



Конструктивное проектирование в инженерном образовании архитекторов

Лузенина Ирина Борисовна, канд. тех. наук, доцент кафедры СТАСП,
Бормоткин Семен Викторович, студент гр. 516, направление «Архитектура»,
УрГАХУ им. Н.С.Алферова, Екатеринбург

2023 г.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Архитекторам для успешной реализации замыслов необходимо чуткое взаимодействие с инженером-конструктором



Качество инженерного мышления
нарабатывается опытом
конструктивного проектирования

ЦЕЛЬ

- формирование профессиональных компетенций архитекторов в части конструктивного проектирования

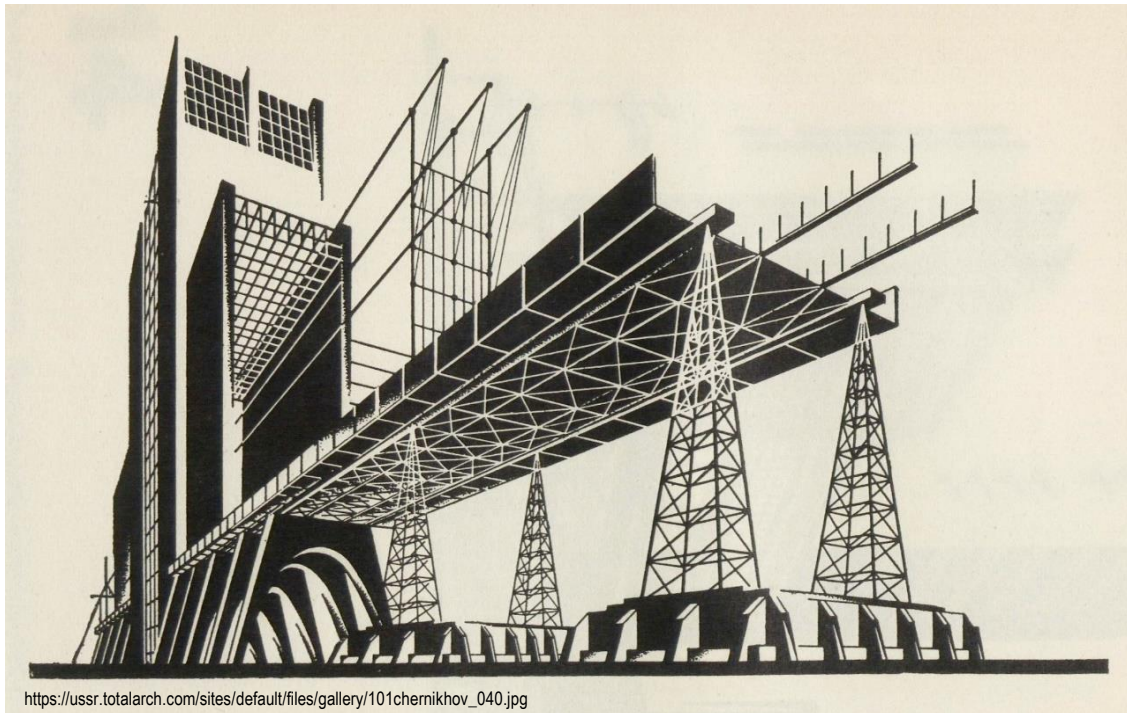
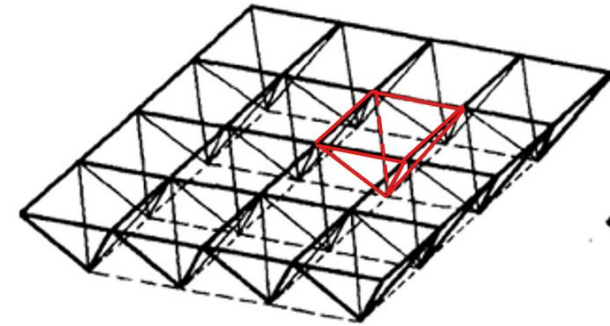
ЗНАТЬ УМЕТЬ ВЛАДЕТЬ

ЗАДАЧИ

- проанализировать опыт и особенности проектирования современных конструкций, выявить ключевые моменты,
- проанализировать возможности программных комплексов,
- проанализировать вариативность и перспективы применения конструкции,
- проанализировать эффективные методы образования,
- усовершенствовать методологию практического проектирования.

ПРЕДМЕТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Структурная плита – это металлическая решетчатая конструкция регулярной структуры



https://usrr.totalarch.com/sites/default/files/gallery/101chernikhov_040.jpg

Рис. Архитектурные фантазии, Я.Г. Черников



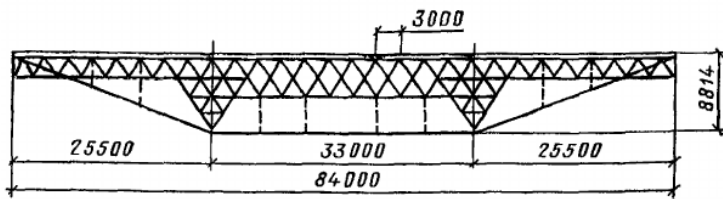
https://www.lentoposti.fi/gallery2/d/14842-1/helsinki_airport_chernikorea_design_1.jpg?g2_GALLERYSID=4e7a4e9c630cf39df81958098b274416

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ для практического проектирования

опыт и рекомендации
по применению
серийно выпускаемых
конструкций



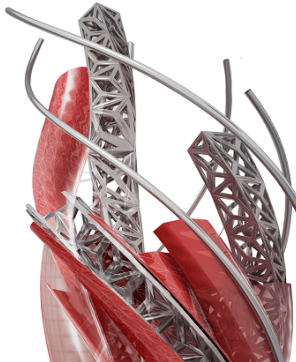
Рис. Схема
большепролетной
структурной плиты



правила проектирования
пространственных металлических конструкций:
СП 494.1325800.2020. Конструкции покрытий
пространственные металлические. Правила
проектирования;
СП 523.1325800.2023 Конструкции покрытий
пространственные металлические. Правила
изготовления и монтажа и пр.



AUTODESK
AUTOCAD LT



расчетные и графические
программные комплексы:
LIRA-САПР, Revit,
Archicad, AutoCAD и пр



результаты исследований,
нацеленных на уменьшение
массы конструкции



Николай Горелов

Горелов Николай Григорьевич, к. т. н.,
доцент, заведующий кафедрой
"Строительные конструкции и строительное
производство" Уральского государственного
университета путей сообщения (УрГУПС). На
протяжении 20 лет занимается разработкой
технических решений стальных конструкций
регулярной структуры для покрытия зданий.

запатентованные
изобретения
узловых соединений

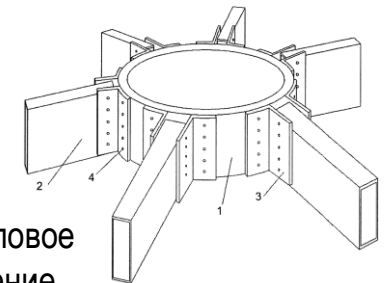


Рис. Узловое
соединение.
Патент №RU2558547C1

МЕТОДОЛОГИЯ

$\frac{N}{FA} \leq R_y$
 $\frac{N}{FA} \leq R$
 $A_{тр} \geq$
 $A_{тр} \geq$
 $A_{тр} \geq 5,47 \text{ см}$

Проверка на устойчивость
 $\frac{N_p}{A} \leq R_y \Rightarrow \frac{N_p}{A} \leq 32,5 \text{ кН/см}^2$
 $\frac{137,72 \text{ кН/см}^2}{\rho \cdot 5,47 \text{ см}^2} = 137,72$
 $0,237(57)$
 мало

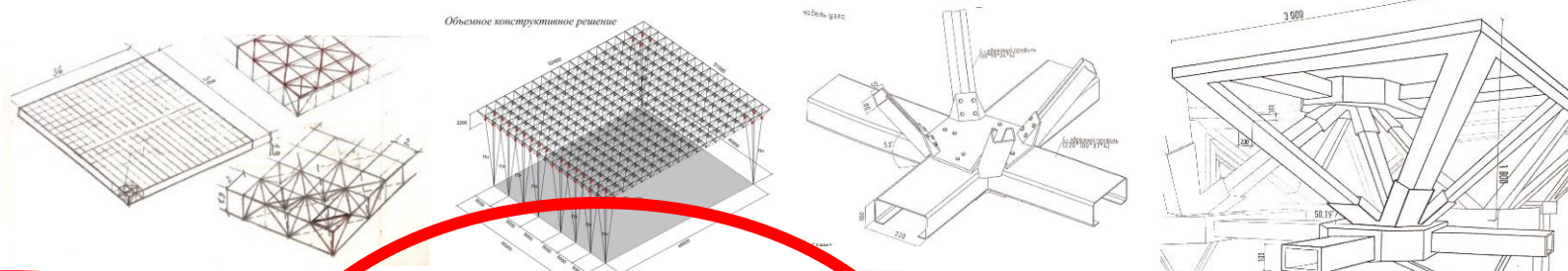
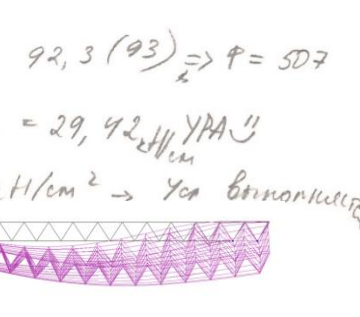
Узел по рис.1

	Стержни		
	верхний пояс	опорные раскосы	нижний пояс / прочая решетка
а, уголок равнополочный	100x7		63x4
б, С-образный равнополочный профиль	160x60x32x4		80x50x24x4
в, двг (трубка) швеллера	100x80x5		70x50x4
г, труба			60x4
д, труба	127x4 или 102x5		
е, труба			
ж	двутавр 20112	уголок 100x5	уголок 63x4
и		парные уголки 90x6	парные уголки 50x4
к			
л		по г	

$D \approx 95 \times 3,2$
 $D = 95$
 $k = \frac{300}{3,25} = 92,3 (93) \Rightarrow \rho = 507$
 $\frac{137,72}{0,507 \cdot 9,23} = 29,42 \text{ кН/см}^2$
 $29,42 \text{ кН/см}^2 < 32,5 \text{ кН/см}^2 \rightarrow \text{Усл. выполнено}$

Рассчитать: срузовая площадь $A_1(\text{м}^2) = 8,53$
 $A_1(\text{м}^2) = 4,27$
 $A_2(\text{м}^2) = 2,13$
 Рассчитать: узловая нагрузка $P_1(\text{м}^2) = 17,913$
 $P_1(\text{м}^2) = 8,967$
 $P_2(\text{м}^2) = 4,473$
 $A = 5,47 \text{ см}^2$

$D = 63,5 \text{ см}$
 $D = 63,5 \text{ см}$
 $S = 3 \text{ мм}$
 $A = 57 \text{ см}^2$
 $i_x = 2,14 \text{ см}$
 $\theta = \arctg c$
 $c = \frac{1}{3} f \Rightarrow f = ?$
 $\sin 60 = \frac{f}{1,5}$
 $f = 1,5 \cdot \sin 60 = 1,299$
 $c = \frac{1}{3} \cdot 1,299 = 0,433$
 $\theta = \arctg \frac{2,25}{0,433} = 69^\circ$

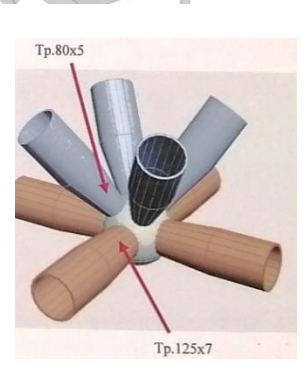
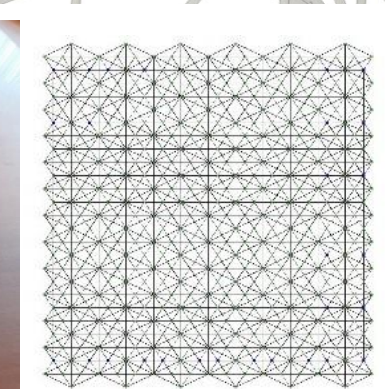
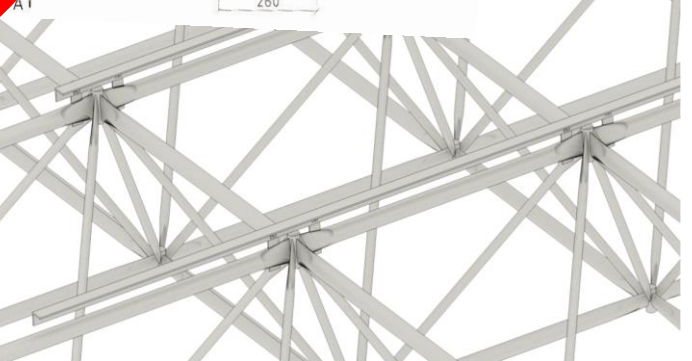
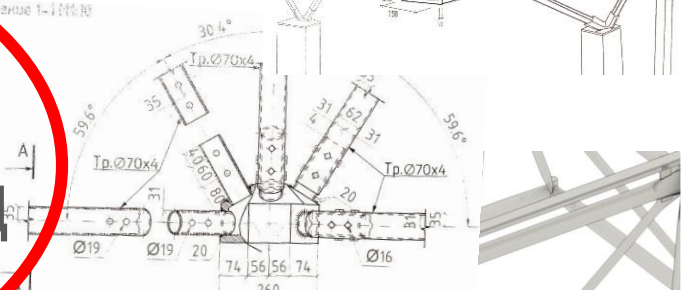
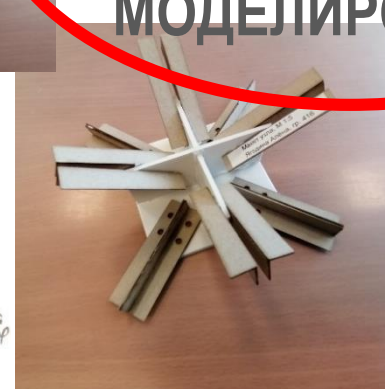
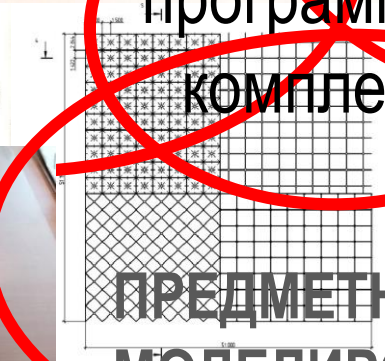


РАСЧЕТНЫЙ МЕТОД

ГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД

программные комплексы

ПРЕДМЕТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ



ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ и АЛГОРИТМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

- конфигурация,
- геометрические параметры здания,
- температурный режим здания,
- климатический район строительства,
- тип опирания плиты покрытия,
- форма регулярного модуля структуры,
- рекомендуемые типы стержней,
- аналог узлового соединения

1.1 определение геометрических параметров структурной плиты и модуля

1.2 моделирование пространственной схемы решетчатой конструкции

2.1 разработка конструктивного решения здания

2.2 выполнение эскизных чертежей плана и разрезов здания

3 расчет нагрузок

4 определение усилий в стержнях и прогиба конструкции

5 подбор и проверка сечений стержней

6.1 конструирование рядовых и опорных узлов

6.2 оптимизация конструктивного решения

7 выполнение рабочих чертежей плана, разрезов здания, схемы решетки структуры, поперечных сечений расчетных стержней, рядовых узлов, опорного узла

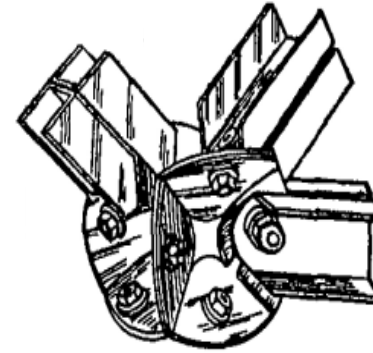
8 изготовление макета конструктивного решения здания, структуры или пространственного узла

на этапе конструирования узлового соединения стержней возникают затруднения

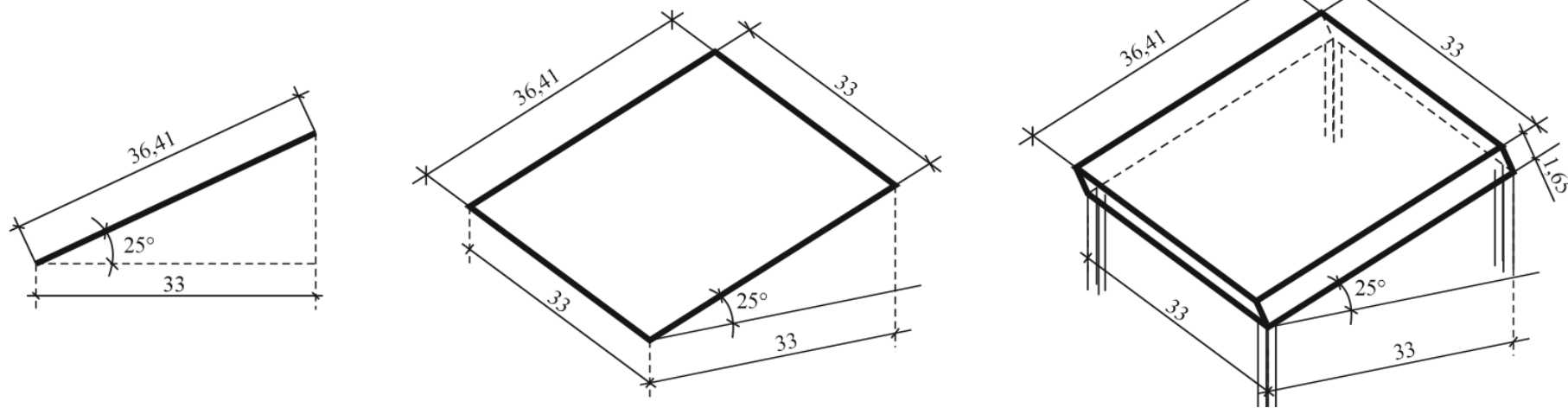
ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Исходные данные

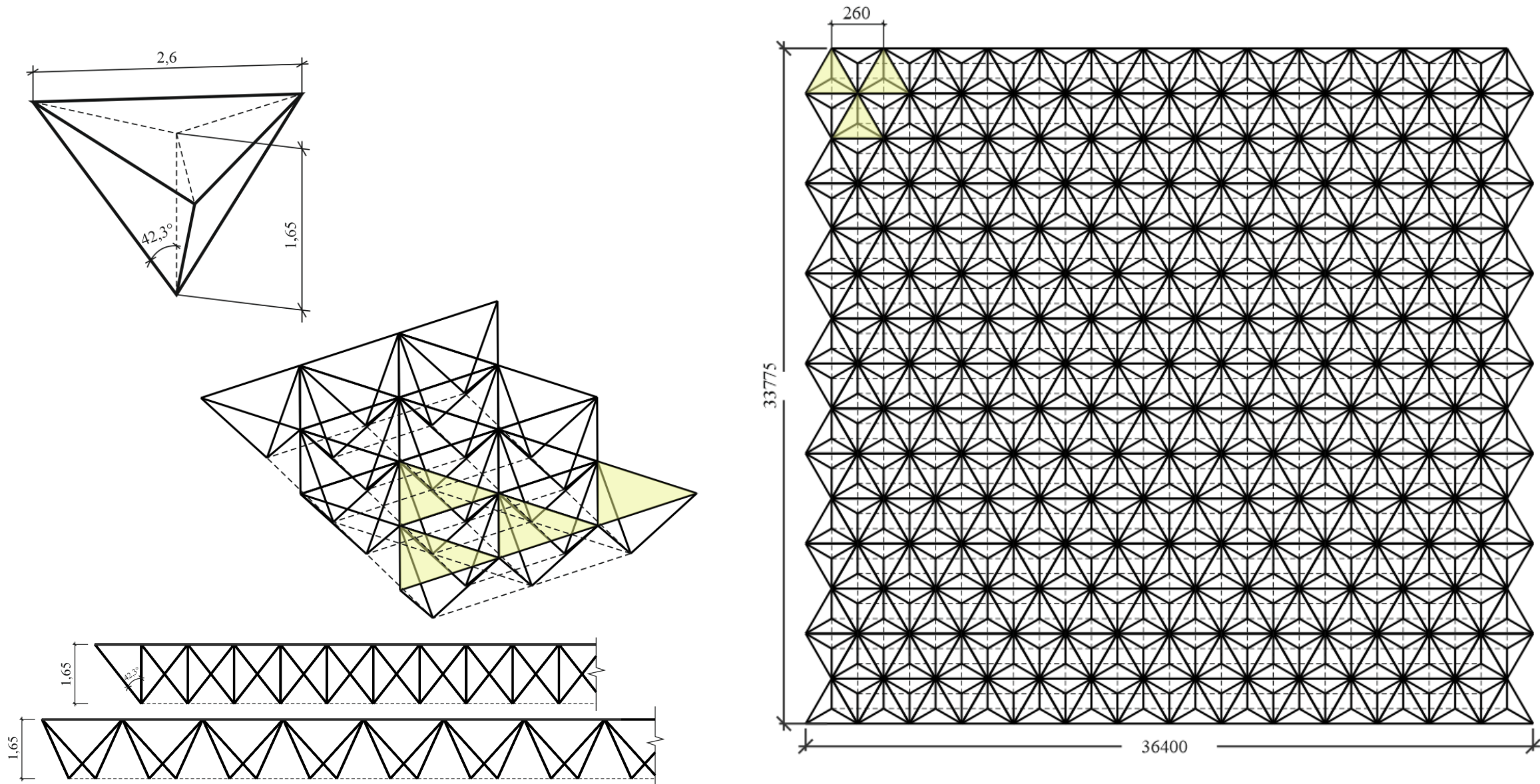
№	Пролет, м	Конфигурация здания (или части здания) в плане, тип опирания	Форма ячейки	Угол наклона покрытия α°	Рекомендуемый тип узлового соединения (рис. 1), сечение стержня	Кровля	Город строительства
1	2	3	4	5	6	7	8
	33			25	«Сокол», швеллер (узел в)	холодная, тент	Саратов



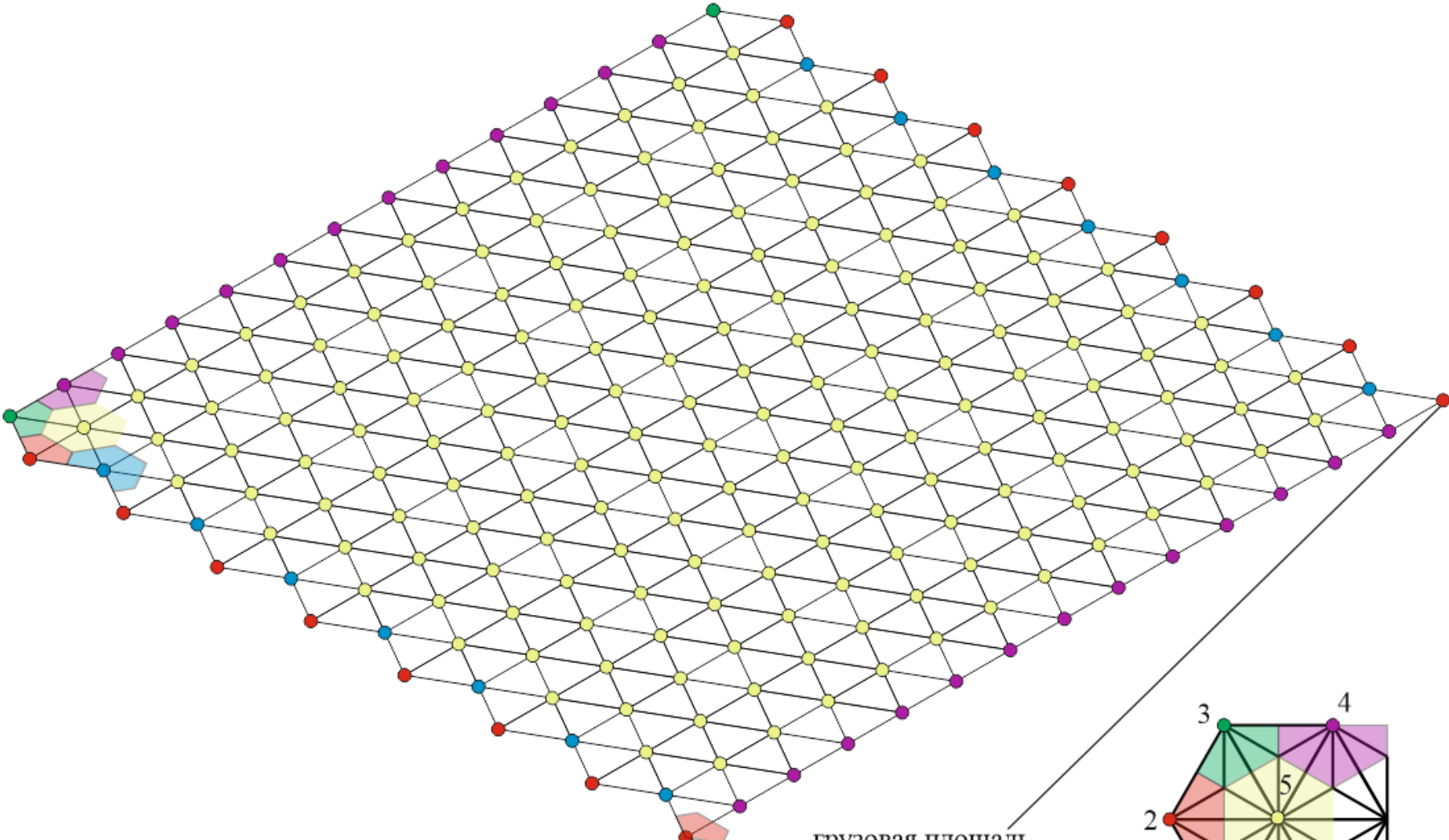
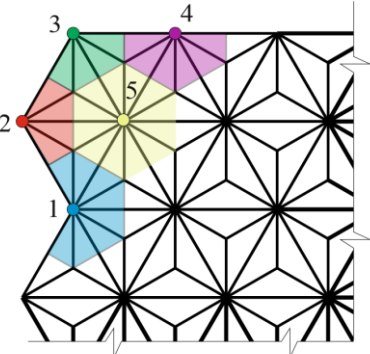
Схематичное изображение плиты по уклону



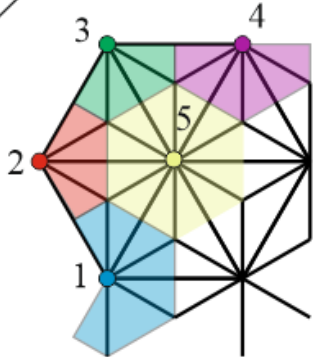
Модуль конструкции структурной плиты и схема стержней верхнего и нижнего поясов



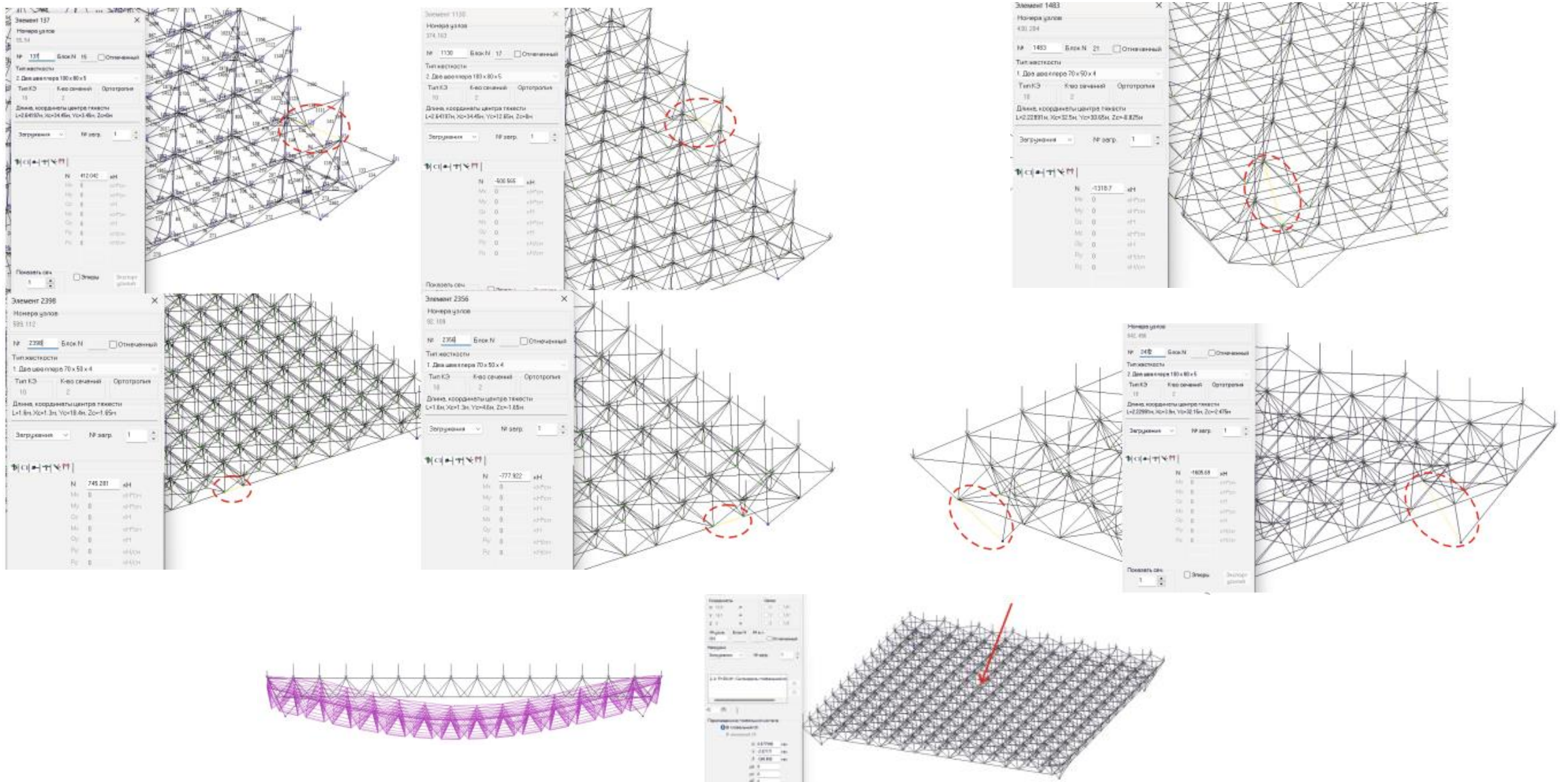
Сбор нагрузок. Схема структуры



грузовая площадь
в 2 раза меньше =>
узловая нагрузка тоже



Определение усилий в стержнях и деформаций структурной плиты



3D Модель узла



РЕЗУЛЬТАТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

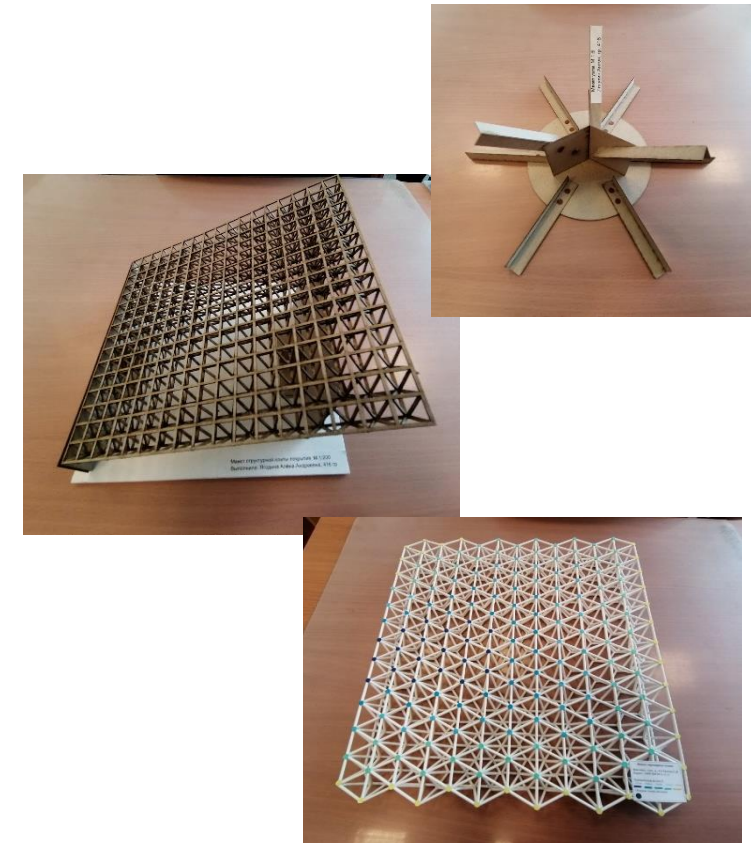
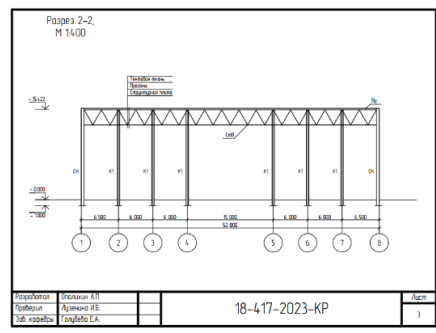
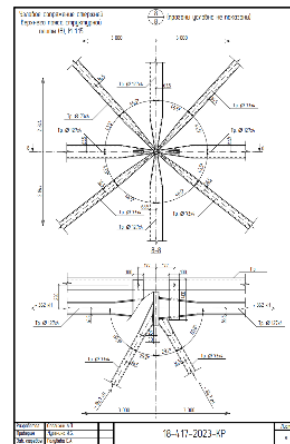
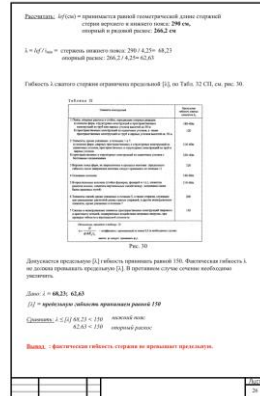
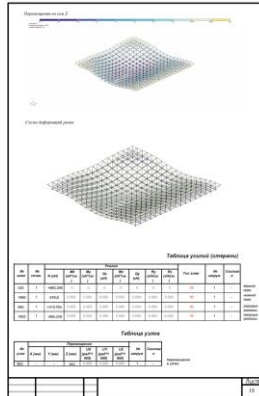
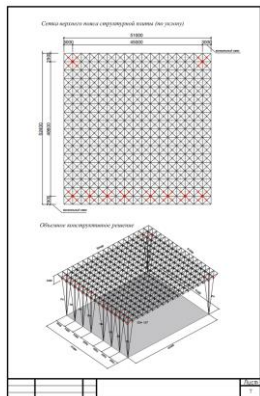
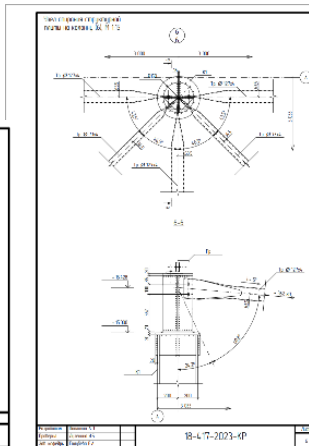
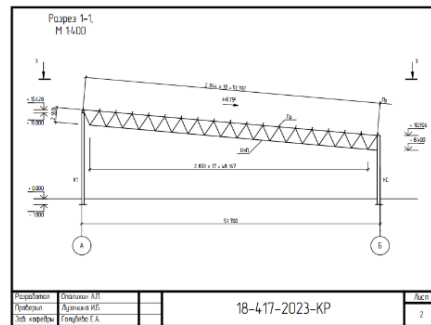
- это конструктивное решение структурной плиты покрытия,

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

представлен

макет

чертежи



компетенции архитекторов в части конструктивного проектирования

ПЕРСПЕКТИВА

1.Эффективность практики: Совершенствование методики проведения практических занятий и учебного проектирования по приближению к работе в реальных условиях, что позволит получить студентам больше практического опыта.

2.Внедрение новых технологий: Использование новых технологий, таких как GPT, виртуальная реальность и 3D-печать, может помочь студентам в анализе ситуации, в целом - лучше понять процесс проектирования и строительства.

3.Создание онлайн-платформ: Онлайн-платформы могут помочь студентам получить доступ к более широкому спектру учебных материалов.

4.Развитие междисциплинарных связей: Интегрирование образования в части конструктивного проектирования с другими дисциплинами (экология, материаловедение, социология и экономика и пр.), чтобы студенты могли получить более полное представление о проблемах и возможностях в области архитектуры, а также понять потенциал удачной коллаборации специалистов.

5.Сотрудничество с профессионалами: Проведение профессиональными конструкторами мастер-классов и семинаров для студентов, что предоставит возможность студентам актуализировать разнообразный практический опыт.

В презентации использованы материалы практических работ следующих студентов:

1. Бормоткин С.В. гр. 416,
2. Опалихин А.П. гр. 417,
3. Липухин А.А гр. 416,
4. Кротова Е.В. гр. 416,
5. Ягодина А.А. гр. 416,
6. Аксюк К.Р. гр. 417,
7. Шубина Е.И. гр 418,
8. Воробьева А.В. гр.417,
9. Ивановская М.Ю. гр. 417,
10. Львова М.С. гр. 428,
11. Лотова Е.В. Гр. 417,
12. Худорожкова Е.А. гр. 417

по дисциплине «Инженерные конструкции» направления 07.03.01 «Архитектура».