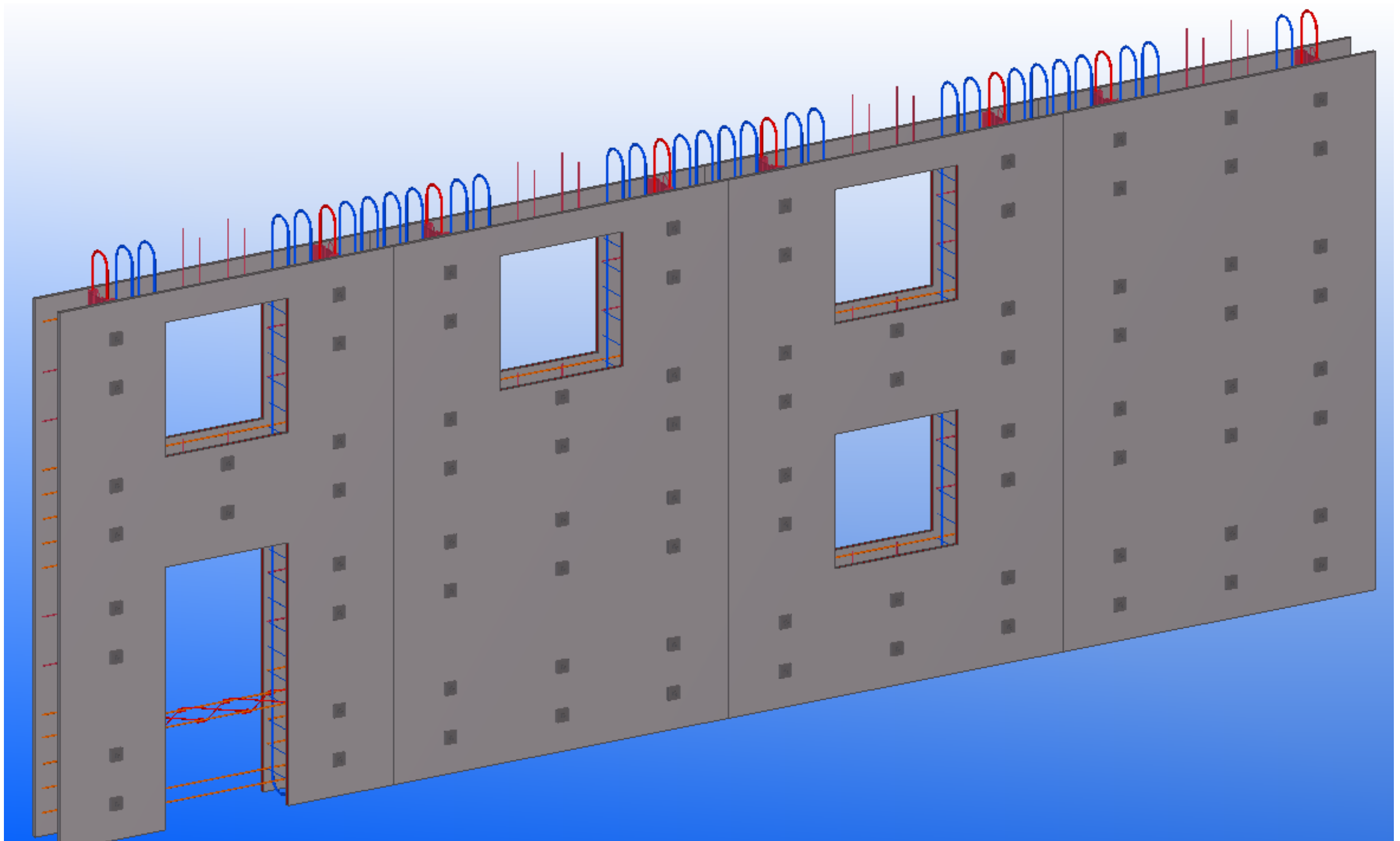
Конструкция армоблока с использованием стального листа в качестве несъемной опалубки



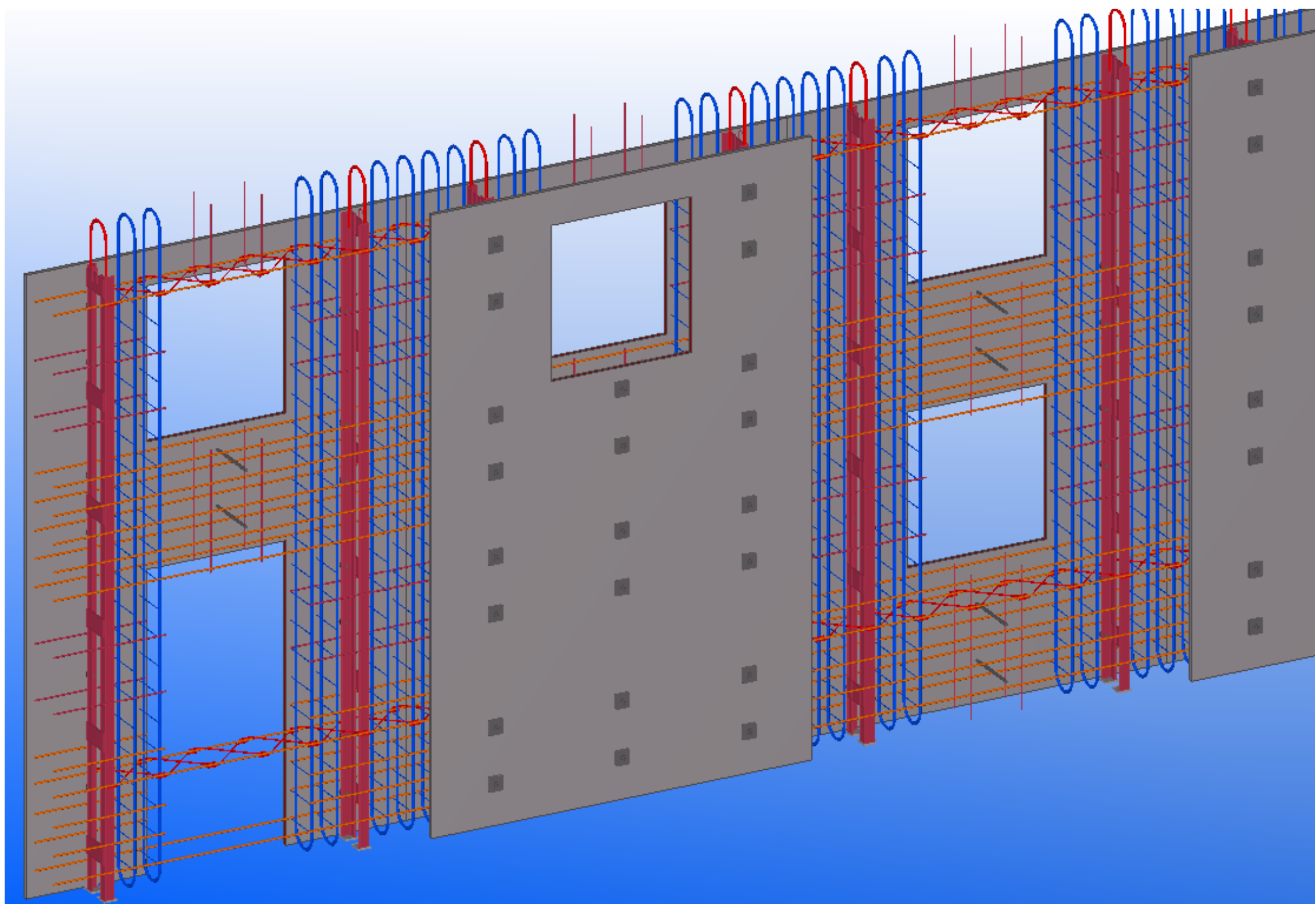
Стеновой армоблок с использованием фибробетонных плит (Размер 11800x4400x400)



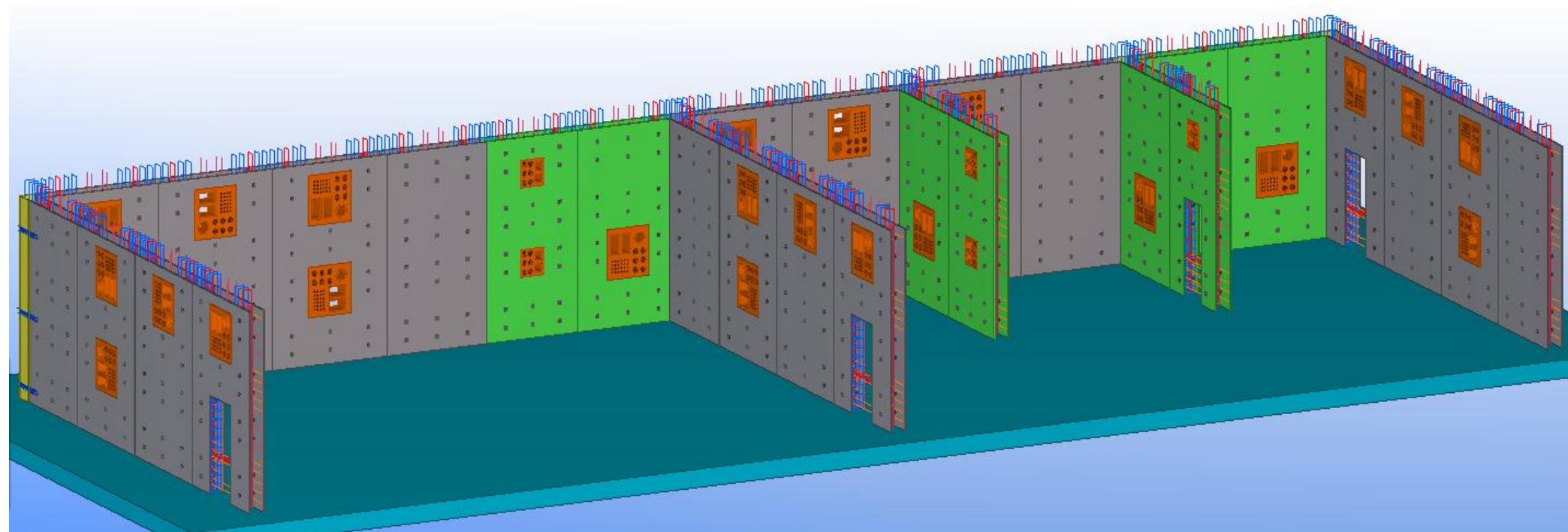
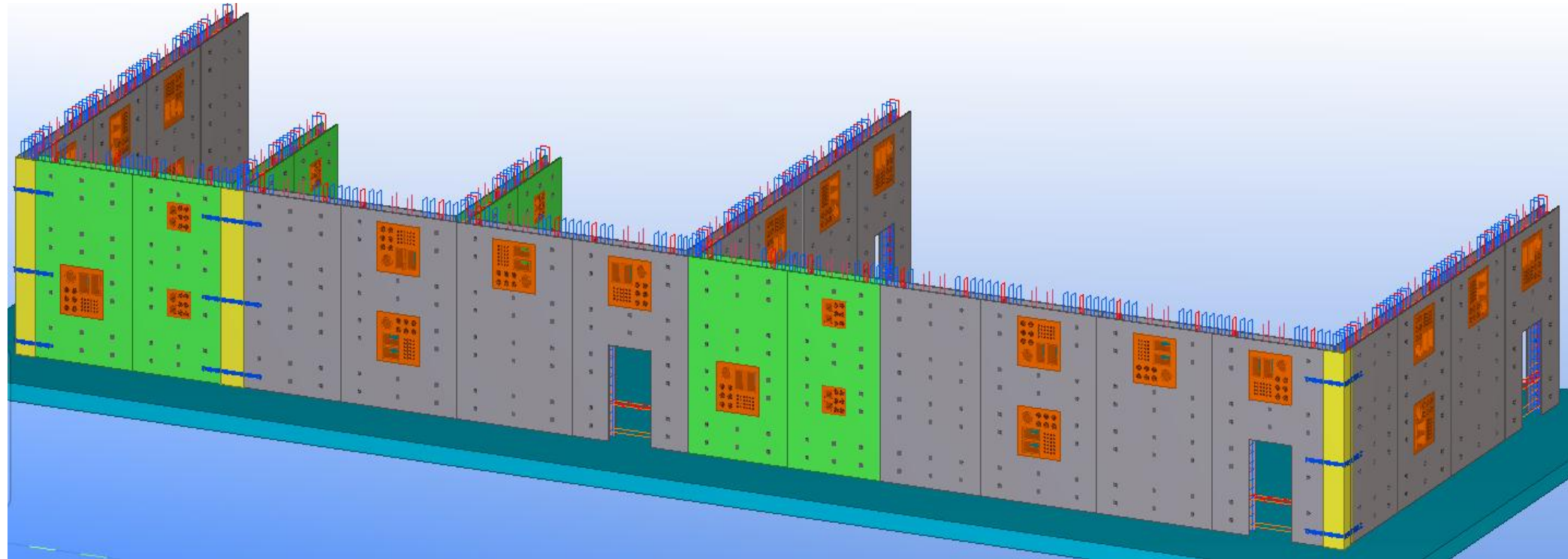
Стеновой армоблок с использованием фибробетонных плит (Размер 11800x4400x400)

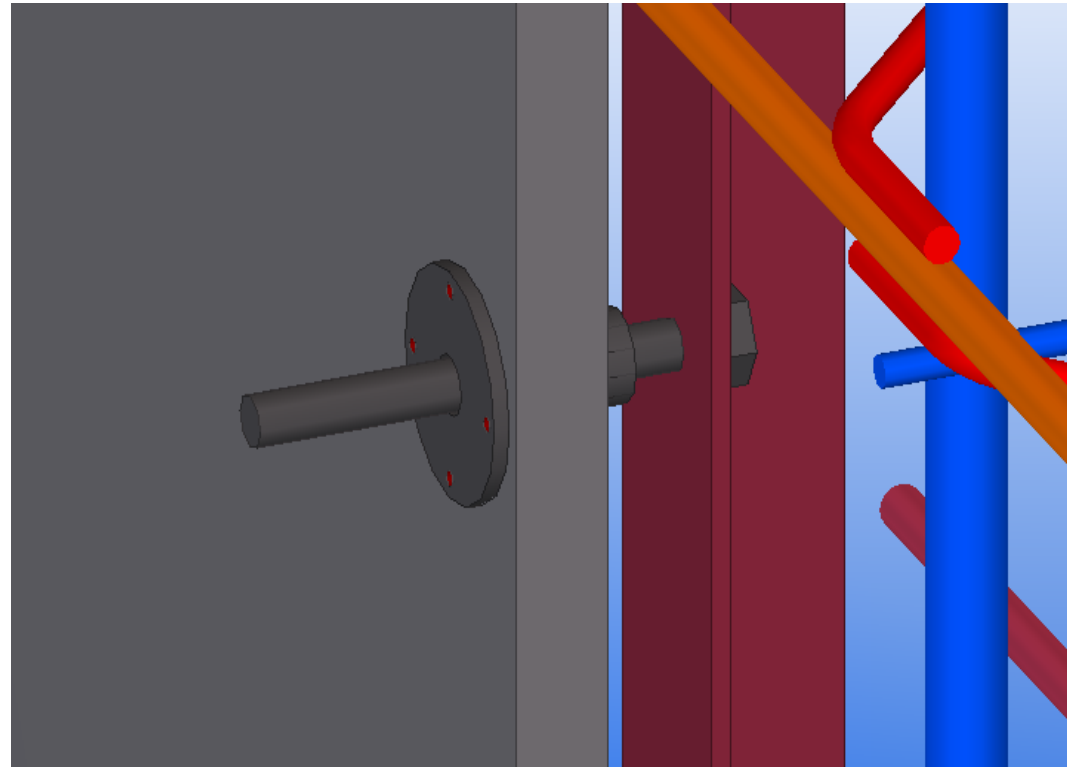
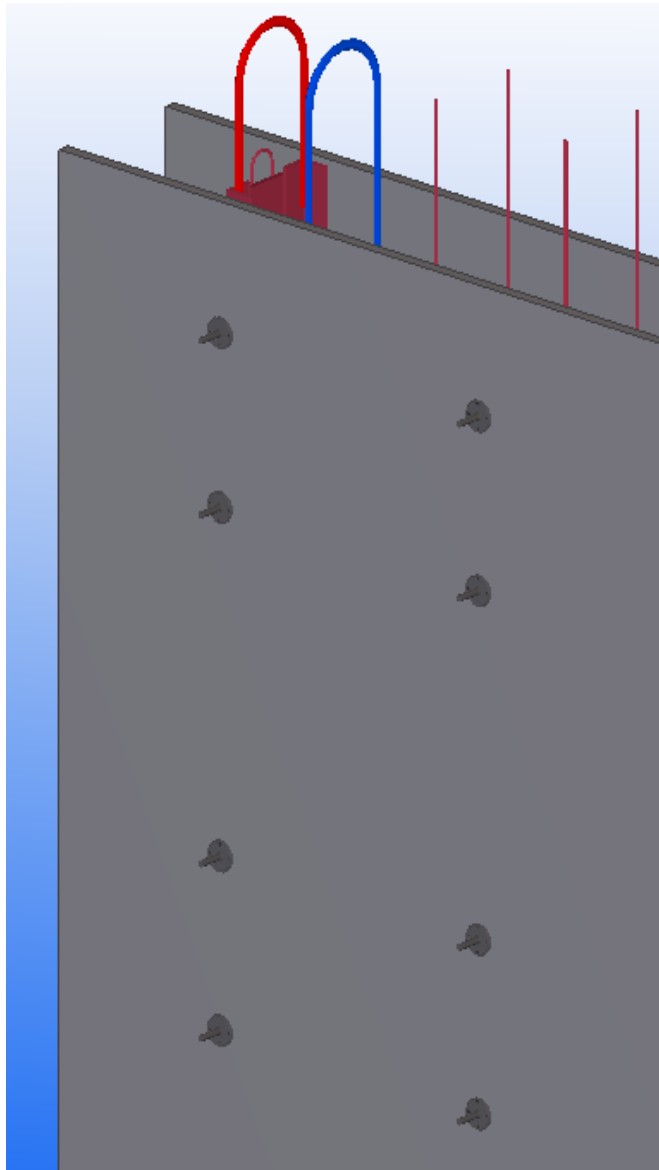


Стеновой армоблок с использованием фибробетонных плит (Размер 11800x4400x400)

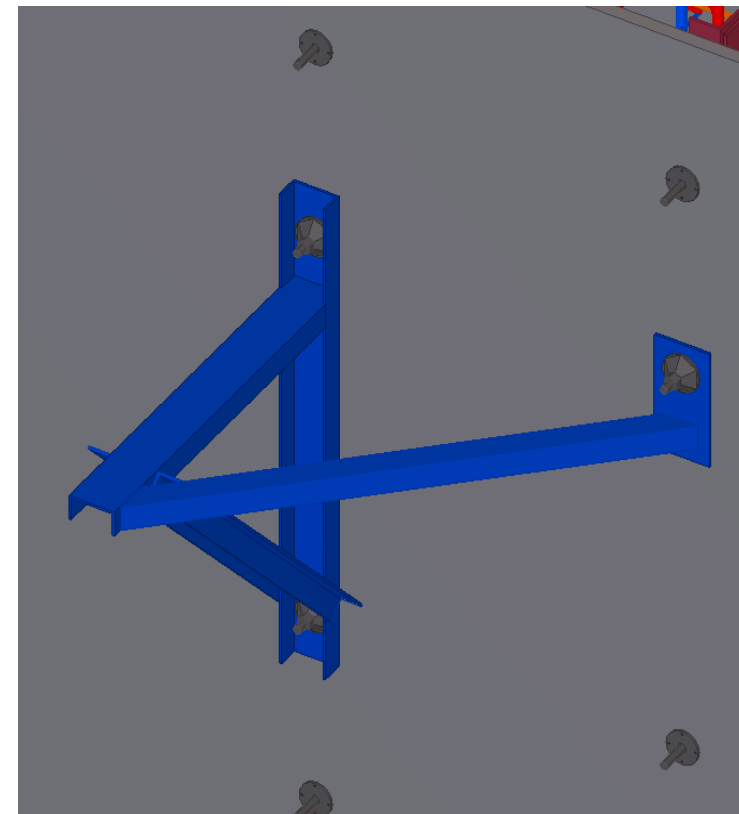


Фрагмент помещения из стеновых армоблоков с использованием фибробетонных плит и блокпроходов

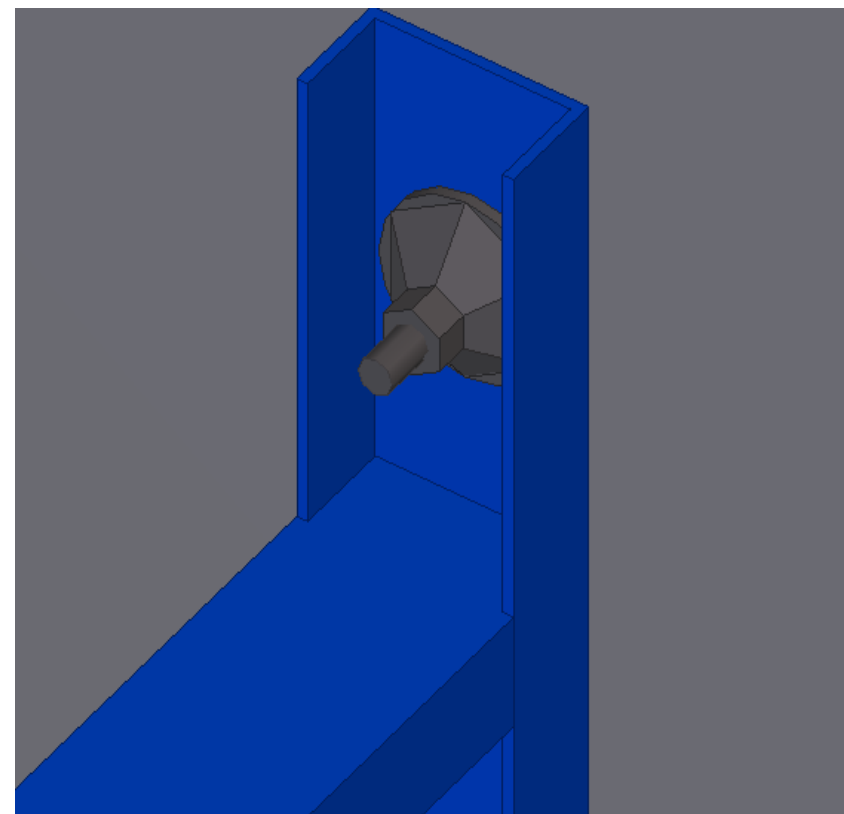




Узел крепления
фибробетонной плиты

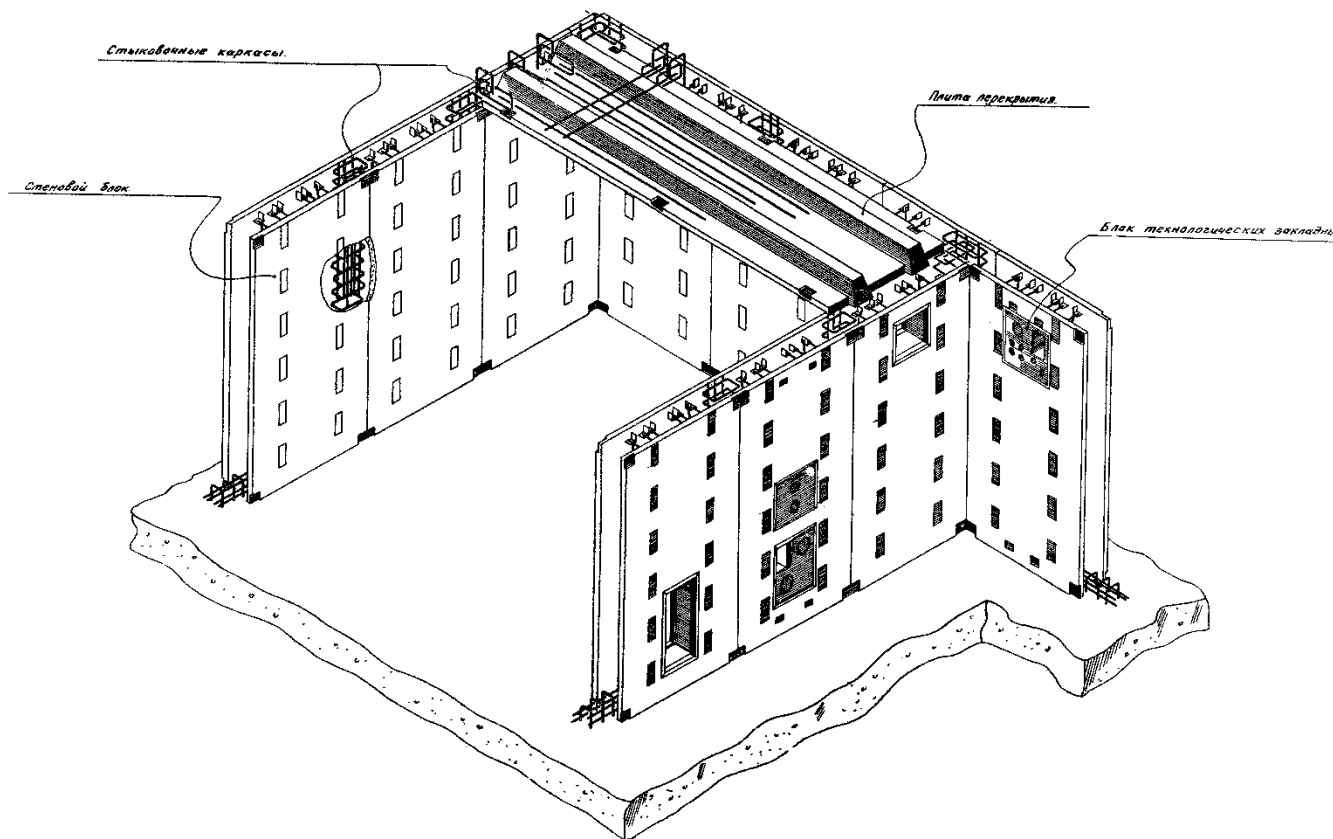


Узел крепления
консольной опоры

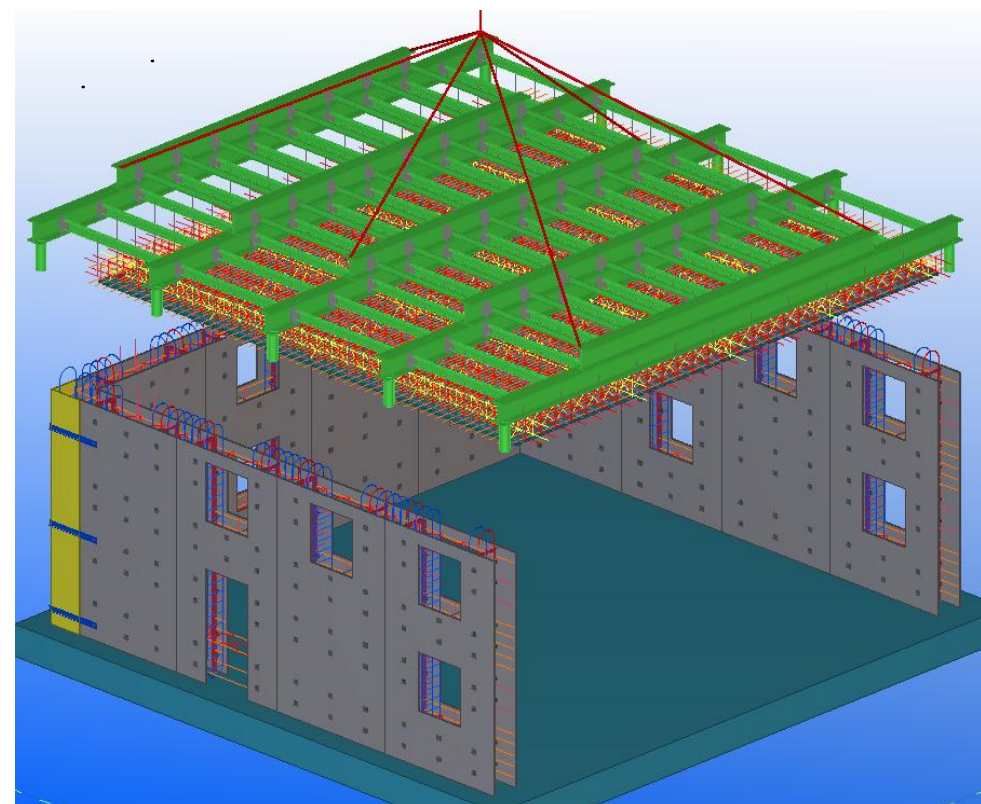
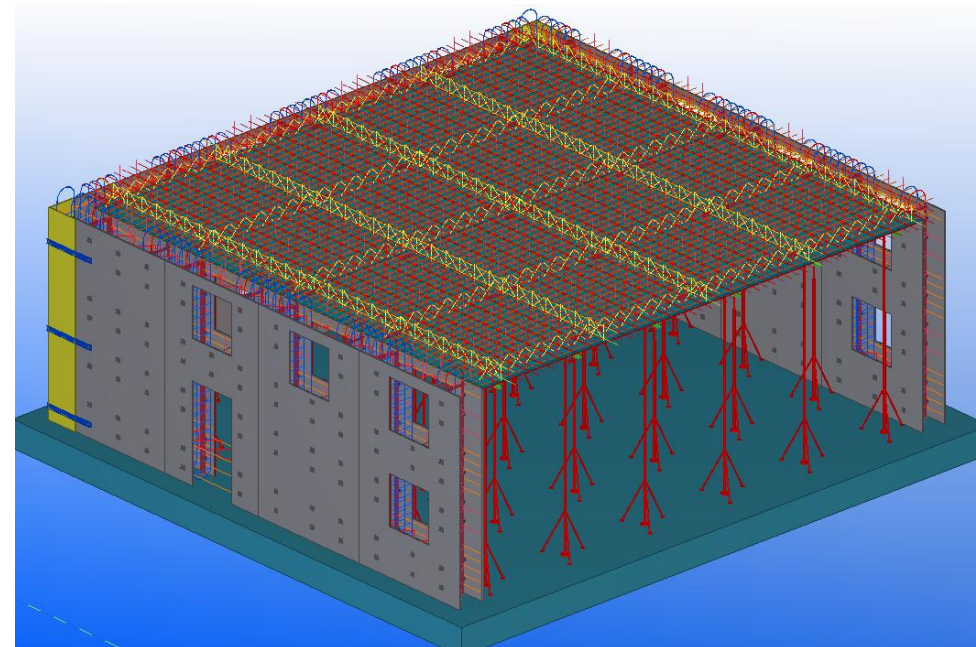


Конструкции обстройки и фундаментной части

АЭС с РУ В320

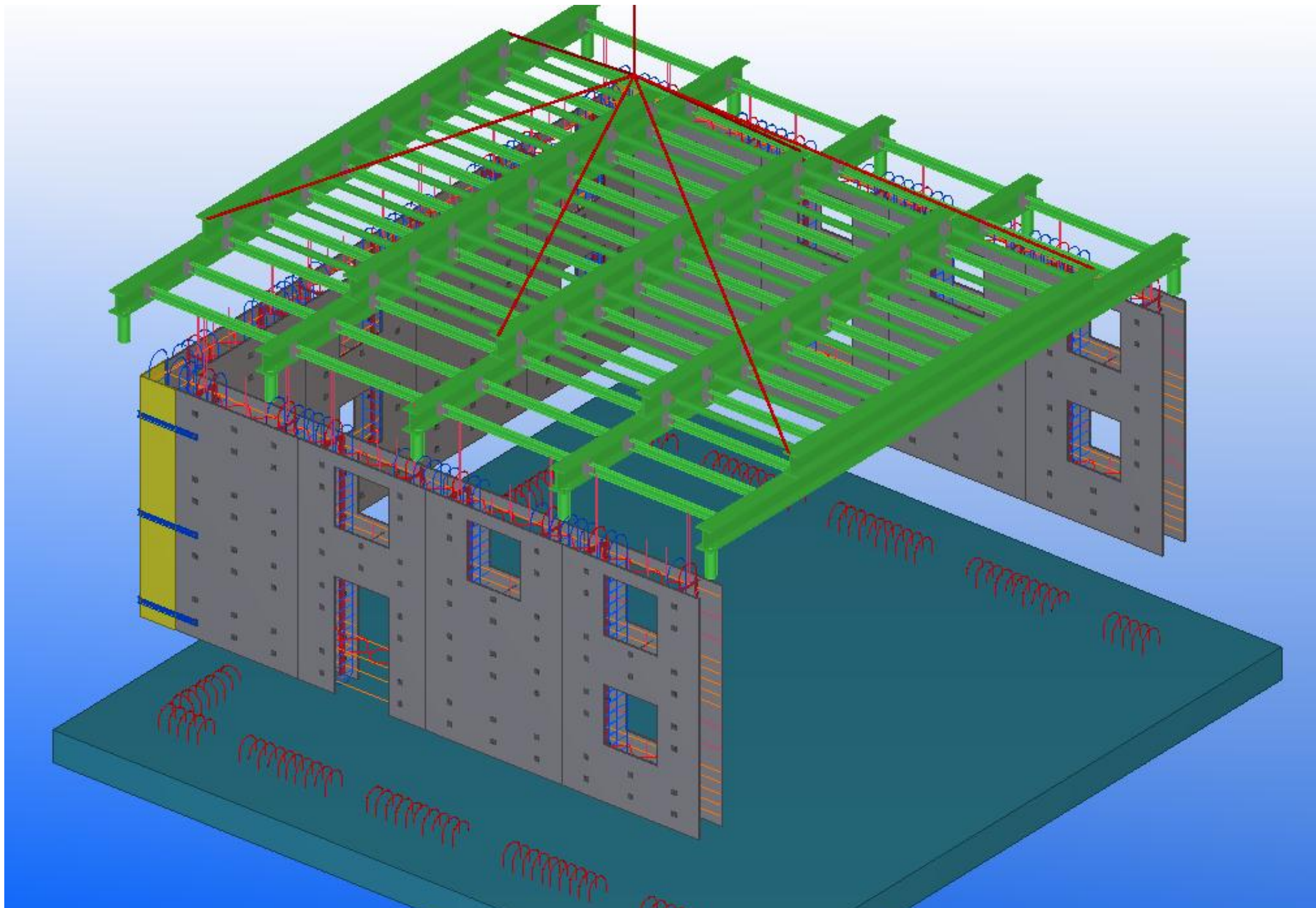


АЭС ВРЭР-ТОИ

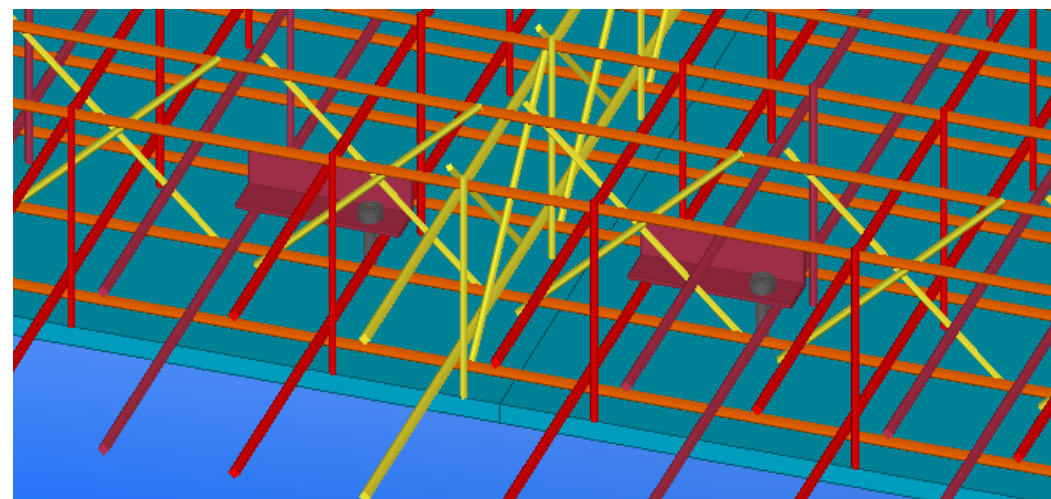
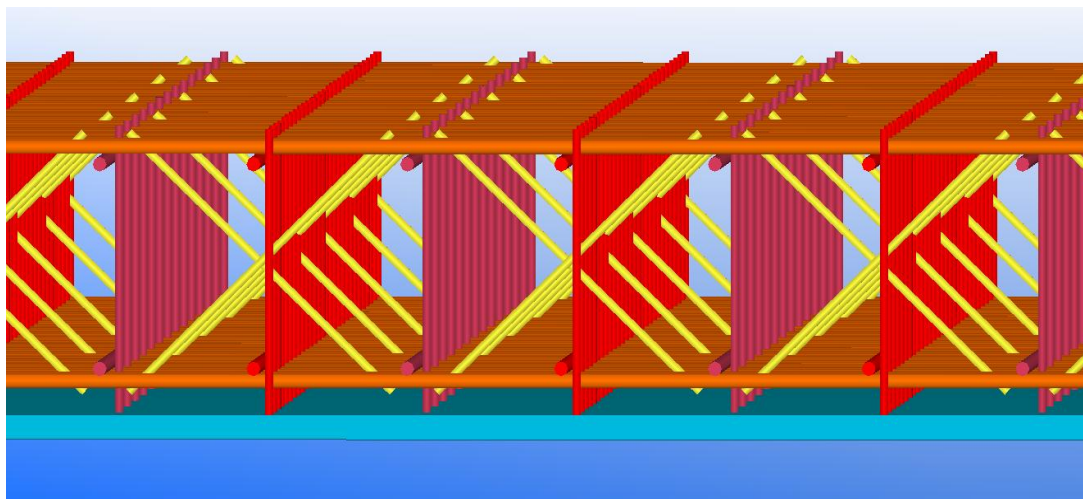
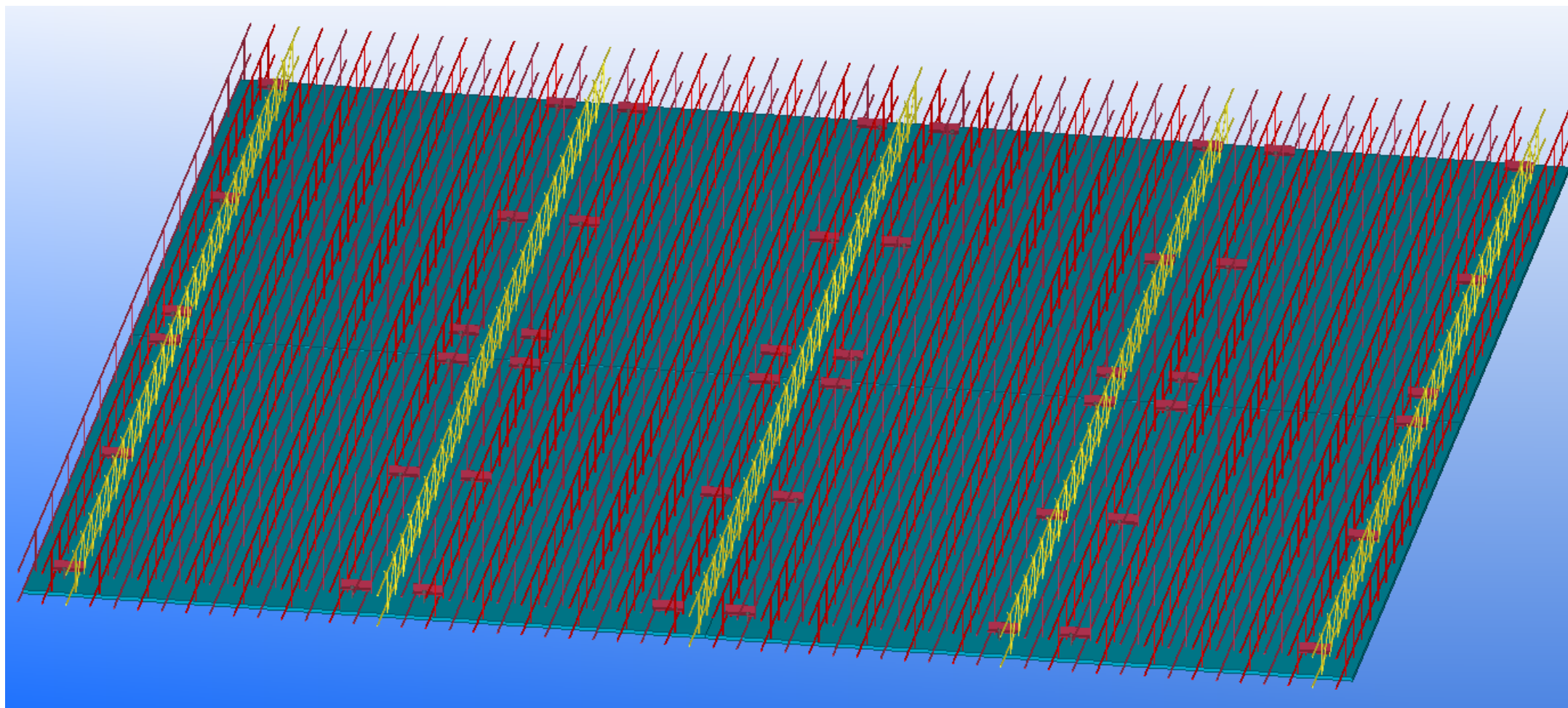


	АЭС с РУ В320	АЭС «ВВЭР-ТОИ»
Несъемная опалубка	Железобетонные панели толщиной 80 мм	Фибробетонные панели толщиной 30 мм
Вес 1 м³ монтажного блока толщиной 600 мм	800 кг	375 кг
Класс монолитного бетона	В15 (М200)	В30 - В50
Экономия бетона	20%	
Рабочая арматура	А400 (АIII)	А600С
Экономия арматуры	25%	

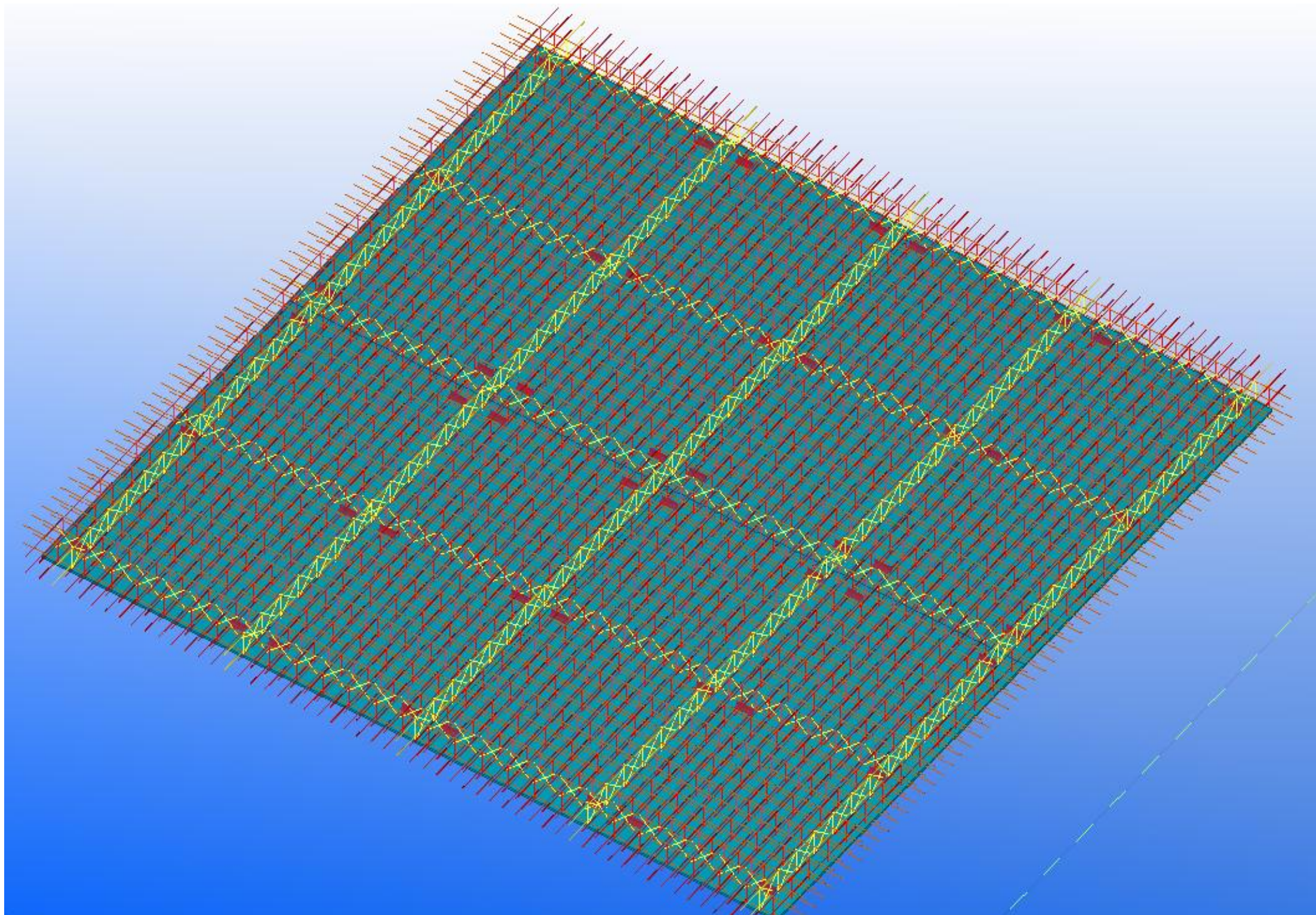
Установка пространственного армоблока стен в проектное положение



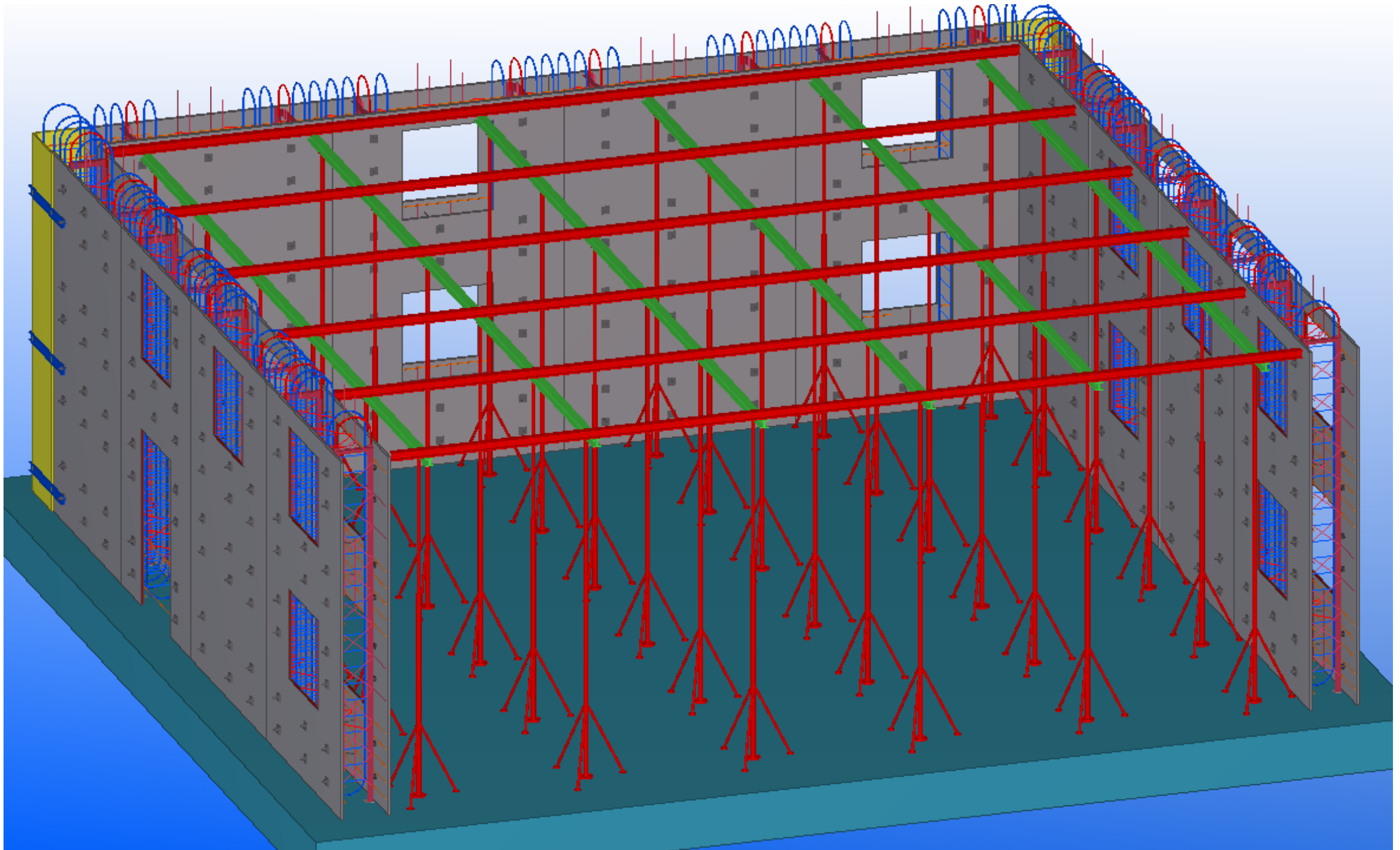
Армоблок перекрытия с использованием фибробетонных плит в качестве несъемной опалубки (Размер 11100x10800x400)



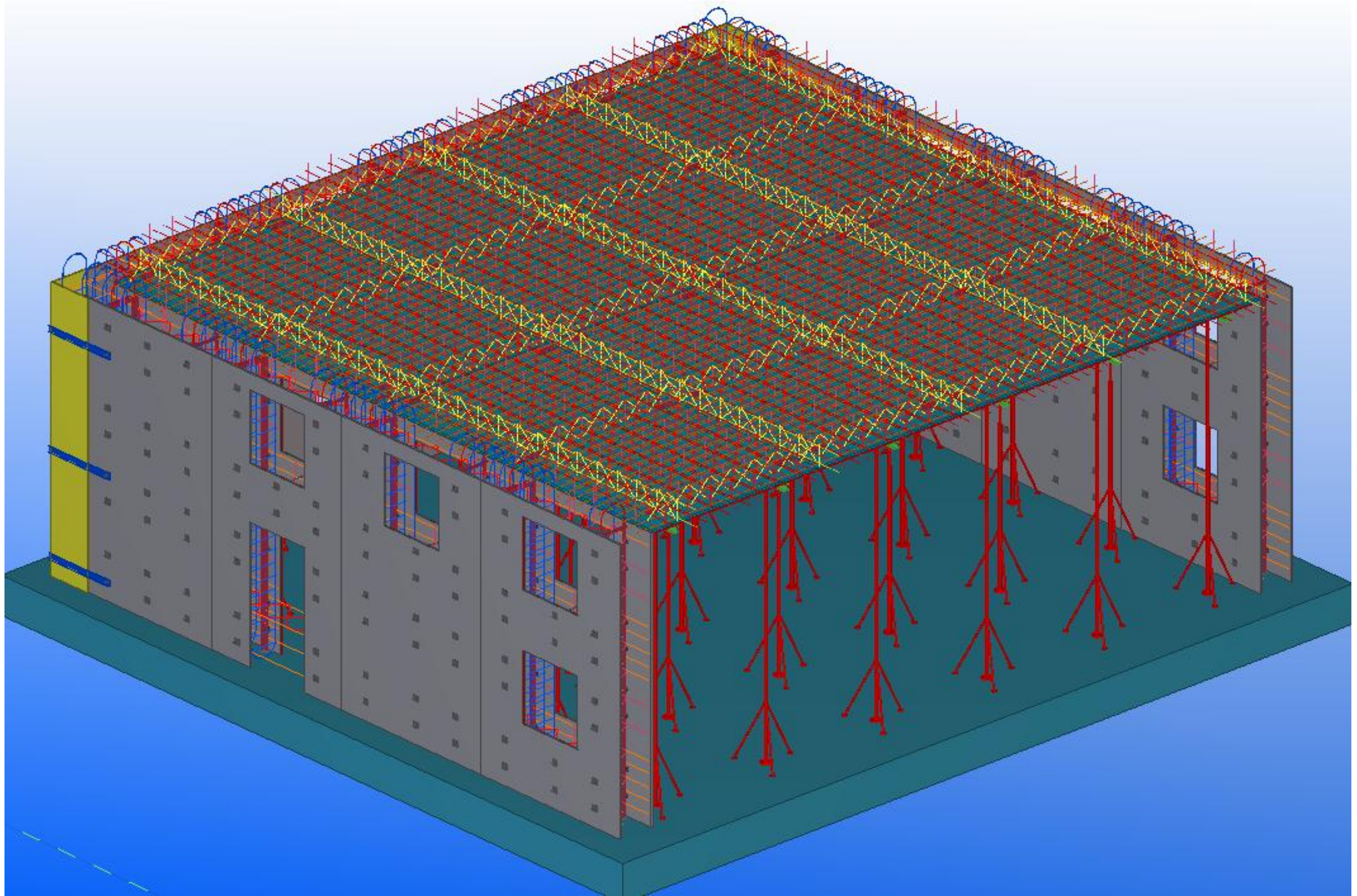
Армоблок перекрытия с использованием фибробетонных плит в качестве несъемной опалубки (Размер 11100x10800x400)



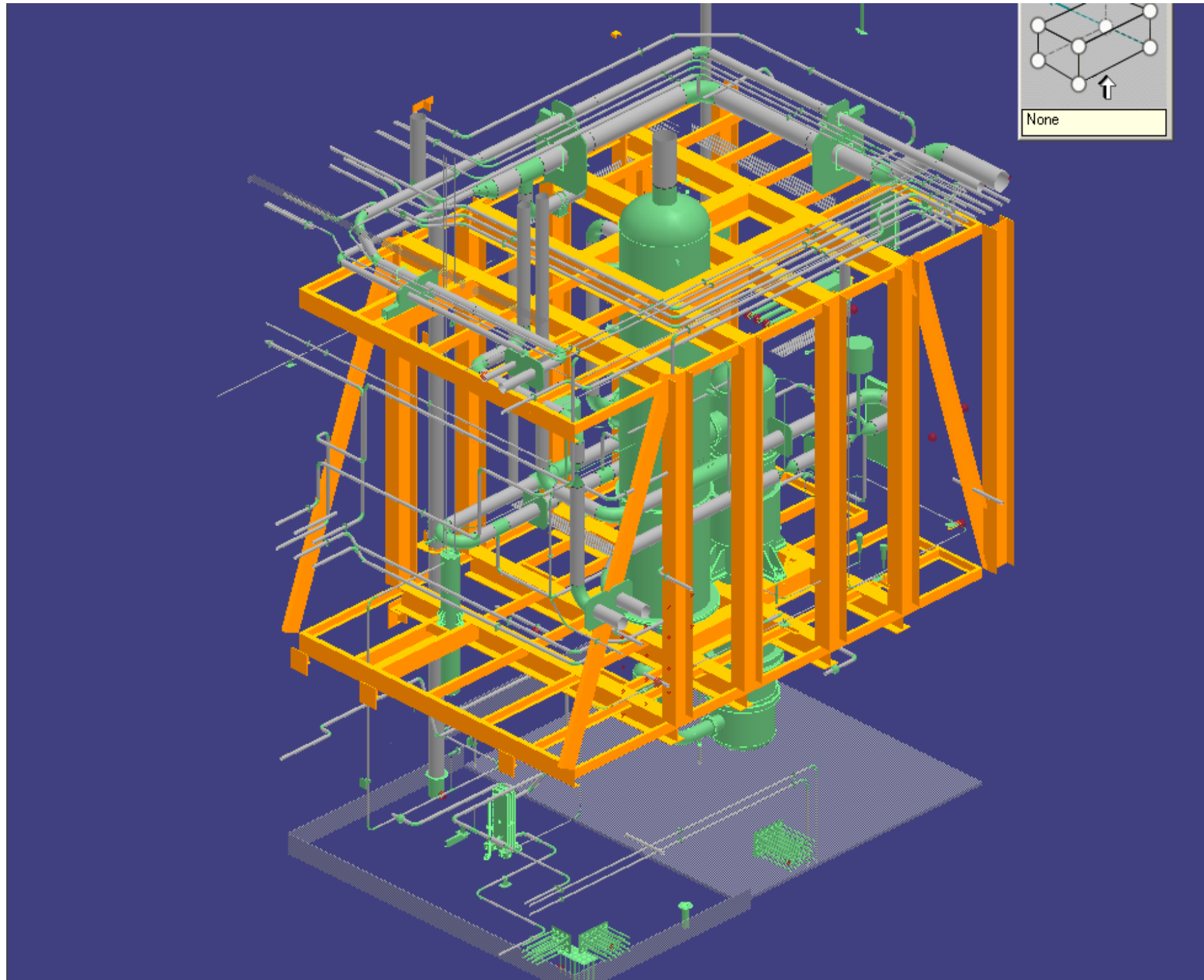
Установка системы поддерживающих балок и стоек



Установка армоблока перекрытия на поддерживающие конструкции



Монтажный блок: технологическая система и металлоконструкции площадок обслуживания



Установка армоблока перекрытия в проектное положение

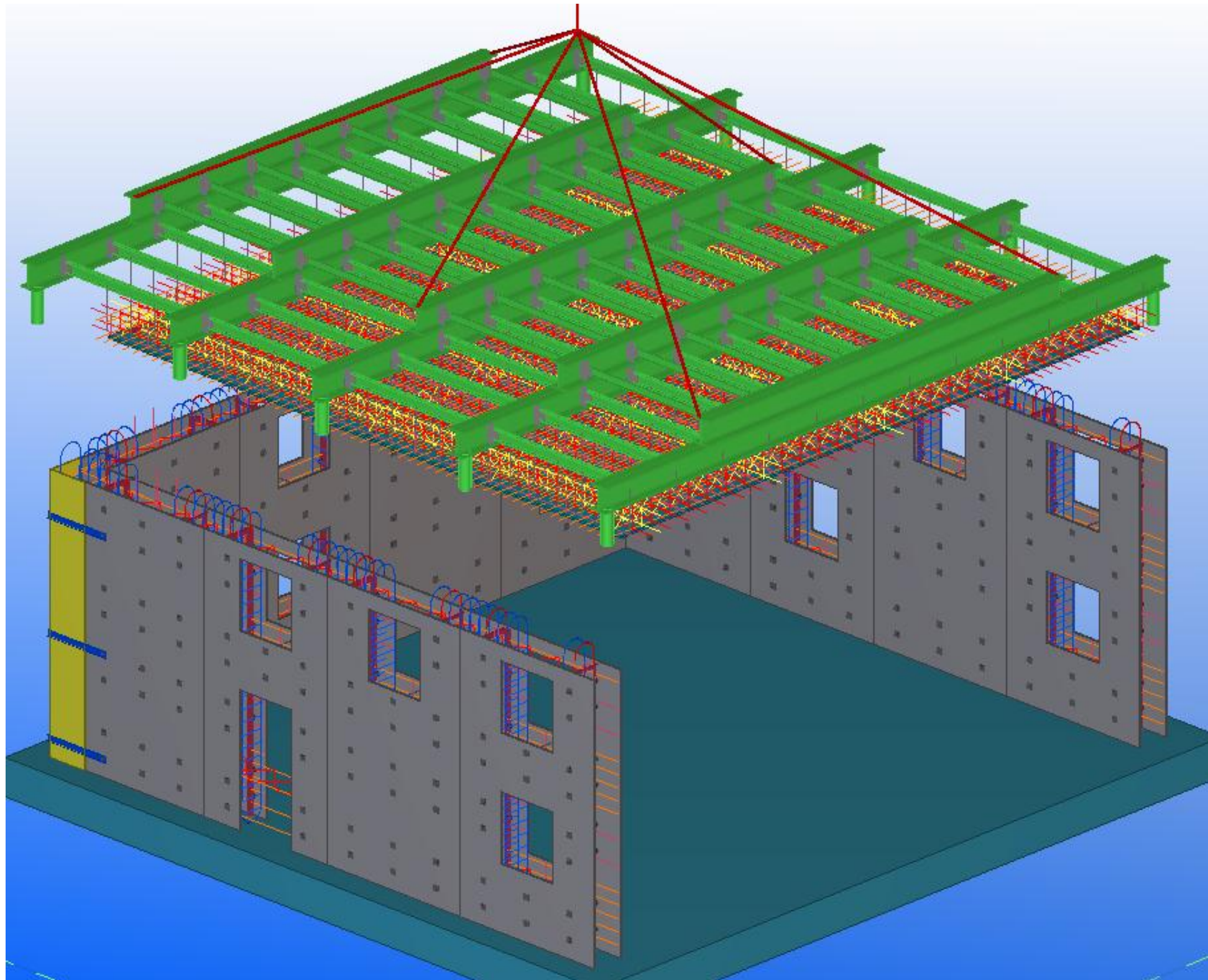
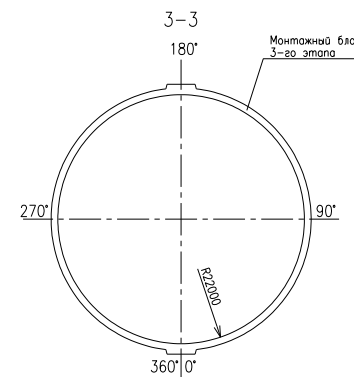
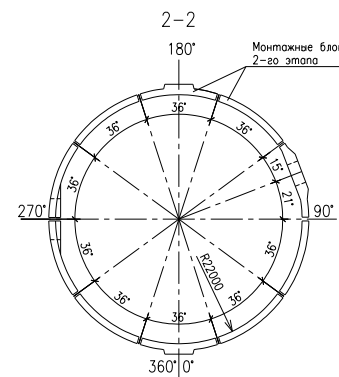
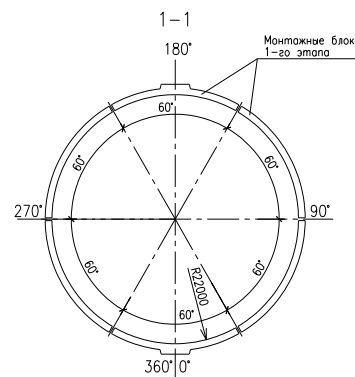
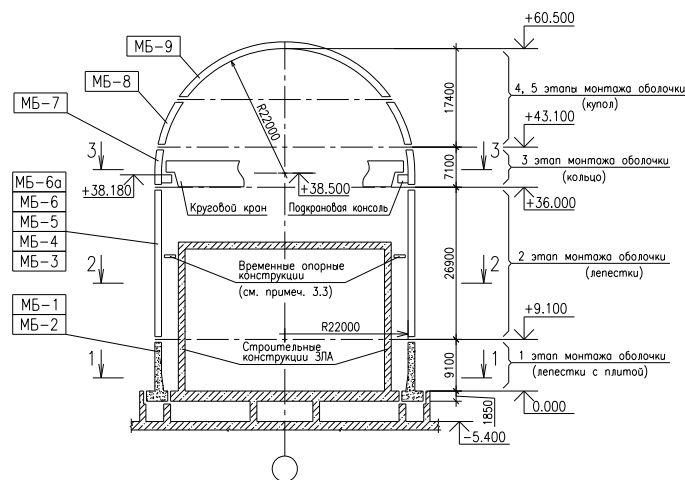
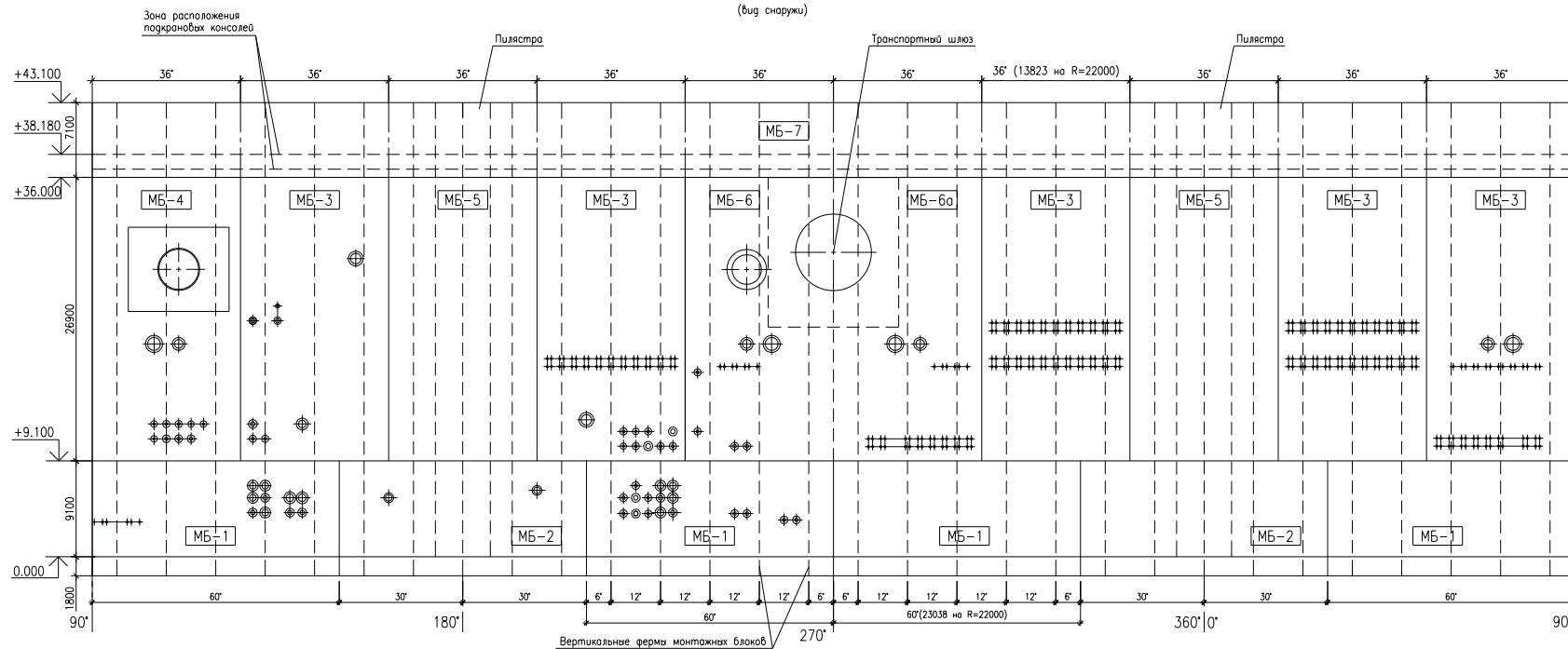


СХЕМА РАЗБИВКИ ВНУТРЕННЕЙ ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ
НА МОНТАЖНЫЕ БЛОКИ



РАЗВЕРТКА ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ
(вид снаружи)



МАССА МОНТАЖНЫХ БЛОКОВ

Марка	Количество, шт.	Масса, кг		Примечание
		Марки	Всех	
1	2	3	4	6
МБ-1	4	105000	420000	Масса блоков указана с учетом массы подкрановых консолей, канализационных и инженерных колодезей СПЗО
МБ-2	2	125000	250000	
МБ-3	5	110000	550000	
МБ-4	1	145000	145000	
МБ-5	2	155000	310000	
МБ-6, МБ-6а	2	150000	300000	см. п. 5
МБ-7	1	500000	500000	
МБ-8	1	не более 500000	не более 500000	
МБ-9	1	не более 500000	не более 500000	

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

МБ - Блок монтажный