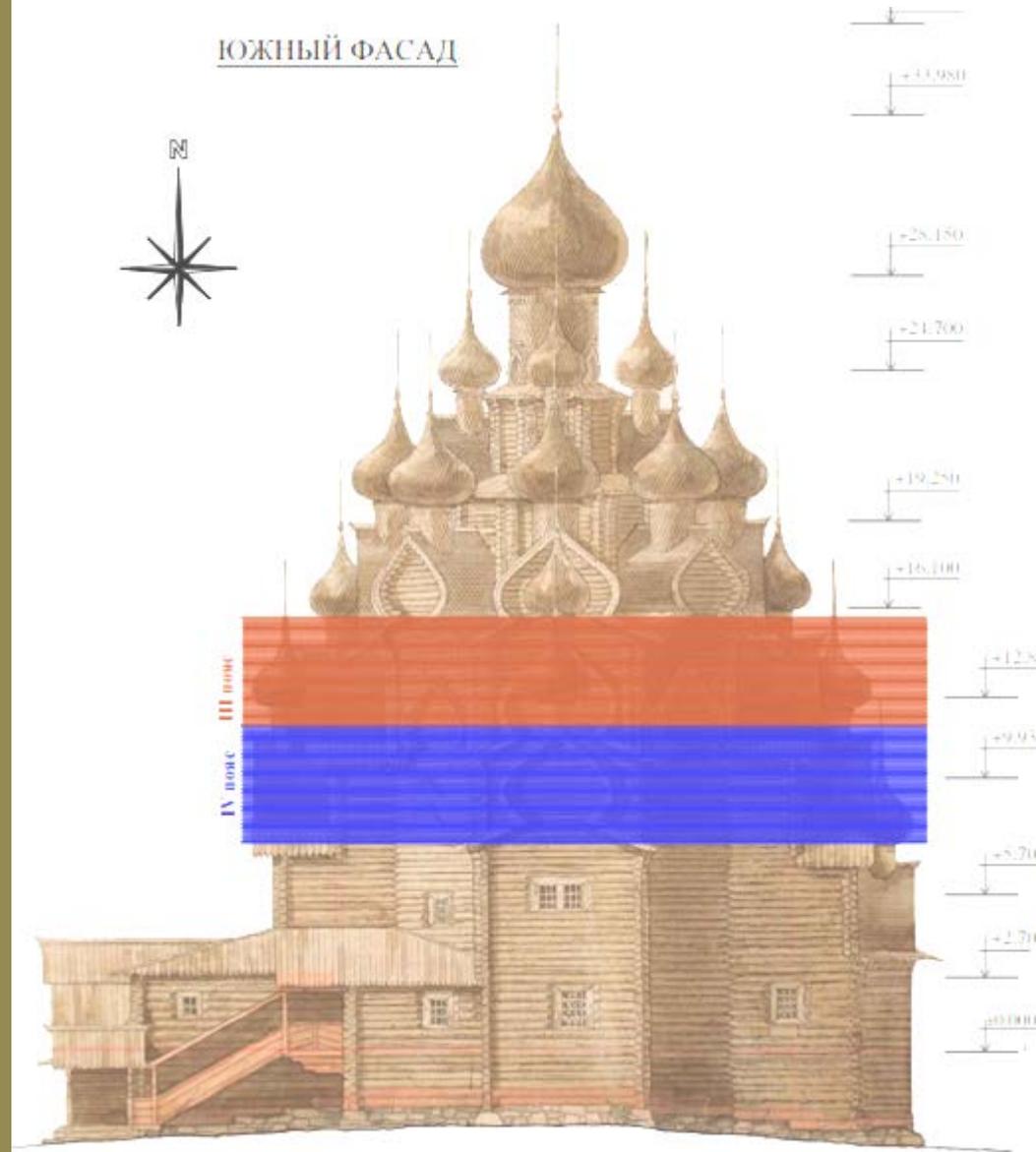
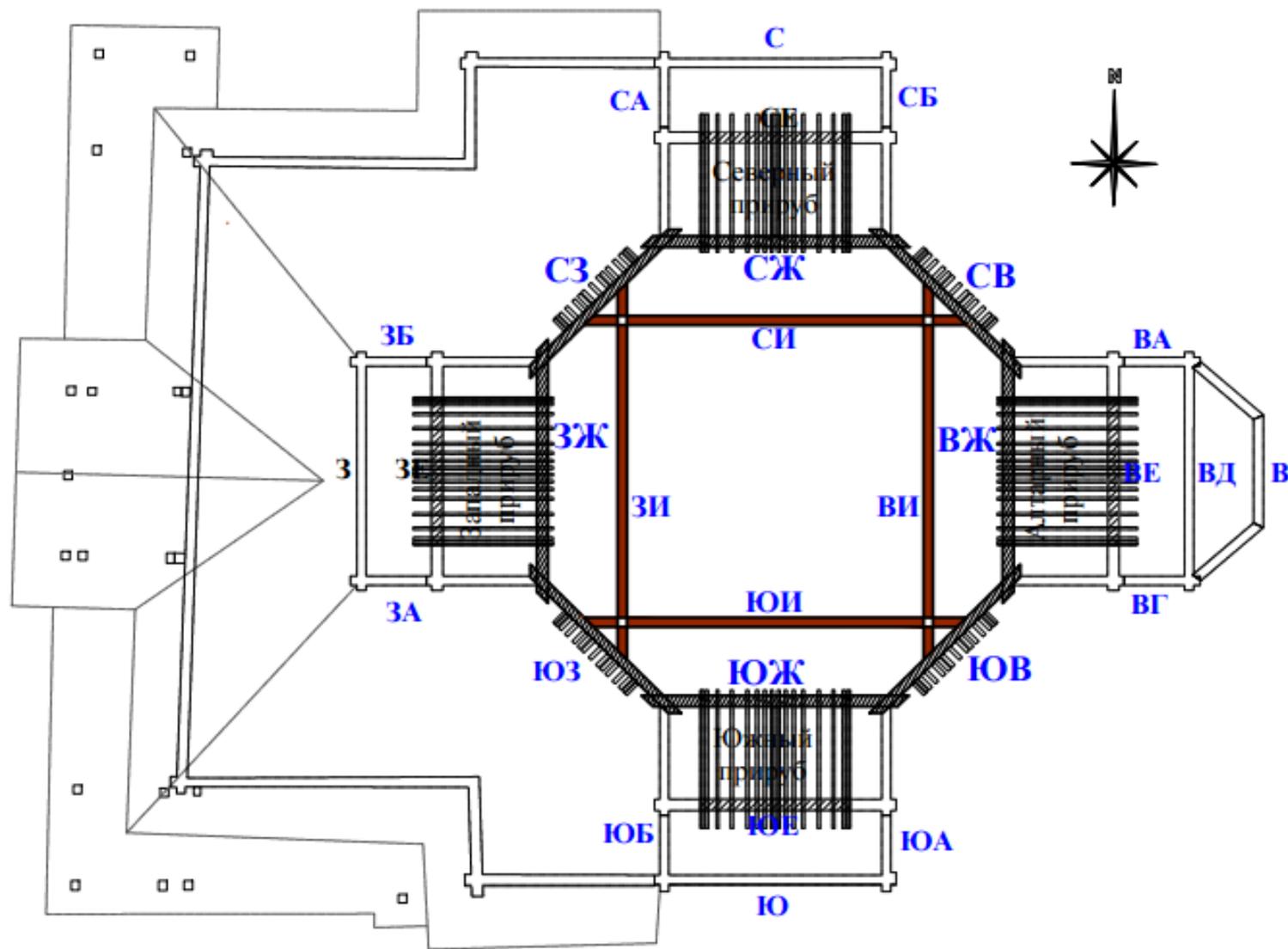


# Расчёт деревянных срубовых конструкций Преображенской церкви в Кижях

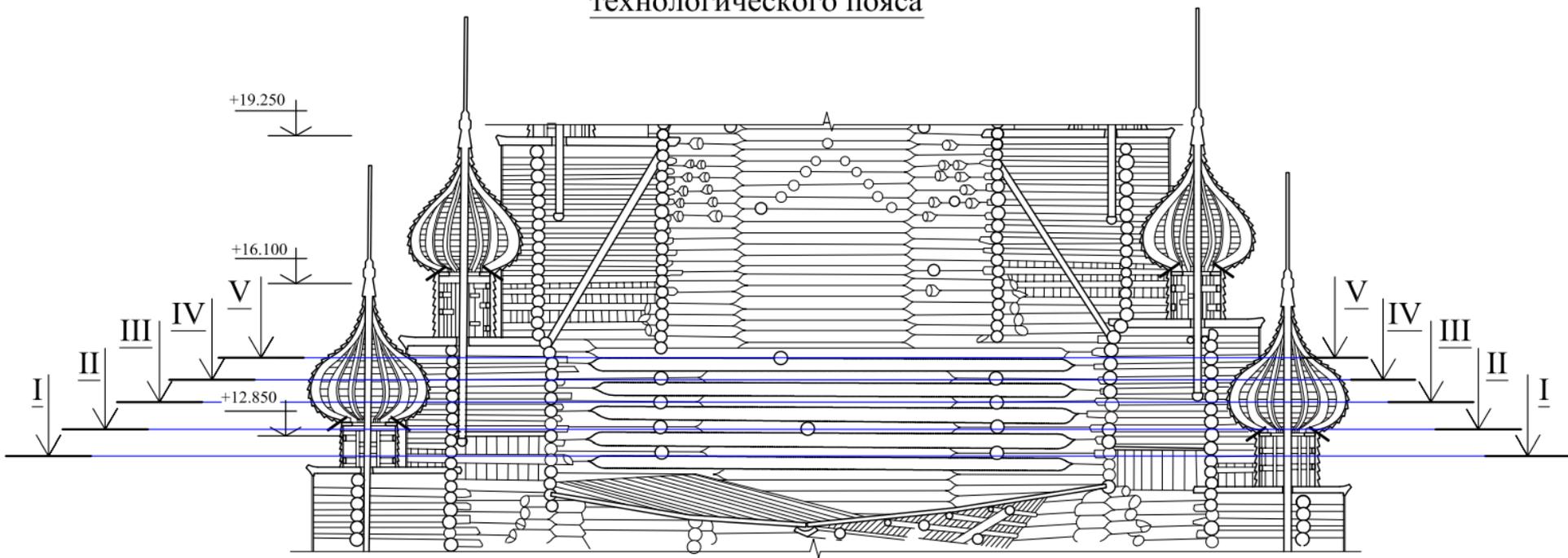
Шашкин Константин Георгиевич



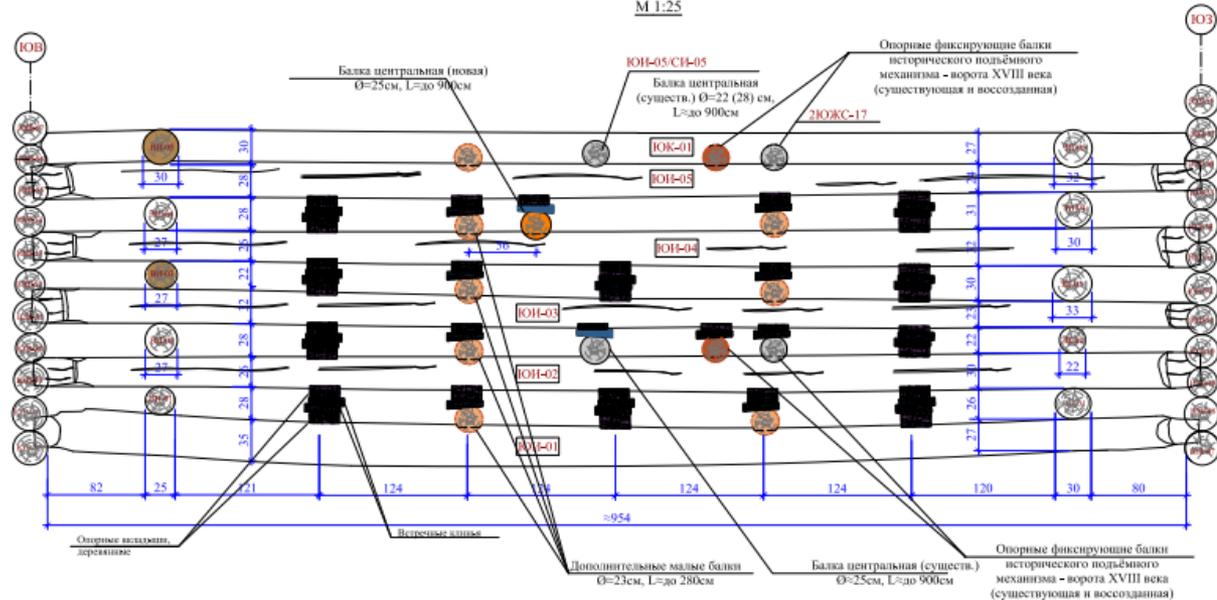
ПЛАН-СХЕМА  
III-го технологического пояса  
(с 45-го по 58-й венцы)



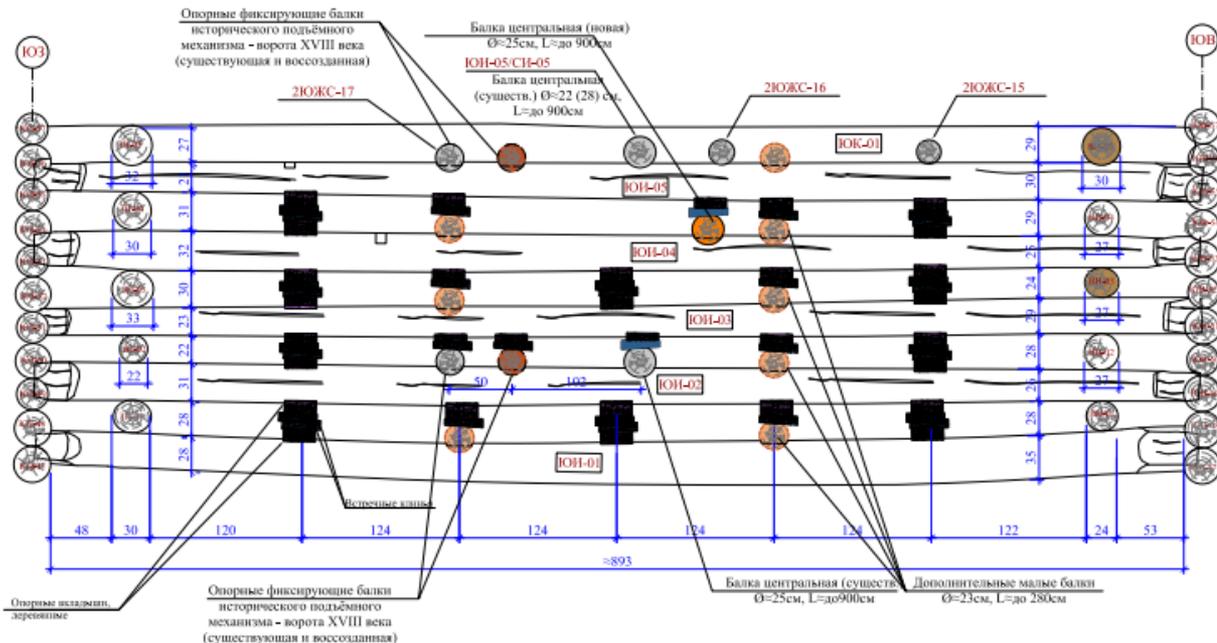
Фрагмент разреза с четвериковыми балками и  
системой раскосов в уровне III-го  
технологического пояса



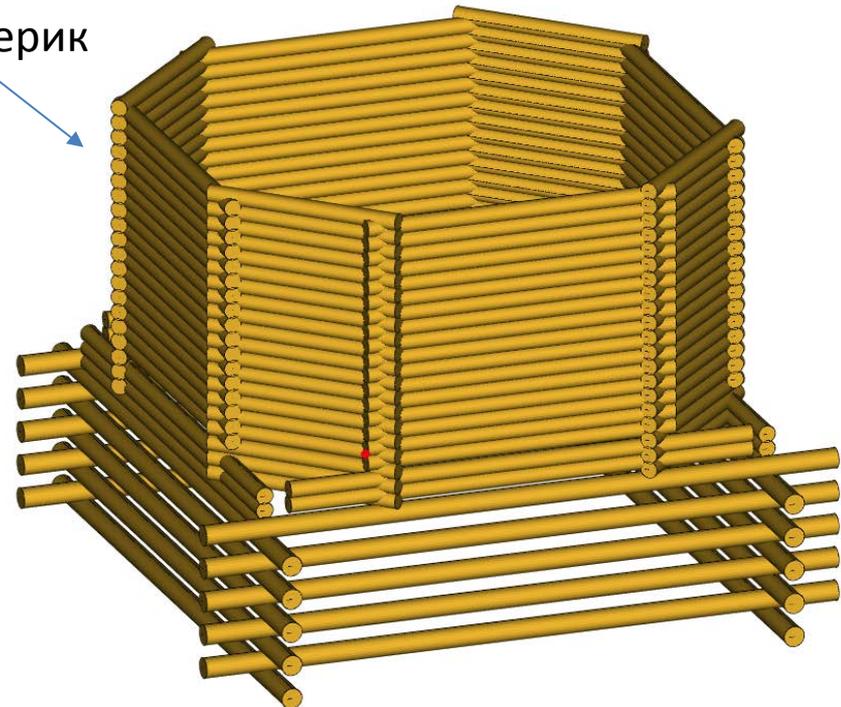
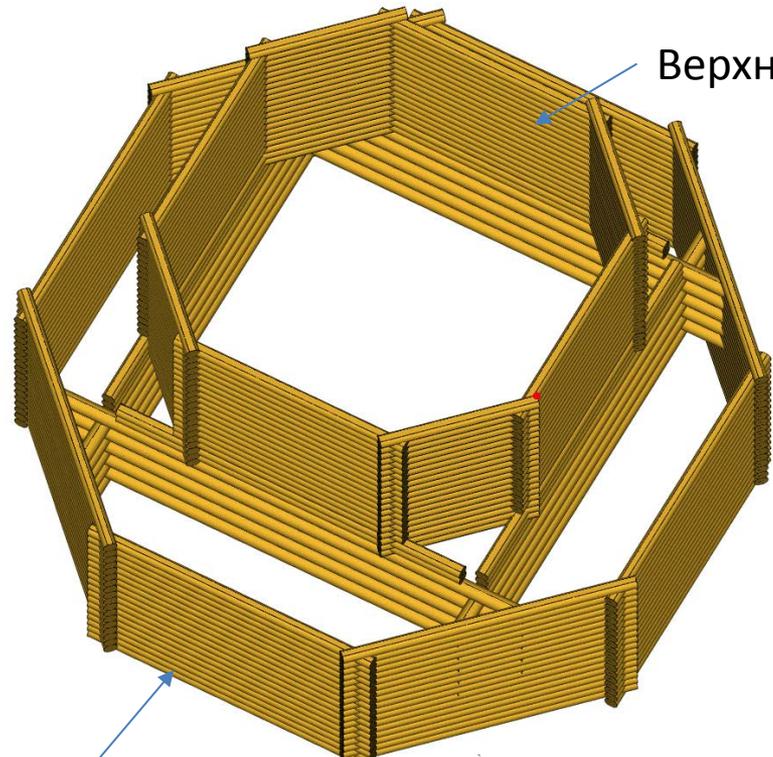
Вид Юв  
М 1:25



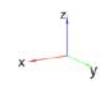
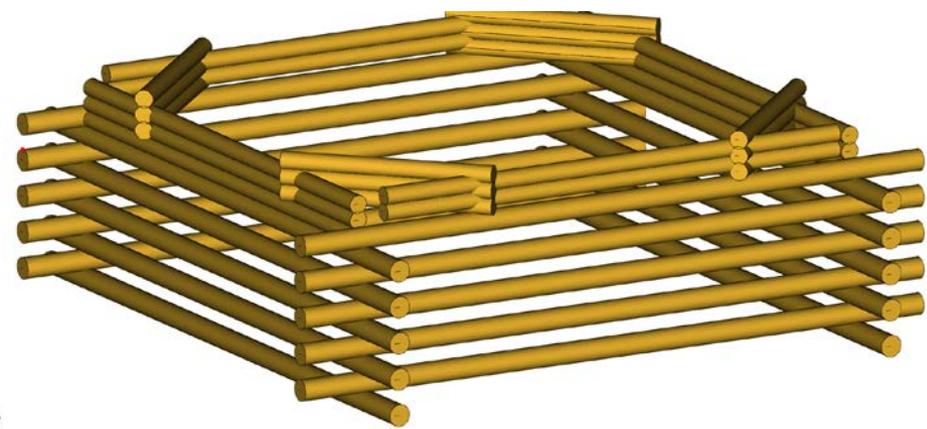
Вид Юи  
М 1:25



Верхний восьмерик

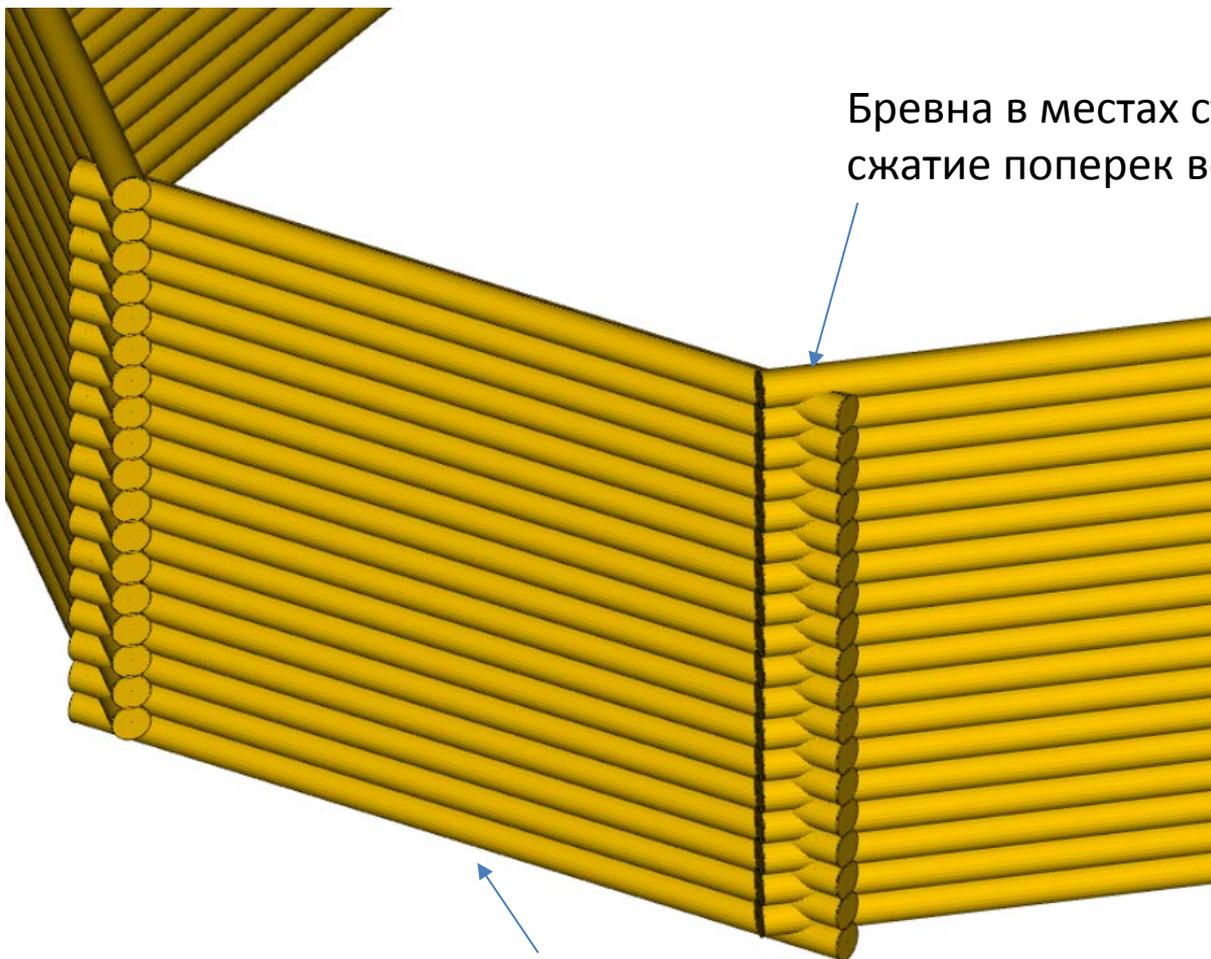


Нижний восьмерик



Переходная конструкция («четвериковые балки»)

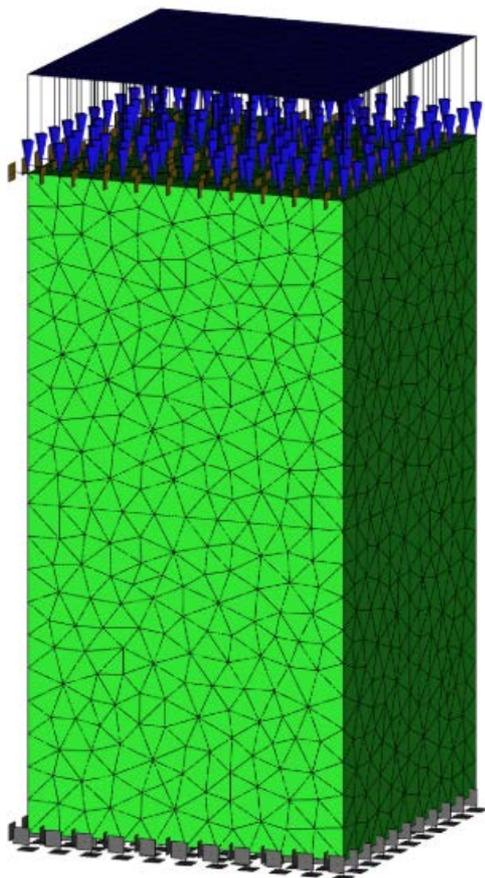
## Особенности работы срубовых конструкций



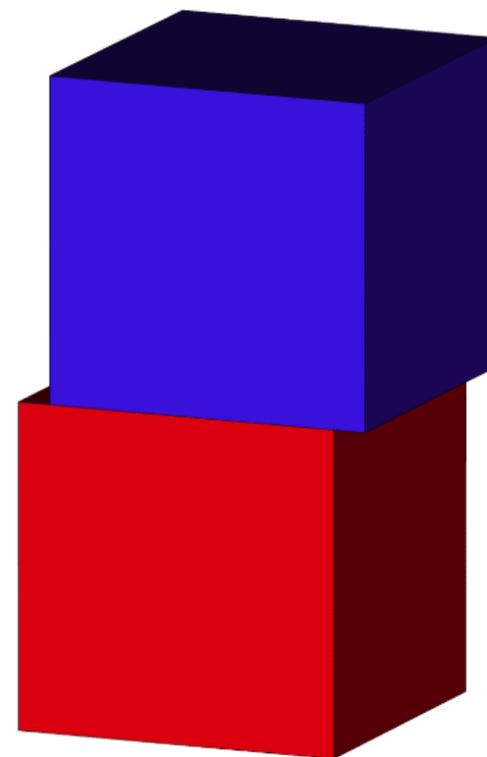
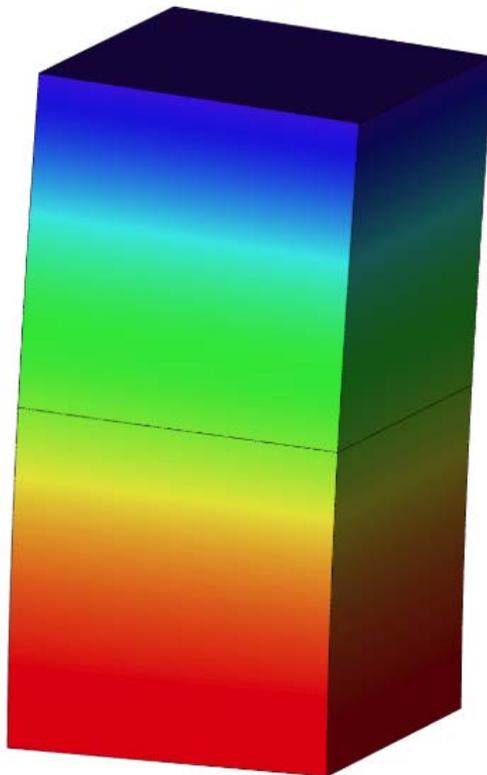
Бревна в местах стыков работают на сжатие поперек волокон

Бревна между стыками работают как балки на изгиб (работа древесины вдоль волокон)

# Контактное взаимодействие тел в программе IEECloud

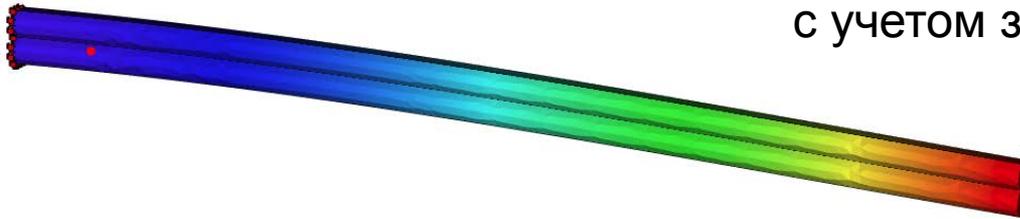
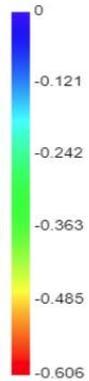


Контакт с  
зацеплением

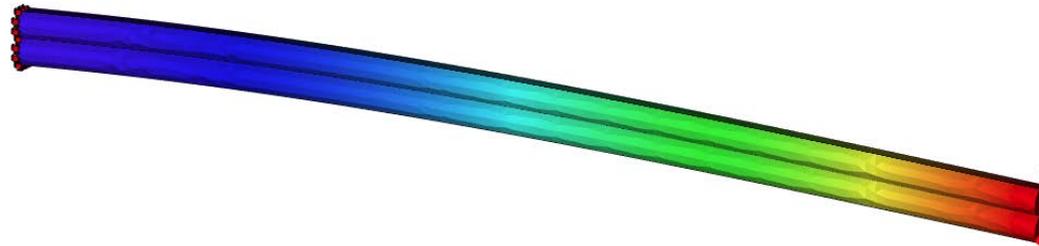
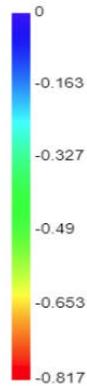


Контакт без трения

# Тестовая задача о взаимодействии консольных балок при изгибе



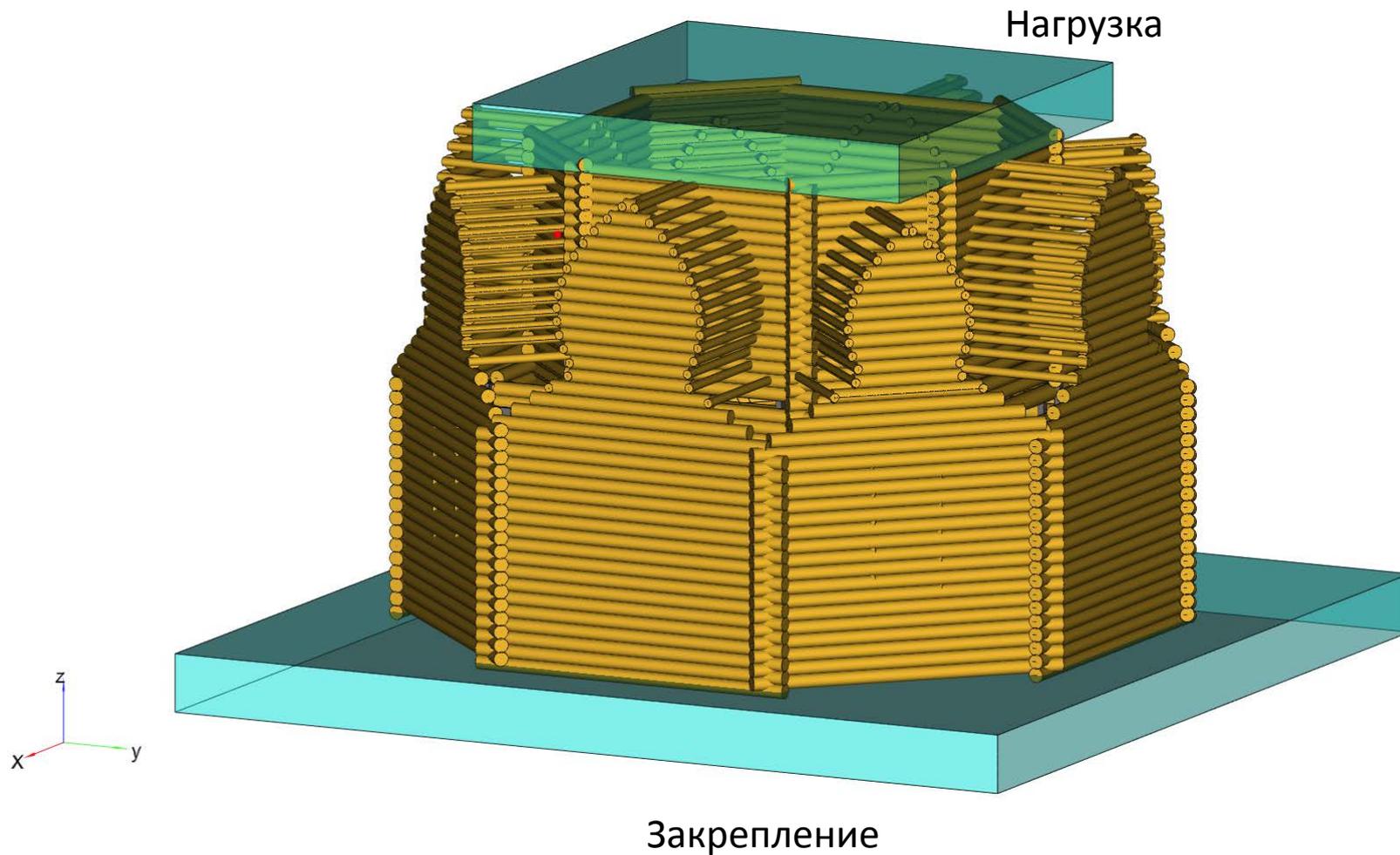
с учетом зацепления



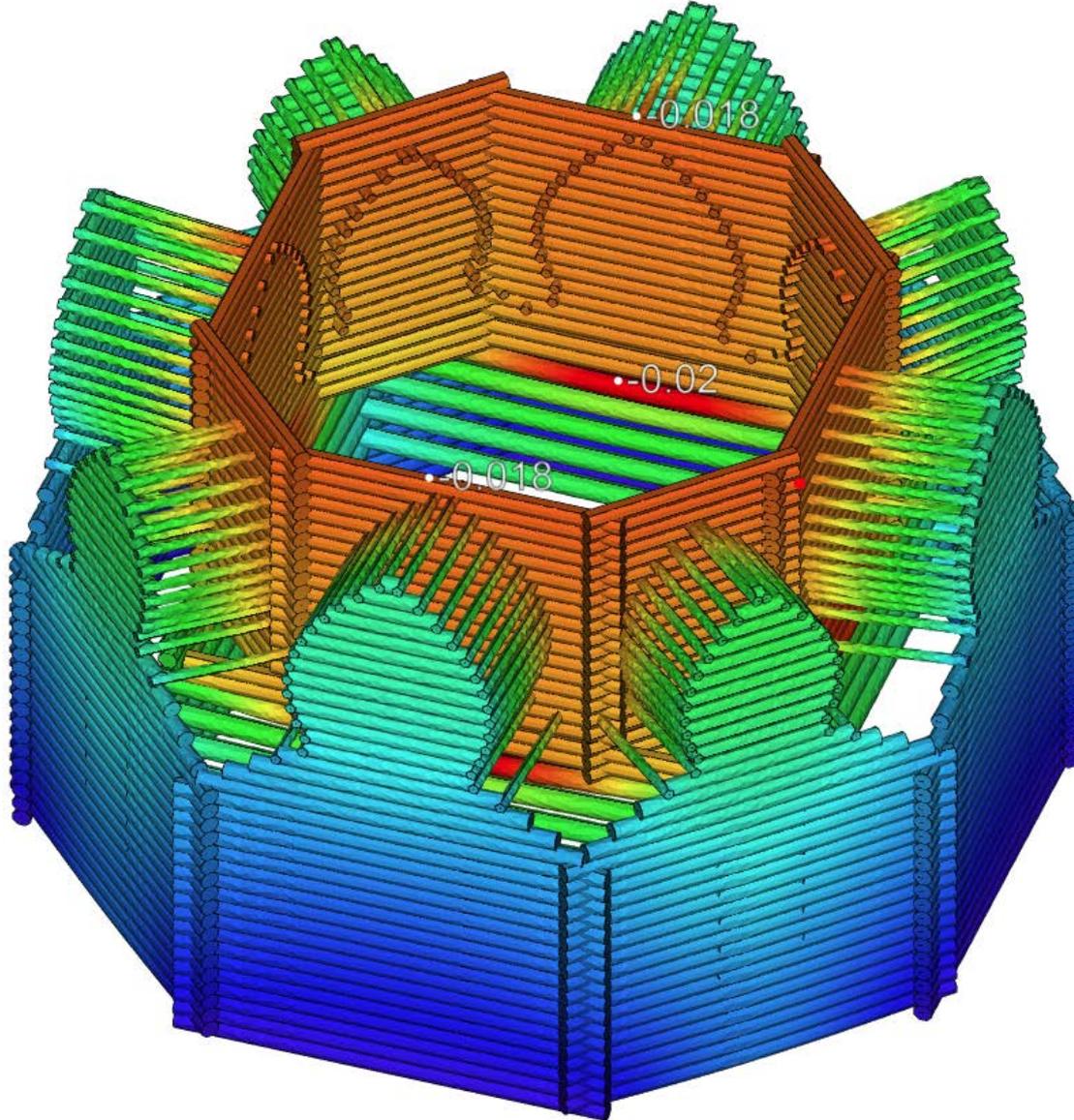
с учетом проскальзывания

$$\delta_t = \frac{1}{2 \cdot E_1 \cdot I_{30}} \cdot \frac{2 \cdot P \cdot l^3}{3} = 0.83834703$$

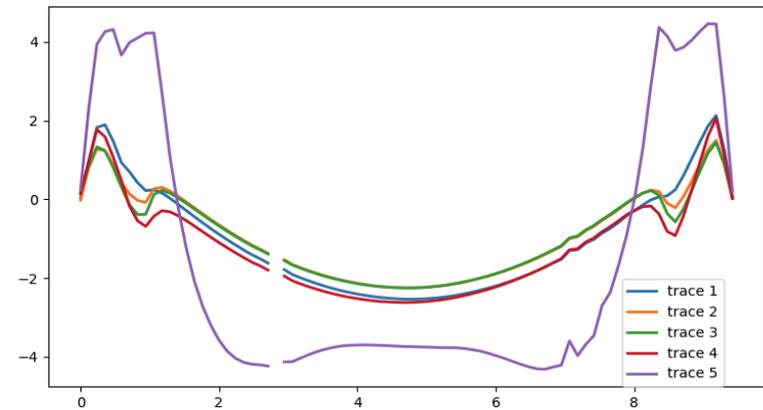
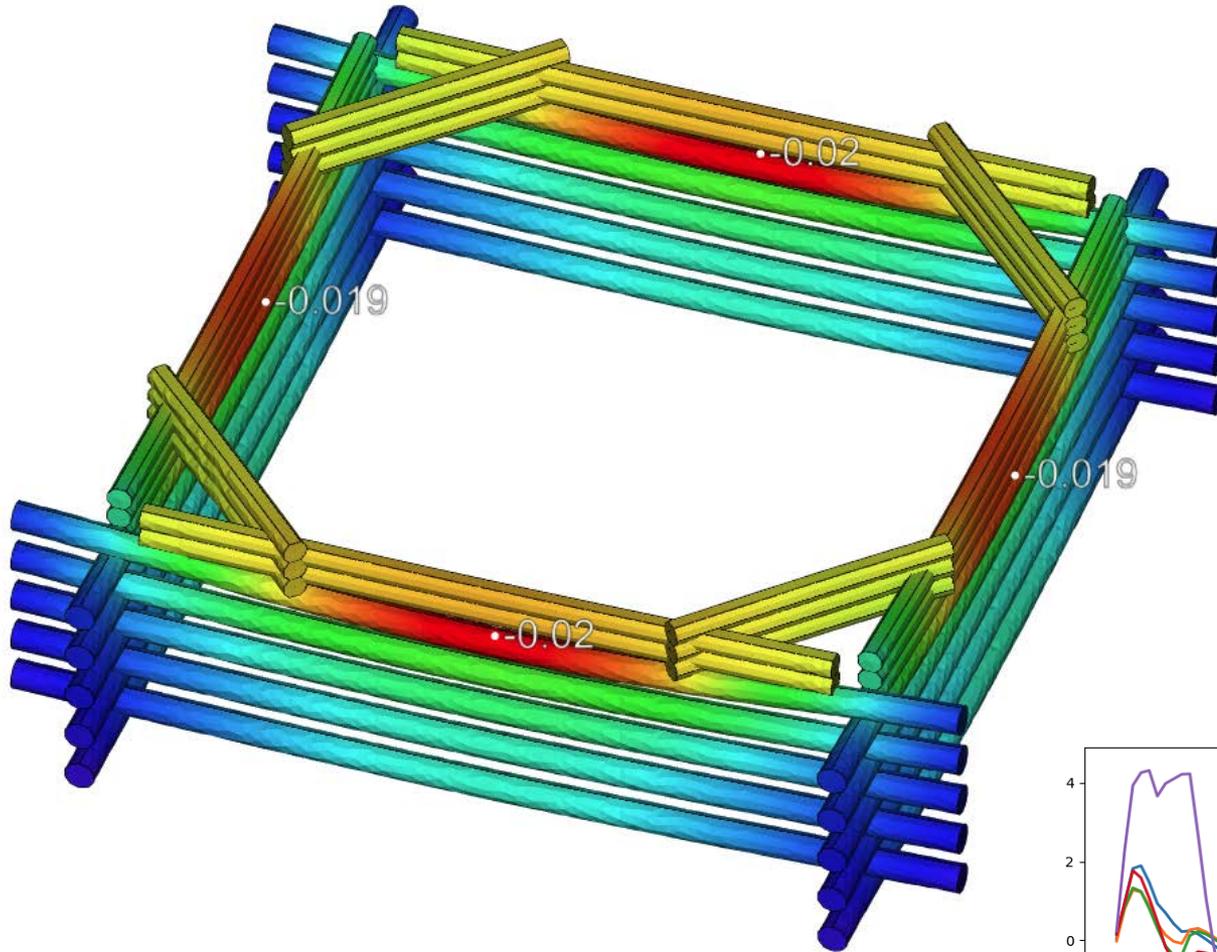
Расчетная схема передачи нагрузки с верхнего  
восьмерика на нижний



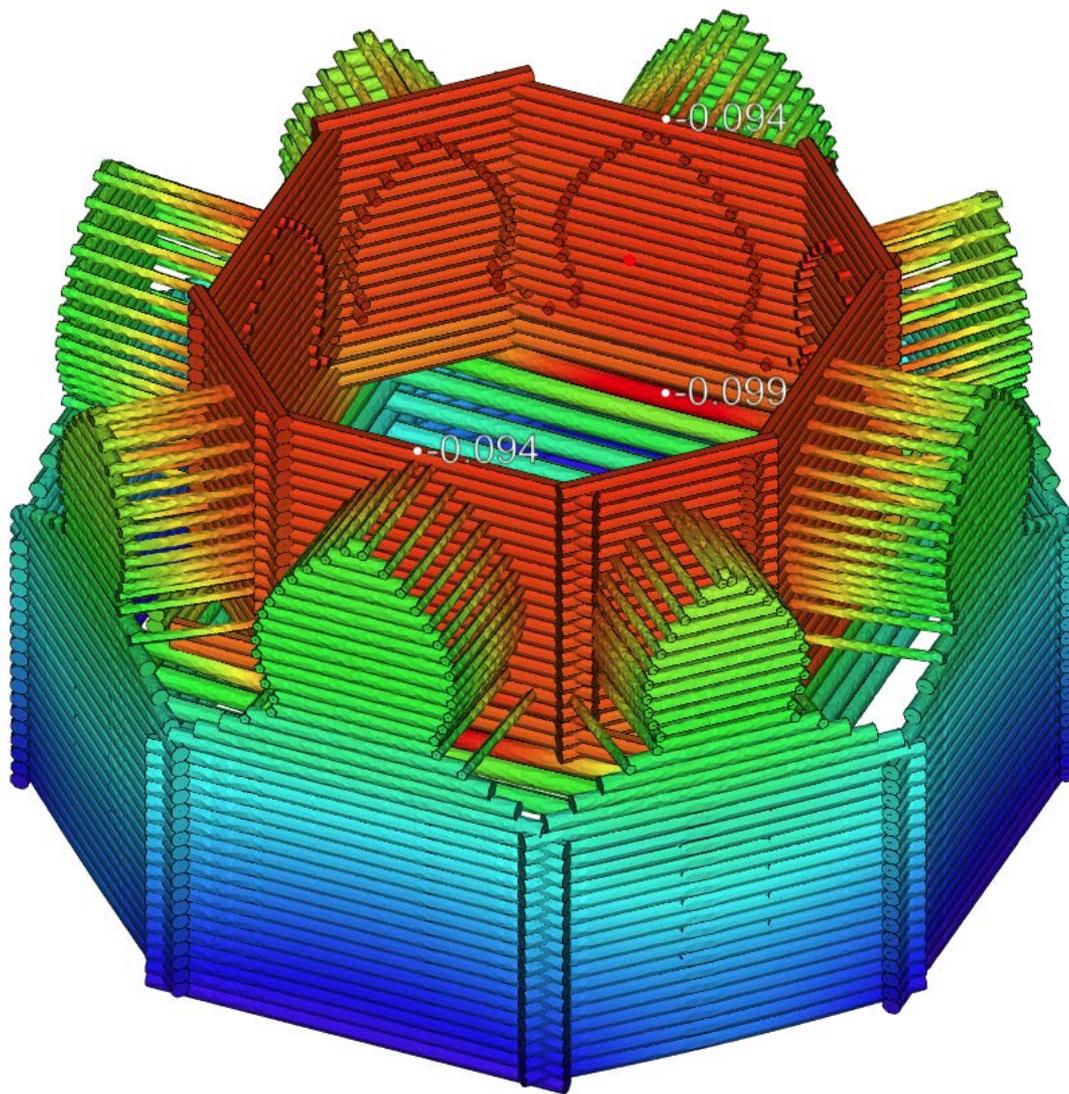
Вертикальные перемещения (м) при расчете на полные нагрузки с учетом трения между бревнами



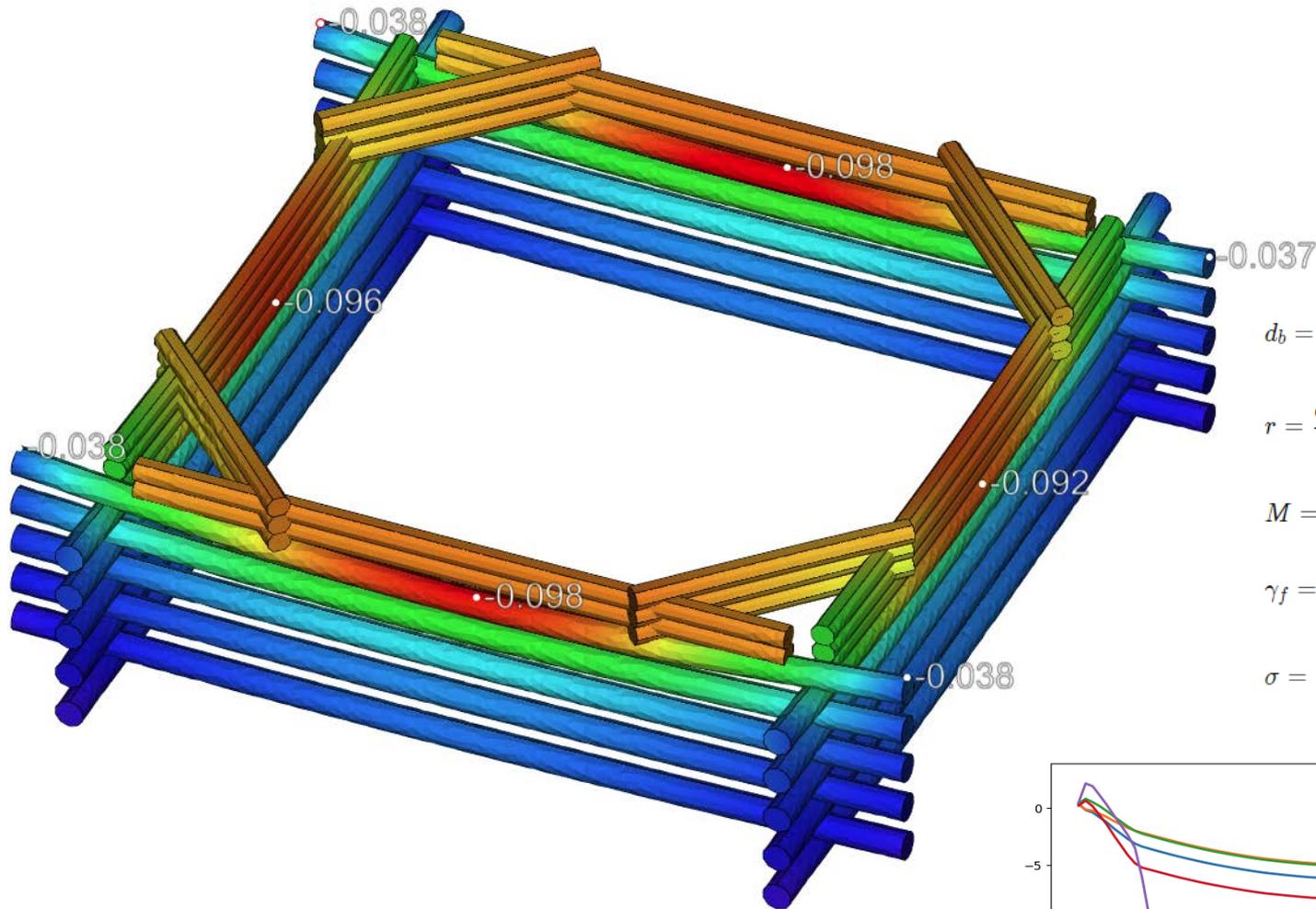
# Вертикальные перемещения (м) при расчете на полные нагрузки с учетом трения между бревнами



Вертикальные перемещения (м) при расчете на полные нагрузки без учета трения между бревнами



# Вертикальные перемещения (м) при расчете на полные нагрузки без учета трения между бревнами



$$d_b = 0.3$$

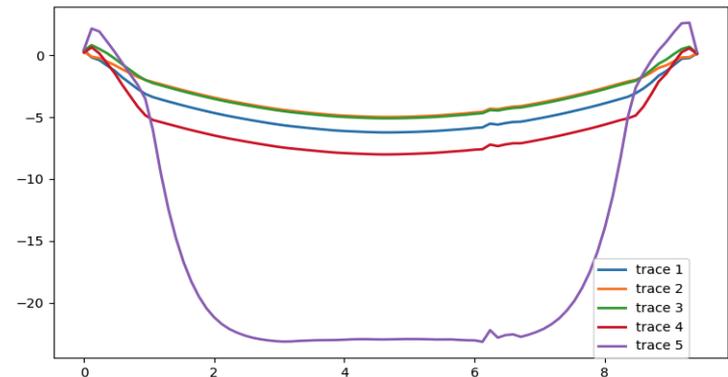
$$r = \frac{d_b}{2} \quad W = \frac{\pi \cdot r^3}{4} = 0.00265072$$

$$M = |\min(M_{s,5})| = 26.77167773$$

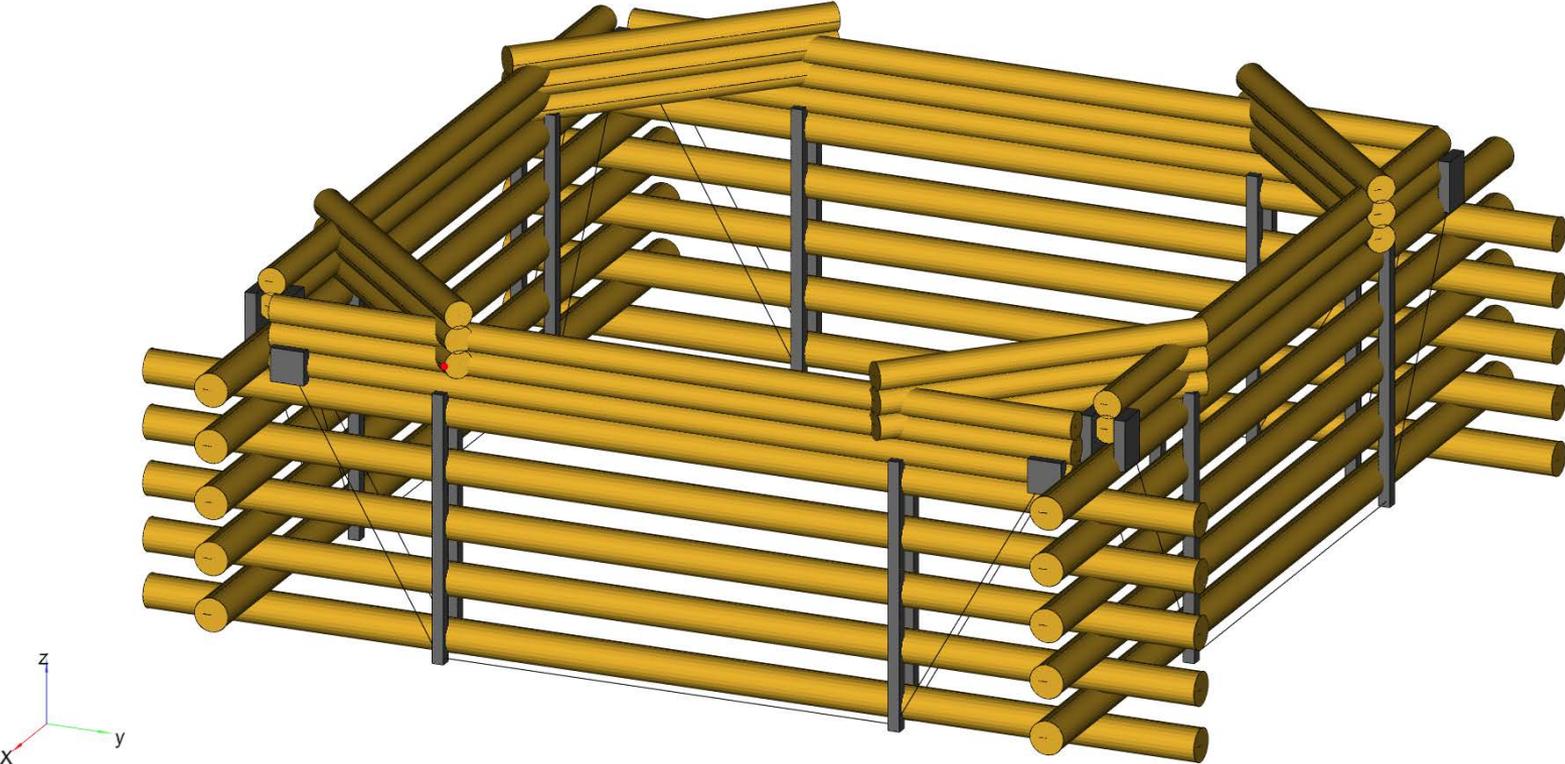
$$\gamma_f = 1.2$$

$$\sigma = \frac{M \cdot \gamma_f}{W} = 12119.73645093$$

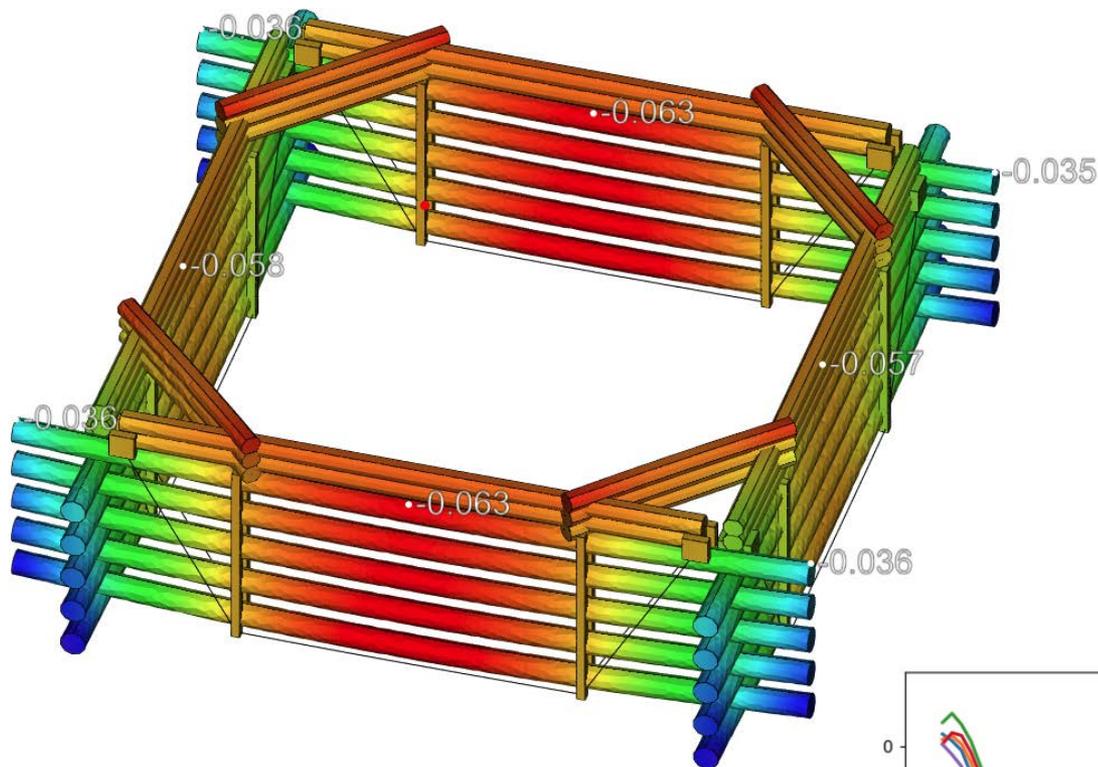
Напряжение в верхнем бревне четверика на 30% превышает предельно допустимые значения



# Шпренгельная конструкция усиления



# Вертикальные перемещения четвериковых балок (м) с учетом усиления шпренгельной конструкцией



$$d_b = 0.3$$

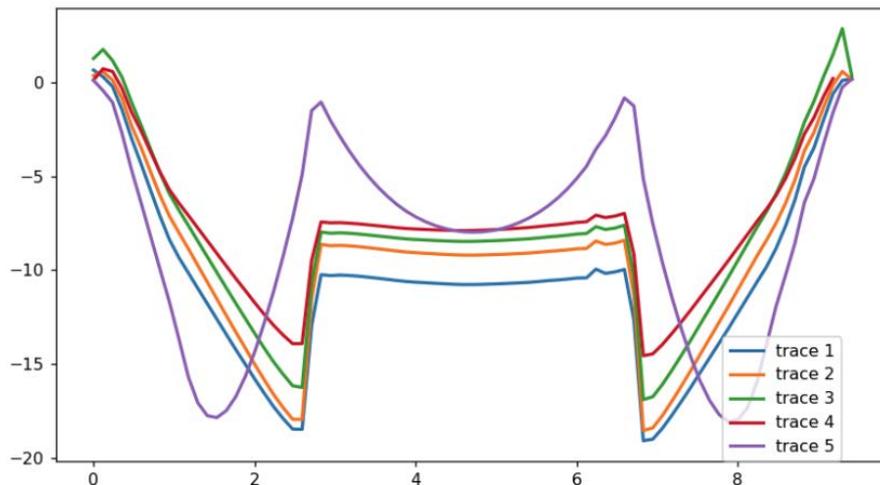
$$r = \frac{d_b}{2} \quad W = \frac{\pi \cdot r^3}{4} = 0.00265072$$

$$M = |\min(M_{n,1})| = 18.88538917$$

$$\gamma_f = 1.2$$

$$\sigma = \frac{M \cdot \gamma_f}{W} = 8549.55530773$$

С учетом усиления механическая безопасность конструкции обеспечена



## Вариант компромиссного решения

1. Конструкции усиления должны быть изготовлены и готовы к быстрой установке
2. На объекте должна быть установлена автоматическая система мониторинга, фиксирующая негативные тенденции в самом начале.
3. При выявлении негативных тенденций роста деформаций выполняется включение в работу конструкций усиления.

