



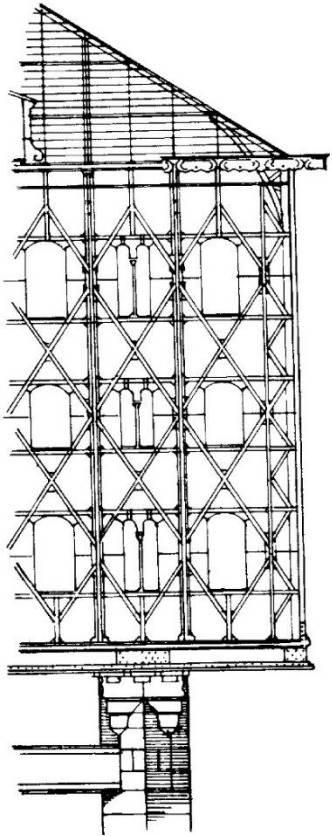
Конструктивное решение стального пространственного каркаса

Лузенина Ирина Борисовна, канд. тех. наук, доцент кафедры,
«Строительные конструкции и строительное производство», УрГУПС, Екатеринбург

2022 г.

ИНДУСТРИАЛИЗАЦИЯ

«Единственная константа нашего времени – это перемены».
Юваль Ной Харари



На старте применения из чугунных и стальных конструкций были возведены промышленные объекты, мосты и системы покрытий для нужд стремительно развивающегося железнодорожного транспорта.

Рис. Здание фабрики Солонье (1871-1872)



Рис. Перрон станции «Панкрас» (Лондон, 1886)

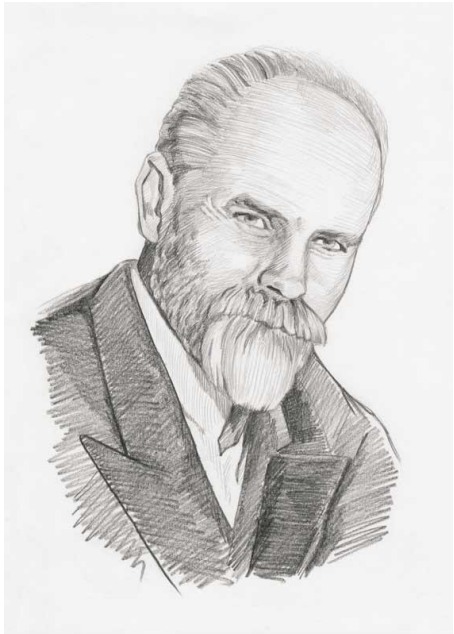
ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ



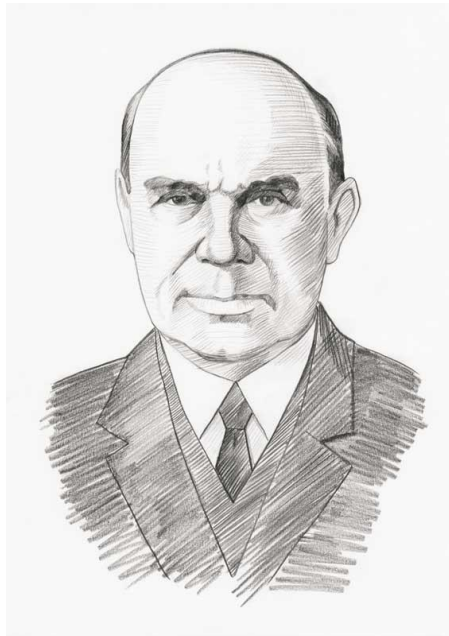
Н.А. Белелюбский (1845-1922)



Е.О. Патон (1870-1953)



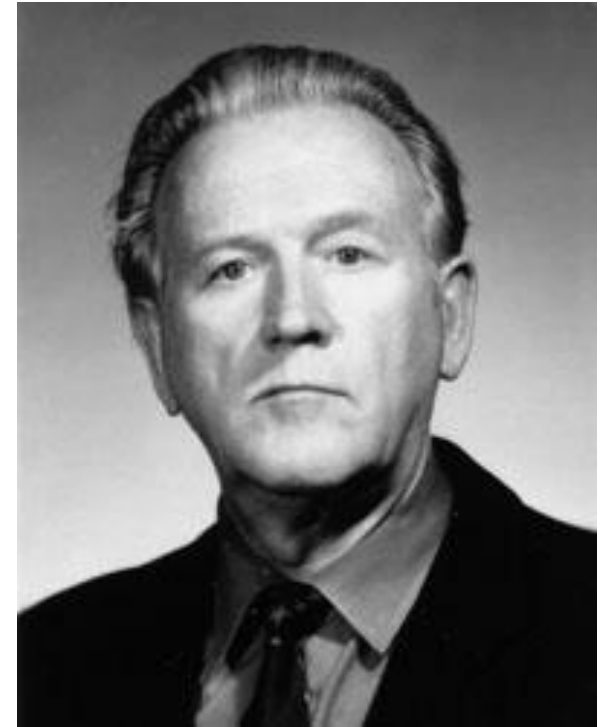
Н.С. Стрелецкий (1885-1967)



В.А. Балдин (1902-1985)



А.Р. Ржаницын (1911-1987)



Я.И. Ольков (1933-2013)

ЛЕГКИЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ

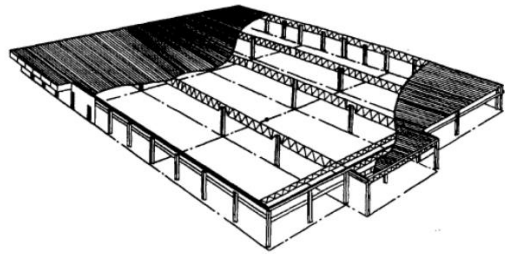


Рис. Схема здания системы «Лендмарк»

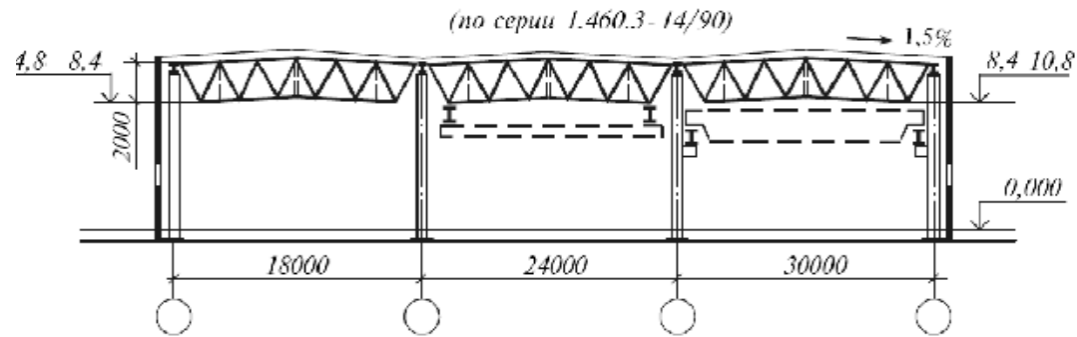


Рис. Каркас здания из конструкций типа «Молодечно»

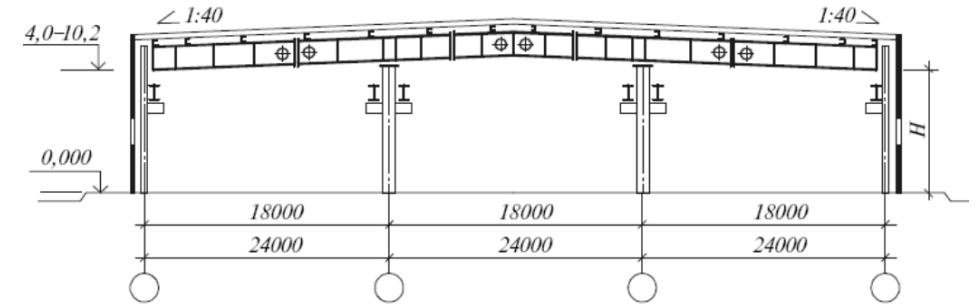


Рис. Каркас здания из конструкций типа «Канск»

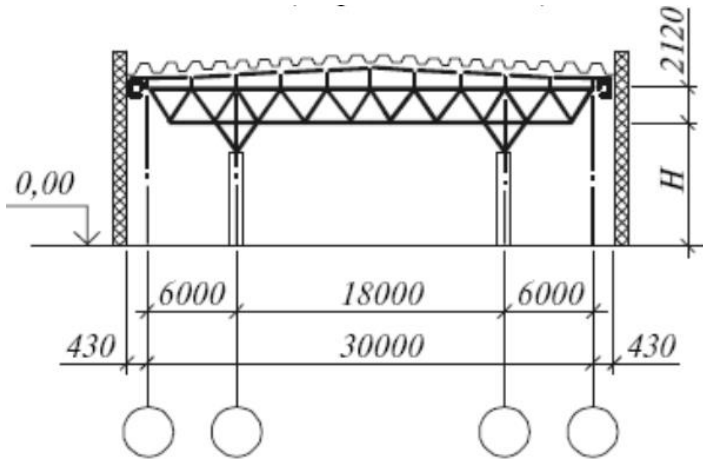


Рис. Каркас здания из конструкций типа «Кисловодск»

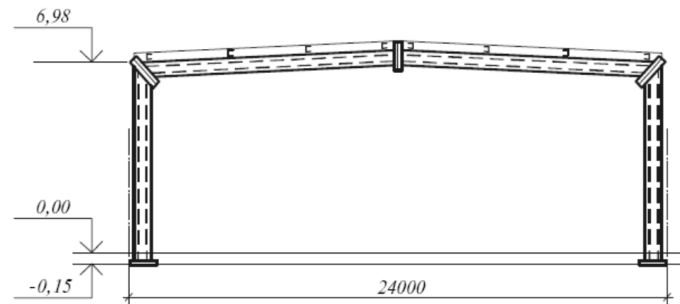


Рис. Каркас здания из конструкций типа «Орск»

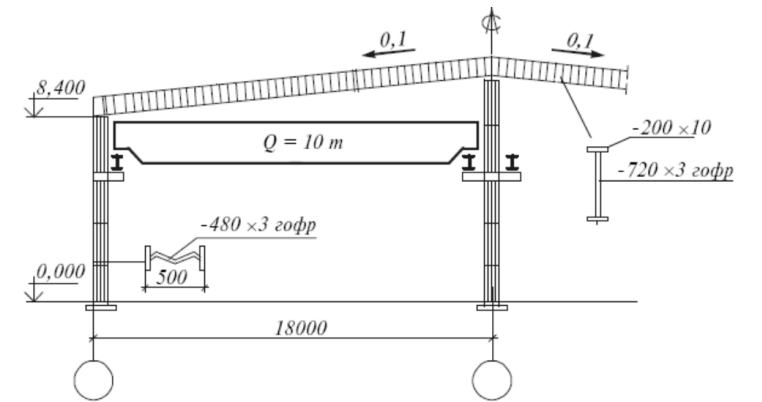


Рис. Каркас здания из конструкций типа «Алма-Ата»

ПРОГРЕСС

Научно технический прогресс настоящего времени

в области металлических конструкций связан

- с совершенствованием методов расчета конструкций,
- с рациональным использованием свойств материалов,
- с поиском новых геометрических форм и типов конструкций,
- с совершенствованием известных конструкций и конструктивных систем

АКТУАЛЬНОСТЬ

совершенствование конструктивных систем с

определением оптимальных параметров.



Рис. Несущий каркас Адлер-Арена. Сочи

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Цель: оптимальная конструктивная система стального пространственного каркаса

Задачи (текущие):

- проанализировать эволюцию стальных каркасов с учетом развития технологий и архитектурно-строительного проектирования зданий и сооружений;
- обосновать пространственное решение стального каркаса здания и сформировать конструктивную схему;
- выполнить оптимизационные расчеты конструктивных элементов;
- сконструировать и рассчитать узлы,
- выявить, по результатам оптимизационных расчетов, конструированию элементов и узлов, усовершенствованное конструктивное решение каркаса;
- наметить перспективные направления исследования.

ЭТАПЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основные характеристики и параметры здания:

- здание бескрановое,
- многопролетное.

Возведение пролетов предусмотрено очередями, начиная со среднего,

- конструктивная система каркасная.

Ограждающие конструкции кровли и стен легкие,
на основе профилированного листа. Уклон кровли 7° .

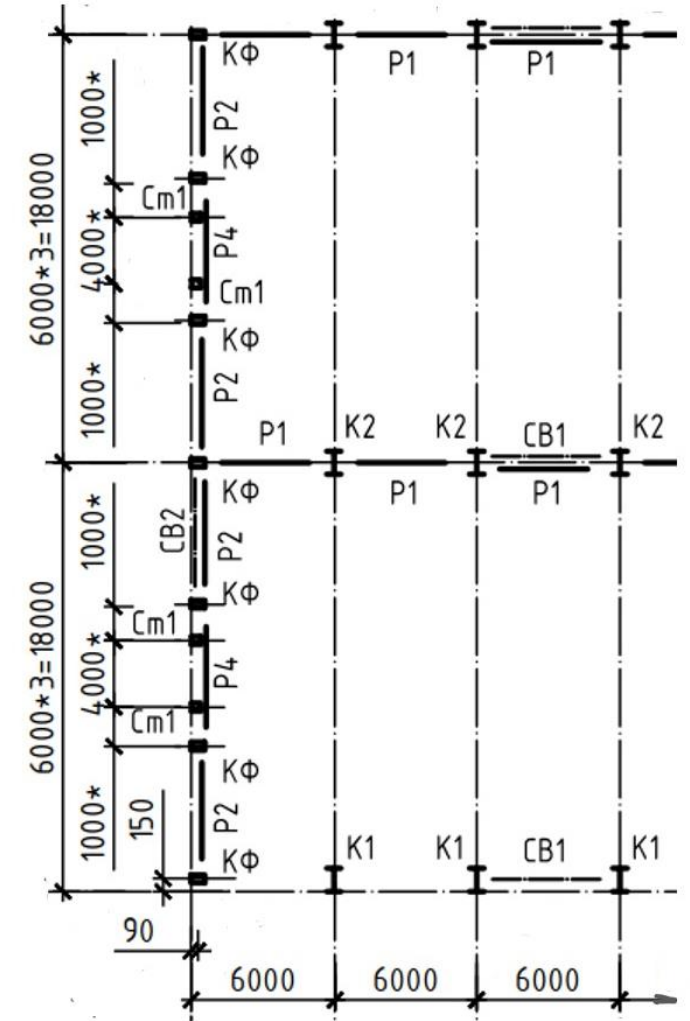
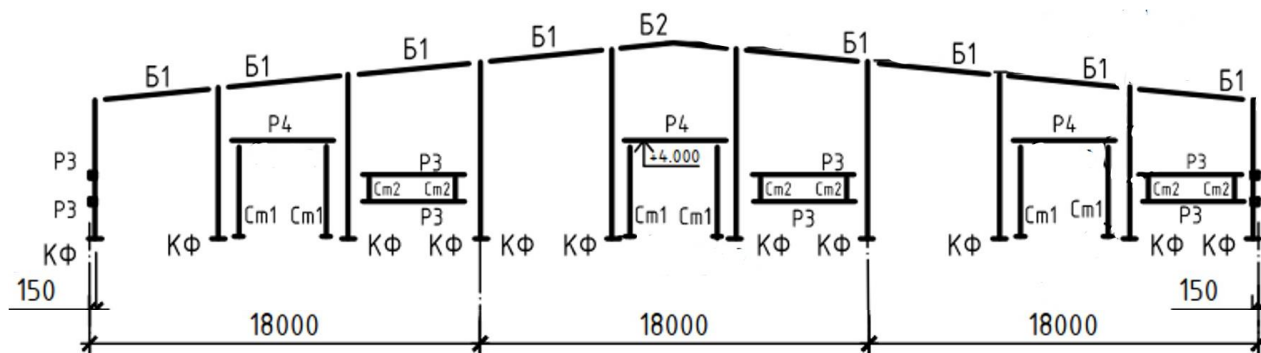


Рис. Схема конструкций торцевой поперечной рамы каркаса

Рис. Фрагмент схемы размещения колонн

Основные характеристики конструкции каркаса:

- три пролета по 18м,
- шаг колонн (К) по крайним и средним рядам по 6м,
- стропильная конструкция (СФ) в виде фермы для рядовой рамы,
в виде балки (Б1) для торцевой рамы.

Уклон верхнего пояса фермы назначен согласно уклону кровли.

- прогоны решетчатые (П) и сплошнотенчатые (Б),
- торцевые колонны фахверка (КФ) с шагом 6м,
- связи по колоннам (Р, СВ) и по покрытию (СГ).

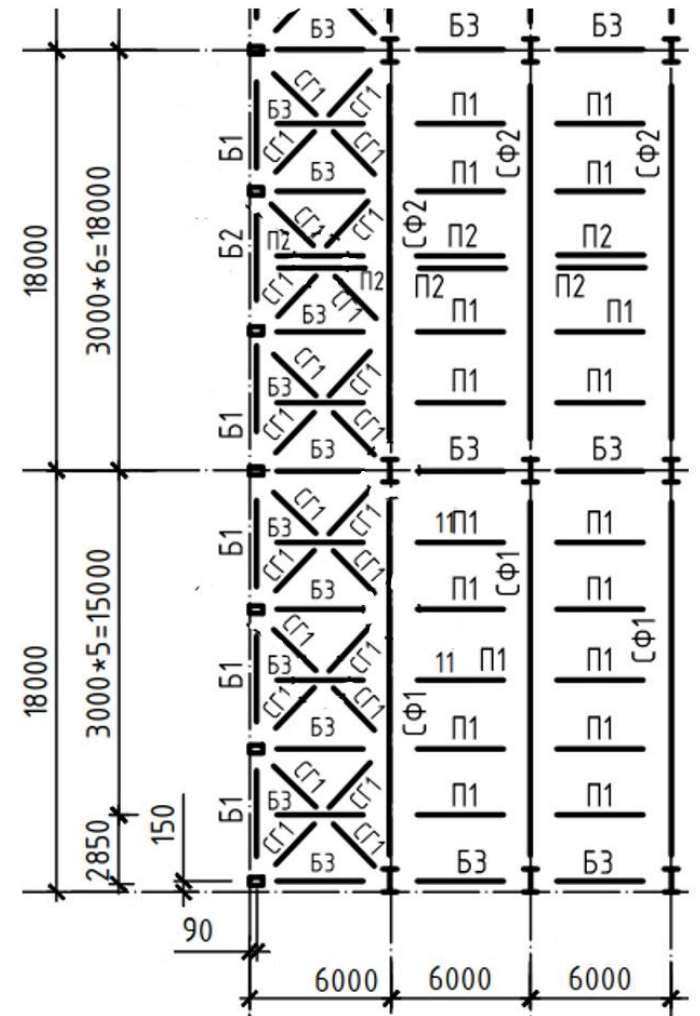
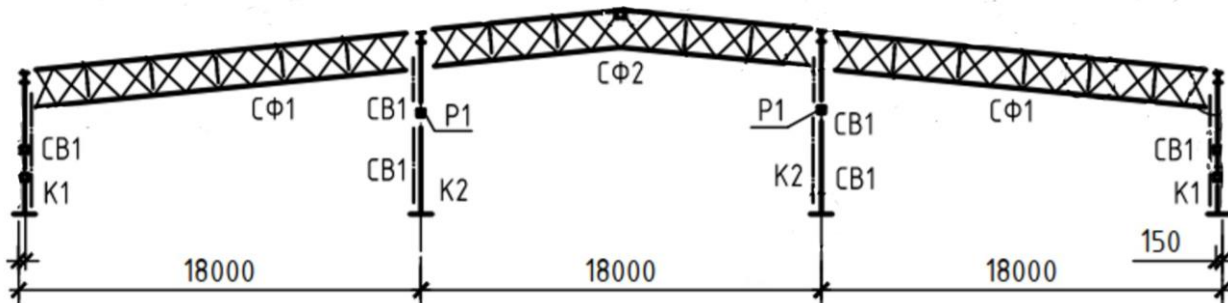


Рис. Схема конструкций рядовой поперечной рамы каркаса

Рис. Фрагмент плана каркаса

Расчетные параметры.

Статическая схема каркаса

сформирована в трехмерном пространстве.

Характеристики узловых соединений:

- узловые сопряжения стропильной фермы и прогонов шарнирные,
- низ основной колонны заземлен,
- опора стоек фахверка шарнирно-неподвижная.

Расчет каркаса выполнен в ПК «LIRA»,

с последовательным уточнением параметров

жесткостей конструктивных элементов

Основные нагрузки на каркас:

- постоянная; снеговая; ветровая.

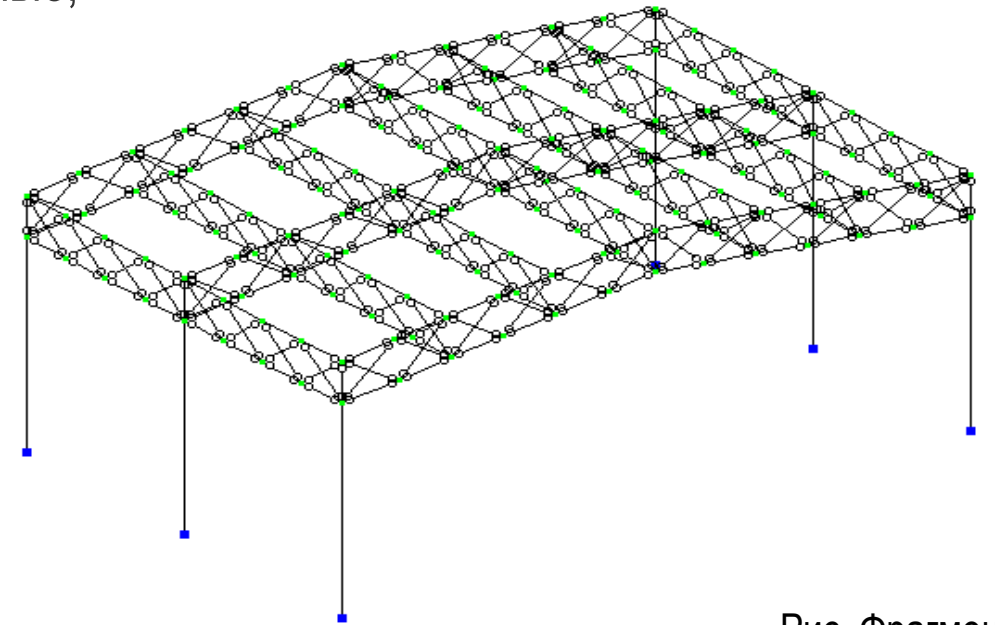


Рис. Фрагмент
статической схемы каркаса

Особенности расчета

Согласно условиям возведения, рассмотрены три расчетные ситуации, для одно, двух и трех- пролетных пространственных каркасов, на действие соответствующих нагрузок.

Подбор сечений конструкций произведен по наибольшим усилиям, с учетом условий изготовления, транспортировки и монтажа.

По окончании подбора сечений несущая конструкция покрытия представляла систему равновысоких перекрестных решетчатых конструкций: стропильных ферм и прогонов, сопряженных в одном уровне.

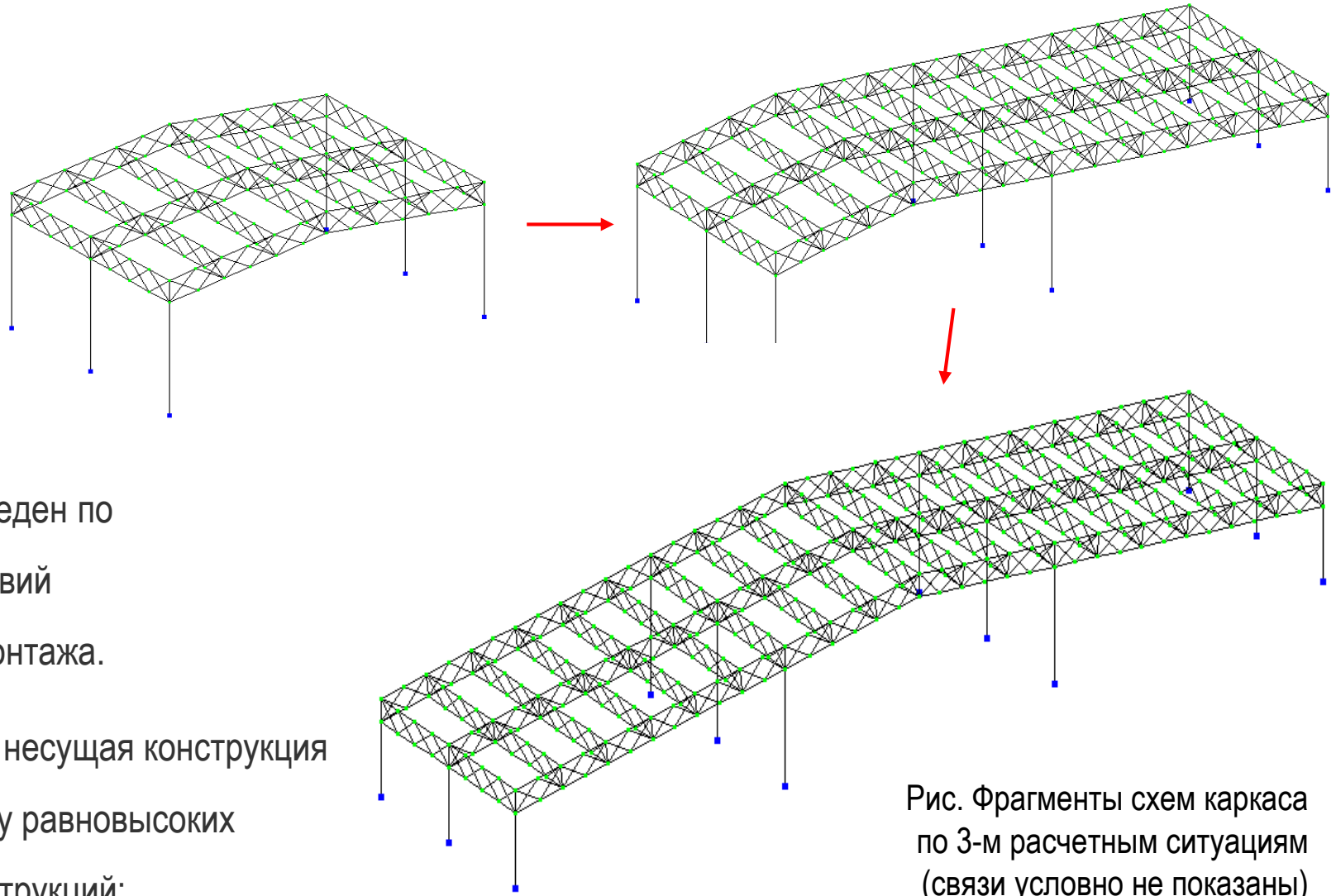


Рис. Фрагменты схем каркаса по 3-м расчетным ситуациям (связи условно не показаны)

В результате конструирования узлов

конструкция каркаса претерпела некоторые изменения. В частности, решетчатая конструкция прогона была заменена на двутавровую балку

- 1) между смежными колоннами по крайним и средним рядам вдоль пролета,
- 2) в торцевом блоке

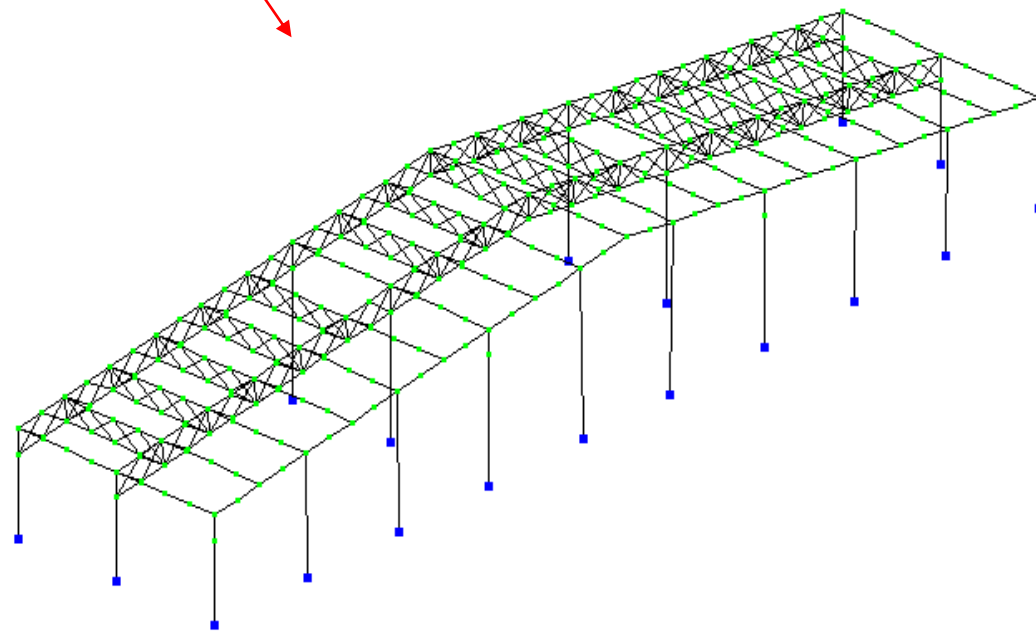
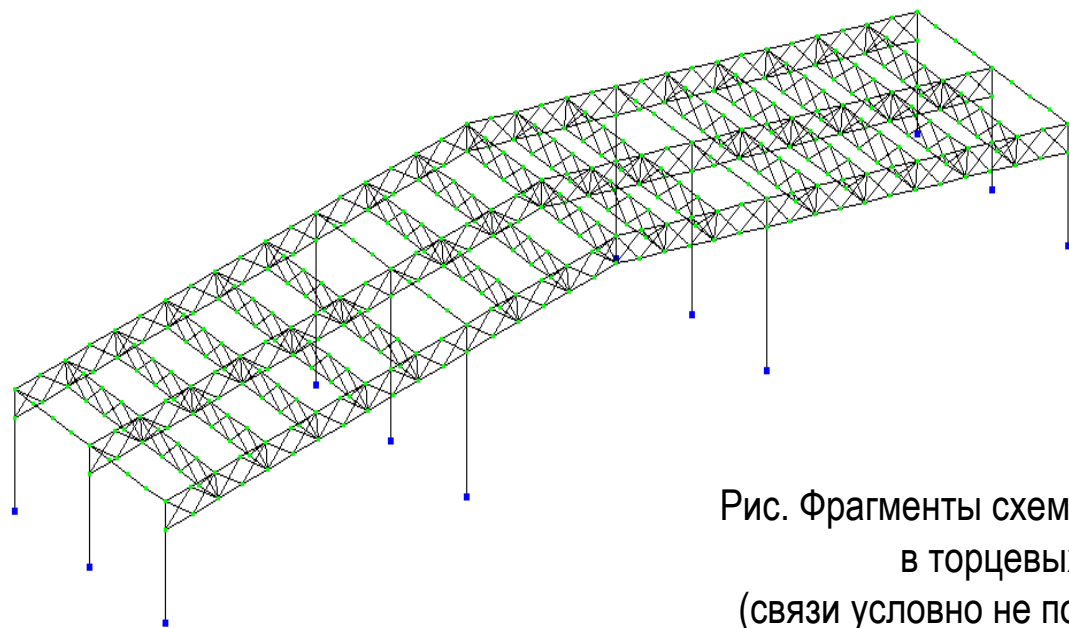
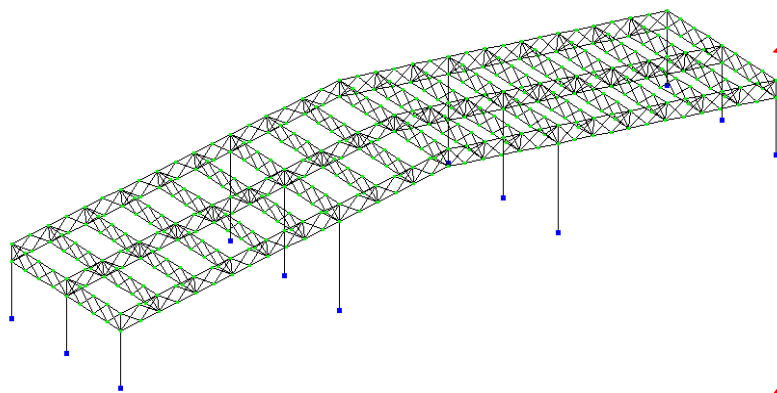
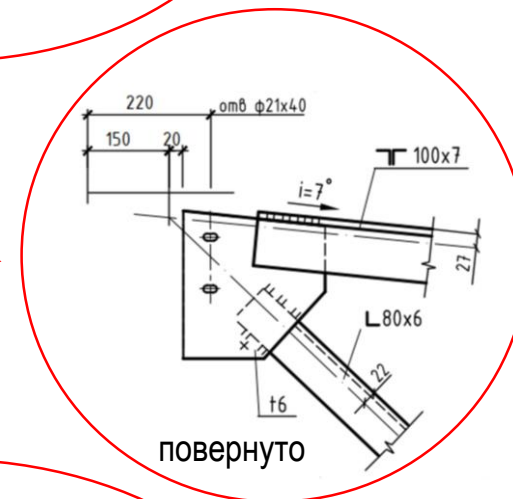
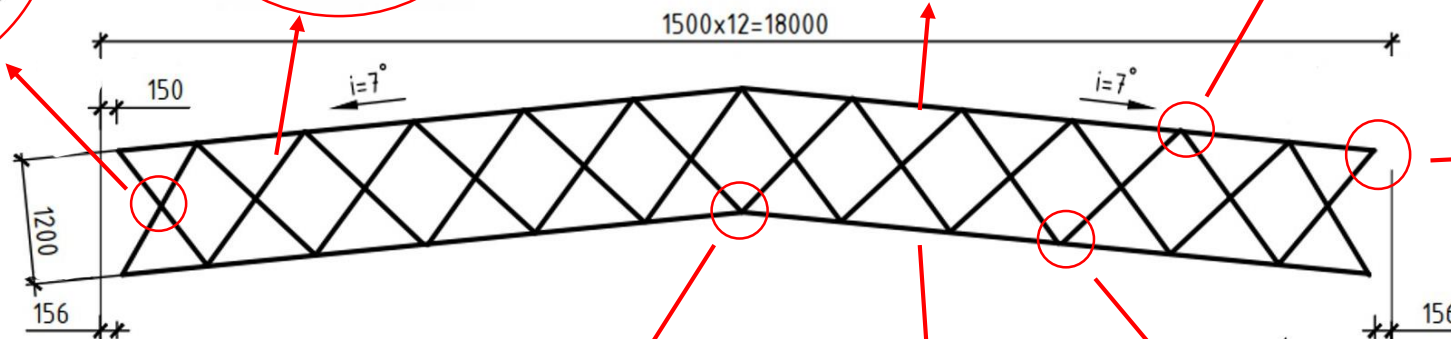
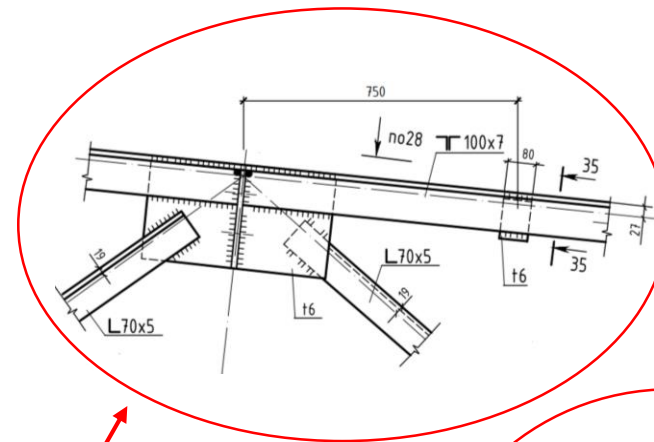
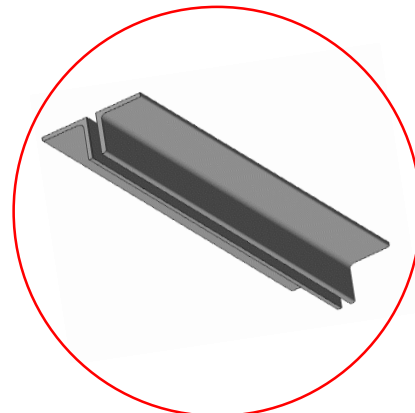
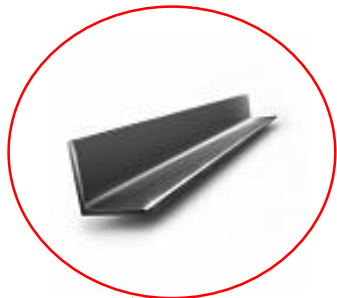
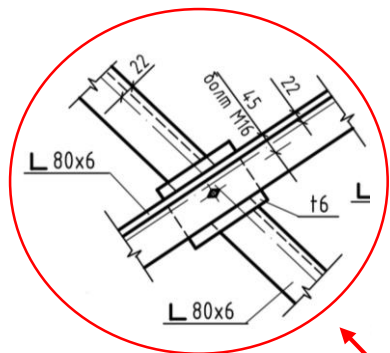


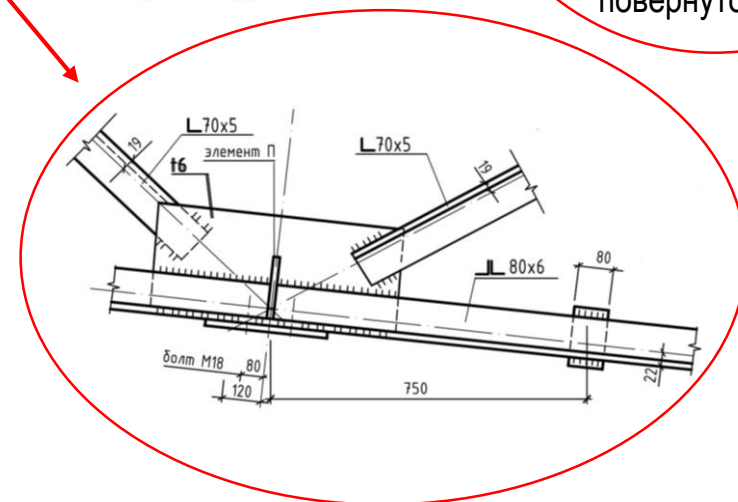
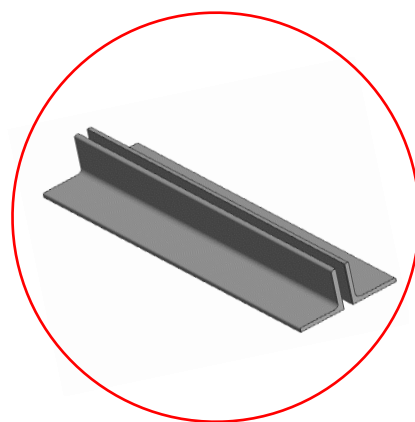
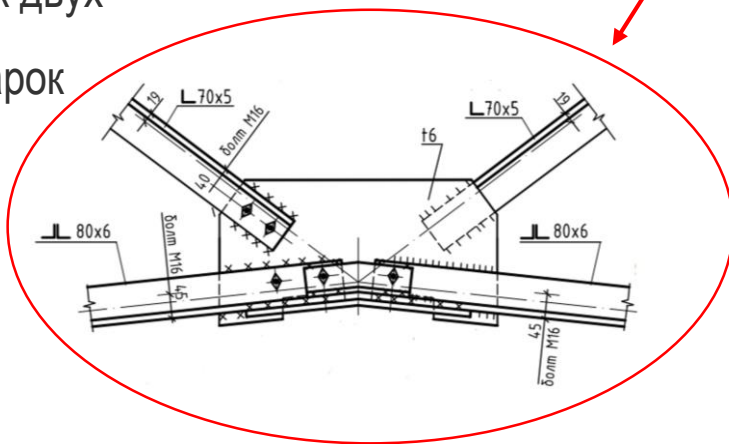
Рис. Фрагменты схем каркаса
в торцевых блоках
(связи условно не показаны)

Результаты конструирования и расчета стропильной фермы среднего пролета

- пояса фермы из парных уголков,
- решетка крестовая, из одиночных уголков,

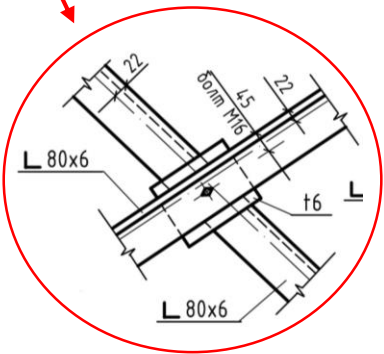
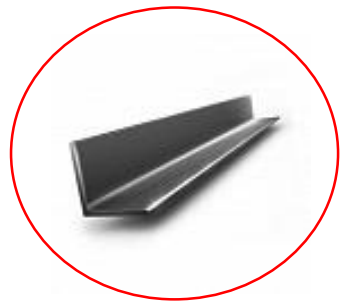
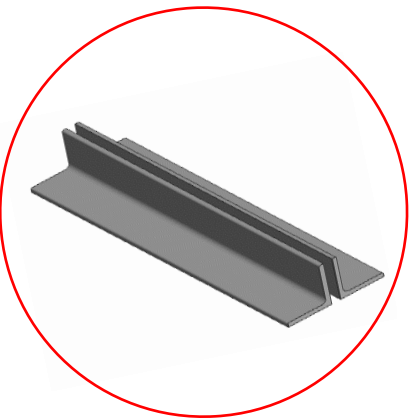
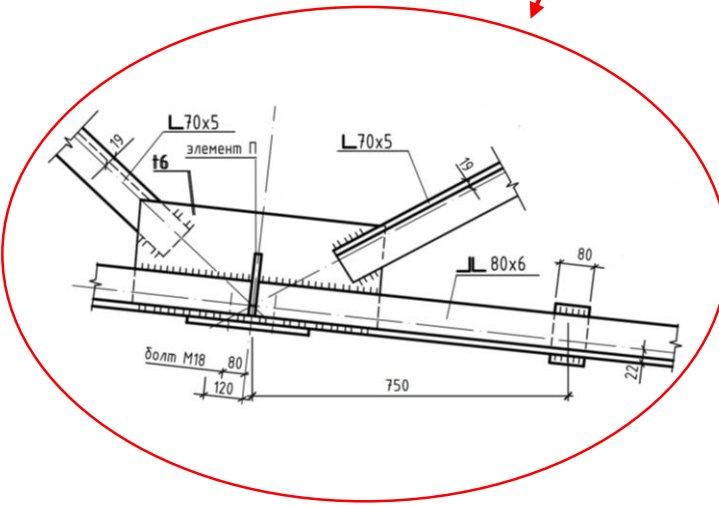
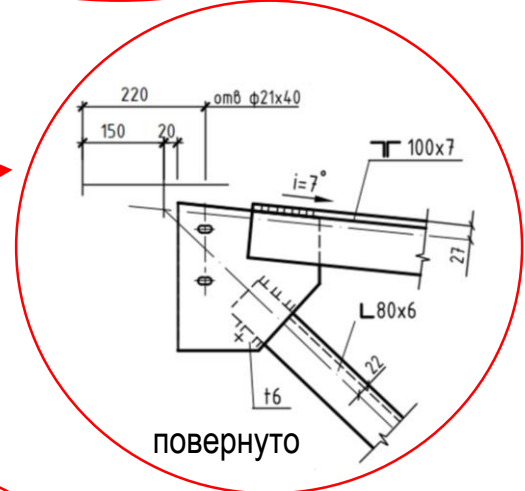
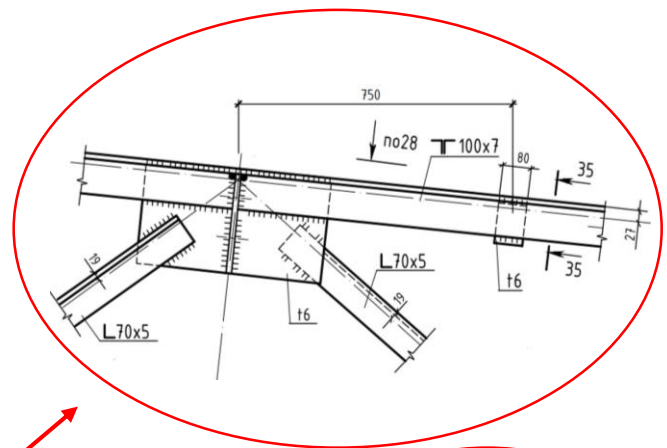
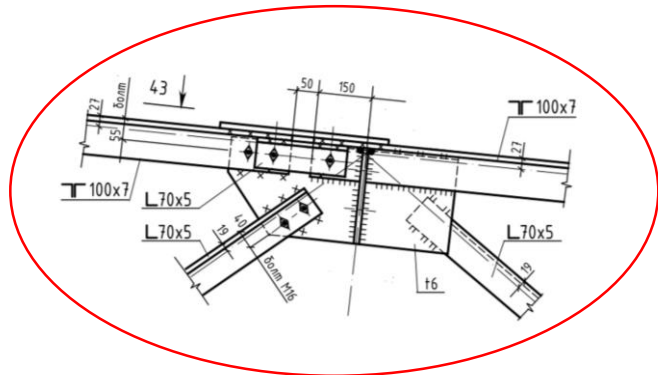
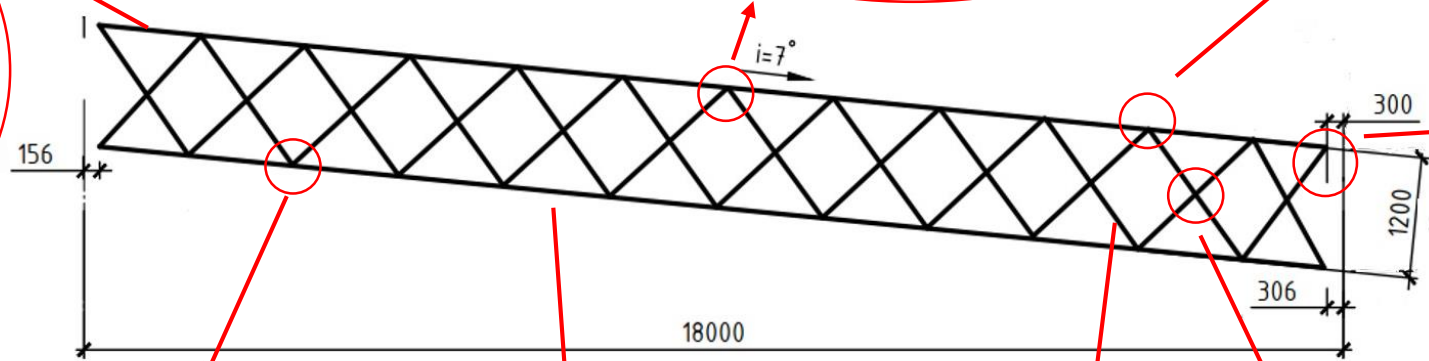
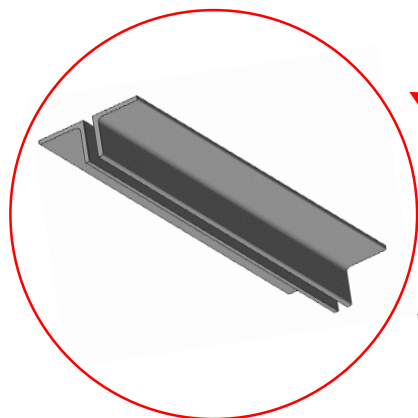


- предусмотрен монтажный стык двух отправочных марок фермы



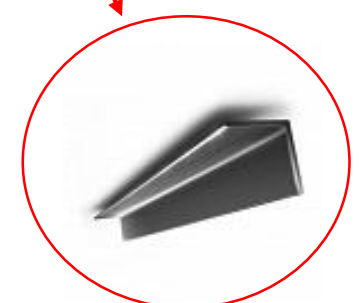
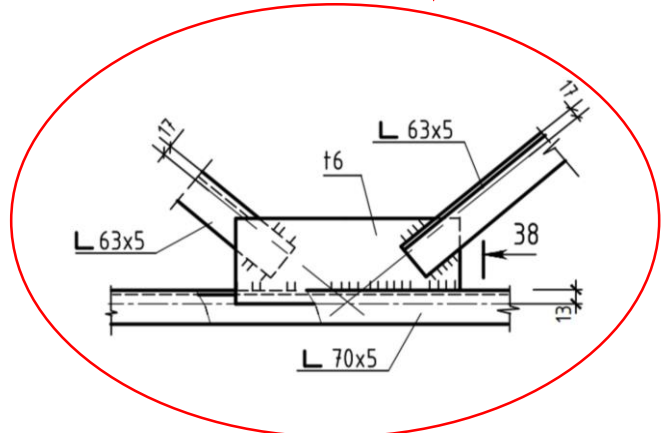
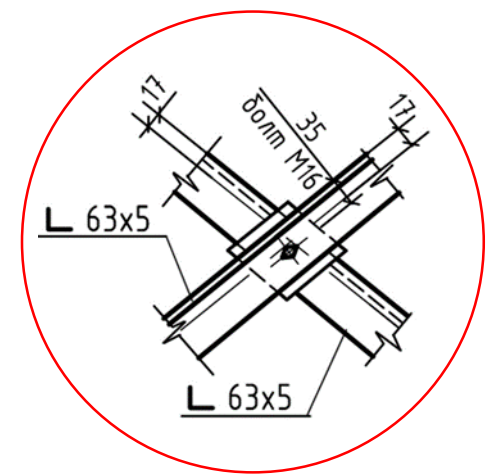
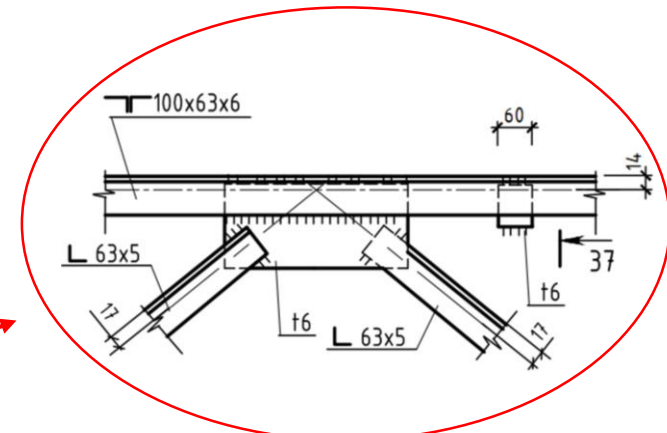
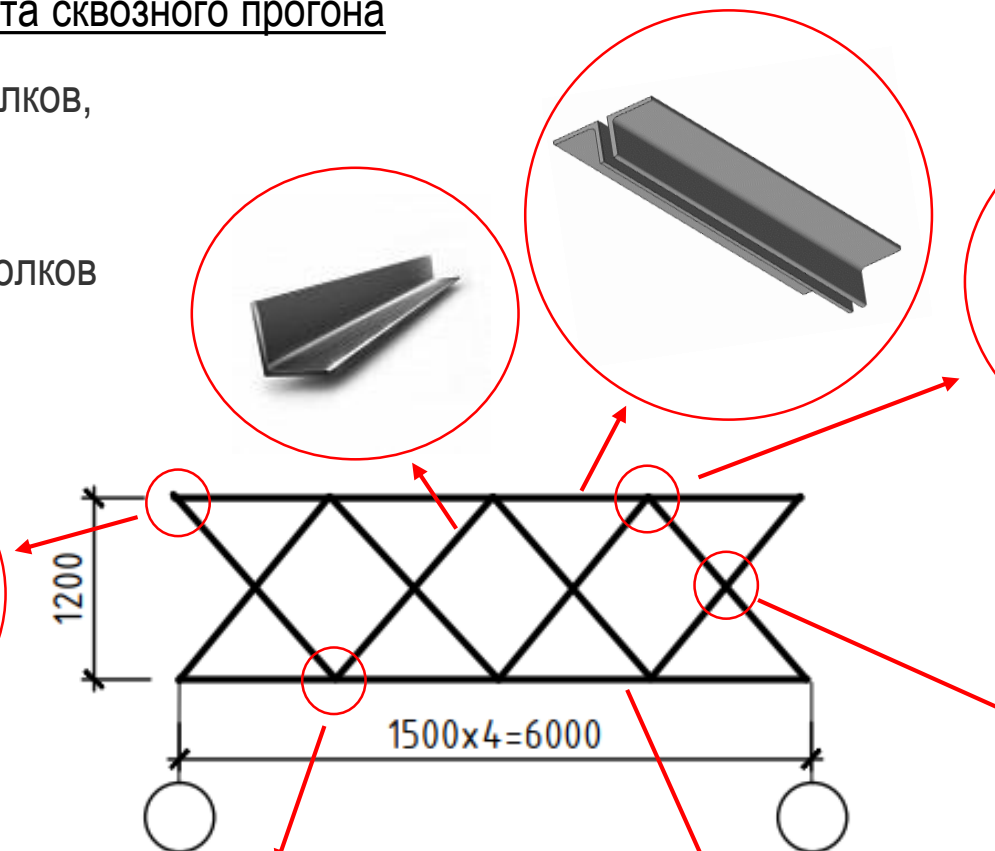
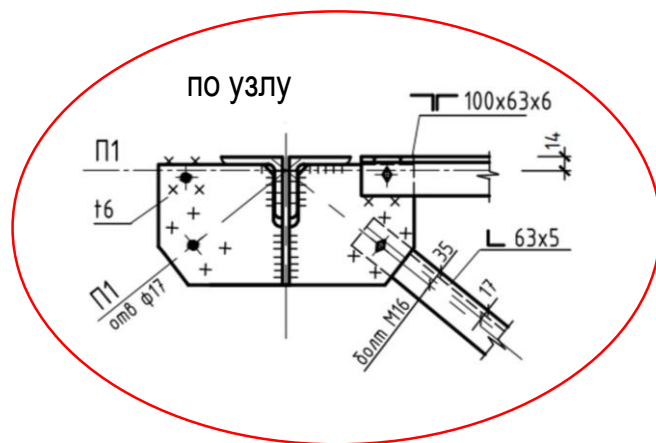
Результаты конструирования и расчета стропильной фермы крайнего пролета

- пояса фермы из парных уголков,
- решетка крестовая, из одиночных уголков
- предусмотрен монтажный стык двух отправочных марок фермы



Результаты конструирования и расчета сквозного прогона

- верхний пояс прогона из парных уголков,
- нижний пояс из одиночного уголка,
- решетка крестовая из одиночных уголков



Результаты конструирования и расчета торцевого блока

- колонны фахверка (КФ) из гнутосварного профиля прямоугольного сечения,
- стропильная балка (Б) из прокатного двутавра

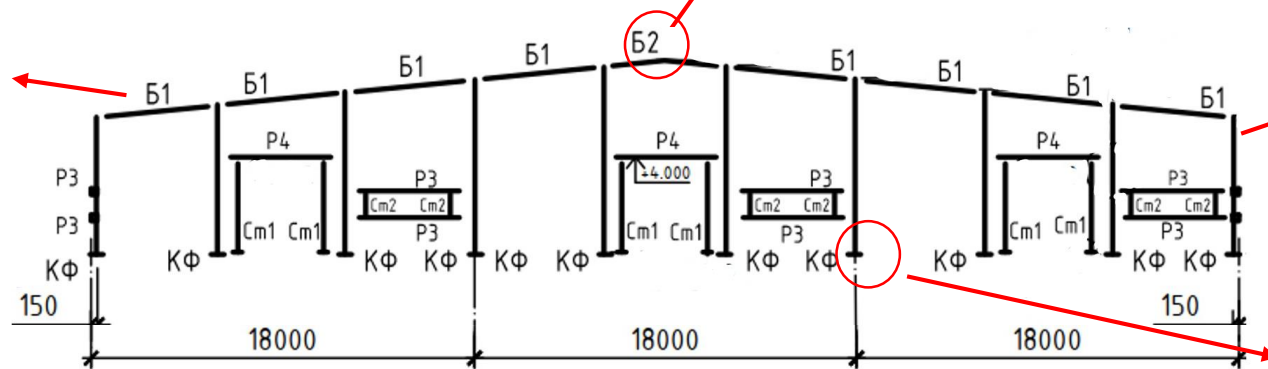
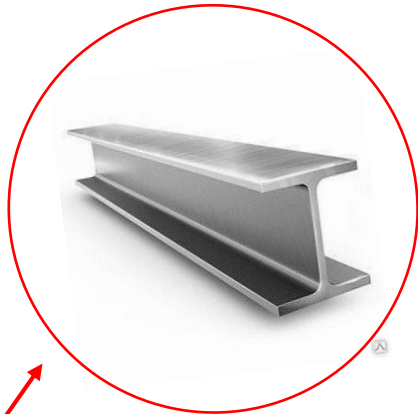
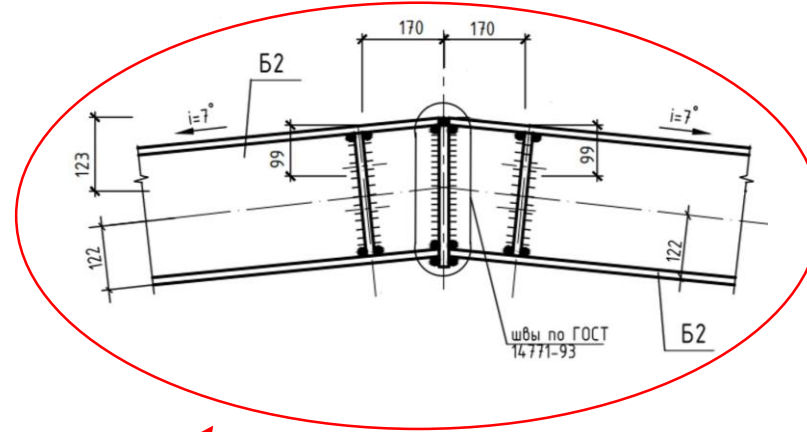


Рис. Схема торцевой рамы

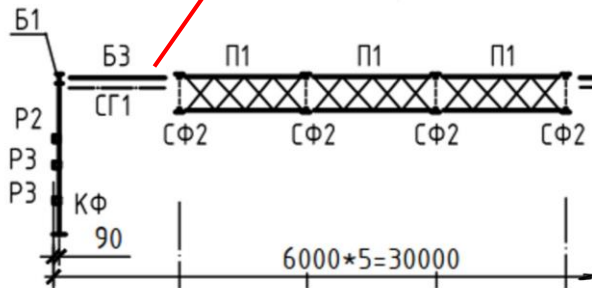
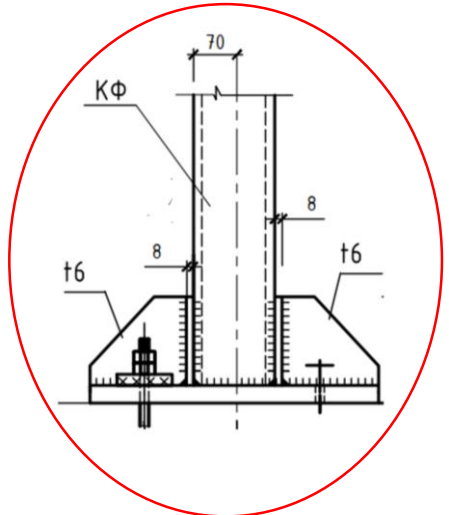


Рис. Фрагмент продольного разреза

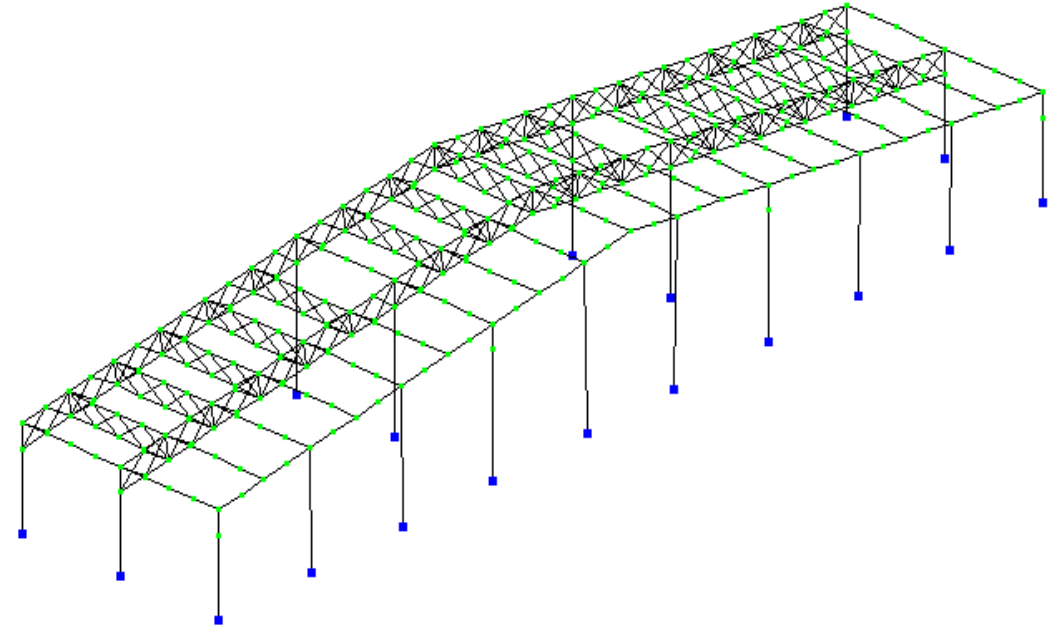
Связи по колоннам (Р, СВ) и покрытию (СГ) обеспечивают пространственную устойчивость и жесткость каркаса.



РЕЗУЛЬТАТ ИССЛЕДОВАНИЙ

По результатам оптимизационных расчетов, конструированию элементов и узлов, усовершенствовано конструктивное решение системы покрытия.

Отличительной особенностью покрытия служит предполагаемая трансформация объекта в условиях модернизации, расширения и реконструкции.

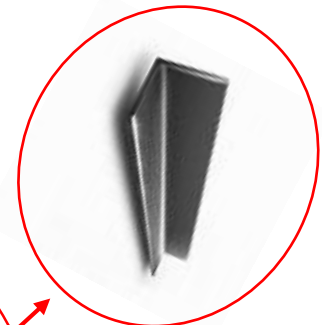
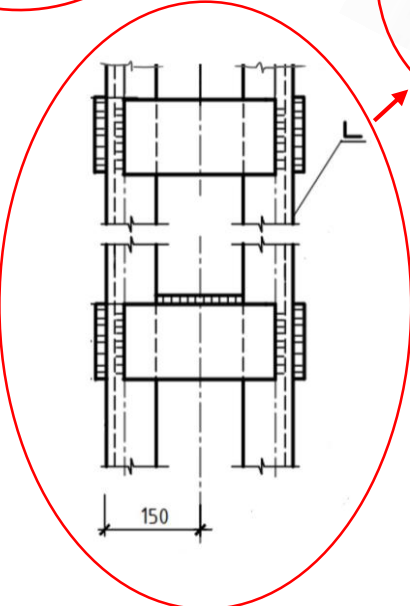
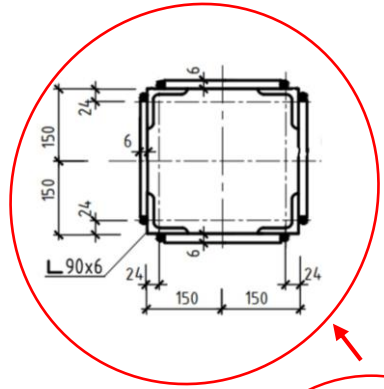


Предварительные результаты конструирования и расчета колонны

ПЕРСПЕКТИВА

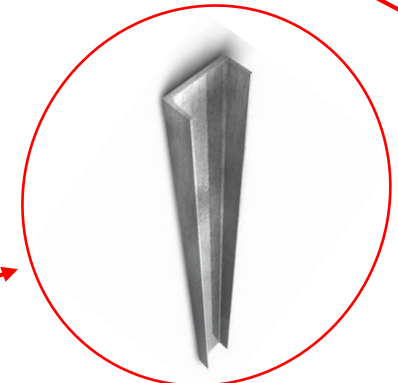
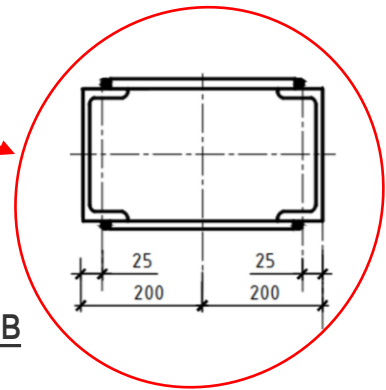
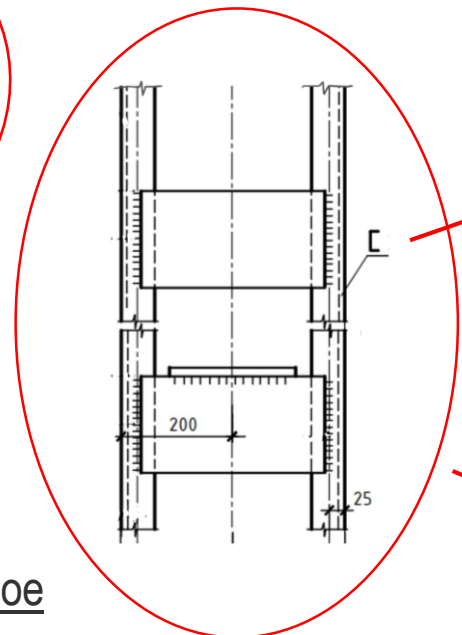
разработаны три варианта сечений:

1. сквозное 4-х ветвевое
из прокатных уголков



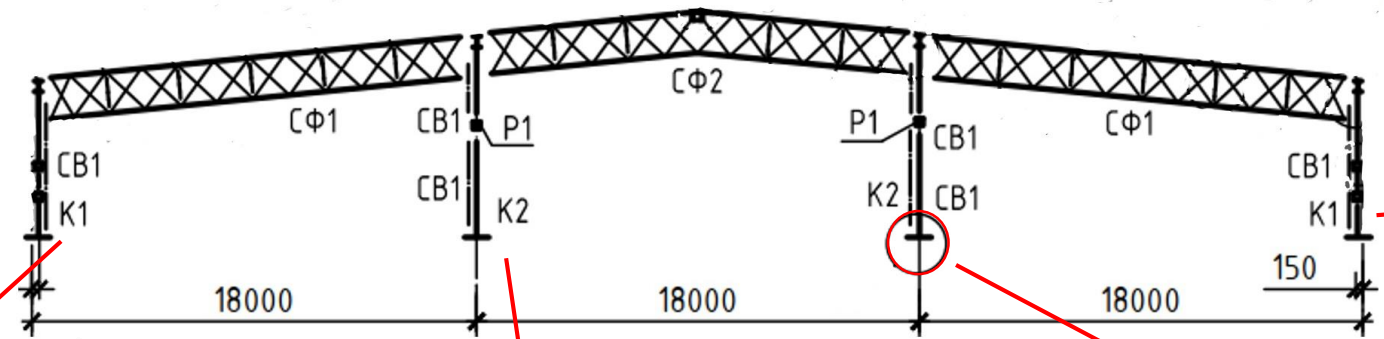
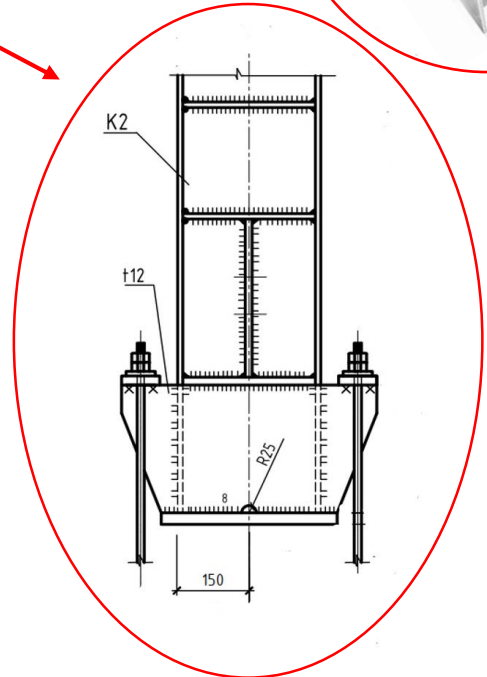
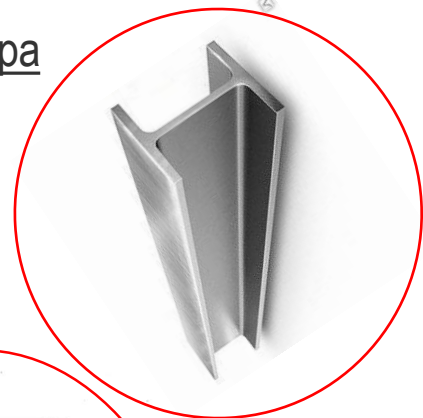
2. сквозное

2-х ветвевое из прокатных швеллеров



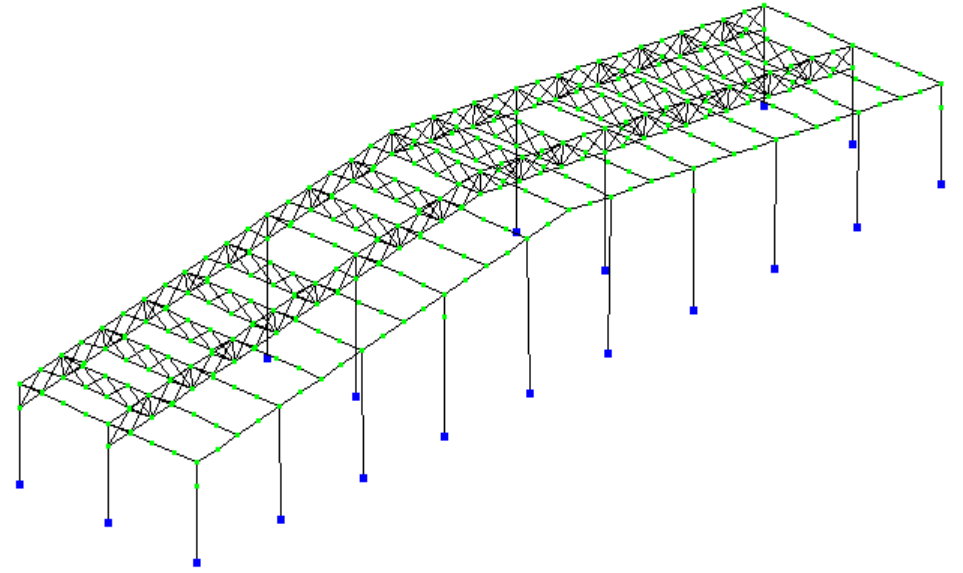
3. сплошное из прокатного

двутавра



Содержание дальнейших исследований:

- провести анализ пространственной работы конструктивной системы каркаса при вводе жесткости кровельного настила, при изменении условий закрепления базы колонны;
- произвести оптимизацию конструктивных решений при уточнении аналитических выражений массы и стоимости каркасов зданий в зависимости от основных геометрических параметров проектируемых конструкций,
- выявить, по результатам оптимизационных расчетов, оптимальное конструктивное решение каркаса.



В перспективе, использование конструктивной системы даст возможность формировать протяженные в плане здания со свободными внутренними пространствами, адаптированными под различные цели.

ПРОГНОЗ

С внедрением инновационных строительных материалов, по мере развития строительных технологий и совершенствования методов расчёта возникают технические возможности увеличения объёмно-планировочных параметров объекта.

Что характерно как для общественных, так и для производственных объектов капитального строительства.

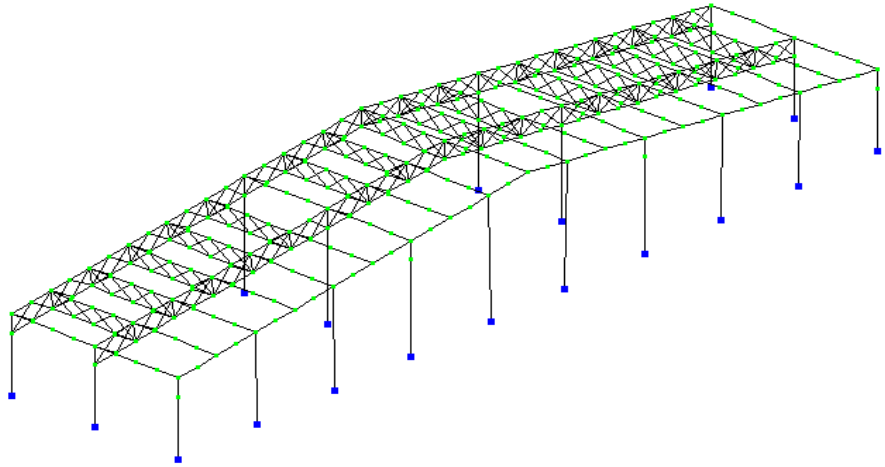


Рис. Автостоянка E-novos, Люксембург, 2013-14г



Рис. Цементный завод (компания Star Cement группы ЕТА, ОАЭ, 2008г)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ



Проведенные и намеченные исследования не только способствуют реализации идей целесообразного проектирования но и имеют гуманную ценность, выраженную, в бережном отношении к природным ресурсам.