

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА

ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ  
Кафедра Городское строительство и архитектура

Утверждаю:  
Зав. кафедрой  
А.В. Гречишкин  
подпись, инициалы, фамилия  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ НА ТЕМУ:

**Спорткомплекс площадью 960м<sup>2</sup>  
в жилом районе Арбеково г. Пензы**

Автор ВКР \_\_\_\_\_ **Алеев Х.Р.**  
подпись, инициалы, фамилия

Обозначение ВКР-2069059-080301-120717 -16

Группа СТР-43  
номер

Направление \_ «Строительство»

Направленность «Городское строительство»

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ **Петрянина Л.Н.**  
подпись, дата, инициалы, фамилия

Консультанты по разделам:

Архитектура

доц. Петрянина Л.Н.

ФИО., уч. степень, звание

Конструкции

к.т.н. доц. Пучков Ю.М.

ФИО., уч. степень, звание

ТСП

к.т.н. доц. Агафонкина Н.В.

ФИО., уч. степень, звание

Экология и БЖД

доц. Петрянина Л.Н.

ФИО., уч. степень, звание

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ к.т.н. доц. Викторова О.Л.  
ФИО., уч. степень, звание

ПЕНЗА 2016 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА

Инженерно-строительный институт

Направление подготовки: 08.03.01 «Строительство»

Направленность «Городское строительство»

Кафедра «Городское строительство и архитектура»

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ А. В. Гречишкин

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

Студенту АЛЕЕВУ Х.Р. \_\_\_\_\_ Группа СТР-43  
(фамилия, инициалы)

Тема « СПОРТКОМПЛЕКС ПЛОЩАДЬЮ 960м<sup>2</sup>  
В ЖИЛОМ РАЙОНЕ АРБЕКОВО П. ПЕНЗЫ »

утверждена приказом по Пензенскому ГУАС № 06-09-273 от «13» 12 2015 г.

Срок представления проекта к защите «28» 06 2016 г.

# І. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

(место строительства, характеристика участка и др.)

г. Пенза, жилой район Арбеково

## ІІ. СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

1. Введение

Актуальность темы

2. Архитектурно-строительный раздел (включая техническую эксплуатацию зданий)

Описание объемно-планировочного решения, ТЭП, разбивочный план и благоустройство; показатели энергоэффективности

3. Расчетно-конструктивный раздел

Конструктивный расчет перекрытия; колонны

4. Технология строительного производства (ремонтно-восстановительных работ)

строительный план, календарный план (описание)

5. Безопасность жизнедеятельности

Мероприятия по безопасности жизнедеятельности на период строительства и эксплуатации

6. НИРС, УИРС

Проблемы проектирования и строительства спортивных зданий и сооружений в условиях городской застройки

## ІІІ. ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

(с точным указанием обязательных чертежей)

1. Архитектурно-строительный раздел (включая техническую эксплуатацию зданий)

Разбивочный план (ПЗУ), ситуационная схема, фасад, планы неперекрывающихся помещений, планы организации рельефа, разрез, план перекрытия кровли, фундаментов, энергетический паспорт, УИРС.



2. Расчетно-конструктивный раздел Графическое изображение  
элементов покрытия (зеркало), металлические  
краски.

3. Технология строительного производства Строительный  
календарный план.

Руководитель работы Петряшина

Консультанты по разделам:

№ п/п	Раздел	Объем раздела в %	Консультант (фамилия, инициалы, ученая степень)	Подпись, дата	
				Задание выдал	Дата выдачи
1	Архитектурно-строительный раздел	50	Петряшина А.Н.		29.04.16
2	Расчетно-конструктивный раздел	20	Пучков Ю.Н.		29.04.16
3	Технология строительного производства	20	Гарькин И.Н.		29.04.16
4	Безопасность жизнедеятельности	5	Петряшина А.Н.		9.04.16
5	НИРС, УИРС	5	Петряшина А.Н.		29.04.16

Задание принял к исполнению 29.04.16  
 (дата, подпись)

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН РАБОТЫ

№ п/п	Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы	Примечание
1.	Заказ	01.05.16 - 06.05.16	
2.	Архитектурно-стр. раздел	07.05.16 - 22.05.16	
3.	Расчетно-констр. раздел	23.05.16 - 05.06.16	
4.	ТСН	06.06.16 - 12.06.16	
5.	БЖД	13.06.16 - 16.06.16	
6.	УИРС	17.06.16 - 19.06.16	



## Содержание

<b>1.Введение</b>	7
<b>2.Архитектурно-строительный раздел</b>	9
2.1.Исходные данные	9
2.2. Схема организации земельного участка	9
2.3 Архитектурно-строительные и объемно-планировочные решения	10
2.4 Наружная отделка	10
2.5 Внутренняя отделка	11
2.6 Техничко-экономические показатели объекта	12
2.7 Конструктивные решения	13
2.7.1 Основные конструктивные решения	13
2.7.2 Расчетное обоснование	14
2.7.3 Антикоррозийная защита и другие специальные мероприятия	15
2.8 Противопожарные мероприятия	16
2.8.1 Описание системы обеспечения пожарной безопасности объекта капитального строительства	16
2.9 Технологические решения	17
2.9.1 Основные технологические параметры	17
2.10 Водопровод и канализация	18
2.10.1 Водопровод	18
2.10.2 Канализация	20
2.11. Техническая эксплуатация здания	21
2.11.1 Теплотехнический расчет наружных стен	21
2.11.2 Теплоустойчивость стен в холодный период года	23
2.11.3 Воздухопроницаемость наружных стен	24
2.11.4 Сопротивление наружных стен паропрооницанию	24
2.11.5 Теплотехнический расчет крыши	31
2.12 Энергетический паспорт здания	46
<b>3. Расчетно-конструктивный раздел</b>	58
3.1 Общие данные	58

3.2	Расчёт моделей в ПК ЛИРА-САПР	61
3.3	Визуализация результатов расчета	70
3.3.1	Подбор арматуры	78
3.3.2	Подколонники	80
3.3.3	Проверка сечений металлокаркаса	81
<b>4.</b>	<b>Раздел технологии строительного производства</b>	<b>84</b>
4.1.	Технологическая карта на устройство стеновых панелей	84
4.1.1.	Область применения	84
4.1.2.	Организация и технология выполнения работ	85
4.1.3.	Требования к качеству и приемке	91
4.1.4.	Калькуляция затрат труда и машинного времени	95
4.1.5.	Материально-технические ресурсы	96
4.1.6.	Безопасность труда	98
<b>5.</b>	<b>Раздел безопасности жизнедеятельности</b>	<b>103</b>
5.1.	Безопасность при проведении сварочных работ	103
5.2.	Защита зрения и поверхности кожи	104
5.3.	Защита от отравлений вредными газами, аэрозолями и испарениями	105
5.4.	Пожарная безопасность при проведении сварочных работ	105
5.5.	Травмы при проведении сварочных работ	106
<b>6.</b>	<b>УИРС «Проблемы проектирования и эксплуатации спортивных сооружений»</b>	<b>107</b>
6.1.	Понятие и классификация спортивных зданий и сооружений	107
6.2	Проблемы проектирования и эксплуатации спортивных сооружений	117
6.3	Заключение	120
	<b>Библиографический список</b>	<b>121</b>

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Строительство – одна из основных отраслей народного хозяйства страны, обеспечивающее создание новых, расширение и реконструкцию действующих основных фондов.

Капитальному строительству принадлежит важнейшая роль в развитии всех отраслей производства, повышение производительности общественного труда, подъема материального благосостояния .

Любая страна, рано или поздно, задумывается о необходимости развития (такового имеющегося) или зарождения физического воспитания. Обеспечение потребностей в спортивной деятельности требует устройства спортивных комплексов.

Каждый из элементов спортивной сети имеет свои правила построения, разную степень интеграции в городскую среду и необходимое внешнее и внутреннее обеспечение.

Проектирование, строительство и эксплуатация спортивного объекта сегодня требует вливания большого количества инвестиций и человеческих ресурсов на всем промежутке времени функционирования комплекса. Быстро меняющиеся внешние требования должны иметь возможность отражения в планировочной и функциональной структуре объекта.

Непредусмотренные перспективы развития физкультурно-спортивных комплексов, построенных в середине прошлого столетия в нашей стране, в настоящее время привели к функционально-планировочным, градостроительным и социально-экономическим проблемам. В большинстве городов территории спортивных сооружений занимают в соответствии с нормами 0,7-0,9 га на 1 тыс. чел. (СНиП 2.07.01-89\* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Приложение 7), однако многие из этих объектов функционируют частично или не работают вообще. Значительная часть не соответствует или находится в состоянии деградации. Это объясняется неустойчивостью экономической ситуации и необдуманностью стратегий локального развития спортивной базы. Старые типы объемно-планировочных



решений часто исключают возможность модернизации объекта. Дефицит городских территорий сдерживает дальнейшее расширение физкультурно-спортивных комплексов.



## 2 АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Исходные данные

Город Пенза расположен в зоне с нормальной влажностью, климатическая зона – сухая.

Согласно СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» и ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещении» расчетная средняя температура внутреннего воздуха принимается  $t_{int} = 20$  °С. Согласно СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92:  $t_H = t_{ХН(0,92)} = -29$  °С, продолжительность  $z_{ht} = 207$  сут. и средняя температура наружного воздуха  $t_{ht} = -4,5$  °С за отопительный период.

Согласно СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» снеговая нагрузка равна 180кгс/м<sup>2</sup>.

Рельеф участка спокойный.

### 2.2 Схема организации земельного участка

Основным в решениях схемы организации земельного участка является:

- размещение дома, обеспечивающее подъезды к нему, а так же санитарные и противопожарные разрывы;
- вертикальная планировка с высотной привязкой дома, обеспечивающая отвод поверхностных вод с площадки и сброс их в ливневую канализацию.

Санитарные и пожарные разрывы между рядом расположенными зданиями соответствуют СП 42.13330.2011. «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» и СНиП 2.01.02.89 «Жилые здания»

Согласно Правилам землепользования и застройки (карте градостроительного зонирования), участок принадлежит функциональной зоне ОЖ.



### **2.3 Архитектурно-строительные и объемно-планировочные решения**

Объемно-планировочное решение временного теннисного корта разработано в соответствии с Заданием на проектирование, техническим заданием Заказчика, техническим заключением об инженерно-геологических условиях участка строительства ООО «ГеоЭкоИзыскания» и строительными Нормами и Правилами.

Теннисный корт отдельностоящие одноэтажное с размещением антресольной части, с размерами в осях 47,0x20,4 м. Высота до низа ферм 7,00 - 9,67м, антресоли 3,70 – 6,37 м до низа несущих конструкций.

Внутренняя планировка здания обусловлена технологией спортивных учреждений и выполнена с учетом разделения зоны размещения служебно-бытовых, подсобных и спортивных площадок, а так же с учетом обеспечения кратчайших связей между спортивным залом и помещений раздевалок, инвентарной.

Главный вход для посетителей теннисного корта предусмотрен со стороны торцевого фасада в осях А - Г, второстепенный вход предусмотрен со стороны продольных фасадов между осями 5 – 6.

В теннисном корте размещаются такие помещения как: Физкультурно-спортивный зал предусмотрен для проведения наиболее распространенных спортивных игр площадью 789.5кв.м, бытовые помещения с раздевалками, инвентарная, холл, щитовая, узел ввода воды.

Для входа на антресольную часть здания предусмотрены две открытые лестницы с обеих сторон антресоли. На антресольной части в осях А – Г; 1 – 3 размещается тренажерный зал площадью 133,6 кв.м.

### **2.4 Наружная отделка**

Ограждающие конструкции теннисного корта - из витража с заполнением энергосберегающими стеклопакетами и простенками из металлических колонн, облицованных по системе кассетного вентилируемого фасада из композитного материала «ALUCOBOND» (внутренний наполнитель композитного материала с

группой горючести Г1) с заполнением минераловатным утеплителем «ROCKWOOL» ВЕНТИ БАТТС (ТУ 5762-0034575203-99), толщиной 150 мм.

Наружные ограждающие конструкции теннисного корта отвечают всем теплотехническим и энергосберегающим требованиям. Теплотехнический расчет приведен в разделе «ТР».

Цоколь здания облицовывается керамическим гранитом.

Ступеньки крылец, входов облицовывается плиткой с нескользкой поверхностью.

Остекление проемов предусмотрено из алюминиевого самонесущего профиля с заполнением энергосберегающими стеклопакетами. Стекла оклеиваются защитной пленкой предотвращающей разлет осколков в случае разрушения.

Наружные двери главного и второстепенных входов распашные выполняются из алюминиевых конструкций. Внутренние двери – из алюминиевых конструкций. Нижняя часть дверных полотен глухая.

Кровля здания скатная по радиусу в две стороны вдоль продольных фасадов не эксплуатируемая, фальцевая из оцинкованной стали Теплоизоляция кровли – минераловатные плиты «ЛАЙТ БАТТС» (ТУ-5762-004-45757203-99), толщиной 200мм в теле термопрофиля ТПС 200x45x1,5 мм. Водосток наружный организованный.

## **2.5 Внутренняя отделка**

Все решения по сооружению и внутренней отделке здания приняты на основе использования качественных, экологически чистых, сертифицированных материалов.

Перегородки выполнены из блоков газосиликатных перегородочных D500, B2,5 на цементно-песчаном растворе M100, армированные в горизонтальном направлении двумя стержнями из арматуры ВрI 1 диаметром 4 мм с шагом 600 мм.

Внутренняя отделка помещений – окраска вододисперсионная, керамическая

плитка.

Потолки – подвесные реечный кубообразный «Албес», водоземulsionная покраска в технических и служебных помещениях. Покрытие пола холла и коридоров – керамический гранит, остальных помещений - керамическая плитка, Полы в помещениях с мокрым процессом из керамической плитки с гидроизоляцией. Пол спортивного зала - полимерное наливное покрытие для спортивных залов. Пол антресоли – резиновое напольное покрытие «Трасформер»

## 2.6 Техничко-экономические показатели объекта

Таблица 2.1

Техничко-экономические показатели объекта

№ п/п	Наименование показателей	Ед. изм.	Показатели
1	Площадь застройки	кв. м	1035,70
2	Общая площадь здания	кв. м	1117,45
3	Строительный объем здания	куб.м	10363,50
4	Численность работающих	чел.	15
5	Этажность	Эт.	1+ антресоль
6	Наличие подвала или подземного уровня		нет
7	Верхняя отметка здания	м	11.8

## 2.7 Конструктивные решения

### 2.7.1 Основные конструктивные решения

Теннисный корт выполняется из металлического каркаса. Габариты здания



47.0x20.4м, пролеты разбивочных осей регулярные, шаг колонн (6.8x3);(4.5x10)м. Высота подвала здания переменна 7,0 - 9,67 м до низа несущих конструкций.

Фундаменты – монолитные ж.б. плита толщиной 400 мм, из бетона класса В25, W6

Стены цоколя - монолитные ж.б. толщ. 200мм из бетона В25, W6

Колонны– металлические размером 350x350мм ;

Фермы - металлические арочные, высотой 1,8м;

Главные балки перекрытия – металлические;

Второстепенные балки перекрытия – металлические;

Перекрытия антресоли – монолитные ж.б. по не съемной опалубке из профлиста, плита толщ 150мм.

Лестницы - металлическая лестничные марши и площадки.

Материал наземных ж.б. конструкций – бетон В25, W6, армирование выполняется отдельными стержнями арматурой кл. АI, АIII.

Ограждающие конструкции здания:

Наружные стены - из витража с заполнением энергосберегающими стеклопакетами и простенками из металлических колонн облицованных по системе кассетного вентилируемого фасада из композитного материала «ALUCOBOND» (внутренний наполнитель композитного материала с группой горючести Г1) с заполнением минераловатным утеплителем «ROCKWOOL» ВЕНТИ БАТТС (ТУ 5762-0034575203-99), толщиной 150 мм. Для крепления утеплителя используются анкерные устройства из полимерных материалов. Цокольная часть здания выполнена с теплоизоляцией из пенополистирола с прижимной стенкой из асбестоцементных листов.

Кровля – скатная по радиусу в две стороны вдоль продольных фасадов не эксплуатируемая, фальцевая из оцинкованной стали Теплоизоляция кровли – минераловатные плиты «ЛАЙТ БАТТС» (ТУ-5762-004-45757203-99), толщиной 200мм в теле термопрофиля ТПС 200x45x1,5 мм.

Водосток – наружный организованный.

Перегородки - блоки газосиликатные перегородочные D500, B2,5 на цементно-песчаном растворе M100, армированные в горизонтальном направлении двумя стержнями из арматуры ВpI 1 диаметром 4 мм с шагом 600 мм.

### **2.7.2 Расчетное обоснование.**

Общая устойчивость металлического каркаса здания обеспечивается жестким креплением колонн к плите фундамента, жестким сопряжением стропильных ферм с колоннами.

Система стропильных ферм, горизонтальных и вертикальных связей покрытия, образует единый диск жесткости.

Расчет каркаса здания выполнен с использованием программного комплекса «SCAD».

В расчетах приняты следующие типы нагрузок:

- нагрузки от массы (собственного веса) строительных конструкций (плиты, стены, перегородки, полы и т.д.);
- ветровые нагрузки;
- снеговые нагрузки;
- нагрузки от бокового давления грунта для подземной части здания;
- временные нагрузки согласно СНиП 2.01.07-85\*«Нагрузки и воздействия».

Временная нормативная нагрузка на перекрытие принята:

- в служебных и административных помещениях – 200кг/м<sup>2</sup>
- в вестибюлях 1-го этажа и на лестничных клетках – 300 кгс/см<sup>2</sup>.

Сбор нагрузок выполнен в соответствии с требованиями СНиП 2.01.07-85\*.

В программном комплексе «SCAD» реализованы все требования по несущей способности здания.

Выполнен расчет по предельным состояниям первой и второй группы (прочность и трещиностойкость).

В результате расчетов определены действующие в несущих элементах здания усилия (изгибающие и крутящие моменты, осевые и перерезывающие силы).

Произведен расчет подбора арматуры железобетонных элементов, в которых действуют изгибающие и крутящие моменты, осевые и перерезывающие силы.

Подбор несущей арматуры осуществлен исходя из условий прочности и трещиностойкости.

Подбор поперечной арматуры осуществлен исходя из величины перерезывающей силы.

Для подобранной арматуры по условиям трещиностойкости определяется ширина продолжительного и кратковременного раскрытия трещин.

Ширина раскрытия трещин определяется по направлениям Z и Y.

Расчетная ширина раскрытия трещин не превышает допустимых.

Максимальные осадки здания, максимальные прогибы и перемещения конструкций здания - не превышают нормативных значений.

Все несущие элементы здания имеют перемещения и прогибы в пределах допускаемых нормами, в том числе по эстетическим требованиям.

### **2.7.3 Антикоррозийная защита и другие специальные мероприятия**

Мероприятия по антикоррозийной защите строительных конструкций приняты в соответствии с указаниями СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии».

Предусматривается:

- гидроизоляция подземных частей здания от капиллярной влаги – применение бетона марки по водонепроницаемости W6
- оклеечная гидроизоляция стен из 2-х слоев гидростеклоизола;
- горизонтальная гидроизоляция стен – из 2-х слоев гидростеклоизола
- окраска стальных конструкций - двумя слоями эмали ПФ121 ГОСТ 6465-76 по грунтовке двумя слоями ГФ-0 21 ГОСТ 25129-82.

## **2.8 Противопожарные мероприятия**

**2.8.1 Описание системы обеспечения пожарной безопасности объекта капитального строительства**

В соответствии с требованиями статьи 5 Федерального закона №123-ФЗ пожарная безопасность проектируемого объекта обеспечивается:

- системой предотвращения пожара;
- системой противопожарной защиты;
- организационно-техническими мероприятиями.

Система предотвращения пожара в проектируемых зданиях обеспечивается применением пожаробезопасных строительных материалов, различного инженерно-технического оборудования, которые прошли соответствующие испытания и имеющие сертификаты соответствия требованиям Технического регламента, а также привлечением организаций, имеющих соответствующие допуски, для осуществления проектирования, монтажа, наладки, эксплуатации и технического обслуживания.

Система противопожарной защиты обеспечивается комплексом конструктивно-планировочных решений зданий, а также применением средств противопожарной защиты.

В систему противопожарной защиты зданий входят:

- объемно-планировочные и технические решения, обеспечивающие своевременную эвакуацию людей и их защиту от опасных факторов пожара;
- регламентация огнестойкости и пожарной опасности строительных конструкций и отделочных материалов;
- устройства, обеспечивающие ограничение распространения пожара (противопожарные преграды, пожарные отсеки и др.);
- нанесение на поверхности основных несущих металлических конструкций огнезащитных составов;
- внутренний противопожарный водопровод;
- автоматическая пожарная сигнализация;
- оповещение о пожаре и управление эвакуацией людей;
- средства коллективной и индивидуальной защиты людей от опасных

факторов пожара;

- первичные средства пожаротушения.

К организационно-техническим мероприятиям относятся:

- организация обучения работающих правилам пожарной безопасности на объекте;
- разработка инструкций о порядке обращения с пожароопасными веществами и материалами, о соблюдении противопожарного режима и действиях при возникновении пожара;
- изготовление и применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности;
- порядок хранения веществ и материалов, тушение которых недопустимо одними и теми же средствами, в зависимости от их физико-химических и пожароопасных свойств;
- разработку мероприятий по действиям администрации, рабочих на случай возникновения пожара и организацию эвакуации людей.

## **2.9 Технологические решения**

### **2.9.1 Основные технологические параметры**

Здание предназначено для проведения занятия спортом и проведения спортивных мероприятий. Схему с размещением спортивных площадок и бытовых помещений (раздевалок, душевых, сан. узлов) смотри графические материалы.

Физкультурно-спортивное сооружение используется всеми возрастными и социальными группами населения - от профессиональных спортсменов до лиц, использующих эти сооружения для досуга.

Физкультурно-спортивный зал предусмотрен для проведения наиболее распространенных спортивных игр:

- бадминтона;
- баскетбола;
- волейбола;

- тенниса.

Габариты и разметка игровых площадок и мест проведения соревнований (занятий), параметры зон безопасности (в том числе над игровым полем) установлены правилами проведения соответствующих видов соревнований и являются обязательными как технологические требования (см. графические материалы).

Расчетная пропускная способность спортивного зала:

- для бадминтона - 32 чел./смену;
- баскетбола - 24 чел./смену;
- волейбола- 32 чел./смену;
- тенниса - 16 чел./смену.

Разметки спортивных площадок должны контрастировать между собой, четко выделяться на фоне пола, в зависимости от цвета которого возможны отклонения от указанных выше рекомендаций. На площадках для баскетбола площадь трехсекундной зоны, а также площадь центрального круга окрашиваются в цвет, контрастирующий с цветом пола и разметочных линий.

При спортивном зале предусмотрены помещения вспомогательного назначения включающие следующие группы: вестибюль с гардеробом, блоки раздевальных, душевых и санузлов для занимающихся, инвентарные.

В здании предусмотрены четыре раздевальные без деления на мужские и женские.

## **2.10 Водопровод и канализация**

### **2.10.1 Водопровод**

Водоснабжение здания осуществляется от запроектированного ввода В1 - Ø50мм.

Расчетные расходы воды на хозяйственно-бытовые нужды определены в соответствии с СП 30.13330.2012 (см. табл. "Основные показатели проекта"). Качество воды должно соответствовать СанПиН 2.1.4.1074-01.

Требуемый напор в сети внутреннего водопровода определяется с учетом

обеспечения бесперебойной подачи воды до наиболее удаленной и высоко расположенной водоразборной точки и ее излив с учетом всех сопротивлений на пути движения воды от ввода водопровода до точки разлива и составляет 24м.

Ввод водопровода выполнить из стальной трубы ГОСТ 3262-75\*. Пересечение стенки фундамента следует выполнять при помощи стального футляра, при этом зазор между футляром и трубопроводом заделать белым канатом, пропитанным раствором низкомолекулярного полиизобутилена в бензине в соотношении 1:1.

После ввода предусматривается установка водомерного узла, размещенного в помещении №118.

Система трубопроводов объединенного хозяйственно-питьевого и противопожарного водопровода принята тупиковой. Система трубопроводов горячего водоснабжения принята кольцевая двухтрубная с циркуляцией воды в магистральных трубопроводах и стояках.

Для обеспечения противопожарной защиты проектом предусматривается устройство объединенного хозяйственно-питьевого и противопожарного водопровода. Пожарные краны установлены у входов, в пожарных шкафах отечественного производства фирмы «Пульс» с нишей для установки двух огнетушителей.

Магистральные трубопроводы и разводка хозяйственно-питьевого водопровода запроектированы из труб сшитого полиэтилена РЕHAУ Ø15-Ø32мм, противопожарного - из стальных электросварных труб Ø50 мм. Трубопроводы холодного и горячего водоснабжения изолируются, проложить в Termaflex типа ФРЗ (трубной изоляции). Трубопроводы прокладываются скрыто в коробах, конструкции стен.

В местах установки арматуры предусмотреть устройство люков для ее обслуживания.

Магистральные трубопроводы прокладываются с уклоном в сторону ввода не менее 0,002.



Средства крепления стояков и расстояние между креплениями принимаются в соответствии с СП 40-102-2000.

### **2.10.2 Канализация**

Сброс хозяйственно-бытовых стоков от здания предусмотрен самотеком через выпуск в наружную канализационную сеть чугунной трубой Ø100мм.

Подключение стояков к горизонтальным участкам канализации рекомендуется выполнять посредством двух отводов 45°.

Для обеспечения вентиляции наиболее удаленного участка сети запроектирован вентиляционный клапан Ø50 мм.

В местах установки ревизий и прочисток предусмотреть устройство люков для обслуживания арматуры.

Для сбора случайных проливов в помещении ввода водопровода предусмотрен трап Ø100 мм.

Магистральные сети прокладываемые под полом выполнить из чугунных труб DUKER 110 мм, разводку - из полиэтиленовых труб Ø50, Ø110 мм РЕНАУ.

Гидравлическое испытание смонтированной системы внутренней канализации выполняется методом пролива воды путем одновременного открытия 75% санитарных приборов, подключенных к проверяемому участку. Система считается выдержавшей испытание, если при ее осмотре в трубах, фасонных частях и местах соединений не обнаружены течи.

## 2.11. Техническая эксплуатация здания

### 2.11.1 Теплотехнический расчет наружных стен

#### Сопротивление наружных стен теплопередаче

Наружные стены выполнены из стеклянных витражей и имеют толщину 34 мм.

Сопротивление теплопередаче стены без утепления равно

$$R_0 = 1/8,7 + 0,02/0,87 + 0,51/0,58 + 0,02/0,93 + 1/23 = 1,08 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

При наличии оконных проемов, образующих откосы стены, коэффициент теплотехнической однородности кирпичных стен, толщиной 510 мм принимаем  $\gamma = 0,74$ .

Тогда приведенное сопротивление теплопередаче стен здания, определяемое по формуле (2.7), равно

$$R'_0 = 0,74 \cdot 1,08 = 0,80 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Полученное значение намного ниже нормативного значения сопротивления теплопередаче, поэтому необходимо устройство наружной теплоизоляции и последующее оштукатуривание защитным и декоративным составами штукатурного раствора с армированием стеклосеткой.

Для возможности просыхания теплоизоляции закрывающий ее штукатурный слой должен быть паропроницаемым, т.е. пористым с малой плотностью. Выбираем поризованный цементно-перлитовый раствор, имеющий следующие характеристики:

$$\gamma_0 = 400 \text{ кг}/\text{м}^3,$$

$$\lambda_0 = 0,09 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C}),$$

$$\lambda_w = 0,09(1 + 0,067 \cdot 10) = 0,15 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C}),$$

$$\mu = 0,53 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}).$$

Суммарное сопротивление теплопередаче добавляемых слоев теплоизоляции  $R_T$  и штукатурной отделки  $R_{шт}$  должно быть не менее

$$R_T + R_{шт} = 3,23/0,74 - 1,08 = 3,28 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Предварительно (с последующим уточнением) принимаем толщину

штукатурной обделки 10 мм, тогда сопротивление ее теплопередаче равно

$$R_{ш}=0,01/0,15=0,067 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

При использовании для теплоизоляции минераловатных плит производства ЗАО «Минеральная вата» марки Фасад Баттс  $\rho_0=145 \text{ кг}/\text{м}^3$ ,  $\lambda_0=0,033$ ,  $\lambda_w=0,045 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$  толщина теплоизоляционного слоя составит

$$\delta=0,045 \cdot (3,28-0,067)=0,145 \text{ м}.$$

Плиты Rockwool выпускаются толщиной от 40 до 160 мм с шагом 10 мм. Принимаем стандартную толщину теплоизоляции 150 мм. Таким образом, укладка плит будет производиться в один слой.

#### **Проверка выполнения требований по энергосбережению.**

$$R_o=1/8,7+4,32+1/23=4,48 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

С учетом коэффициента теплотехнической однородности наружных стен ( $\gamma=0,74$ ) получаем приведенное сопротивление теплопередаче

$$R_o^r = 4,48 \cdot 0,74=3,32 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Полученное значение  $R_o^r = 3,32$  превышает нормативное  $R_{req}=3,23$ , так как фактическая толщина теплоизоляционных плит больше расчетной. Такое положение отвечает первому требованию СНиП 23-02-2003 к термическому сопротивлению стены –  $R_o \geq R_{req}$ .

**Проверка выполнения требований по санитарно-гигиеническим и комфортным условиям в помещении.** Расчетный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности стены  $\Delta t_0$  составляет

$$\Delta t_0=n(t_{int} - t_{ext})/(R_o^r \cdot \alpha_{int})=1,0(20+29)/(3,32 \cdot 8,7)=1,7 \text{ °C}.$$

Согласно СНиП 23-02-2003 для наружных стен жилых зданий допустим перепад температуры не более 4,0 °C. Таким образом, второе условие ( $\Delta t_0 \leq \Delta t_n$ ) выполнено.

Проверим третье условие ( $\tau_{int} > t_{рос}$ ), т.е. возможна ли конденсация влаги на внутренней поверхности стены при расчетной температуре наружного воздуха  $t_{ext} = -29 \text{ °C}$ . Температуру внутренней поверхности  $\tau_{int}$  ограждающей конструкции (без теплопроводного включения) определяем по формуле

$$\tau_{\text{int}} = t_{\text{int}} - \Delta t_0 = 20 - 1,7 = 18,3 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

. Упругость водяного пара в помещении  $e_{\text{int}}$  равна

$$e_{\text{int}} = \varphi_{\text{int}} \cdot E / 100 = 55 \cdot 2102 / 100 = 1156 \text{ Па},$$

Точка росы при максимальной упругости пара 1156 Па составляет

$$t_{\text{рос}} = 9,1 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Поскольку  $\tau_{\text{int}} > t_{\text{рос}}$ , то условие отсутствия конденсации пара на внутренней поверхности наружной стены выполняется.

### 2.11.2 Теплоустойчивость стен в холодный период года

Поскольку в здании предусмотрено стационарное электро-теплоаккумуляционное отопление, то согласно СНиП 23-02-2003 нормируемое значение амплитуды суточных колебаний температуры составляет  $A_t^{\text{req}} = 2,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

Для материала каждого слоя определяем коэффициент теплоусвоения материала  $s$  по формуле (3.1) и показатель тепловой инерции  $D$  по формуле (3.3).

Из табл. 2.2 следует, что зона резких колебаний расположена в двух первых слоях ограждения, поэтому коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности ограждения определяется по формуле (3.6)

$$Y_{\text{int}} = (R_{1s1}^2 + s_2) / (1 + R_{1s2}) = (0,023 \cdot 9,50^2 + 7,21) / (1 + 0,023 \cdot 7,21) = 6,37 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Коэффициент теплопоглощения поверхности ограждения вычисляем по формуле (3.12):

$$B = 1 / (1/\alpha'_{\text{int}} + 1/Y_{\text{int}}) = 1 / (1/5,7 + 1/6,37) = 3,01 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Амплитуду колебаний температуры воздуха в помещении рассчитываем по формуле (3.11)

$$A_t^{\text{des}} = m \cdot (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}) / BR_o^r = 0,25(20 + 29) / 3,01 \cdot 3,32 = 1,23 \text{ } ^\circ\text{C},$$

где  $m$  – коэффициент неравномерности отопительного прибора принят равным 0,25.

Полученное значение амплитуды суточных колебаний температуры воздуха в помещении  $A_t^{\text{des}} = 1,23 \text{ } ^\circ\text{C}$  меньше нормируемого значения этой величины  $A_t^{\text{req}} = 2,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ , следовательно ограждение удовлетворяет требованиям СНиП по теплоустойчивости в холодное время года.

### 2.11.3 Воздухопроницаемость наружных стен

Сопротивление воздухопроницанию стен жилых и общественных зданий  $J^{\text{des}}$  должно быть не менее нормируемого сопротивления воздухопроницанию  $J^{\text{req}}$  (4.1), которое составляет:

$$J^{\text{req}} = 24,6/0,5 = 51,6 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг}.$$

При этом нормируемая воздухопроницаемость стен принята равной  $0,5 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ . Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях стены получена по формуле (4.2):

$$\Delta p = 0,55 \cdot 9,9(14,19 - 11,82) + 0,03 \cdot 14,19 \cdot 5,5^2 = 25,8 \text{ Па}.$$

Высота здания  $H = 9,9 \text{ м}$  складывается из высоты двух этажей по  $3,3 \text{ м}$  и высоты крыши, которая для мансардной крыши может быть принята равной высоте этажа. Удельные веса, наружного и внутреннего воздуха,  $\text{Н}/\text{м}^3$ , определяем по формулам (4.3) и (4.4), соответственно, равными

$$\gamma_{\text{ext}} = 3463/(273 - 29) = 14,19,$$

$$\gamma_{\text{int}} = 3463/(273 + 20) = 11,82.$$

Проведенный расчет показывает, что требование СНиП 23-02-2003 к конструкции стены по воздухопроницаемости выполнено, т. к.  $J^{\text{des}} \gg J^{\text{req}}$ .

### 2.11.4 Сопротивление наружных стен паропрооницанию

Расчетная температура  $t_{\text{int}}$ ,  $^{\circ}\text{C}$ , и относительная влажность внутреннего воздуха  $\varphi_{\text{int}}$ , %: для жилых помещений  $t_{\text{int}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (согласно ГОСТ 30494),  $\varphi_{\text{int}} = 55 \%$  (согласно СНиП 23-02-2003).

Расчетная зимняя температура  $t_{\text{ext}}$ ,  $^{\circ}\text{C}$ , и относительная влажность наружного воздуха  $\varphi_{\text{ext}}$ , %, принимаются равными, соответственно, средней месячной температуре и средней относительной влажности наиболее холодного месяца. Для пос. Свирица Ленобласти наиболее холодный месяц январь. Согласно табл. П.13 и П.2 приложения

$$t_{\text{ext}} = -9,8 \text{ }^{\circ}\text{C}; \quad \varphi_{\text{ext}} = 86 \text{ } \%$$

Оценим паропрооницаемость стены при отсутствии пароизоляции.

Согласно СНиП 23-02-2003 (п. 9.1, примечание 3) плоскость возможной

конденсации в многослойной конструкции совпадает с наружной поверхностью утеплителя.

Сопротивление паропрооницанию  $\Omega_0$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ , ограждающей конструкции (в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации) должно быть не менее нормируемых сопротивлений паропрооницанию  $\Omega_{\text{req}}^*$  и  $\Omega_{\text{req}}^{**}$ , определяемых по формулам (5.1) и (5.2). Для определения парциального давления насыщенного пара в зависимости от температуры по данным табл. П.8 приложения строим два графика  $E=f(t)$  отдельно для отрицательных и положительных температур.

При  $t_{\text{int}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $E_{\text{int}} = 2338 \text{ Па}$ .

При  $\varphi_{\text{int}} = 55 \%$ ,  $e_{\text{int}} = (55 / 100) \cdot 2338 = 1286 \text{ Па}$ ;

Парциальное давление водяного пара, Па, в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации определяем по формуле:

$$E = (E_1 z_1 + E_2 z_2 + E_3 z_3) / 12.$$

Продолжительность зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов ( $z_1$ ,  $z_2$ ,  $z_3$ ) и их средние температуры  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ , определяем по табл. П.13 приложения, а значения температур в плоскости возможной конденсации  $\tau_1$ ,  $\tau_2$ ,  $\tau_3$ , соответствующие этим периодам, по формуле (5.6).

Сопротивление теплопередаче внутренней поверхности стены, равно  $R_{\text{sj}} = 1/\alpha_{\text{int}} = 1/8,7 = 0,115 \text{ м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{Вт}$ ;

Термическое сопротивление ограждения в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации

$$R_e = 0,023 + 0,879 + 0,022 + 3,333 = 4,26 \text{ м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{Вт}.$$

Сопротивление стен теплопередаче равно

$$R_0 = 4,48 \text{ м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{Вт}.$$

Продолжительность и соответствующие температуры зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов для климатических условий пос. Свирицы Ленинградской области составляют:

1) зимний период (декабрь, январь, февраль, март):

$$z_1 = 4 \text{ мес};$$

$$t_1 = [(-9,8) + (-9,7) + (-5,7) + (-6,7)] / 4 = -8,0 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\tau_1 = 20 - (20 + 8,0) (0,115 + 4,257) / 4,482 = -7,3 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_1 = 330 \text{ Па};$$

2) весенне-осенний период (апрель, октябрь, ноябрь):

$$z_2 = 3 \text{ мес};$$

$$t_2 = [1,9 + 4,0 + (-1,6)] / 3 = 1,4 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\tau_2 = 20 - (20 - 1,4) (0,115 + 4,257) / 4,482 = 1,9 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_2 = 701 \text{ Па};$$

3) летний период (май, июнь, июль, август, сентябрь):

$$z_3 = 5 \text{ мес};$$

$$t_3 = (8,9 + 14,1 + 16,9 + 15,2 + 10,0) / 5 = 13,0 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\tau_3 = 20 - (20 - 13,0) (0,115 + 4,257) / 4,482 = 13,2 \text{ }^\circ\text{C}.$$

$$E_3 = 1517 \text{ Па}.$$

Сведем полученные результаты в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Результаты расчета температуры в плоскости возможной конденсации

Период	$t_i, ^\circ\text{C}$	$z, \text{мес}$	$\tau_i, ^\circ\text{C}$	$E, \text{Па}$
зима (декабрь, январь, февраль, март)	-8,0	4	-7,3	330
весна-осень (апрель, октябрь, ноябрь)	1,4	3	1,9	701
лето (май — сентябрь)	13,0	5	13,2	1517

Парциальное давление водяного пара  $E$  в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации ограждающей конструкции составляет

$$E = (330 \cdot 4 + 701 \cdot 3 + 1517 \cdot 5) / 12 = 917 \text{ Па}.$$

Сопротивление паропрооницанию части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью и плоскостью возможной конденсации, равно в нашем случае сопротивлению слоя защитно-декоративной штукатурки и определяется по формуле (5.11)



$$\Omega_e = 0,01/0,53 = 0,019 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}.$$

Среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха за годовой период считаем равным парциальному давлению насыщенного пара  $E_{\text{ext}}^{\text{cp}}$  при средней месячной температуре за годовой период (см. табл. П.13), которая в нашем случае составляет 3,1 °С:

$$e_{\text{ext}}^{\text{cp}} = 764 \text{ Па}.$$

По формуле (5.1) определяем нормируемое сопротивление паропроницанию из условия недопустимости накопления влаги за годовой период эксплуатации:

$$\Omega_{\text{req}}^* = (1286 - 917) 0,019 / (917 - 764) = 0,046 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}.$$

Для расчета нормируемого сопротивления паропроницанию  $\Omega_{\text{req}}^{**}$  из условия ограничения влаги за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха берем продолжительность и среднюю температуру этого периода равными:

$$z_0 = 151 \text{ сут},$$

$$t_0 = -6,7 \text{ °С}.$$

Температуру  $\tau_0$  в плоскости возможной конденсации для периода  $z_0$  определяем по формуле (5.4):

$$\tau_0 = 20 - (20 + 6,7) (0,115 + 4,257) / 4,482 = -6,0 \text{ °С}.$$

Парциальное давление водяного пара  $E_0$  в плоскости возможной конденсации определяем по графику на рис. 2 при  $\tau_0 = -6,0 \text{ °С}$ :

$$E_0 = 369 \text{ Па}.$$

Среднюю упругость водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными средними месячными температурами  $e_0^{\text{ext}}$  принимаем равной упругости насыщенного пара при температуре  $t_0 = -6,7 \text{ °С}$ :

$$e_0^{\text{ext}} = 347 \text{ Па}.$$

Коэффициент  $\eta$  определяем по формуле (5.8):

$$\eta = 0,0024 (369 - 347) 151 / 0,019 = 419,6.$$

Предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в выбранном нами утеплителе (минераловатной плите Фасад Баттс), согласно

СНиП 23-02-2003, составляет  $\Delta W_{av}=3\%$ .

Определим  $\Omega_{req}^{**}$  по формуле (5.2):

$$\Omega_{req}^{**}=0,0024 \cdot 151(1286-369)/(145 \cdot 0,150 \cdot 3+419,6) = 0,685 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}.$$

Определяем сопротивление слоев стены паропрооницанию  $\Omega$  по формуле (5.11), результаты сводим в табл. 2.3.

Таблица 2.3

**Характеристика слоев стены и общее сопротивление стены паропрооницанию**

№ слоя	Материал слоя	Плотность $\gamma_0$ , кг/м <sup>3</sup>	Толщина $\delta$ , м	Расчетный коэффициент паропрооницаемости $\mu$ , мг/(м·ч·Па)	Расчетное сопротивление паропрооницанию $\Omega$ , м <sup>2</sup> ·ч·Па/мг
1	Внутренняя штукатурка (известково-цементный раствор)	1700	0,02	0,098	0,204
2	Кладка из пустотного керамического кирпича	1400	0,51	0,16	3,188
3	Внешняя штукатурка (цементный раствор)	1800	0,02	0,09	0,222
4	Пароизоляция	-	-	-	-
5	Минераловатный утеплитель ФАСАД БАТТС	145	0,15	0,51	0,294
6	Штукатурка защитно-декоративная (цементно-перлитовый раствор)	400	0,01	0,53	0,019
Сумма			0,675	-	3,93

Сопротивление стены паропрооницанию  $\Omega_0$  определяем по формуле (5.12) с учетом сопротивления влагообмену у внутренней и наружной поверхностей:

$$\Omega_0 = 26,6 \cdot 10^{-3} + 3,93 + 13,3 \cdot 10^{-3} = 3,97 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}.$$

При сравнении полученного значения  $\Omega_0$  с нормируемыми значениями устанавливаем, что

$$\Omega_0 > \Omega_{\text{req}}^{**} > \Omega_{\text{req}}^* \quad (3,97 > 0,685 > 0,046).$$

Следовательно, стены удовлетворяют требованиям СНиП 23-02-2003 в отношении сопротивления паропрооницанию и дополнительной пароизоляции не требуется.

### **Расчет распределения парциального давления водяного пара по толще стены и определение возможности образования в стене конденсата.**

Определяем парциальное давление водяного пара внутри и снаружи стены:

$$t_{\text{int}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}; \quad \varphi_{\text{int}} = 55 \text{ } \%$$

$$e_{\text{int}} = (55/100)2338 = 1286 \text{ Па};$$

$$t_{\text{ext}} = -9,8 \text{ }^\circ\text{C}; \quad \varphi_{\text{ext}} = 86 \text{ } \%$$

$$e_{\text{ext}} = (86/100)264 = 227 \text{ Па}.$$

Определяем температуры  $\tau_i$  на границах слоев по формуле (5.13), нумеруя от внутренней поверхности к наружной, и по этим температурам определяем по максимальное парциальное давление водяного пара  $E_i$  по графикам зависимости  $E=f(t)$  на рис. 2 и 3.

$$\tau_{\text{int}} = 20 - (20 + 9,8) (0,115) / 4,482 = 19,2 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_{\text{int}} = 2225 \text{ Па};$$

$$\tau_{12} = 20 - (20 + 9,8) (0,115 + 0,023) / 4,482 = 19,1 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_{12} = 2210 \text{ Па};$$

$$\tau_{23} = 20 - (20 + 9,8) (0,115 + 0,902) / 4,482 = 13,2 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_{23} = 1517 \text{ Па};$$

$$\tau_{34} = 20 - (20 + 9,8) (0,115 + 0,924) / 4,482 = 13,1 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_{34} = 1508 \text{ Па};$$

$$\tau_{45} = 20 - (20 + 9,8) (0,115 + 4,257) / 4,482 = -9,1 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_{45} = 281 \text{ Па};$$

$$\tau_{\text{ext}} = 20 - (20 + 9,8) (0,115 + 4,324) / 4,482 = -9,5 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_{\text{ext}}^{\tau} = 271 \text{ Па};$$

Рассчитаем действительные парциальные давления  $e_i$  водяного пара на границах слоев по формуле (5.14) и установим распределение точек росы по толщине ограждения (по координате  $x$ ). Результаты расчета представлены в табл. 2.4.

Таблица 2.4

**Результаты оценки возможности конденсации пара внутри стен**

Граница слоев	$x, \text{ м}$	$\Sigma R_i, (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$	$\tau_i, \text{ °C}$	$E_i, \text{ Па}$	$\Sigma \Omega_i, \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$	$e_i, \text{ Па}$	$t_{\text{росы}}, \text{ °C}$
int-1	0	0	19,2	2225	0	1279	10,6
1-2	0,020	0,023	19,1	2210	0,204	1224	10,0
2-3	0,530	0,902	13,2	1517	3,392	364	-6,2
3-4	0,550	0,924	13,1	1508	3,614	304	-8,2
4-5	0,700	4,257	-9,1	281	3,908	225	-11,6
5-ext	0,710	4,324	-9,5	271	3,927	220	-11,8

При сравнении величин максимального парциального давления  $E_i$  водяного пара и величин действительного парциального давления  $e_i$  водяного пара на соответствующих границах слоев видим, что все величины  $e_i$  ниже величин  $E_i$ , что указывает на отсутствие возможности конденсации водяного пара в ограждающей конструкции. Построим график изменения температуры и точки росы по координате  $x$ , т.е. по толщине стены (рис. 4). Из рис. 4 видно, что значения точек росы, лежат ниже значений температуры по всей толщине стены. Следовательно, при расчетной температуре и влажности наружного воздуха конденсация пара исключена и пароизоляции не требуется.

**Вывод.** Для утепления здания предложено проектное решение с наружной теплоизоляцией минераловатными плитами Фасад Баттс, толщиной 150 мм. Теплоизоляция защищена слоем паропроницаемой декоративной штукатурки

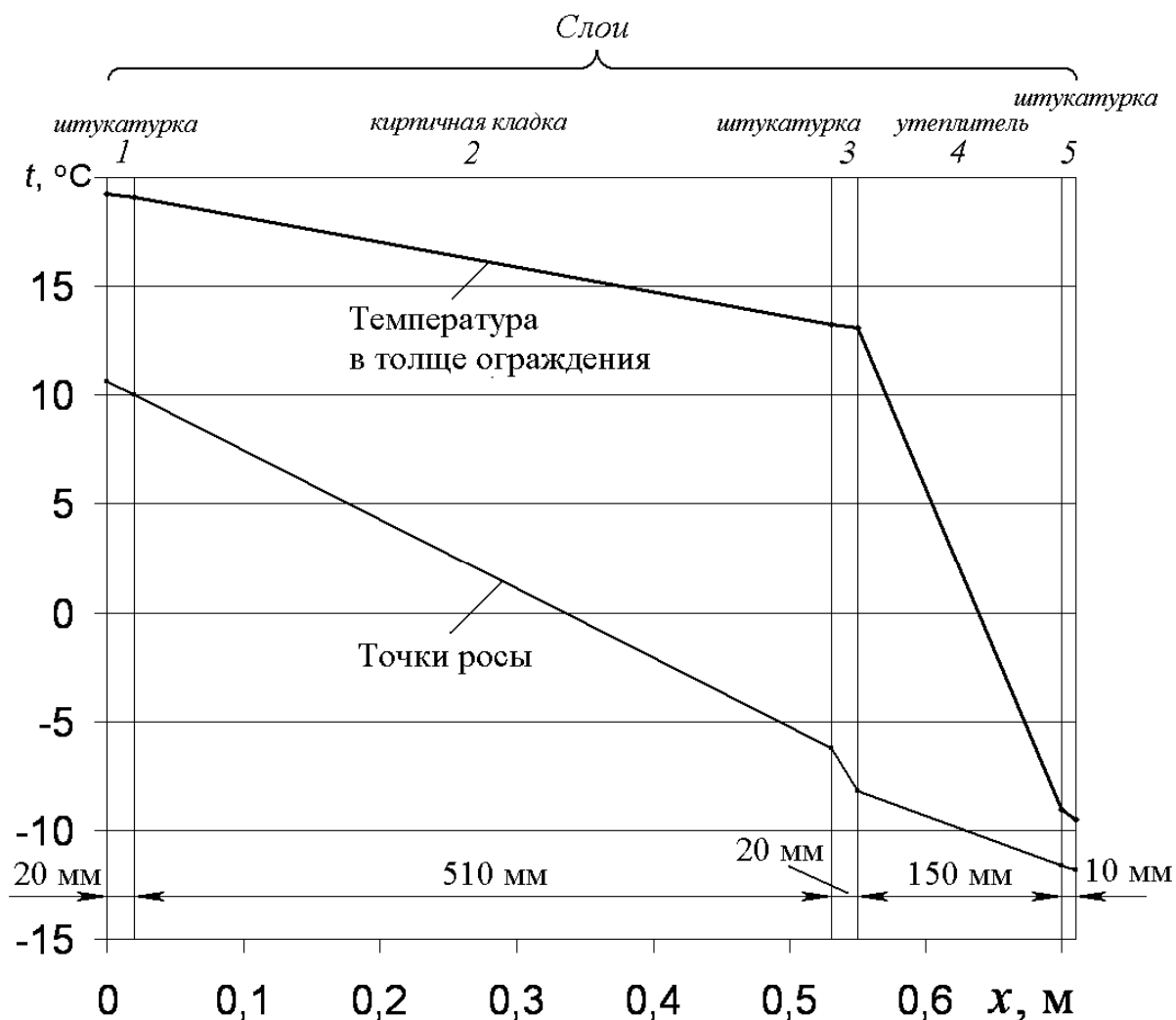


Рис. 4. Оценка возможности конденсации влаги в ограждении

толщиной 10 мм, армированной стеклосеткой. В результате проведенных расчетов установлено, что данное проектное решение удовлетворяет требованиям СНиП 23-02-2003 в отношении теплозащиты, теплоустойчивости, воздухо- и паропроницаемости.

### 2.11.5 Теплотехнический расчет крыши

#### Характеристика покрытия

Характеристики материалов покрытия – плотность  $\gamma_0$ , коэффициент теплопроводности в сухом состоянии  $\lambda_0$  и коэффициент паропроницаемости  $\mu$  – принимаем по табл. П.9 приложения. При этом в расчетах используем коэффициенты теплопроводности материалов  $\lambda_w$  для условий эксплуатации Б, (для влажных условий эксплуатации), которые получаем по формуле (2.5).  
Имеем:

- для древесины сосны

$$\gamma_0 = 500 \text{ кг/м}^3,$$

$$\lambda_0 = 0,09,$$

$$\lambda_w = 0,09(1 + 0,05 \cdot 20) = 0,18 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)},$$

$$\mu = 0,06 \text{ мг/(м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)};$$

- для полиэтиленовой пленки

$$\gamma_0 = 930 \text{ кг/м}^3,$$

$$\lambda_0 = \lambda_w = 0,12 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)},$$

$$\mu = 0,000022 \text{ мг/(м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)};$$

- для минераловатной плиты ЛАЙТ Баттс

$$\gamma_0 = 120 \text{ кг/м}^3,$$

$$\lambda_0 = 0,033,$$

$$\lambda_w = 0,033(1 + 0,074 \cdot 5) = 0,045 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)},$$

$$\mu = 0,32 \text{ мг/(м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)};$$

- для стальной кровли

$$\gamma_0 = 7850 \text{ кг/м}^3,$$

$$\lambda_0 = \lambda_w = 58 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)},$$

$$\mu = 0.$$

### **Сопротивление теплопередаче покрытия мансарды**

Приведенное сопротивление теплопередаче неоднородных слоев покрытия, рассчитывают по формуле (2.6):

$$R^r = A / \sum (A_i / R_i^r),$$

где  $A_i$ ,  $R_i^r$  — соответственно площадь  $i$ -го участка характерной части ограждающей конструкции,  $\text{м}^2$ , и его приведенное сопротивление теплопередаче,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ ;

$A$  — общая площадь теплопередачи неоднородного слоя, равная сумме площадей отдельных участков,  $\text{м}^2$ .

Аналогичным образом рассчитывается приведенное сопротивление паропрооницанию неоднородных слоев:

$$\Omega^r = A / \sum (A_i / \Omega_i^r),$$

где  $A_i$ ,  $\Omega_i^r$  — соответственно площадь  $i$ -го участка характерной части ограждающей конструкции,  $m^2$ , и его приведенное сопротивление паропрооницанию,  $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ ;

В нашем случае имеется два неоднородных слоя: слой № 4 включает чередующиеся стропила и теплоизоляцию; слой № 5 – брусья обрешетки с воздушными промежутками между ними. Результаты расчета приведены в табл. 2.5.

Таблица 2.5

**Приведенное сопротивление теплопередаче неоднородного участка кровли**

№ слоя	Материал слоя	Ширина, м	Толщина $\delta$ , м	Расчетные коэффициенты		Расчетные сопротивления	
				Теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м К)	Паропроницаемости $\mu$ , мг/(м·ч·Па)	Теплопередаче $R$ , ( $m^2 \cdot ^\circ C$ )/Вт	Паропроницанию $\Omega$ , $m^2 \cdot ч \cdot Па$ /мг
4а	ЛАЙТ БАТТС Н	0,60	0,1	0,045	0,32	2,222	0313
4	ЛАЙТ БАТТС Н + стропила	0,65	0,1	-	-	1,806	0,333
5а	Воздушн. прослойка	0,2	0,05	-	-	0,160	0
5	Обрешетка с воздушными прослойками	0,25	0,05	-	-	0,175	0

Термическое сопротивление покрытия (без дополнительного утепления) определяем как сумму термических сопротивлений отдельных слоев, включая приведенное сопротивление неоднородных слоев:

$$R_0 = 1/8,7 + 0,008/0,18 + 0,04/0,18 + 0,0004/0,12 + 1,806 + 0,175 + 0,0006/58 + 1/23 = 2,4$$



1 м<sup>2</sup>·°С/Вт.

Полученное значение практически в два раза ниже нормативного сопротивления теплопередаче, составляющего 4,81 м<sup>2</sup>·°С/Вт. В связи с этим необходима реконструкция покрытия с укладкой дополнительного утепляющего слоя. При этом предполагается снятие кровли и обрешетки, наращивание дополнительной доской вертикального размера сечения стропил для размещения дополнительной теплоизоляции и восстановление кровли.

Для дополнительной теплоизоляции выбираем минераловатные плиты производства ЗАО «Минеральная вата» марки ЛАЙТ Баттс  $\gamma_0=145$  кг/м<sup>3</sup>,  $\lambda_0=0,033$ ,  $\lambda_w =0,045$  Вт/(м·°С). Сопротивление теплопередаче дополнительного слоя теплоизоляции  $R_T$  и должно составлять не менее

$$R_T = 4,81 - 2,41 = 2,40 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт.}$$

Толщину дополнительного теплоизоляционного (неоднородного) слоя найдем из уравнения, составленного в соответствии с формулой (2.6):

$$0,65 \cdot 1/2,40 = 0,60 \cdot 1/(\delta/0,045) + 0,05 \cdot 1/(\delta/0,18),$$

откуда

$$\delta = 2,4(0,60 \cdot 0,045 + 0,05 \cdot 0,18)/0,65 = 0,133 \text{ м.}$$

Плиты Rockwool выпускаются толщиной от 40 до 160 мм с шагом 10 мм. Принимаем стандартную толщину плит 140 мм. Таким образом, дополнительная теплоизоляция будет уложена в один слой. При этом суммарная толщина теплоизоляционного слоя из минераловатных плит Руф Баттс составит 240 мм.

**Проверка выполнения требований по энергосбережению.** Расчетная схема мансардной крыши приведена на рис. 5. Произведем расчет общего приведенного сопротивления теплопередаче мансардного покрытия при выбранной толщине теплоизоляции. Результаты расчета приведены в табл. 2.6.

**Характеристика слоев покрытия и общее сопротивление теплопередаче**

№ слоя	Материал слоя	Плотность $\gamma_0$ , кг/м <sup>3</sup>	Толщина $\delta$ , м	Расчетный коэффициент теплопроводности $\lambda_w$ , Вт/(м К)	Расчетное сопротивление теплопередаче $R$ , м <sup>2</sup> ·°С/Вт
2	Доска обрезная (подшивка)	500	0,04	0,18	0,222
3	Пароизоляция (п/э пленка в 2 слоя)	930	0,0004	0,95	0
4	Теплоизоляция	120	0,240	0,055	4,333
5	Обрешетка + воздушные промежутки	-	0,05	-	0,175
6	Стальная кровля	7850	0,0006	58	0,00001
Сумма			0,29	-	4,78

Сопротивление теплопередаче покрытия после утепления составит:

$$R_0 = 1/8,7 + 4,78 + 1/23 = 4,93 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт.}$$

Согласно СНиП 23-02-2003 для полученного выше значения градусо-суток нормируемое сопротивление теплопередаче покрытия составляет:

$$R_{\text{req}}^c = 4,81 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

Как видно из табл. 3.2, покрытие удовлетворяет требованиям по теплозащите ( $R_0 > R_{\text{req}}^c$ ) при толщине теплоизоляционного слоя из минераловатных плит 240 мм. Следовательно, для утепления кровли следует к существующей теплоизоляции добавить слой минераловатных плит РУФ БАТТС Н толщиной 140 мм.

**Проверка выполнения требований по санитарно-гигиеническим и комфортным условиям в помещении мансарды.** Расчетный перепад между

температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности покрытия  $\Delta t_0$  составляет

$$\Delta t_0 = n(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}) / (R_o \cdot \alpha_{\text{int}}) = 1,0(20 + 29) / (4,93 \cdot 8,7) = 1,14 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Согласно СНиП 23-02-2003 для покрытий жилых зданий допустим перепад температуры  $\Delta t_0$  не более  $\Delta t_n = 3,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Таким образом, второе условие ( $\Delta t_0 \leq \Delta t_n$ ) выполнено.

Проверим третье условие ( $\tau_{\text{int}} > t_{\text{рос}}$ ), т.е. возможна ли конденсация влаги на внутренней поверхности покрытия при расчетной температуре наружного воздуха  $t_{\text{ext}} = -29 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Температуру внутренней поверхности  $\tau_{\text{int}}$ ,  $^\circ\text{C}$ , ограждающей конструкции (без теплопроводного включения) определяем по формуле

$$\tau_{\text{int}} = t_{\text{int}} - \Delta t_0 = 20 - 1,14 = 18,86 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

. Упругость водяного пара в помещении  $e_{\text{int}}$  равна

$$e_{\text{int}} = \varphi_{\text{int}} \cdot E / 100 = 55 \cdot 2102 / 100 = 1156 \text{ Па},$$

Точка росы при максимальной упругости пара 1156 Па составляет

$$t_{\text{рос}} = 9,1 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Поскольку  $\tau_{\text{int}} > t_{\text{рос}}$ , то условие отсутствия конденсации пара на внутренней поверхности наружной стены выполняется.

### **Теплоустойчивость крыши в холодный период года**

Поскольку в здании предусмотрено стационарное электро-теплоаккумуляционное отопление, то согласно СНиП 23-02-2003 нормируемое значение амплитуды суточных колебаний температуры составляет  $A_t^{\text{req}} = 2,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

Для материала каждого слоя определяем коэффициент теплоусвоения материала  $s$  по формуле (3.1) и показатель тепловой инерции  $D$  по формуле (3.3).

Для неоднородного слоя № 4, состоящего из чередующихся древесных и минераловатных участков коэффициент теплопроводности  $\lambda_w$  можно подсчитать как

$$\lambda_w = \delta / R^{\text{r}} = 0,24 / 4,333 = 0,055 \text{ Вт/(м} \cdot \text{ } ^\circ\text{C)},$$

а удельную теплоемкость как средневзвешенную величину

$$c = (c_1 \gamma_1 V_1 + c_2 \gamma_2 V_2) / (\gamma_1 V_1 + \gamma_2 V_2),$$

где  $c$ ,  $\gamma$ ,  $V$  – удельная теплоемкость, плотность и объем, соответственно, древесины (индекс 1) и минераловатной плиты (индекс 2).

$$c = (2,3 \cdot 500 \cdot 0,05 \cdot 0,25 \cdot 1,0 + 0,95 \cdot 120 \cdot 0,60 \cdot 0,25 \cdot 1,0) / (500 \cdot 0,05 \cdot 0,25 \cdot 1,0 + 120 \cdot 0,60 \cdot 0,25 \cdot 1,0) =$$

$$= (2,3 \cdot 500 \cdot 0,05 + 0,95 \cdot 120 \cdot 0,60) / (500 \cdot 0,05 + 120 \cdot 0,60) = 1,298 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}).$$

Аналогично найдем средневзвешенное значение плотности:

$$\gamma_0 = (\gamma_1 V_1 + \gamma_2 V_2) / (V_1 + V_2) = (500 \cdot 0,05 + 120 \cdot 0,60) / (0,05 + 0,60) = 149 \text{ кг}/\text{м}^3.$$

Результаты расчета сводим в табл. 2.7.

Таблица 2.7

**Коэффициенты теплоусвоения и показатели тепловой инерции слоев  
покрытия**

№ слоя	Материал слоя	Плотность $\gamma_0$ , кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности $\lambda_w$ , Вт/(м·°C)	Удельная теплоемкость $c$ , Дж/(кг·°C)	Коэффициент теплоусвоения $s$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	Сопротивление теплопередаче $R$ , м <sup>2</sup> ·°C/Вт	Показатель тепловой инерции $D$
2	Доска обрезная (подшивка)	500	0,18	2300	3,88	0,222	0,86
3	Пароизоляция (п/э пленка)	930	0,95	1570	10,1	0,0002	0
4	Слой теплоизоляции +	149	0,055	1298	0,88	4,333	3,81
5	Обрешетка + воздушные промежутки	-	-	-	-	0,175	0
6	Стальная кровля	7850	58	482	126,3	0,00001	0,001

Из табл. 3.3 следует, что зона резких колебаний расположена в двух первых слоях ограждения, поэтому коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности ограждения определяется по формуле (3.6)

$$Y_{\text{int}}=(R_1s_1^2+s_2)/(1+R_1s_2)=(0,044 \cdot 3,88^2+3,88)/(1+0,044 \cdot 3,88)=3,88 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Коэффициент теплопоглощения поверхности ограждения вычисляем по формуле (3.12):

$$B=1/(1/\alpha'_{\text{int}}+1/Y_{\text{int}})=1/(1/(4,5+3,5)+1/3,88)=2,61 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Амплитуду колебаний температуры воздуха в помещении рассчитываем по формуле (3.11)

$$A_t^{\text{des}} = m \cdot (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})/BR_o=0,25(20+29)/2,61 \cdot 4,93=0,95 \text{ }^\circ\text{C},$$

где  $m$  – коэффициент неравномерности отопительного прибора принят равным 0,25.

Полученное значение амплитуды суточных колебаний температуры воздуха в помещении мансарды  $A_t^{\text{des}} = 1,23 \text{ }^\circ\text{C}$  меньше нормируемого значения этой величины  $A_t^{\text{req}}=2,5 \text{ }^\circ\text{C}$ , следовательно ограждение удовлетворяет требованиям СНиП по теплоустойчивости в холодное время года.

### **Воздухопроницаемость крыши**

Сопротивление воздухопроницанию покрытий жилых и общественных зданий  $J^{\text{des}}$  должно быть не менее нормируемого сопротивления воздухопроницанию  $J^{\text{req}}$  (4.1), которое составляет:

$$J^{\text{req}}= 24,6/0,5=51,6 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг}.$$

При этом нормируемая воздухопроницаемость покрытия принята равной 0,5 кг/(м<sup>2</sup>·ч). Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях покрытия получена по формуле (4.2):

$$\Delta p=0,55 \cdot 9,9(14,19-11,82)+0,03 \cdot 14,19 \cdot 5,5^2=25,8 \text{ Па}.$$

Высота здания  $H=9,9$  м складывается из высоты двух этажей по 3,3 м и высоты крыши, которая для мансардной крыши может быть принята равной высоте этажа. Удельные веса, наружного и внутреннего воздуха, Н/м<sup>3</sup>, определяем по формулам (4.3) и (4.4), соответственно, равными

$$\gamma_{\text{ext}} = 3463/(273-29)=14,19,$$

$$\gamma_{\text{int}}=3463/(273+20)=11,82.$$

Сопротивление покрытия воздухопроницанию  $J^{\text{des}}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг}$ , определяем по формуле (4.5). Результаты расчета представлены в табл. 2.8.

Таблица 2.8

### Характеристика слоев покрытия воздухопроницанию

№ слоя	Материал слоя	Плотность $\gamma_0$ , $\text{кг}/\text{м}^3$	Толщина $\delta$ , м	Сопротивление воздухопроницанию $J^{\text{des}}$ , $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг}$
3	Пароизоляция (п/э пленка 2 слоя)	-	0,0004	2000
4	Слой теплоизоляции между стропилами	120	0,200	9,6
5	Обрешетка с воздушными прослойками	-	0,05	0
6	Стальная кровля	7850	0,0006	1800
Сумма				3810

Поскольку  $J^{\text{des}} \gg J^{\text{req}}$ , то требование СНиП 23-02-2003 к конструкции покрытия по воздухопроницаемости выполнено.

### Сопротивление покрытия паропроницанию

Расчетная температура  $t_{\text{int}}$ ,  $^{\circ}\text{C}$ , и относительная влажность внутреннего воздуха  $\varphi_{\text{int}}$ , %: для жилых помещений  $t_{\text{int}} = 20^{\circ}\text{C}$  (согласно ГОСТ 30494),  $\varphi_{\text{int}} = 55\%$  (согласно СНиП 23-02-2003).

Расчетная зимняя температура  $t_{\text{ext}}$ ,  $^{\circ}\text{C}$ , и относительная влажность наружного воздуха  $\varphi_{\text{ext}}$ , %, принимаются равными, соответственно, средней месячной температуре и средней относительной влажности наиболее холодного месяца. Для г. Пензы наиболее холодный месяц январь. Согласно табл. П.13 и П.2 приложения

$$t_{\text{ext}} = -9,8^{\circ}\text{C};$$

$$\varphi_{\text{ext}} = 86 \text{ \%}.$$

Согласно СНиП 23-02-2003 (п. 9.1, примечание 3) плоскость возможной конденсации в многослойной конструкции совпадает с наружной поверхностью утеплителя.

Сопротивление паропрооницанию  $\Omega_0$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ , ограждающей конструкции (в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации) должно быть не менее нормируемых сопротивлений паропрооницанию  $\Omega_{\text{req}}^*$  и  $\Omega_{\text{req}}^{**}$ , определяемых по формулам (5.1) и (5.2). Для определения парциального давления насыщенного пара в зависимости от температуры по данным табл. П.8 приложения строим два графика  $E=f(t)$  отдельно для отрицательных и положительных температур (рис.2 и 3).

$$\text{При } t_{\text{int}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}, E_{\text{int}} = 2338 \text{ Па}.$$

$$\text{При } \varphi_{\text{int}} = 55 \text{ \%}, e_{\text{int}} = (55/100) \cdot 2338 = 1286 \text{ Па};$$

Парциальное давление водяного пара, Па, в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации определяем по формуле (5.5):

$$E = (E_1 z_1 + E_2 z_2 + E_3 z_3) / 12,$$

Продолжительность зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов ( $z_1, z_2, z_3$ ) и их средние температуры  $t_1, t_2, t_3$ , определяем по табл. П.13 приложения, а значения температур в плоскости возможной конденсации  $\tau_1, \tau_2, \tau_3$ , соответствующие этим периодам, по формуле (5.6).

Сопротивление теплопередаче внутренней поверхности покрытия, равно  $R_{sj} = 1/\alpha_{\text{int}} = 1/8,7 = 0,115 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{Вт}$ ;

Термическое сопротивление ограждения в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации

$$R_e = 0,044 + 0,222 + 4,333 = 4,60 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{Вт}.$$

Сопротивление покрытия теплопередаче равно

$$R_o = 4,93 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{Вт}.$$

Продолжительность и соответствующие температуры зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов для климатических условий г Пензы



1) зимний период (декабрь, январь, февраль, март):

$$z_1 = 4 \text{ мес};$$

$$t_1 = [(-9,8) + (-9,7) + (-5,7) + (-6,7)] / 4 = -8,0 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\tau_1 = 20 - (20 + 8,0) (0,115 + 4,60) / 4,93 = -6,8 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_1 = 344 \text{ Па};$$

2) весенне-осенний период (апрель, октябрь, ноябрь):

$$z_2 = 3 \text{ мес};$$

$$t_2 = [1,9 + 4,0 + (-1,6)] / 3 = 1,4 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\tau_2 = 20 - (20 - 1,4) (0,115 + 4,60) / 4,93 = 2,2 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_2 = 716 \text{ Па};$$

3) летний период (май, июнь, июль, август, сентябрь):

$$z_3 = 5 \text{ мес};$$

$$t_3 = (8,9 + 14,1 + 16,9 + 15,2 + 10,0) / 5 = 13,0 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\tau_3 = 20 - (20 - 13,0) (0,115 + 4,60) / 4,93 = 13,3 \text{ }^\circ\text{C}.$$

$$E_3 = 1527 \text{ Па}.$$

Сведем полученные результаты в табл. 2.9.

Таблица 2.9

### Результаты расчета температуры в плоскости возможной конденсации

Период	$t_i$ , $^\circ\text{C}$	$z$ , мес	$\tau_i$ , $^\circ\text{C}$	$E$ , Па
зима (декабрь, январь, февраль, март)	-8,0	4	-6,8	344
весна — осень (апрель, октябрь, ноябрь)	1,4	3	2,2	716
лето (май — сентябрь)	13,0	5	13,3	1527

Парциальное давление водяного пара  $E$  в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации ограждающей конструкции составляет

$$E = (344 \cdot 4 + 716 \cdot 3 + 1527 \cdot 5) / 12 = 930 \text{ Па}.$$

Сопротивление паропрооницанию части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью и плоскостью возможной

конденсации  $\Omega_e$ , равно в нашем случае сопротивлению стальной кровли и является очень высоким. Согласно СП 23-101-2004 коэффициент паропроницаемости  $\mu$  стали принят равным 0. Однако в случае фальцевой кровли водяной пар может проникать через соединения кровельных листов. Поэтому примем для стальной кровли сопротивление паропроницанию  $\Omega=7,3$  как для полиэтиленовой пленки толщиной 0,16 мм, тогда

$$\Omega_e=7,3 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}.$$

Среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха за годовой период считаем равным парциальному давлению насыщенного пара  $E_{\text{ext}}^{\text{cp}}$  при средней месячной температуре за годовой период (см. табл. П.13), которая в нашем случае составляет 3,1 °С:

$$e_{\text{ext}}^{\text{cp}}= 764 \text{ Па}.$$

По формуле (5.1) определяем нормируемое сопротивление паропроницанию из условия недопустимости накопления влаги за годовой период эксплуатации:

$$\Omega_{\text{req}}^* = (1286 - 930) 7,3 / (930 - 764) = 15,66 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}.$$

Для расчета нормируемого сопротивления паропроницанию  $\Omega_{\text{req}}^{**}$  из условия ограничения влаги за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха берем продолжительность и среднюю температуру этого периода равными:

$$z_0 = 151 \text{ сут},$$

$$t_0 = -6,7 \text{ °С}.$$

Температуру  $\tau_0$  в плоскости возможной конденсации для периода  $z_0$  определяем по формуле (5.4):

$$\tau_0 = 20 - (20 + 6,7) (0,115 + 4,60) / 4,93 = -5,5 \text{ °С}.$$

Парциальное давление водяного пара  $E_0$  в плоскости возможной конденсации определяем по графику на рис. 2 при  $\tau_0 = -5,5 \text{ °С}$ :

$$E_0 = 385 \text{ Па}.$$

Среднюю упругость водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными средними месячными температурами  $e_0^{\text{ext}}$  принимаем равной

упругости насыщенного пара при температуре  $t_0 = -6,7 \text{ }^\circ\text{C}$ :

$$e_0^{\text{ext}} = 347 \text{ Па.}$$

Коэффициент  $\eta$  определяем по формуле (5.8):

$$\eta = 0,0024 (385 - 347)151/7,3 = 1,89.$$

Предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в выбранном нами утеплителе (минераловатной плите Фасад Баттс), согласно СНиП 23-02-2003, составляет  $\Delta W_{\text{av}} = 3 \%$ .

Определим  $\Omega_{\text{req}}^{**}$  по формуле (5.2):

$$\Omega_{\text{req}}^{**} = 0,0024 \cdot 151(1286 - 385)/(120 \cdot 0,240 \cdot 3 + 1,89) = 3,70 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг.}$$

Сопротивление покрытия паропрооницанию  $\Omega_0$  определяем по формуле (5.12) с учетом сопротивления влагообмену у внутренней и наружной поверхностей:

$$\Omega_0 = 26,6 \cdot 10^{-3} + 27,08 + 13,3 \cdot 10^{-3} = 27,12 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг.}$$

При сравнении полученного значения  $\Omega_0$  с нормируемыми значениями устанавливаем, что

$$\Omega_0 > \Omega_{\text{req}}^* > \Omega_{\text{req}}^{**} \quad (27,12 > 15,66 > 3,70).$$

Следовательно, покрытие удовлетворяет требованиям СНиП 23-02-2003 в отношении сопротивления паропрооницанию.

**Расчет распределения парциального давления водяного пара по толщине покрытия и определение возможности образования в покрытии конденсата.** Определяем парциальное давление водяного пара внутри и снаружи покрытия:

$$t_{\text{int}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}; \varphi_{\text{int}} = 55\%;$$

$$e_{\text{int}} = (55/100)2338 = 1286 \text{ Па};$$

$$t_{\text{ext}} = -9,8 \text{ }^\circ\text{C}; \varphi_{\text{ext}} = 86 \%;$$

$$e_{\text{ext}} = (86/100)264 = 227 \text{ Па.}$$

Определяем температуры  $t_i$  на границах слоев по формуле (5.13), нумеруя от внутренней поверхности к наружной, и по этим температурам

определяем максимальное парциальное давление водяного пара  $E_i$  по графикам зависимости  $E=f(t)$  на рис. 2 и 3.

$$\tau_{int} = 20 - (20 + 9,8) (0,115) / 4,93 = 19,3 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_{int}^\tau = 2238 \text{ Па};$$

$$\tau_{12} = 20 - (20 + 9,8) (0,115 + 0,044) / 4,93 = 19,0 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_{12} = 2197 \text{ Па};$$

$$\tau_{23} = 20 - (20 + 9,8) (0,115 + 0,267) / 4,93 = 17,7 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_{23} = 2025 \text{ Па};$$

$$\tau_{34} = 20 - (20 + 9,8) (0,115 + 0,267) / 4,93 = 17,7 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_{34} = 2025 \text{ Па};$$

$$\tau_{45} = 20 - (20 + 9,8) (0,115 + 4,600) / 4,93 = -8,5 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_{45} = 291 \text{ Па};$$

$$\tau_{56} = 20 - (20 + 9,8) (0,115 + 4,775) / 4,93 = -9,6 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_{45} = 268 \text{ Па};$$

$$\tau_{ext} = 20 - (20 + 9,8) (0,115 + 4,775) / 4,93 = -9,6 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_{ext}^\tau = 268 \text{ Па};$$

Рассчитаем действительные парциальные давления  $e_i$  водяного пара на границах слоев по формуле (5.14) и установим распределение точек росы по толщине ограждения (по координате  $x$ ). Результаты расчета представлены в табл. 2.10.

## Результаты оценки возможности конденсации пара внутри покрытия

Граница слоев	$x, \text{ м}$	$\Sigma R_i, (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$	$\tau_i, \text{°C}$	$E_i, \text{ Па}$	$\Sigma \Omega_i, \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}$	$e_i, \text{ Па}$	$t_{\text{рос}}, \text{°C}$
int-1	0	0	19,3	2238	0	1286	10,7
1-2	0,008	0,044	19,0	2197	0,133	1281	10,6
2-3	0,048	0,267	17,7	2025	0,800	1255	10,3
3-4	0,048	0,267	17,7	2025	18,982	544	-1,4
4-5	0,288	4,600	-8,5	291	19,782	512	-2,1
5-6	0,338	4,775	-9,6	268	19,782	512	-2,1
6-ext	0,339	4,775	-9,6	268	27,082	227	-11,5

Нанесем на график (рис. 5) значения температур в толще покрытия и точек росы.

Пересечение кривых  $\tau_i$  и  $t_{\text{рос}}$  указывает на конденсацию влаги в ограждении.

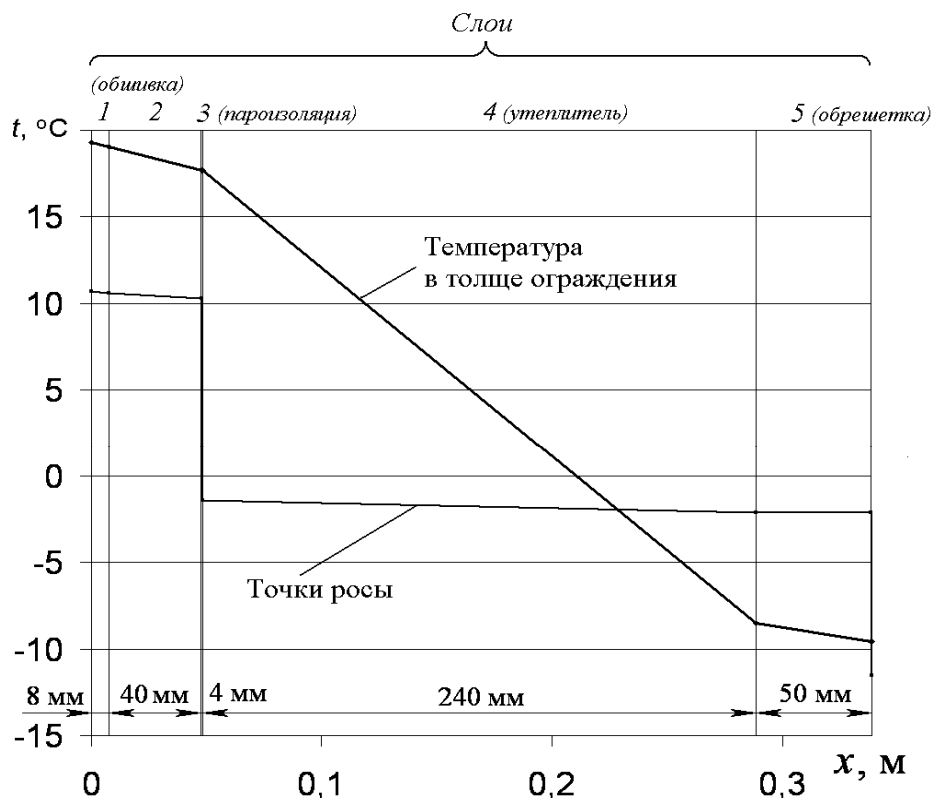


Рис. 6. Оценка возможности конденсации влаги в ограждении

Следовательно, необходимо найти конструктивное решение, исключающее конденсацию водяного пара в покрытии.

## 2.12 Энергетический паспорт здания

### Климатические и теплоэнергетические показатели

Согласно ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» расчетная средняя температура внутреннего воздуха принимается  $t_{int}=16^{\circ}\text{C}$ . Согласно СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» расчетная температура наружного воздуха в холодный период года  $t_{ext}=-28^{\circ}\text{C}$ , продолжительность  $z_{ht}=214$  сут и средняя температура наружного воздуха  $t_{ht}=-3,1^{\circ}\text{C}$  за отопительный период.

Градусо-сутки отопительного периода:

$$ГСОП=(t_{в}-t_{оп})\cdot Z_{оп},$$

$$ГСОП=(16+3,1)\cdot 214=4087;$$

Согласно СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» для этих градусо-суток нормируемое сопротивление теплопередачи для наружных стен

$$R_{req}^w = 2.68 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}, \text{ покрытия } R_{req}^c = 3.57 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}, \text{ полов по грунту}$$

$$R_{req}^f = 3.03 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}, \text{ окон и витражей } R_{req}^F = 0.44 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$

Согласно табл. 9 СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания

$$q_{req,h}^{req}=27\text{кДж}/\text{м}^3\text{ }^{\circ}\text{C}\text{сут}.$$

Влажностный режим помещений здания нормальный, условия эксплуатации ограждающих конструкций Б. Выбираем класс энергетической эффективности здания - нормальный, что впоследствии уточним с помощью расчета.

Таблица.2.11.

### Энергетический паспорт здания

#### Общая информация

Дата заполнения (число, м-ц, год)	21.05.2016
--------------------------------------	------------

Адрес здания	г. Пенза
Разработчик проекта	Алеев Х.Р.
Адрес и телефон разработчика	г. Пенза ул.Минская
Шифр проекта	ВКР

## Расчетные условия

1	Паспорт заполнен	21.05.2016
	Организация Адрес и телефон Ответственный исполнитель	ПГУАС г. Пенза ул. Минская студент гр. СТР-43 Алеев Хамзя Ряшитович

Параметры	Обозначение	Единица измерения	Величина
1	2	3	4

**1.Нормативные параметры теплозащиты здания**

1.1.Требуемое сопротивление теплопередаче:	$R_o^{reg}$	$м^2 \cdot ^\circ C / Вт$	
- наружных стен	$[R_{o,w}^{reg}]$	$м^2 \cdot ^\circ C / Вт$	3,13
- окон и балконных дверей	$[R_{o,F}^{reg}]$	$м^2 \cdot ^\circ C / Вт$	0,52
- покрытий	$[R_{o,c}^{reg}]$	$м^2 \cdot ^\circ C / Вт$	4,68
- чердачных перекрытий с холодным чердаком	$[R_{o,r}^{reg}]$	$м^2 \cdot ^\circ C / Вт$	-
- перекрытий над проездами	$[R_{o,f}^{reg}]$	$м^2 \cdot ^\circ C / Вт$	-
- перекрытий над неотапливаемыми подвалами и подпольями	$[R_{o,f}^{reg}]$	$м^2 \cdot ^\circ C / Вт$	-
- входных дверей и ворот	$[R_{o,ed}^{reg}]$	$м^2 \cdot ^\circ C / Вт$	1,2

1.2. Требуемый приведенный коэффициент теплопередачи здания [(расчетный)]	$K_m^{reg}$	Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	Не нормируется
1.3. Требуемая воздухопроницаемость ограждающих конструкций: <ul style="list-style-type: none"> <li>- наружных стен (в том числе стыки)</li> <li>- окон и балконных дверей (при разности давления 10Па)</li> <li>- покрытий и цокольных перекрытий первого этажа</li> <li>- [ входных дверей в квартиры ]</li> </ul>	$G_m^{reg}$  [ $G_{m.w}^{reg}$ ] [ $G_{m.F}^{reg}$ ]  [ $G_{m.c}^{reg}$ ] [ $G_{m.d}^{reg}$ ]	кг/(м <sup>2</sup> ·ч)  кг/(м <sup>2</sup> ·ч) кг/(м <sup>2</sup> ·ч)  кг/(м <sup>2</sup> ·ч) кг/(м <sup>2</sup> ·ч)	0,5  5  0,5 1,5
1.4. [ Требуемый удельный расход тепловой энергии системами отопления здания за отопительный период ]	[ $g_h^{reg}$ ]	кВт·ч/м <sup>2</sup>	160



<b>2. Расчетные показатели и характеристики здания</b>			
2.1. Объемно-планировочные и заселения			
2.1.1. Отношение площади наружных ограждающих конструкций отапливаемой части здания к полезной площади $A_e^{sum} / [A_k]$	(V)	-	1,79
	(k)	-	0.12
2.1.2. Отношение площади окон и балконных дверей к площади стен, включая окна и балконные двери $A_F / A_{w+F}$			
2.1.3. [Компактность здания $A_e^{sum} / V_h$ ]	[k <sub>e</sub> ]	-	0.42
2.2. Уровень теплозащиты			
2.2.1. Приведенное сопротивление теплопередаче:			
- стен	$R_w^r$	м2.°C / Вт	3,75
- окон и балконных дверей	$R_F^r$	м2.°C / Вт	0,54
- [наружных дверей и ворот, витражей]	[ $R_{ed}^r$ ]	м2.°C / Вт	1,2
- покрытий	$R_c^r$	м2.°C / Вт	5,15
- чердачных перекрытий	$R_c^r$	м2.°C / Вт	-
- перекрытий теплых чердаков	$R_c^r$	м2.°C / Вт	-
- перекрытий над подвалами и подпольями	$R_f^f$	м2.°C / Вт	-
- перекрытий над проездами и под эркерами	$R_f^f$	м2.°C / Вт	-
- полов по грунту	$R_f^f$	м2.°C / Вт	4.16
- стен в грунте	$R_f^f$	м2.°C / Вт	3,02

Продолжение таблицы 2.11

2.2.2. Приведенный [ трансмиссионный] коэффициент теплопередачи здания, Вт / м <sup>2</sup> °С	$K_m^{tr}$	Вт/( м <sup>2</sup> .°С)	0,4
2.2.3.Сопrotивление воздухопроницанию наружных ограждающих конструкций: - стен (в т.ч. стыки) - окон и балконных дверей - перекрытия над техподпольем, подвалом - входных дверей в квартиры - стыков элементов стен	$R_{a,w}$ $R_{a,F}$ $R_{a,f}$ $R_{a,ed}$ $R_{a,j}$	м <sup>2</sup> .ч . Па/кг м <sup>2</sup> .ч . Па/кг м <sup>2</sup> .ч . Па/кг м <sup>2</sup> .ч . Па/кг м <sup>2</sup> .ч . Па/кг	4,5 5 - 1,5 -
2.2.4.Приведенная воздухопроницаемость ограждающих конструкций здания (при разности давлений 10Па)	$G_m^r$	кг /(м <sup>2</sup> .ч)	-
2.2.5. [Приведенный инфильтрационный (условный) коэффициент теплопередачи здания]	$[K_m^{inf}]$	Вт /(м <sup>2</sup> .°С)	0,21
2.2.6. [Общий коэффициент теплопередачи здания]	$[K_m]$	Вт /(м <sup>2</sup> .°С)	0,61

2.3. Энергетические нагрузки здания			
2.3.1. Установленная мощность систем инженерного оборудования:			
- отопления	$([Q_h])$	кВт	30,2
- горячего водоснабжения	$([Q_{hw}^{max}])$	кВт	11,2
- [принудительной вентиляции]	$[Q_v]$	кВт	-
- [воздушно-тепловые завесы]	$[Q]$	кВт	-
- электроснабжения, [в том числе:]	$(N_e)$	кВт	20
➤ [освещение в помещениях общественных зданий]	$[N_a]$	кВт	180
➤ [на силовое оборудование], в том числе:	$[N_p]$	кВт	8
• [на отопление и вентиляцию]	$[N_h]$	кВт	-
• [на водоснабжение и канализацию]	$[N_w]$	кВт	172
• технология	$(N)$	кВт	-
• пожарная сигнализация	$(N)$	кВт	-
2.3.2. Среднечасовой за отопительный период расход тепла на горячее водоснабжение	$[Q_{hw}]$	кВт	4,1
2.3.3. [Средние суточные расходы:]			
- природного газа	$(V_{ng})$	м <sup>3</sup> /сут	
- [общей воды, в тч ]	$[V_{cw}]$	м <sup>3</sup> /сут	
- [горячей воды]	$[V_{hw}]$	м <sup>3</sup> /сут	
- [электроэнергии]	$[N_{av}]$	кВт.ч	
2.3.4. [Удельный максимальный часовой расход тепловой энергии на 1 м <sup>2</sup> общей площади:]			
- [на отопление]	$[g_h]$	Вт/м <sup>2</sup>	52,8
- [на вентиляцию]	$[g_v]$	Вт/м <sup>2</sup>	-
2.3.5. Удельная тепловая характеристика здания	$g_m$	Вт/(м <sup>3</sup> .°С)	0,20

2.4. [Показатели эксплуатационной энергоемкости здания за год]			
2.4.1. [Годовые расходы конечных видов энергоносителей на здание:]			
- [тепловой энергии на отопление за отопительный период]	$([Q_h^y])$		160
- [тепловой энергии на горячее водоснабжение]	$([Q_{hw}^y])$	МВт.ч	36
- [тепловой энергии на принудительную вентиляцию]	$[Q_v^y]$	МВт.ч	-
- [тепловой энергии других систем (раздельно)]	$[Q^y]$	МВт.ч	-
- [электрической энергии, в том числе:]	$[E^y]$	МВт.ч	116,6
➤ [освещение в помещениях общественных зданий]	$[E_a^y]$	МВт.ч	11,6
➤ [на силовое оборудование]	$[E_p^y]$	МВт.ч	105
[на отопление и вентиляцию]	$[E_h^y]$	МВт.ч	4,6
[на водоснабжение и канализацию]	$[E_w]$	МВт.ч	-
(технология)	$(E^y)$	МВт.ч	100,4
(пож.сигнализацию)	$(E)$	МВт.ч	-
2.4.2. [Годовые удельные базовые расходы конечных видов энергоносителей:]			
- [тепловой энергии на отопление за отопительный период]	$[g_{h.bas}^y]$	кВт.ч / м <sup>2</sup>	104,4
- [тепловой энергии на горячее водоснабжение]	$[g_{h.w}^y]$	кВт.ч / м <sup>2</sup>	23,5
- [тепловой энергии на принудительную вентиляцию]	$[g_v^y]$	кВт.ч / м <sup>2</sup>	-
- [тепловой энергии других систем (раздельно)]	$[g^y]$	кВт.ч / м <sup>2</sup>	-
- [электрической энергии]	$[g_e^y]$	кВт.ч / м <sup>2</sup>	76,1
- [природного газа]	$[g_{ng}^y]$	м <sup>3</sup> / м <sup>2</sup>	114,3
2.4.3. [Удельная эксплуатационная энергоемкость здания]			
	$[g^y]$	кВт.ч / м <sup>2</sup> ,	126
		кг у.т./м <sup>2</sup>	16,4

2.5. [Теплоэнергетические параметры теплозащиты здания]						
2.5.1. [Общие теплопотери через оболочку здания за отопительный период]		[ $Q_{ht}^y$ ]		кВт.ч	198079	
2.5.2. [Теплопоступления в здания за отопительный период:]						
- [удельные бытовые тепловыделения]		[ $g_{int}$ ]		Вт /м <sup>2</sup>	20	
- [бытовые теплопоступления в здание]		[ $Q_{int}^y$ ]		кВт.ч/ год	37277	
- [теплопоступления от солнечной радиации]		[ $Q_s^y$ ]		кВт.ч/ год	24283	
	Светопрзрачные конструкции	Площадь А,	Солнечная радиация I		A * I, кВт.ч	
	Окна на фасадах	м <sup>2</sup>	ориентация	Интенсивность, кВт.ч/м <sup>2</sup>		
		13,49	С	12	162	
		20	З	232	16639	
		13,49	Ю	551	7433	
		20	В	232	17562	
	Зенитные фонари	-		288	-	

- [коэффициент, учитывающий затенение окна непрозрачными элементами]	[ $\tau_F$ ]	-	0.7
- [коэффициент, учитывающий затенение зенитных фонарей непрозрачными элементами]	[ $\tau_{scy}$ ]	-	-
- [коэффициент относительного проникания солнечной радиации через окно]	[ $k_F$ ]	-	0.83
- [коэффициент относительного проникания солнечной радиации через зенитные фонари]	[ $k_{scy}$ ]	-	-
2.5.3. [Потребность тепловой энергии на отопление здания за отопительный период]	[ $v$ ]	-	0.8
- [коэффициент, учитывающий аккумулирующую способность ограждений]	[ $\beta_{hl}$ ]		1.11
- [коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления]	[ $Q_h^y$ ]	кВт.ч	16520
[Потребность в тепловой энергии на отопление здания за отопительный период]	[ $g_h^{des}$ ]	кВт.ч/м <sup>2</sup>	2108
[Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период]			

2.5.4. [Проверка на соответствие проекта теплозащиты МГСН] [Нормируемый удельный расход тепловой энергии системой отопления здания]	[ $g_h^{reg}$ ]	кВт.ч/м <sup>2</sup>	160
[Соответствует ли проект теплозащиты требованиям МГСН]			соответствует
2.6. [Расчетные условия:]			
[Расчетная температура внутреннего воздуха для расчета теплозащиты]	[ $t_{int}$ ]	°C	22
[Температура внутреннего воздуха для расчета систем отопления и вентиляции]	[ $t_{int}^h$ ]	°C	20
[Расчетная температура наружного воздуха ]	[ $t_{ext}$ ]	°C	-28
[Продолжительность отопительного периода]	[ $z_{ht}$ ]	сутки	214
[Средняя температура наружного воздуха за отопительный период]	[ $t_{ht}$ ]	°C	-3.1
[Градусосутки отопительного периода]	$D_d$	°C.сут	4943

**Приведенный инфильтрационный (условный)**

**коэффициент теплопередачи здания:**

$$K_m^{inf} = 0,28 \cdot c \cdot n_a \cdot \beta_v \cdot V_h \cdot \rho_a^{ht} \cdot k / A_e^{sum} =$$

$$= 0,28 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 0,85 \cdot 6571,6 \cdot 1,2 \cdot 0,7 / 2737,2 = 0,21 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C};$$

### **Общий коэффициент теплопередачи здания.**

$$K_m = K_m^{tr} + K_m^{inf} = 0,4 + 0,21 = 0,61 \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{°C};$$

### **Расчетный часовой расход тепловой энергии на отопление здания:**

$$Q_h = (Q_{ht} + Q_{inf} - Q_{int}) \cdot \beta_{hl}, \text{ кВт};$$

$Q_{ht}$  – трансмиссионные теплотери через оболочку здания;

$$Q_{ht} = K_m^{tr} \cdot (t_{int}^h - t_{ext}) \cdot A_e^{sum} \cdot 10^{-3} = 0,4 \cdot (20+28) \cdot 2737,2 \cdot 10^{-3} = 52,6 \text{ кВт};$$

$Q_{inf}$  – расход теплоты на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха;

$$Q_{inf} = K_m^{inf} \cdot (t_{int}^h - t_{ext}) \cdot A_e^{sum} \cdot 10^{-3} = 0,21 \cdot (20+28) \cdot 2737,2 \cdot 10^{-3} = 27,6 \text{ кВт};$$

$Q_{int}$  – бытовые тепlopоступления;

$$Q_{int} = q_{int} \cdot A_r \cdot 10^{-3} = 20 \cdot 362,9 \cdot 10^{-3} = 7,26 \text{ кВт};$$

$$\beta_{hl} = 1,11;$$

$$Q_h = (52,6 + 27,6 - 7,26) \cdot 1,11 = 80,9 \text{ кВт}.$$

### **Потребность в тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода.**

$$Q_h^y = ((Q_{ht}^y - (Q_{int}^y + Q_s^y)) \cdot v) \cdot \beta_{hl}, \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

$Q_{ht}^y$  – общие теплотери здания за отопительный период через наружные ограждающие конструкции;

$$Q_{ht}^y = 0,024 \cdot K_m \cdot D_d \cdot A_e^{sum} = 0,024 \cdot 0,61 \cdot 4943 \cdot 2737,2 = 198079 \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

$D_d$  – продолжительность отопительного периода,  $D_d = 4943$ сут;

$Q_{int}^y$  – бытовые тепlopоступления в течении отопительного периода;

$$Q_{int}^y = 0,024 \cdot q_{int} \cdot z_{ht} \cdot A_r = 0,024 \cdot 20 \cdot 214 \cdot 362,9 = 37277 \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

$z_{ht}$  – продолжительность отопительного периода, сутки,  $z_{ht} = 214$ сут;

$Q_{sy}$  – тепlopоступления через окна от солнечной радиации в течение отопительного периода, кВт·ч/год;

$$Q_{sy} = \tau_F \cdot k_F \cdot (A_{F1}I_1 + A_{F2}I_2 + A_{F3}I_3 + A_{F4}I_4);$$

$\tau_F, \tau_{scy}$  – коэффициенты, учитывающие затенение светового проема, 0,7;

$k_F, k_{scy}$  – коэффициенты, относительного проникания солнечной радиации, 0,83;

$A_{F1}, A_{F2}, A_{F3}, A_{F4}$  – площадь светопроемов, ориентированных по четырем направлениям, м<sup>2</sup>;  $A_{f1}=13,49$ ;  $A_{f2}=71,72$ ;  $A_{f3}=13,49$ ;  $A_{f4}=75,7$ ;



$I_1, I_2, I_3, I_4$  – средняя за отопительный период интенсивность солнечной радиации на вертикальную поверхность светопроемов, кВт·ч/м<sup>2</sup>,  $I_1=12$ ,  $I_2=232$ ,  $I_3=551$ ,  $I_4=232$ ;

$$Q_s^y = 0,7 \cdot 0,83(13,49 \cdot 12 + 71,72 \cdot 232 + 13,49 \cdot 551 + 75,7 \cdot 232) = 24283 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год};$$

$$Q_h^y = (198079 - (37277 + 24283) \cdot 0,8) \cdot 1,11 = 165202 \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

**Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания в холодный и переходный периоды года.**

$$g_h^{\text{des}} = Q_h^y / A_h;$$

$A_h$  - полезная площадь здания,  $A_h=1531,7 \text{ м}^2$ ;

$$g_h^{\text{des}} = 165202 / 1531,7 = 108 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2.$$

### **3 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ**

#### **3.1 Общие данные.**

Объект расположен по адресу: г. Пенза.

Проект разработан с учетом воздействия нагрузок по III снеговому району – 180 кг/м<sup>2</sup> и 1-му ветровому району – 23 кг/м<sup>2</sup>, а также собственного веса конструктивных элементов каркаса здания III степени огнестойкости.

За относительную отметку 0,000 принята отметка чистого пола здания

#### **Инженерно-геологические условия площадки строительства**

Полевые инженерно-геологические работы были проведены в ноябре 2014 г, в процессе которых было пробурено пять скважин, глубиной по 10,00 м. Общий объем бурения составил 50,00 п. м. Глубины скважин определялись в соответствии с типом и глубиной заложения проектируемого сооружения, величиной нагрузки на естественное основание и инженерно-геологическими условиями.

Бурение скважины проводилось буровой установкой вибрационным способом.

В процессе буровых работ производился отбор проб грунта ненарушенной (16 монолитов) и нарушенной (9 проб) структуры для лабораторных определений физических свойств грунтов. Так же отобрана проба воды для определения химического состава.

Номенклатура грунтов приведена в соответствии с ГОСТ 25100-2011.

При написании заключения были использованы СП 22.13330.2011, СП 11-105-97, СНиП 23-01-99, СНиП 2.03.11-85.

Группа грунта по трудности разработки дана по ГЭСН-2001-01, табл. 1-1.

Метрологическое обеспечение работ

Инженерно-геологические изыскания на объекте выполнялись в соответствии с требованиями СП 47.13330.2012 “Инженерные изыскания для строительства” и СП 11-105-97 “Инженерно-геологические изыскания для строительства”.

Были выполнены следующие виды работ:

1. Бурение шнековым способом глубиной до 10,00 м. Начальные диаметры скважин определялись в соответствии с СП 11-105-97, в зависимости от глубины и назначения скважин.

2. Документирование инженерно-геологических выработок проводилось в соответствии с СТП 17.3.3.18-82 ПО “Стройизыскания”, “Описание горных пород в полевых условиях”.

3. Отбор образцов грунта ненарушенной и нарушенной структуры производился согласно ГОСТ 12071-2000 “Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов”. Образцы ненарушенной структуры отобраны грунтоносом марки ГЗ-1 диаметром 106 мм методом задавливания.

4. Лабораторные определения свойств грунтов выполнялись согласно ГОСТам:

- ГОСТ 5180-84 “Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик”.

- ГОСТ 9.602-89 “Сооружения подземные. Общие требования и защита от коррозии”.

5. Номенклатура грунтов дана в соответствии с ГОСТ 25100-2011.

При написании заключения руководствовались СП 22.13330.2011, СП 11-105-97, СНиП 23-01-99, СНиП 2.03.11-85, а также ГОСТ 20522-96, ГОСТ 19912-2001, ГОСТ 21.302-96.

Группа грунта по трудности разработки дана по ГЭСН-2001-01, табл. 1-1.

### **Выводы**

1. В геологическом строении исследуемого участка на разведанную глубину до 10,00 м принимают участие современный почвенно-растительный слой (*solQ<sub>IV</sub>*) и верхнечетвертичные аллювиальные (*aQ<sub>III</sub>*) отложения.

2. Глубина сезонного промерзания грунтов на открытых площадках:

для суглинков

-1,40 м

По степени морозоопасности, согласно ГОСТ 25100-2011, суглинки твердые (ИГЭ-1) попадающие в зону сезонного промерзания, относятся к практически неопучинистым грунтам и суглинки тугопластичные (ИГЭ-2) относятся к среднепучинистым грунтам.

3. На момент проведения изысканий (ноябрь 2014 г.) гидрогеологические условия исследуемого участка характеризуются наличием одного вскрытого водоносного горизонта приуроченного к толще верхнечетвертичных аллювиальных отложений. Подземные воды до разведанной глубины 10,00 м встречены на глубине 1,80 – 3,00 м. Горизонт подземных вод носит характер напорного. Установившийся уровень зафиксирован на глубине 1,30 – 2,20 м. Величина напора составила 0,30 – 1,10 м. Водовмещающими породами служат суглинки и пески. Верхним водоупором являются суглинки тугопластичные, а нижним – суглинки мягкопластичные.

Следует учесть, что в период гидрогеологических максимумов (дожди, снеготаяние) возможно повсеместное формирование подземных вод типа «верховодка».

4. Геолого-литологическое строение участка показано на инженерно-геологических разрезах (приложение Ж).

5. Согласно совокупности факторов, определяющих категорию сложности инженерно-геологических условий, участок изысканий относится ко II (средней) категории сложности.

6. В соответствии с литологией, генезисом и физико-механическими свойствами грунтов, в пределах исследуемого участка выделено пять инженерно-геологических элементов (ИГЭ). Их описание, нормативные и расчетные параметры, а также группа грунта по трудности разработки приведены в таблице № 1.

7. ИГЭ-3 и 4 являются неблагоприятными грунтами для основания фундамента.

8. Карстово-суффозионные деформации дневной поверхности и признаки

развития других опасных геологических процессов в пределах анализируемой территории в ходе проведения изысканий не выявлены.

Следует учесть возможность образования и развития суффозионных процессов в мелких песках (ИГЭ-5) в случае их подтопления.

9. В соответствии с указаниями раздела № 2 «Пособия по производству работ при устройстве оснований и фундаментов» (к СНиП 3.02.02-83, изд. 1996 г), при заложении фундаментов зданий и сооружений на естественном основании» необходимо:

- принять меры против обводнения котлована и замачивания на длительное время;

- при устройстве фундаментов, не допускать промораживания подстилающих их грунтов.

#### **Конструктивные решения.**

Геометрические параметры конструкций были приняты на основании архитектурных решений, а так же по результатам предварительных расчетов и из технологических соображений.

#### **Геометрические характеристики здания.**

Здание в плане имеет прямоугольную форму, размеры в осях 47,00x20,40 м. Высота 11,64 м. Здание имеет 1 этаж и 1 антресольный этаж.

#### **Несущая система здания.**

Колонны с жесткой заделкой на фундаментах, система стропильных ферм покрытия, профилированный настил покрытия и система вертикальных и горизонтальных связей, объединяются в пространственную конструкцию, обеспечивающую необходимую прочность и жесткость металлического каркаса.

### **3.2 Расчет моделей в ПК ЛИРА-САПР.**

#### **Пояснительная записка к расчету**

Имя задачи: теннис

Расчет пространственной системы на статические нагрузки с выбором расчетных сочетаний усилий

#### **Введение**

Расчет выполнен программным комплексом "ЛИРА-САПР".

В основу расчета положен метод конечных элементов в перемещениях. В качестве основных неизвестных приняты следующие перемещения узлов:

X - линейное по оси X

Y - линейное по оси Y

Z - линейное по оси Z

UX - угловое вокруг оси X

UY - угловое вокруг оси Y

UZ - угловое вокруг оси Z

В ПК "ЛИРА-САПР" реализованы положения следующих нормативных и регламентирующих документов:

СП 14.13330 2011. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*.

СП 16.13330 2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*.

СП 20.13330 2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*.

СП 22.13330 2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*.

СП 24.13330 2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85.

СП 35.13330 2011. Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84.

СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003.

СНиП 2.01.07-85\*. Нагрузки и воздействия.

СНиП 2.03.01-84\*. Бетонные и железобетонные конструкции.

СНиП II-7-81\*. Строительство в сейсмических районах.

СНиП II-23-81\*. Стальные конструкции.

СНиП 2.02.01-83\*. Основания зданий и сооружений.

СНиП II–21–75. Бетонные и железобетонные конструкции.

СНиП 2.05.03–84\*. Мосты и трубы.

СП 50-101-2004. Свод правил по проектированию и строительству.  
Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений.

МГСН 4.19-05. Московские городские строительные нормы.  
Многофункциональные высотные здания и комплексы.

СНиП 52–01–2003. Бетонные и железобетонные конструкции.

НП-031-01. Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций.  
Госатомнадзор России.

ДБН В.2.3-14:2006. Сооружения транспорта. Мосты и трубы. Нормы проектирования.

ДБН В.1.2-2:2006. Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования.

ДБН В.1.1-12:2006. Строительство в сейсмических районах Украины.

ДБН В.2.2-24:2009. Проектирование высотных жилых и гражданских сооружений.

ДБН В.2.1-10:2009. Основания и фундаменты сооружений.

ДБН В.2.6-98:2009. Бетонные и железобетонные конструкции.

ДСТУ Б.В.2.6-156:2010. Бетонные и железобетонные конструкции из тяжелого бетона.

ДСТУ 3760:2006. Прокат арматурный для железобетонных конструкций.

СНРА II-2.02-94. Сейсмостойкое строительство. Армения.

КМК 2.01.03-96\*. Строительство в сейсмических районах. Узбекистан.

СНТ 2.01.08-99\*. Строительство в сейсмических районах. Туркменистан.

ПН 01.0.1-09. Строительство в сейсмических районах. Грузия.

AzDTN 2.3-1-2010. Строительство в сейсмических районах. Азербайджан.

СНиП РК 2.03-30-2006. Строительство в сейсмических районах. Казахстан.

МКС ЧТ 22-07-2007. Сейсмостойкое строительство. Таджикистан.

Типы используемых конечных элементов указаны в документе 1.

В этом документе, кроме номеров узлов, относящихся к соответствующему элементу, указываются также номера типов жесткостей.

В расчетную схему включены следующие типы элементов:

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ.

Тип 414. Универсальный прямоугольный КЭ оболочки.

Координаты узлов и нагрузки, приведенные в развернутых документах 4,6,7, описаны в правой декартовой системе координат.

Расчет выполнен на следующие загрузки:

загрузка 1 - статическое нагружение

загрузка 2 - статическое нагружение

загрузка 3 - статическое нагружение

загрузка 4 - статическое нагружение

Расчетные сочетания усилий для стержней выбираются по критерию экстремальных нормальных и сдвиговых напряжений в периферийных зонах сечения.

Расчетные сочетания напряжений для пластинчатых элементов выбираются по критерию экстремальных напряжений с учетом направления главных площадок.

При выборе расчетных сочетаний усилий учитывались следующие характеристики нагружений:

загрузка 1 - статическое нагружение. Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 2 - статическое нагружение. Данное нагружение учитывается как постоянная нагрузка.

загрузка 3 - статическое нагружение. Данное нагружение учитывается как длительно-действующая нагрузка.

загрузка 4 - статическое нагружение. Данное нагружение учитывается как кратковременная нагрузка.

### **Чтение результатов счета**

Результаты счета разбиты на следующие разделы:

Раздел 1. Протокол работы процессора.

Раздел 2. Исходные данные.



Раздел 3. Диагностические сообщения.

Раздел 5. Перемещения узлов.

Раздел 6. Усилия (напряжения) в элементах.

Раздел 7. Реакции в узлах.

Раздел 8. Расчетные сочетания усилий (PCY).

В разделе 5 в табличной форме выпечатываются перемещения узлов рассчитываемой задачи. Размерность перемещений указана в шапке таблицы.

В первой графе находится номер загрузки и индексация перемещений.

В остальных графах - номера узлов в порядке возрастания и величины перемещений, им соответствующие.

Линейные перемещения считаются положительными, если они направлены вдоль осей координат. Положительные угловые перемещения соответствуют вращению против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующей оси.

Перемещения имеют следующую индексацию:

X - линейное по оси X

Y - линейное по оси Y

Z - линейное по оси Z

UX - угловое вокруг оси X

UY - угловое вокруг оси Y

UZ - угловое вокруг оси Z

В разделе 6 в табличной форме выпечатываются усилия в элементах рассчитываемой задачи. Размерность усилий указана в шапке таблицы.

В первой графе указывается тип КЭ из библиотеки конечных элементов, номер загрузки и индексация усилий.

В последующих графах указываются:

в первой строке шапки - номер элемента и номер сечения в этом элементе, для которого печатаются усилия;

во второй строке - номера первых двух узлов.

В разделе 8 в табличной форме выдаются расчетные сочетания усилий

(PCY) в элементах для каждого сечения и дополнительная информация о сочетаниях усилий.

Вычисляются следующие группы PCY:

Группа A1 – включает только те загрузки, которые обладают длительностью действия; в эту группу включаются постоянные, длительные и кратковременные загрузки; виды загрузок – 0, 1, 2.

Группа B1 – включает все заданные загрузки независимо от длительности действия кроме сейсмического и прочих особых.

Группа C1 – включает группу B1 плюс сейсмическое нагружение.

Группа D1 – включает группу B1 плюс особое (не сейсмическое) нагружение.

Группа A2 – включает только постоянные и длительные загрузки; виды загрузок – 0, 1.

Группа B2 – включает постоянные, длительные и кратковременные загрузки (кроме мгновенного); виды загрузок – 0, 1, 2.

Группа C2 – включает все заданные загрузки независимо от длительности действия кроме сейсмического и прочих особых.

Группа D2 – включает группу C2 плюс сейсмическое нагружение.

Вычисленные сочетания образуют 4 таблицы результатов:

Таблица 1 – PCY расчетные, вычисленные по расчетным значениям усилий.

Таблица 2 – PCY расчетные длительные, полученные при помощи умножения расчетных усилий на соответствующие коэффициенты длительности.

Таблица 3 – PCY нормативные, полученные при помощи деления расчетных усилий на соответствующие коэффициенты надежности по нагрузке.

Таблица 4 – PCY нормативные длительные, полученные при помощи умножения нормативных усилий на соответствующие коэффициенты длительности.

Заголовки таблиц PCY содержат следующие индексы:

ЭЛМ – номер элемента в схеме;

НС – номер расчетного сечения в элементе (все КЭ кроме стержня имеют одно расчетное сечение);

КРТ – номер критерия, по которому составлено данное сочетание усилий, в соответствии с типом КЭ;

СТ – номер столбца коэффициентов сочетаний из таблицы исходных данных РСУ;

КС – признак наличия в сочетаниях кранового (К) и/или сейсмического (С) нагружения;

Г – индекс внутренней группы – А1, В1, С1, D1, А2, В2, С2, D2.

Далее следуют идентификаторы усилий/напряжений в соответствии с типом КЭ, а затем список из номеров нагружений, которые составили текущее сочетание.

Знакопеременное нагружение, вошедшее в РСУ с противоположным знаком помечается знаком '-'.

Таблицы результатов по унифицированным РСУ формируются для каждого варианта конструирования с указанием номера варианта.

Заголовки таблиц унифицированных РСУ содержат следующие индексы:

ПЭ – признак принадлежности элемента;

ЭЛМ – порядковый номер элемента в схеме или в суперэлементе;

НС – номер расчетного сечения в элементе (все КЭ кроме стержня имеют одно расчетное сечение);

КРТ – номер критерия в соответствии с типом КЭ;

СТ – номер столбца коэффициентов сочетаний из таблицы исходных данных РСУ;

КС – признак наличия в сочетаниях кранового (К) и/или сейсмического (С) нагружения;

Г – индекс внутренней группы – А1, В1, С1, D1, А2, В2, С2, D2.

### **Индексация и правила знаков усилий в конечных элементах**

Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ.

Конечный элемент воспринимает следующие виды усилий:

$N$  - осевое усилие; положительный знак соответствует растяжению.

$M_K$  - крутящий момент относительно оси  $X_1$ ; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси  $X_1$ , на сечение, принадлежащее концу стержня.

$M_Y$  - изгибающий момент относительно оси  $Y$ ; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси  $Y_1$ , на сечение, принадлежащее концу стержня.

$M_Z$  - изгибающий момент относительно оси  $Z_1$ ; положительный знак соответствует действию момента против часовой стрелки, если смотреть с конца оси  $Z_1$ , на сечение, принадлежащее концу стержня.

$Q_Y$  - перерезывающая сила вдоль оси  $Y_1$ ; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью  $Y_1$  для сечения, принадлежащего концу стержня.

$Q_Z$  - перерезывающая сила вдоль оси  $Z_1$ ; положительный знак соответствует совпадению направления силы с осью  $Z_1$  для сечения, принадлежащего концу стержня.

Тип 41. Универсальный прямоугольный КЭ оболочки.

Конечный элемент воспринимает следующие виды усилий, напряжений и реакций:

$N_X$  - нормальное напряжение вдоль оси  $X_1$ ; положительный знак соответствует растяжению.

$N_Y$  - нормальное напряжение вдоль оси  $Y_1$ ; положительный знак соответствует растяжению.

$N_Z$  - нормальное напряжение вдоль оси  $Z_1$  (для случая плоской деформации); положительный знак соответствует растяжению.

$T_{XY}$  - сдвигающее напряжение, параллельное оси  $X_1$  и лежащее в плоскости, параллельной  $X_1OZ_1$ ; за положительное принято направление, совпадающее с направлением оси  $X_1$ , если  $N_Y$  совпадает по направлению с осью  $Y_1$ .

$M_X$  - момент, действующий на сечение, ортогональное оси  $X_1$ ; положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна (относительно оси  $Z_1$ ).

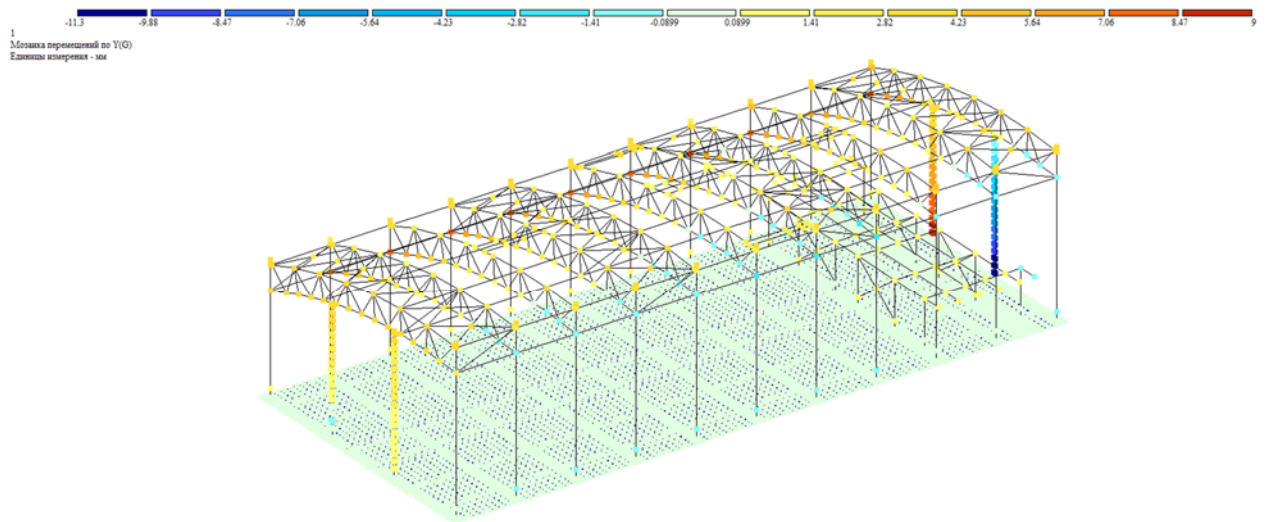
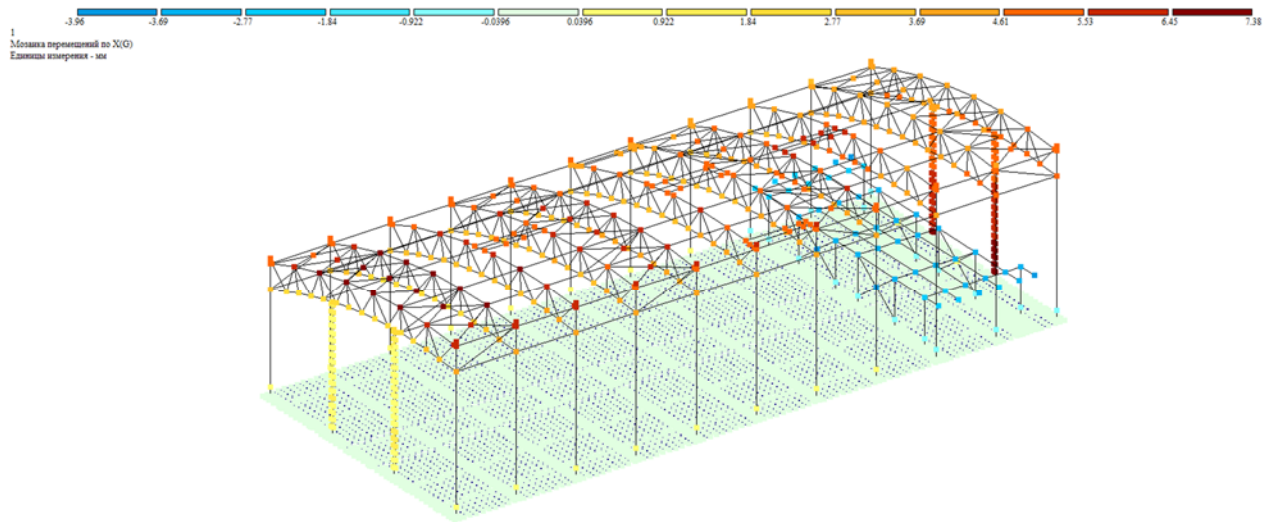
$M_Y$  - момент, действующий на сечение, ортогональное оси  $Y_1$ ; положительный знак соответствует растяжению нижнего волокна (относительно оси  $Z_1$ ).

$M_{XY}$  - крутящий момент; положительный знак соответствует кривизне диагонали 1-4, направленной выпуклостью вниз (относительно оси  $Z_1$ ).

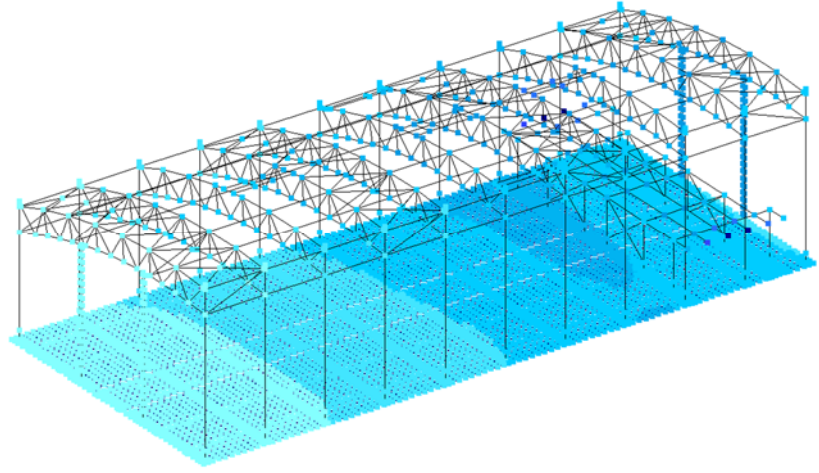
$Q_X$  - перерезывающая сила в сечении, ортогональном оси  $X_1$ ; положительный знак соответствует совпадению направления силы с направлением оси  $Z_1$  на той части элемента, в которой отсутствует узел 1.

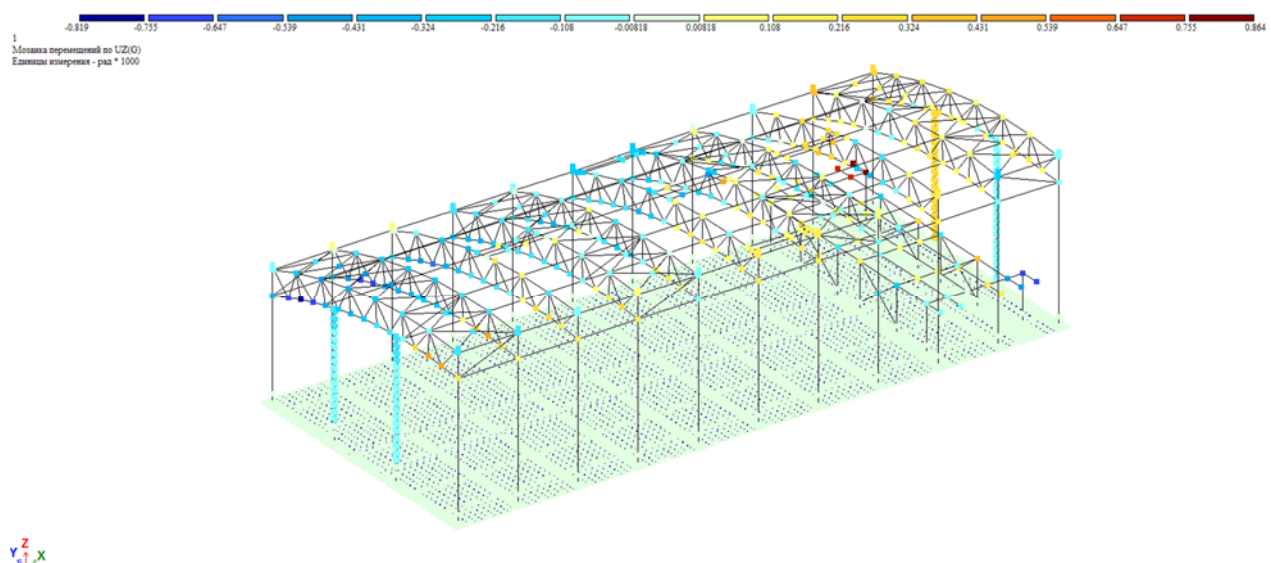
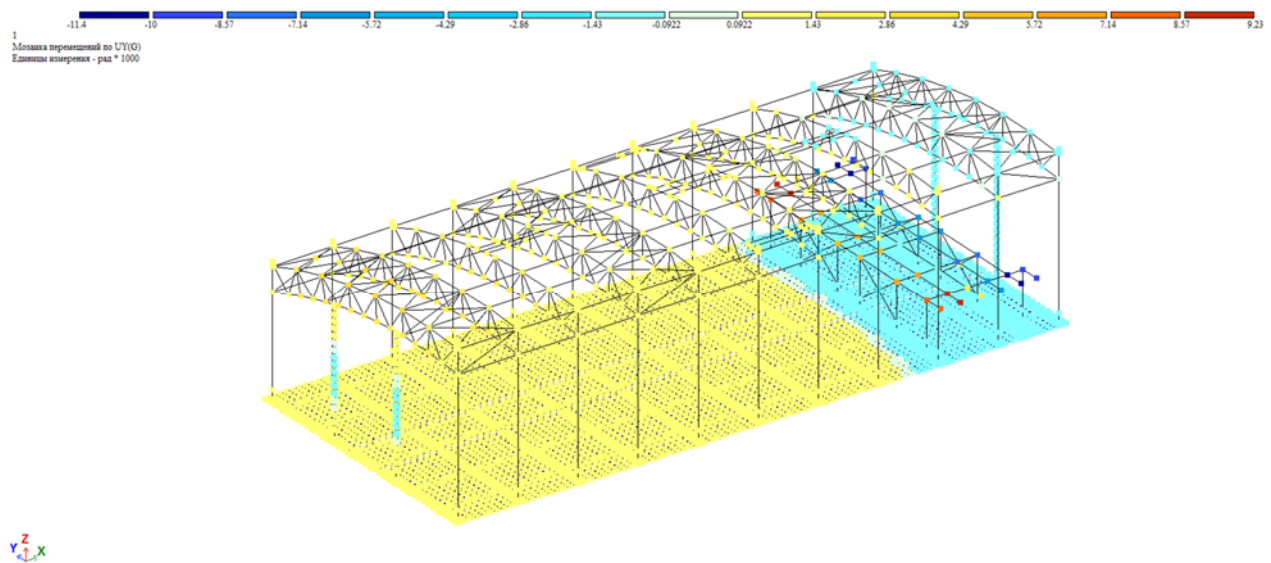
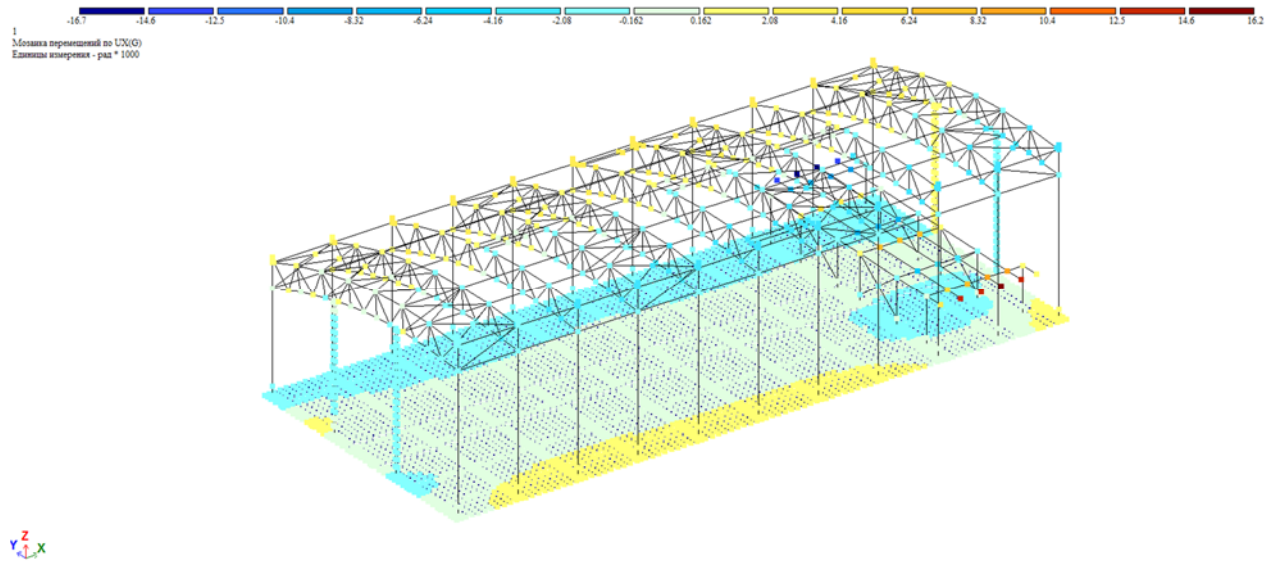
$Q_Y$  - перерезывающая сила в сечении, ортогональном оси  $Y_1$ ; положительный знак соответствует совпадению направления силы с направлением оси  $Z_1$  на той части элемента, в которой отсутствует узел 1.

### 3.3 Визуализация результатов расчета

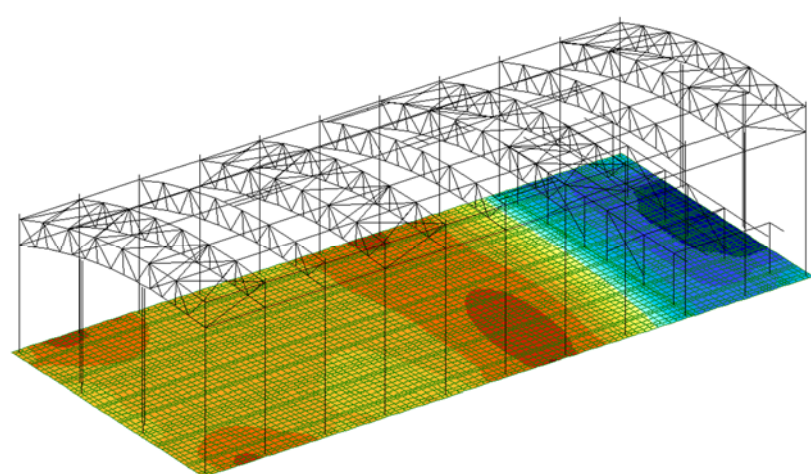
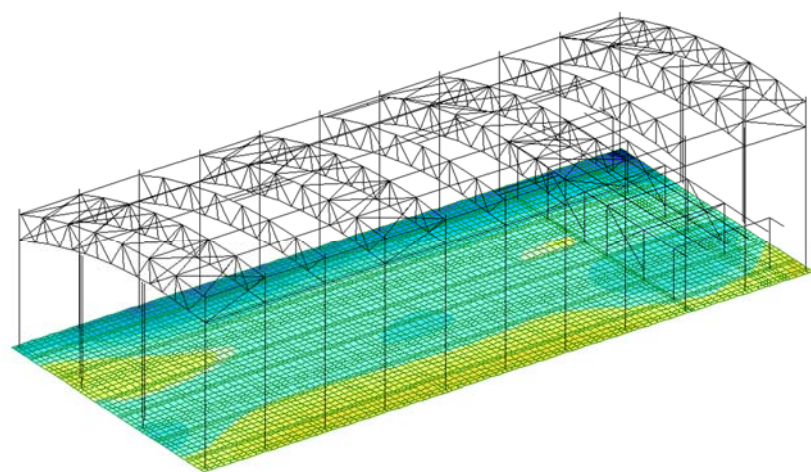
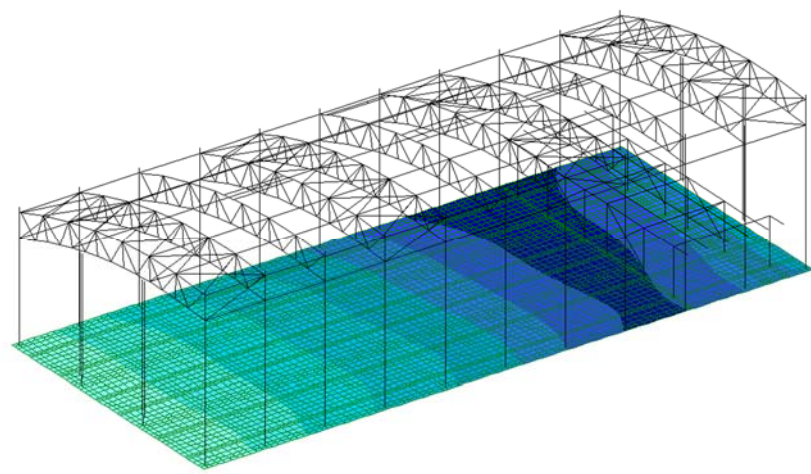


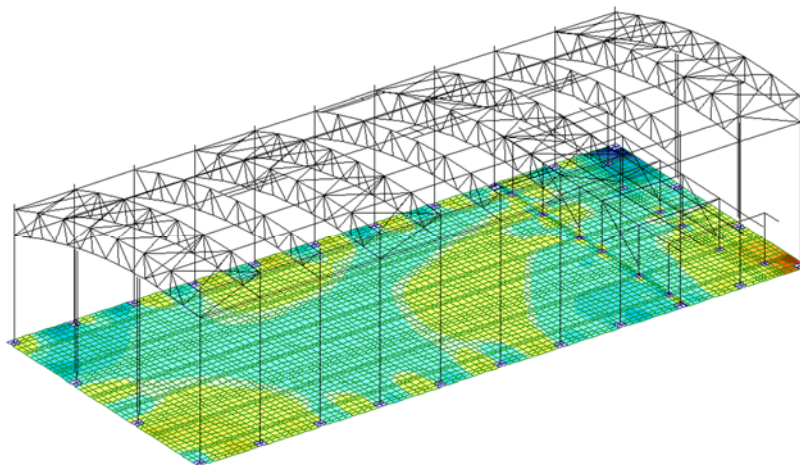
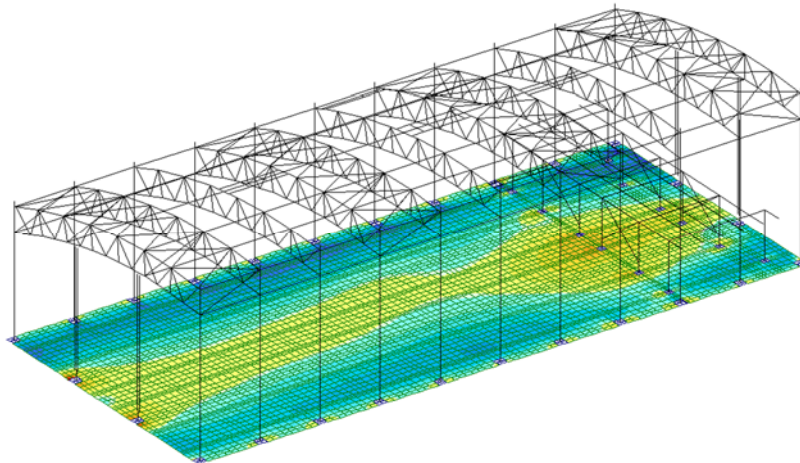
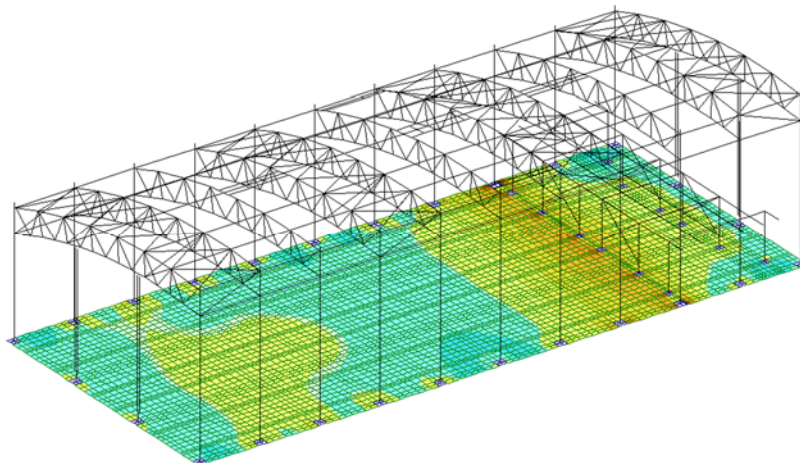
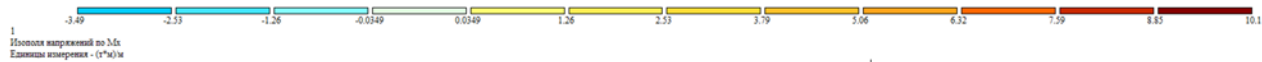
1  
Матрица перемещений по Z(O)  
Единица измерения - мм





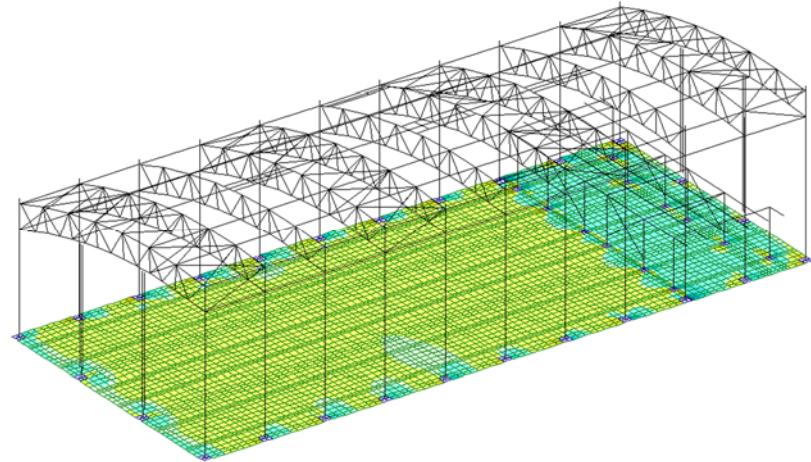




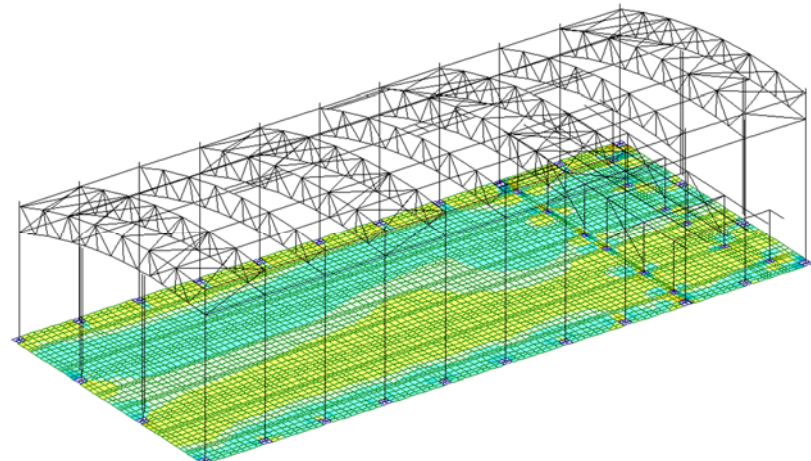




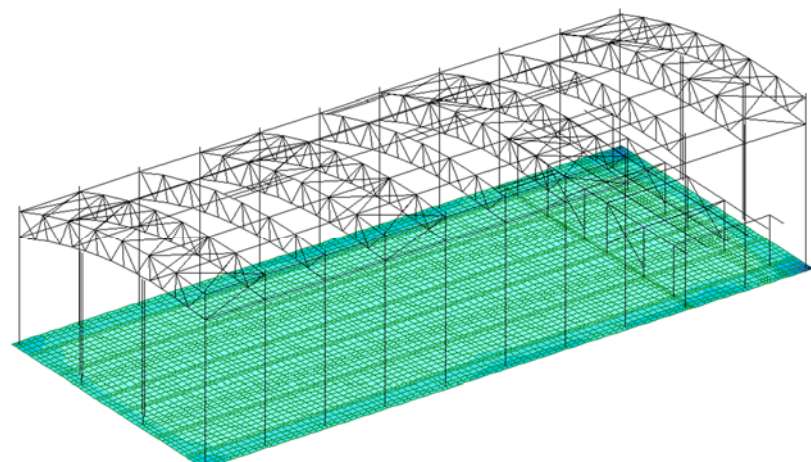
1  
Изоповерх напряжений по  $Q_x$   
Единицы измерения - т/м

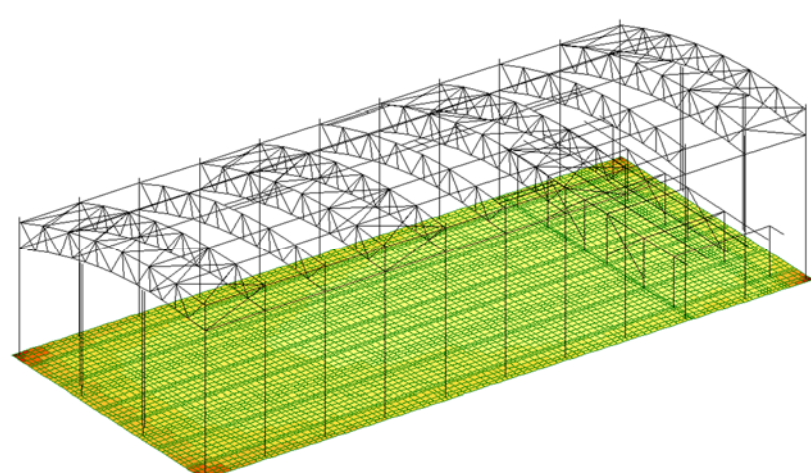
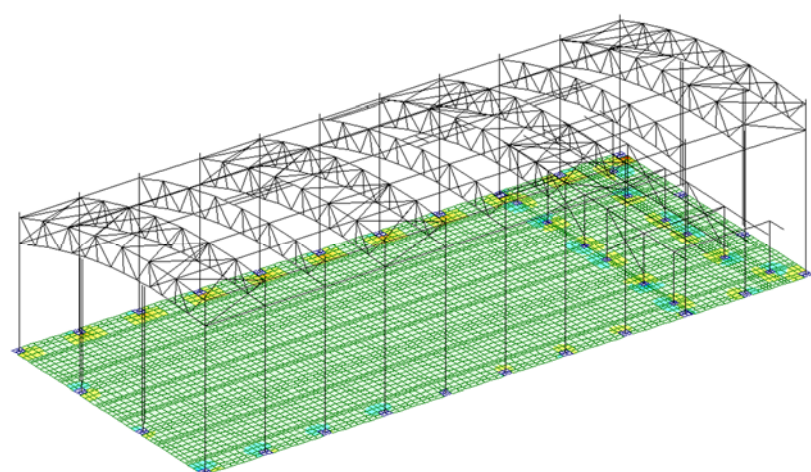
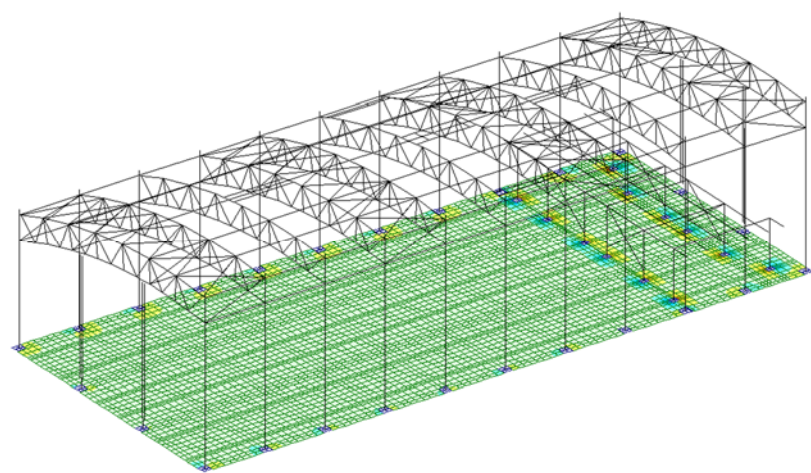
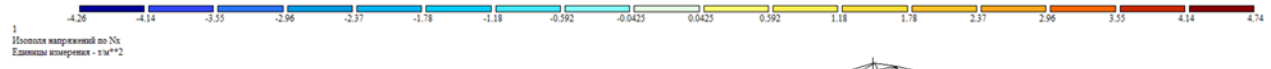


1  
Изоповерх напряжений по  $Q_y$   
Единицы измерения - т/м

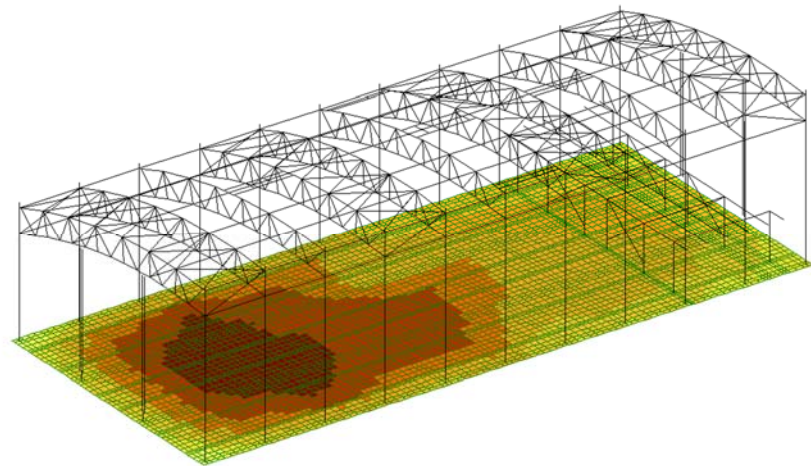


1  
Изоповерх напряжений  $R_z$   
Единицы измерения - т/м<sup>2</sup>

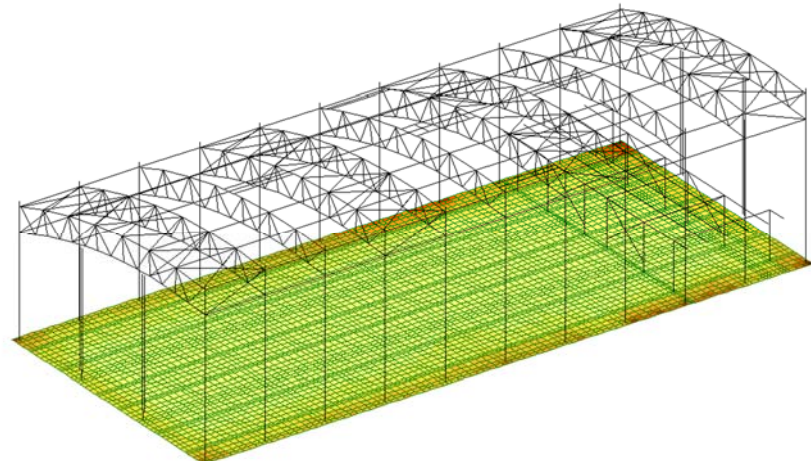




1  
Метрика C2z  
Единица измерения - т/м



1  
Метрика Pz  
Единица измерения - т/м\*\*2





### 3.3.1 Подбор арматуры

Условные обозначения армирования стержневых элементов:

AS1 – распределенная арматура у нижней грани сечения.

AS2 – распределенная арматура у верхней грани сечения.

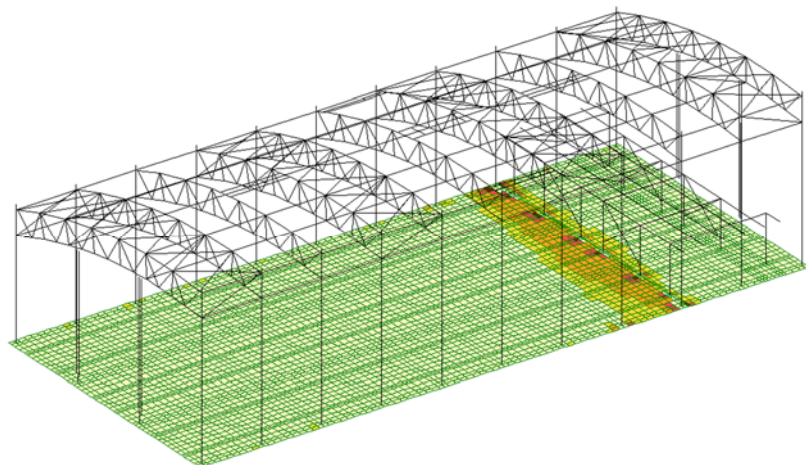
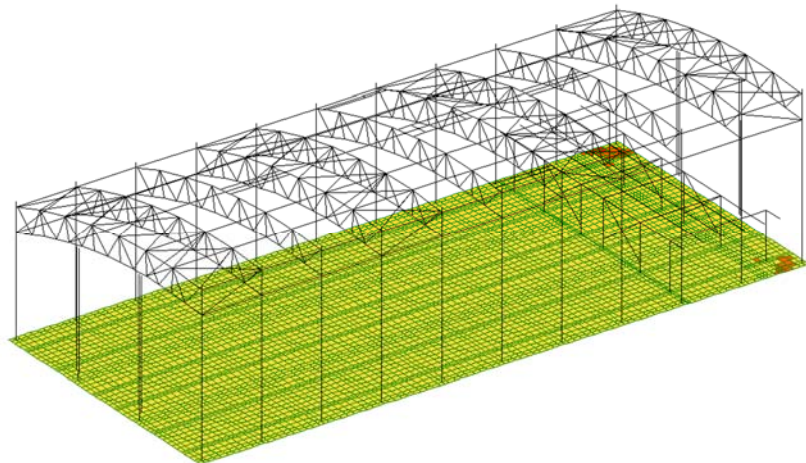
AS3 – распределенная арматура у левой боковой грани сечения.

AS4 – распределенная арматура у правой боковой грани сечения.

ASW1 – поперечная арматура боковая.

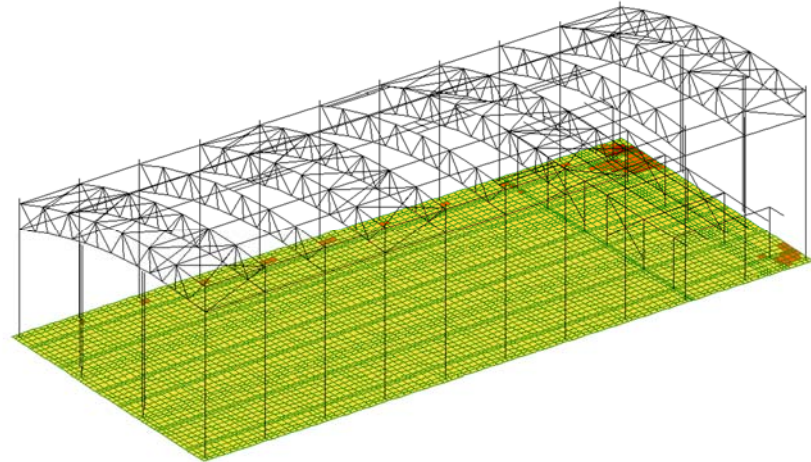
ASW2 – поперечная арматура.

#### Фундаментная плита



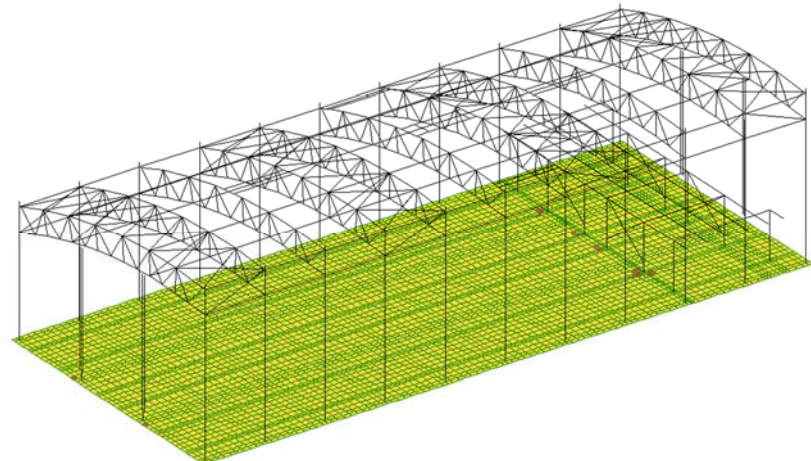
Площадь арматуры на 1м<sup>2</sup> по оси X у нижней грани (балка-стеллаж - поперечная), максимум в элементе 4200

Вариант конструирования Вариант 1  
Расчет по РСН (СНиП 2.03.01-84\*)  
Единица измерения - см\*\*2/1000мм  
Шаг, Диаметр - мм



Площадь критерия на 1мм по оси Y у верхней грани, максимум в элементе 5406

Вариант конструирования Вариант 1  
Расчет по РСН (СНиП 2.03.01-84\*)  
Единица измерения - см\*\*2/1000мм  
Шаг, Диаметр - мм

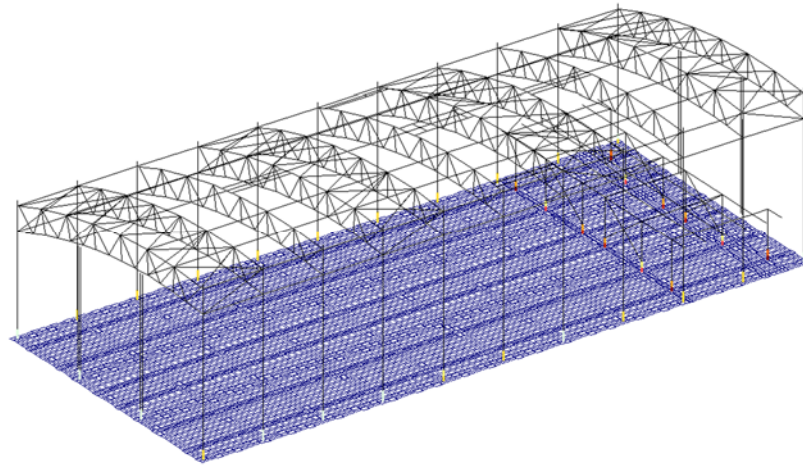


Площадь критерия на 1мм по оси Y у нижней грани (балка-стенка - поперечная), максимум в элементе 4200

### 3.3.2 Подколонники



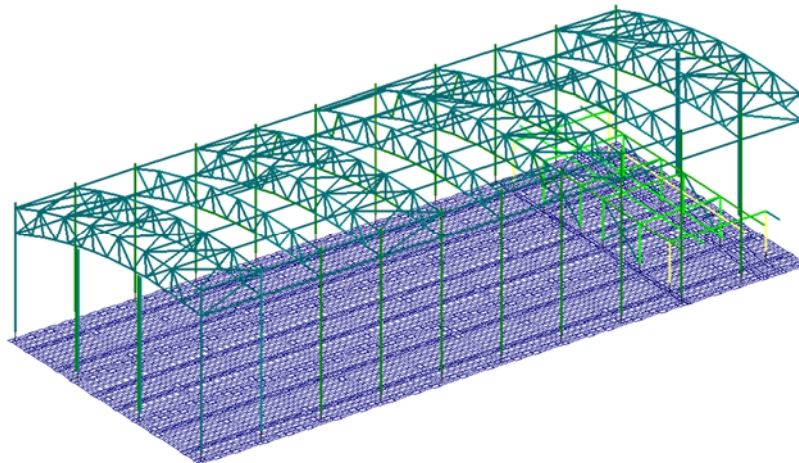
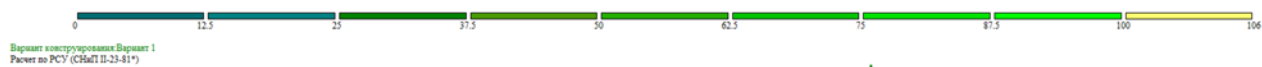
Вариант конструирования: Вариант 1  
Расчет по РСН (СНиП 2.03.01-84\*)  
Единицы измерения - см\*2  
Шаг, Диаметр - мм



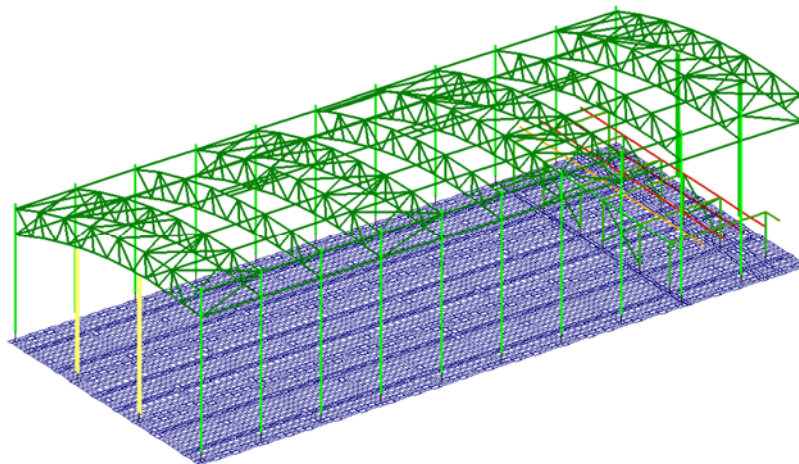
Площадь криритуры AU1 AU2 AU3 AU4. Симметричное кририрование. Максимум 6.40 в диаметре 5594.



### 3.3.3 Проверка сечений металлокаркаса



Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 1 предельному состоянию



Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 2 предельному состоянию

Расчет базы колонны в ПК «Система общестроительных расчетов «Base»

Система общестроительных расчетов "Base" ООО "СтройЭкспертиза" г.  
Тула. тел/факс (4872) 30-45-48

Результаты расчета

Расчет базы колонн

### 1. - Исходные данные:

Сечение колонны: Двутавр (К) СТО АСЧМ 20-93

Номер профиля: 35К1

Тип сопряжения - Жесткая заделка

Конструкция узла Сложная

Сталь анкерных болтов ВСтЗКп2

Момент вокруг X (Mx) 7.11 тс\*м

Горизонтальная вдоль X (Qx) 3.22 тс

Горизонтальная вдоль y (Qy) 2.25 тс

Расчетная нагрузка для расчета анкерных болтов:

Вертикальная (N) 15.9 тс

Момент вокруг Y ( $M_y$ ) 5.46 тс

Момент вокруг X ( $M_x$ ) 7.11 тс\*м

## 2. - Выводы:

Требуемые по расчету сечения элементов:

---

Наименование Величина Ед. измерения

Толщина опорной плиты 18.58 мм

Толщина вертикальных ребер 12.5 мм

Максимальное давление под плитой 385.85 тс/м<sup>2</sup>

Анкерные болты 4 D 16 мм

Программой заданы размеры плиты:

Длина вдоль оси X ( $h$ ) 0.62 м

Ширина вдоль оси Y ( $b$ ) 0.59 м

Программой заданы размеры между болтами:

Вдоль оси X ( $X_b$ ) 0.54 м

Вдоль оси Y ( $Y_b$ ) 0.51 м

---

Минимальная длина швов ребер 12.3 см, (4 шва,  $f = 8$  мм)

Швы вертикальных ребер рассчитаны только на моментные нагрузки.

Вертикальное усилие следует передавать на плиту фрезеровкой торца колонны, либо проваркой корня шва крепления колонны к плите.

## **4 РАЗДЕЛ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

### **4.1. Технологическая карта на устройство стеновых панелей**

#### **Производство работ по монтажу стеновых наружных**

#### **Ограждений из панелей типа "сэндвич"**

##### **4.1.1. Область применения**

1.1. Технологическая карта разработана на комплекс работ по монтажу стеновых ограждений (панелей стен) из легких металлических панелей типа "сэндвич".

Наружные стеновые панели выполняют не только ограждающие, но и эстетические функции для возводимого здания.

1.2. Типовая технологическая карта предназначена для использования при разработке Проектов производства работ (ППР), Проектов организации строительства (ПОС), другой организационно-технологической документации, а также с целью ознакомления рабочих и инженерно-технических работников с правилами производства монтажных работ.

1.3. Цель создания представленной технологической карты - показать технологическую последовательность строительных процессов и монтажных работ, состав и содержание ТК, примеры заполнения необходимых таблиц и графиков, оказание помощи строителям и проектировщикам при разработке технологической документации.

1.4. В состав работ, последовательно выполняемых, при монтаже панелей входят:

- разметка мест установки панелей;
- установка панелей на опорные поверхности;

1.5. Работы следует выполнять, руководствуясь требованиями следующих нормативных документов:

СНиП 3.01.01-85\*. Организация строительного производства;

СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции;

СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования;

СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.

#### **4.1.2. Организация и технология выполнения работ**

В соответствии со СНиП 3.01.01-85\* "Организация строительного производства" до начала выполнения строительно-монтажных (в том числе подготовительных) работ на объекте Генподрядчик обязан получить в установленном порядке разрешение от Заказчика на выполнение монтажных работ. Основанием для начала работ может служить Акт технической готовности конструкций каркаса здания к монтажу панелей. К акту приемки прилагают исполнительные геодезические схемы с нанесением положения колонн в плане и по высоте.

Приемка объекта под монтаж должна производиться работниками монтажной организации.

Монтаж панелей осуществляют в соответствии с требованиями СНиП, Рабочего проекта, Проекта производства работ и инструкций заводов-изготовителей стеновых панелей. Замена панелей и материалов, предусмотренных проектом, допускается только по согласованию с проектной организацией и заказчиком.

Наружные стеновые панели устанавливают в самостоятельном монтажном потоке после монтажа каркаса и покрытия всего здания или части его на участке стены в пределах температурного шва. Панели наружных стен приняты длиной 6 и 12 м при высоте 1,2 и 1,8 м.

До начала монтажа панелей генеральным подрядчиком должны быть полностью закончены следующие работы:

- проверено качество панелей, их размеры и расположение закладных деталей;
- произведена точная разбивка мест установки панелей в продольном и поперечном направлениях, а также по высоте;
- нанесены риски, определено положение вертикальных швов и плоскостей панелей. Риски наносятся карандашом или маркером;

- устроены временные подъездные дороги для автотранспорта и подготовлены площадки для складирования панелей и работы крана;
- панели перевезены и соскладированы в кассеты в пределах монтажной зоны крана;
- в зону монтажа доставлены сварочный аппарат, металлические крепления, а также необходимые монтажные средства, приспособления и инструменты.

Разгрузку и складирование панелей на приобъектном складе производят вертикально в кассеты. Кассеты должны вмещать такое количество панелей, которое необходимо для монтажа их между двумя колоннами на всю высоту здания. Располагают кассеты таким образом, чтобы кран с монтажной стоянки мог устанавливать их в проектное положение без изменения вылета стрелы (смотри Рис.1).

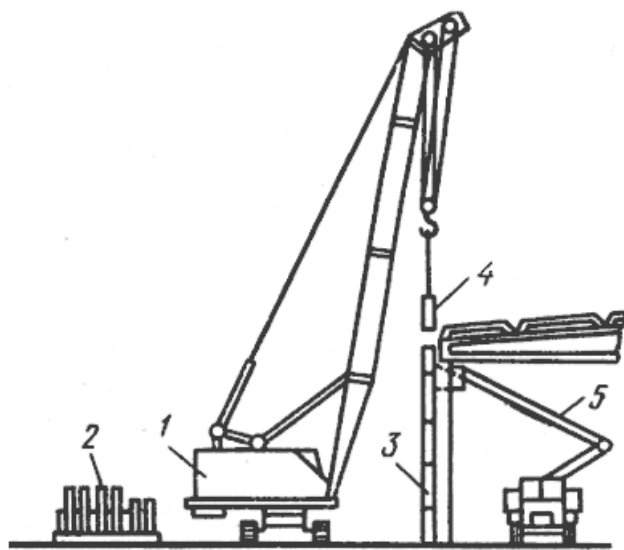


Рис.1. Навеска наружных панелей при их складировании за краном

1 - кран; 2 - кассеты со стеновыми панелями; 3 - смонтированные стеновые панели;

4 - установка панели; 5 - автогидроподъемник

Для выгрузки с транспортных средств и установки панелей стен в кассеты применяют самостоятельный кран, чаще автомобильный.

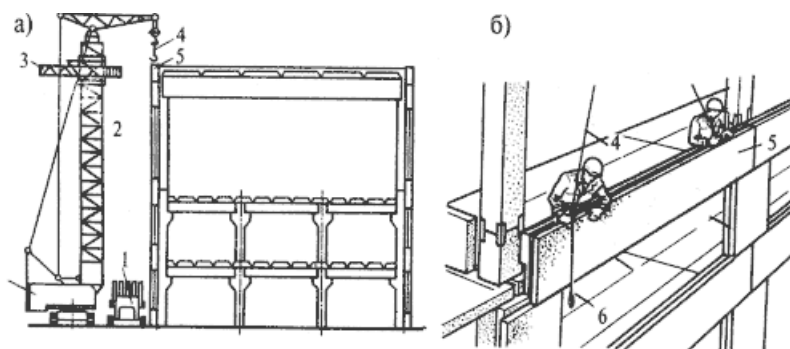
Эффективность монтажа панелей в значительной мере зависит от применяемых монтажных кранов. Выбор крана для монтажа зависит от

геометрических размеров, массы и расположения монтируемых панелей, характеристики монтажной площадки, объема и продолжительности монтажных работ, технических и эксплуатационных характеристик крана.

Целесообразность монтажа конструкций здания тем или иным краном устанавливается согласно технологической схеме монтажа с учетом обеспечения подъема максимально возможного количества монтируемых конструкций с одной стоянки при минимальном количестве перестановок крана. Наибольшее применение находят гусеничные краны, т.к. для них проще подготавливать основание под проезды.

Монтируемые конструкции характеризуются монтажной массой, монтажной высотой и требуемым вылетом стрелы. Для монтажа наиболее тяжелых элементов каркаса здания, к которым относятся фермы, используют самоходные стреловые краны. Выбор монтажного крана производят путем нахождения трех основных характеристик: требуемой высоты подъема крюка (монтажная высота), грузоподъемности (монтажная масса) и вылета стрелы.

Панели стен монтируют участками между колоннами на всю высоту здания по-панельно. Монтаж выполняет звено из четырех монтажников. Два монтажника находятся на земле и выполняют все подготовительные работы, другие два монтажника устанавливают и закрепляют панели. При возможности проезда внутри здания в качестве рабочих мест монтажников используются автогидроподъемники. В случае невозможности проезда внутри здания в качестве рабочих мест могут быть использованы самоподъемные люльки или выдвижная монтажная площадка, установленная на башне крана (смотри Рис.2а).



## Рис.2. Монтаж стеновых панелей в каркасных зданиях

а - положение крана при монтаже панелей; б - выверка вертикальности монтируемой панели.

1 - стеновые панели в кассете; 2 - монтажный кран; 3 - выдвижная монтажная площадка; 4 - строп;

5 - монтируемая стеновая панель; 6 - отвес

Установку панелей наружных стен следует производить, опирая их на выверенные относительно монтажного горизонта маяки - деревянные дощечки, толщина которых может меняться в зависимости от результатов нивелирной съемки монтажного горизонта, но в среднем должна составлять 12 мм.

Под каждую панель укладывают два маяка на расстоянии 15+20 см от боковых граней ближе к наружной плоскости стены здания. Уплотняющие прокладки в вертикальных и горизонтальных стыках "сэндвич"-панелей следует укладывать до установки панелей. Все накладки горизонтальных и вертикальных стыков, а также угловые элементы панелей должны быть поставлены на герметик для исключения попадания влаги внутрь стыка. На верхнюю грань нижележащей панели на тонкий слой мастики "изол" укладывают пористый гермитовый шнур. Непосредственно перед установкой панели поверхность шнура покрывают слоем мастики, расстилают цементный раствор по всей опорной плоскости панели слоем на 3+5 см выше уровня маяков. Постель раствора не должна доходить до обреза стены на 2+3 см для того, чтобы раствор не выдавливался наружу и не загрязнял фасад здания. По окончании монтажа панелей с наружной стороны всех стыков наносится слой герметик-пасты. Для защиты пасты от внешних атмосферных воздействий после ее высыхания по верху наносится защитный слой из кремнийорганической эмали.

Строповку пакетов панелей допускается производить только за обвязки вертикально расположенными стропами. Строповку "сэндвич"-панелей на монтаже следует проводить только с помощью гибких тканевых фалов либо



другими способами, в том числе с помощью специальных траверс, исключая обмятие металлических кромок панелей и повреждение лакокрасочного слоя. По окончании строповки звеньевой подает команду машинисту крана поднять панель на 20+30 см. После проверки надежности строповки панель перемещают к месту монтажа. Положение панели в пространстве при ее подъеме монтажники регулируют с помощью оттяжек. На высоте 15+20 см от монтажной отметки монтажники принимают панель и направляют ее на место установки (смотри Рис.2б).

Панели устанавливают, начиная с “маячных” угловых, по которым выверяют промежуточные панели ряда. Установив панель на место, при натянутых стропях подправляют ее положение монтажными ломиками. Осуществив выверку панели, ее раскрепляют двумя подкосами со стяжными муфтами, которые монтажники закрепляют за петли плит перекрытий и доводят панель до вертикального положения с помощью стяжных муфт. Длинный подкос соединяет монтажную петлю, плиты перекрытия с верхом панели, а короткий - с монтажной петлей в панели (смотри Рис.3). Далее освобождают петли стропов, уплотняют и выравнивают горизонтальный шов панели. После того как панель будет установлена в проектное положение, сварщик закрепляет ее, сваривая закладные детали панели и конструкции каркаса.

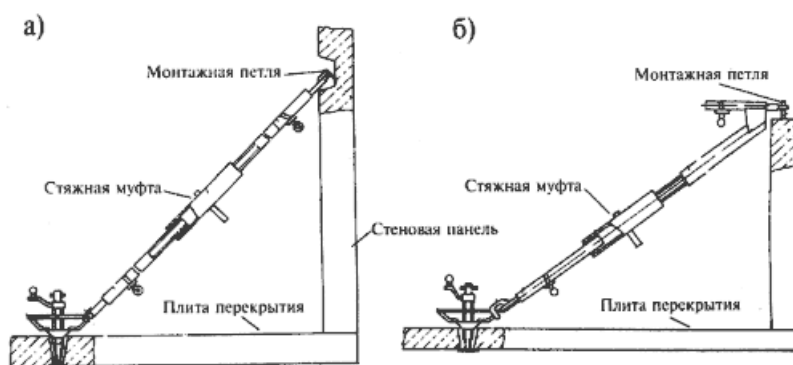


Рис.3. Схема временного крепления стеновых панелей подкосами

а - коротким подкосом; б - длинным подкосом

При установке панели на растворную постель необходимо обеспечить

некоторый первоначальный наклон ее вовнутрь за счет укладки маячных прокладок ближе к наружной грани стены. При переводе панели в вертикальное положение путем изменения длины подкосов раствор под ее наружной гранью будет уплотняться. Если при установке панели она будет наклонена наружу, что недопустимо, то при переводе ее в вертикальное положение между панелью и постелью образуется щель, которую очень сложно заметить и зачеканить снаружи.

2.9. Устанавливают панели по риску, фиксирующей положение вертикального шва, наружную грань панели - по линии обреза стены и по линии, определяющей внутреннюю плоскость стены. Точность установки панели по вертикали монтажники проверяют рейкой-отвесом по двум граням: боковой и открытой торцевой, а по горизонтали - уровнем. При выверке положения панели применяют специальные шаблоны (смотри Рис.4.3.4).

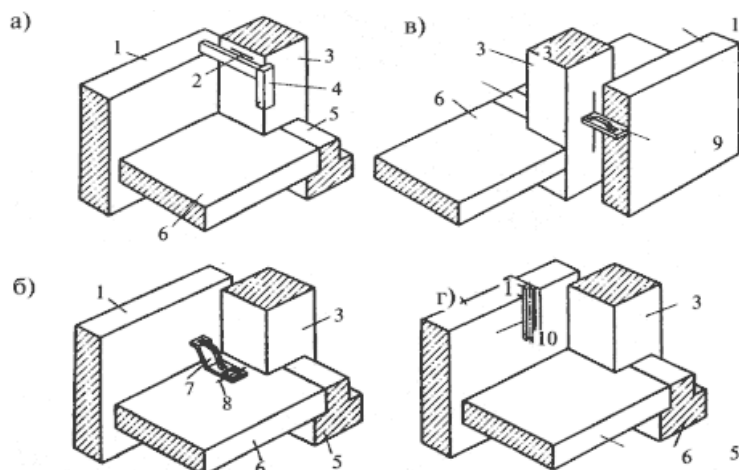


Рис.4. Способы выверки положения стеновой панели

а - по высоте; б - в поперечном направлении; в - в продольном направлении; г - по вертикали.

1 - панель; 2 - риска на колонне; 3 - колонна; 4, 8 - шаблоны; 5 - ригель; 6 - плита перекрытия;

7 - риска; 9 - шаблон-калибр; 10 - шаблон-отвес

По высоте упорную грань шаблона 4 совмещают с рисками высотных отметок, нанесенных на колонну. Точность установки панели в поперечном

направлении выявляют, совмещая их внутреннюю грань с упорной гранью шаблона 8, а в продольном - по установочным рискам.

#### **4.1.3. Требования к качеству и приемке работ**

Контроль и оценку качества работ при монтаже панелей выполняют в соответствии с требованиями нормативных документов:

СНиП 3.01.01-85\*. Организация строительного производства.

СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции.

ГОСТ 26433.2-94. Правила выполнения измерений параметров зданий и сооружений.

С целью обеспечения необходимого качества монтажа панелей монтажно-сборочные работы должны подвергаться контролю на всех стадиях их выполнения. Производственный контроль подразделяется на входной, операционный (технологический), инспекционный и приемочный. Контроль качества выполняемых работ должен осуществляться специалистами или специальными службами, оснащенными техническими средствами, обеспечивающими необходимую достоверность и полноту контроля, и возлагается на руководителя производственного подразделения (прораба, мастера), выполняющего монтажные работы.

Панели, поступающие на объект, должны отвечать требованиям соответствующих стандартов, технических условий на их изготовление и рабочих чертежей.

До проведения монтажных работ панели, соединительные детали, арматура и средства крепления, поступившие на объект, должны быть подвергнуты входному контролю. Количество изделий и материалов, подлежащих входному контролю, должно соответствовать нормам, приведенным в технических условиях и стандартах.

Входной контроль проводится с целью выявления отклонений от этих требований. Входной контроль поступающих панелей осуществляется внешним осмотром и путем проверки их основных геометрических размеров, наличия

закладных деталей, отсутствия повреждений лицевой поверхности панелей. Необходимо также удостовериться, что небетонируемые стальные закладные детали имеют защитное антикоррозийное покрытие. Закладные детали, монтажные петли и строповочные отверстия должны быть очищены от бетона. Каждое изделие должно иметь маркировку, выполненную несмываемой краской.

Панели, соединительные детали, а также средства крепления, поступившие на объект, должны иметь сопроводительный документ (паспорт), в котором указываются наименование конструкции, ее марка, масса, дата изготовления. Паспорт является документом, подтверждающим соответствие конструкций рабочим чертежам, действующим ГОСТам или ТУ.

Результаты входного контроля оформляются Актом и заносятся в Журнал учета входного контроля материалов и конструкций.

В процессе монтажа необходимо проводить операционный контроль качества работ. Это позволит своевременно выявить дефекты и принять меры по их устранению и предупреждению. Контроль проводится под руководством мастера, прораба в соответствии со Схемой операционного контроля качества. Не допускается применение не предусмотренных проектом подкладок для выравнивания монтируемых элементов по отметкам без согласования с проектной организацией.

При операционном (технологическом) контроле надлежит проверять соответствие выполнения основных производственных операций по монтажу требованиям, установленным строительными нормами и правилами, рабочим проектом и нормативными документами.

Укрупнительную сборку стен из легких панелей в карты необходимо выполнять на стендах в зоне действия основного монтажного крана. Предельные отклонения размеров “карт” при укрупнительной сборке указывают в ППР. При отсутствии специальных указаний предельные отклонения размеров “карт” не должны превышать по длине и ширине  $\pm 6$  мм, разность размеров диагоналей - 15 мм.

Результаты операционного контроля должны быть зарегистрированы в Журнале работ по монтажу строительных конструкций.

По окончании монтажа панелей производится приемочный контроль выполненных работ, при котором проверяющим представляется следующая документация:

- журнал работ по монтажу строительных конструкций;
- акты освидетельствования скрытых работ;
- акты промежуточной приемки смонтированных панелей;
- исполнительные схемы инструментальной проверки смонтированных панелей;
- документы о контроле качества сварных соединений;
- паспорта на панели.

При инспекционном контроле надлежит проверять качество монтажных работ выборочно по усмотрению заказчика или генерального подрядчика с целью проверки эффективности ранее проведенного производственного контроля. Этот вид контроля может быть проведен на любой стадии монтажных работ.

Результаты контроля качества, осуществляемого техническим надзором заказчика, авторским надзором, инспекционным контролем и замечания лиц, контролирующих производство и качество работ, должны быть занесены в Журнал работ по монтажу строительных конструкций (Рекомендуемая форма приведена в Приложении 1\*, СНиП 3.03.01-87) и фиксируются также в Общем журнале работ (Рекомендуемая форма приведена в Приложении 1\*, СНиП 3.01.01-85\*). Вся приемо-сдаточная документация должна соответствовать требованиям СНиП 3.01.01-85\*.

Качество производства работ обеспечивается выполнением требований к соблюдению необходимой технологической последовательности при выполнении взаимосвязанных работ и техническим контролем за ходом работ, изложенным в Проекте организации строительства и Проекте производства работ, а также в Схеме операционного контроля качества работ. Контроль

качества монтажа ведут с момента поступления конструкций на строительную площадку и заканчивают при сдаче объекта в эксплуатацию. Пример заполнения Схемы контроля качества монтажных работ приведен в таблице

1.Таблица 1

Наименование операций, подлежащих контролю	Предмет, состав и объем проводимого контроля, предельное отклонение	Способы контроля	Время проведения контроля	Кто контролирует
Монтаж панелей стен	Отклонение от вертикали продольных кромок панелей - $0,001L$ (длина панели) Разность отметок концов горизонтально установленных панелей при длине панели до 6 м - $\pm 5$ мм; свыше 6 до 12 м - $\pm 10$ м Отклонение плоскости наружной поверхности стенового ограждения от вертикали $-0,002H$ (высота ограждения) Уступ между смежными гранями панелей из их плоскости - 3 мм Толщина шва между смежными панелями по длине - $\pm 5$ мм	теодолит, рулетка, нивелир, уровень, отвес	Во время монтажа	Прораб

На объекте строительства должен вестись Общий журнал работ, Журнал авторского надзора проектной организации, Журнал работ по монтажу строительных конструкций, Журнал сварочных работ, Журнал антикоррозийной защиты сварных соединений, Журнал геодезических работ.

#### 4.1.4. Калькуляция затрат труда и машинного времени

Пример составления калькуляции затрат труда и машинного времени на производство монтажных работ приведен в таблице 2.

Таблица 2

п / п	Обоснование, шифр ЕНиР, ГЭСН	Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ	Н <sub>вр</sub> на единицу измерения		Затраты труда на весь объем	
					Чел.-ч	Маш.-ч	Чел.-ч	Маш.-ч
	07-01-034-1	Установка панелей наружных стен одноэтажных зданий длиной до 7 м, площадью до 10 м <sup>2</sup> при высоте здания до 25 м	100 шт.	2,52	5888,60	2806,78	1589,11	281,74
		ИТОГО:	т.	2,52			1589,11	281,74

Затраты труда и времени подсчитаны применительно к "Государственным элементным сметным нормам на строительные работы" (ГЭСН-2001, Сборник 7, Бетонные и железобетонные конструкции сборные).

#### 4.1.5. Материально-технические ресурсы

Потребность в машинах и оборудовании.

Механизация строительных и специальных строительных работ должна быть комплексной и осуществляться комплектами строительных машин, оборудования, средств малой механизации, необходимой монтажной оснастки,

инвентаря и приспособлений.

Средства малой механизации, оборудование, инструмент и технологическая оснастка, необходимые для выполнения монтажных работ, должны быть скомплектованы в нормокомплекты в соответствии с технологией выполняемых работ.

Примерный перечень основного необходимого оборудования, машин, механизмов и инструментов для производства монтажных работ приведен в таблице 4.

Таблица 4

п/п	N	Наименование машин, механизмов, станков, инструментов и материалов	Марка	Ед. изм.	Количество
1		Кран гусеничный	РДК-25	Шт.	1
2		Строп двухветвевой	2СК-3,2*	"-	1
3		Оттяжки из пенькового каната d=15+20 мм		"-	2
4		Автогидроподъемник	АГП-18	"-	1
5		Нивелир	2Н-КЛ	"-	2
6		Теодолит	2Т-30П	"-	1



7.	Рулетка измерительная металлическая	ГОСТ 7502-98	- "-	1
8.	Уровень строительный УС2-II	ГОСТ 9416-83	- "-	2
9.	Отвес стальной строительный	ГОСТ 7948-80	- "-	2
10.	Шаблоны разные		- "-	2
11.	Инвентарная винтовая стяжка		- "-	2
12.	Подкосы		- "-	2
13.	Лом стальной монтажный	ГОСТ 2310-77*	- "-	2
14.	Каски строительные		- "-	4
15.	Жилеты оранжевые		- "-	4

#### 4.1.6. Безопасность труда

При производстве монтажных работ следует руководствоваться действующими нормативными документами:

СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования;

СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2.  
Строительное производство.

Ответственность за выполнение мероприятий по технике безопасности, охране труда, промсанитарии, пожарной и экологической безопасности возлагается на руководителей работ, назначенных приказом. Ответственное лицо осуществляет организационное руководство монтажными работами непосредственно или через бригадира. Распоряжения и указания ответственного лица являются обязательными для всех работающих на объекте.

Охрана труда рабочих должна обеспечиваться выдачей администрацией необходимых средств индивидуальной защиты (специальной одежды, обуви и др.), выполнением мероприятий по коллективной защите рабочих (ограждения, освещение, вентиляция, защитные и предохранительные устройства и приспособления и т.д.), санитарно-бытовыми помещениями и устройствами в соответствии с действующими нормами и характером выполняемых работ. Рабочим должны быть созданы необходимые условия труда, питания и отдыха. Работы выполняются в спецобуви и спецодежде. Все лица, находящиеся на строительной площадке, обязаны носить защитные каски.

Решения по технике безопасности должны учитываться и находить отражение в организационно-технологических картах и схемах на производство работ.

Монтажные работы следует вести только при наличии проекта производства работ, технологических карт или монтажных схем. При отсутствии указанных документов монтажные работы вести запрещается.

В проектах производства работ следует предусматривать рациональные режимы труда и отдыха в соответствии с различными климатическими зонами страны и условиями труда.

Порядок выполнения монтажа панелей, определенный проектом производства работ, должен быть таким, чтобы предыдущая операция полностью исключала возможность опасности при выполнении последующих.

Монтаж панелей должны проводить монтажники, прошедшие специальное обучение и ознакомленные со спецификой монтажа конструкций.

Работы по монтажу конструкций разрешается производить только исправным инструментом, при соблюдении условий его эксплуатации.

Перед допуском к работе по монтажу конструкций руководители организаций обязаны обеспечить обучение и проведение инструктажа по технике безопасности на рабочем месте. Ответственность за правильную организацию безопасного ведения работ на объекте возлагается на производителя работ и мастера.

Рабочие, выполняющие монтажные работы, обязаны знать:

- опасные и вредные для организма производственные факторы выполняемых работ;
- правила личной гигиены;
- инструкции по технологии производства монтажных работ, содержанию рабочего места, по технике безопасности, производственной санитарии, противопожарной безопасности;
- правила оказания первой медицинской помощи.

В целях безопасности ведения работ на объекте бригадир обязан:

перед началом смены лично проверить состояние техники безопасности во всех рабочих местах руководимой им бригады и немедленно устранить обнаруженные нарушения. Если нарушения не могут быть устранены силами бригады или угрожают здоровью или жизни работающих, бригадир должен доложить об этом мастеру или производителю работ и не приступать к работе;

постоянно в процессе работы обучать членов бригады безопасным приемам труда, контролировать правильность их выполнения, обеспечивать трудовую дисциплину среди членов бригады и соблюдение ими правил внутреннего распорядка и немедленно устранять нарушения техники безопасности членами бригады;

организовать работы в соответствии с проектом производства работ;

не допускать до работы членов бригады без средств индивидуальной защиты, спецодежды и спецобуви;

следить за чистотой рабочих мест, ограждением опасных мест и соблюдением необходимых габаритов;

не допускать нахождения в опасных зонах членов бригады или посторонних лиц. Не допускать до работы лиц с признаками заболевания или в нетрезвом состоянии, удалять их с территории строительной площадки.

Лицо, ответственное за безопасное производство работ, обязано:

- ознакомить рабочих с Рабочей технологической картой под роспись;
- следить за исправным состоянием инструментов, механизмов и приспособлений;
- разъяснить работникам их обязанности и последовательность выполнения операций.

Перед началом работ машинист грузоподъемного крана должен проверить:

механизм крана, его тормоза и крепление, а также ходовую часть и тяговое устройство;

смазку передач, подшипников и канатов;

стрелу и ее подвеску;

состояние канатов и грузозахватных приспособлений (траверс, крюков).

Для безопасного выполнения монтажных работ кранами их владелец и организация, производящая работы, обязаны обеспечить соблюдение следующих требований:

а) на месте производства работ по монтажу конструкций, а также на кране не должно допускаться нахождение лиц, не имеющих прямого отношения к производимой работе;

б) строительно-монтажные работы должны выполняться по проекту производства работ, в котором должны предусматриваться:

- соответствие устанавливаемого крана условиям строительно-монтажных

работ по грузоподъемности, высоте подъема и вылету (грузовая характеристика крана);

- обеспечение безопасных расстояний приближения крана к строениям и местам складирования строительных деталей и материалов;

- перечень применяемых грузозахватных приспособлений и графическое изображение (схема) строповки грузов;

- места и габариты складирования грузов, подъездные пути и т.д.;

- мероприятия по безопасному производству работ с учетом конкретных условий на участке, где установлен кран (ограждение строительной площадки, монтажной зоны и т.п.).

При производстве работ по монтажу конструкций необходимо соблюдать следующие правила:

- при работе со стальными канатами следует пользоваться брезентовыми рукавицами;

- запрещается во время подъема грузов ударять по стропам и крюку крана;

- запрещается стоять, проходить или работать под поднятым грузом;

- машинист крана не должен опускать груз одновременно с поворотом стрелы;

- не бросать резко опускаемый груз.

## **5 РАЗДЕЛ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

### **5.1 Безопасность при проведении сварочных работ**

Опасными и вредными производственными факторами, приводящими к травматизму и профессиональным заболеваниям при сварке и термической резке, являются:

- поражение электрическим током при электросварочных работах;
- поражение зрения и открытой поверхности кожи излучениями электрической дуги;
- отравление организма вредными газами, аэрозолями и испарениями, выделяющимися при сварке и резке;
- травмы от взрывов баллонов сжатого газа, ацетиленовых генераторов и сосудов из-под горючих материалов;
- пожарная опасность, тепловые ожоги;
- механические травмы при заготовительных и сборочно-сварочных операциях;
- опасность радиационного поражения при контроле сварных соединений рентгеновскими и  $\gamma$ -лучами;

Каждый рабочий, техник и инженер при поступлении на работу проходит инструктаж или специальный техминимум по технике безопасности.

Техника безопасности – совокупность технических и организационных мероприятий, направленных на создание безопасных и здоровых условий труда. Ответственность за организацию и состояние техники безопасности на предприятиях, стройках, монтажных площадках несет администрация всех объектов. Общий контроль за выполнением норм и правил охраны труда, в том числе и правил техники безопасности, осуществляют соответствующие инспекции (Госгортехнадзор, Госсанинспекции, Инспекции пожарного надзора).

Электробезопасность обеспечивается:

- выполнением требований электробезопасности сварочного оборудования, надежной изоляцией, применением защитных ограждений, автоблокировкой, заземлением электрооборудования и его элементов;
- ограничением напряжения холостого хода источников питания (постоянный ток до 80 В, переменный ток до 90 В);
- индивидуальными средствами защиты (работа в сухой спецодежде, рукавицах, ботинках без металлических гвоздей и шпилек);
- соблюдением необходимых для безопасной работы условий: прекращением работы в дождь и при сильном снегопаде при отсутствии укрытий; использование резинового коврика, резинового шлема, галош при работе внутри сосудов, переносной электролампы напряжением не более 12 В; ремонт сварочной аппаратуры производить только специалистами-электриками;
- при поражении электрическим током пострадавшему необходимо оказать помощь: освободить от электропроводов с соблюдением техники безопасности, обеспечить доступ воздуха, при потере сознания немедленно вызвать скорую помощь и до прибытия врача делать искусственное дыхание.

## **5.2 Защита зрения и поверхности кожи**

Электрическая дуга создает при вида излучения: световое, ультрафиолетовое и инфракрасное. Световые лучи оказывают ослепляющее действие. Ультрафиолетовое излучение даже при кратковременном воздействии вызывает острую боль, резь в глазах, слезотечение и спазмы век. Продолжительное действие приводит к ожогам кожи. Инфракрасное излучение при длительном действии может привести к помутнению хрусталика глаза (катаракте). Защита зрения и кожи при сварке и резке осуществляется применением щитков, масок, шлемов со светофильтрами различной степени плотности в зависимости от мощности дуги.

### **5.3 Защита от отравлений вредными газами, аэрозолями и испарениями**

Состав и количество вредных газов, аэрозолей и испарений зависит от вида сварки, состава защитных средств (покрытий электродов, флюсов, газов) свариваемого и электродного материала. Количество аэрозолей и летучих соединений при сварке составляет от 10 до 150 на 1 кг наплавленного металла. Основными составляющими являются окислы железа (до 70 %), марганца, кремния, хрома, фтористые и другие соединения. Наиболее вредными являются окислы марганца, хрома, кремния и фтористые соединения. Кроме аэрозолей воздух в рабочих помещениях при сварке загрязняется вредными газами: окислами азота, углерода, фтористым водородом и др. Дыхание таким воздухом приводит кроме кратковременных отравлений (головная боль, тошнота, слабость) к отложению отравляющих веществ в тканях организма, что может вызвать хронические болезни (пневмосиликоз, бронхит, аллергию и др.). Особое внимание обращается на предельно допустимую концентрацию (ПДК) окислов цинка, марганца, которые могут вызвать тяжелые нервные заболевания.

Основными мероприятиями, направленными на защиту от отравления, являются:

- применение местной и обще обменной вентиляции;
- механизация и автоматизация процессов сварки;
- замена вредных процессов и материалов на менее вредные;
- применение местных отсосов, подача свежего воздуха в зону дыхания сварщика;
- применение защитных изолирующих устройств – гермокомбинезоны с автономной воздушной установкой.

### **5.4 Пожарная безопасность при проведении сварочных работ**

Основные правила пожарной безопасности изложены в «Правилах пожарной безопасности при проведении сварочных и других огневых работ



на объектах народного хозяйства». Особенно их надо соблюдать при проведении ремонтных работ внутри помещений, емкостей из-под горючих продуктов. Места, где выполняется сварка, должны быть оснащены огнетушителями, ящиками с песком и бочками с водой. Легко воспламеняющиеся материалы должны быть на расстоянии не менее 30 м от места сварки. Деревянные конструкции должны быть защищены от возгорания листовым железом или асбестом, а в жаркое время необходимо поливать их водой. Рабочие места сварщиков (резчиков) предварительно очищаются от стружек, пакли и другого сгораемого мусора в радиусе не менее 10 м.

Для обеспечения взрывобезопасности сварочные работы в емкостях из-под горючих продуктов выполняются только после их тщательной очистки от остатков горючих продуктов, двух- или трехкратной промывкой горючим 10%-м раствором щелочи с последующей продувкой паром и воздухом.

### **5.5 Травмы при проведении сварочных работ**

Основной причиной травм является несоблюдение правил техники безопасности при работе на металлорежущем оборудовании, отсутствие соответствующих приспособлений при кантовке и транспортировке заготовок и неисправность средств транспортировки (тележки, крана, стропы, захваты, крюки, и т.д.).

Основными материалами по снижению травматизма является продуманная с точки зрения техники безопасности технология заготовки, сборки и сварки, правильное оснащение рабочих мест и соблюдение персоналом правил по технике безопасности.

## 6 УИРС «ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ»

### 6.1 Понятие и классификация спортивных зданий и сооружений

**Спортивное сооружение** – соответственно оборудованное сооружение крытого или открытого типа, обеспечивающее возможность проведения спортивных соревнований, учебно-тренировочного процесса, физкультурно-оздоровительных и спортивно развлекательных работ по различным видам спорта. Сооружение (помещение), размеры которого соответствуют требованиям строительных норм и правил к спортивным сооружениям.

По назначению спортивные сооружения подразделяют на:



**Спортивно-зрелищные**



**Учебно-тренировочные**



**Физкультурно-оздоровительные**

*Рисунок 6.1 - Классификация спортивных сооружений по назначению*

**Спортивно-зрелищное сооружение** – сооружения, имеющие специальные места для зрителей, представляющих собой трибуны или отдельные ряды при обеспечении нормальной видимости и необходимых условий эвакуации (в помещении – 500 и более; на открытом воздухе – 1500 и более). К ним относятся стадионы, Дворцы спорта, универсальные площадки, велодромы, автомотодромы, лыжные и горнолыжные стадионы и другие спортивные сооружения, имеющие трибуны, скамейки, стулья, места для стояния.

**Учебно-тренировочные сооружения** – сооружения, предназначенные для учебно-тренировочного процесса. К *учебно-тренировочным* сооружениям относятся спортивные базы школ, высших и средне специальных учебных заведений и учебно-тренировочные центры подготовки спортсменов высших разрядов. Независимо от наличия зрительских мест все сооружения для гребного, парусного, лыжного, горнолыжного, санно-бобслейного, стрелкового, конькобежного, конного (за исключением ипподромов), шахматного и шашечного спорта относятся к *учебно-тренировочным*.

**Физкультурно-оздоровительные сооружения** – сооружения, предназначенные для проведения физкультурно-оздоровительных работ и активного отдыха населения. Физкультурно-оздоровительная работа осуществляется на всех сооружениях, где занятия не требуют специальной подготовки и не представляют опасности для жизни и здоровья занимающихся.

По своим архитектурно-планировочным особенностям сооружения подразделяются на *специально построенные* и *приспособленные*.

**Специально построенные спортивные сооружения** – сооружения, построенные специально разработанному архитектурному проекту, согласно строительным нормам, на специально отведенном земельном участке.

**Приспособленные спортивные сооружения** – сооружения, построенные при несоблюдении строительных норм по спортивным сооружениям, которые переоборудованы под спортивные сооружения.

Также, по своим архитектурно-планировочным особенностям спортивные сооружения могут быть *отдельно стоящими* – здания сооружений, построены отдельно и *встроенными* – сооружения встроены в здания спортивного или другого назначения.

По своим архитектурно-планировочным и объемно-конструктивным особенностям спортивные сооружения подразделяются на *объемные* и *плоскостные*. К *объемным* относятся все крытые спортивные сооружения: спортивные залы, Дворцы спорта, крытые бассейны и манежи; к *плоскостным* –

спортивные поля, конькобежные дорожки, лыжные и горнолыжные трассы и др.

По объемно-планировочной конструкции различают спортивные сооружения *открытые* и *крытые*.

**Открытые спортивные сооружения** – это сооружения, в которых соревнования и учебно-тренировочные занятия проводятся под открытым небом.

**Крытые спортивные сооружения** – это сооружения, в которых соревнования и учебно-тренировочные занятия проводятся в крытых залах, манежах, бассейнах, Дворцах спорта и т.п. Сооружения с навесом, в которых соревнования и учебно-тренировочные занятия проводятся на открытом воздухе, относятся к крытым сооружениям.

В таблице 6.1, приведенной ниже, показана классификация спортивных сооружений с учетом их объемно-планировочных конструкций.

Таблица 6.1

**Схема классификации спортивных сооружений**

Спортивные сооружения			
Отдельные		Комплексные	
Открытые	Крытые	Открытые	Крытые

Спортивная площадка	Спортивный зал	Стадион	Крытый стадион
Спортивное поле	Манеж	Спортивное ядро	Дворец спорта
Плавательный бассейн	Плавательный бассейн	Комплексная площадка	Многозальный спортивный корпус
Легкоатлетическая дорожка	Велодром	Комплексный бассейн	Комплексный бассейн
Конькобежная дорожка	Мотодром	Стрельбище	Универсальный спортивный зал
Кроссовая дистанция	Автодром	Лыжная база	Дом физкультуры
Лыжная трасса	Картодром	Горнолыжная база	Автодром
Горнолыжная трасса	Гребной бассейн	Лыжный стадион	
Лыжные трамплины	Стрелковый тир	Горнолыжный стадион	
Санно-бобслейная трасса	Каток	Спортивная акватория	
Велотрек	Шахматно-шашечный клуб	Гребной канал	
Автотрек	Боулинг клуб	Яхт-клуб	
Мототрек	Дартс клуб	Конноспортивная база	
Велодром	Биллиардный клуб	Автомототрасса	
Картодром		Автмотодром	
Стрелковый тир			
Стрелково-охотничий стенд			

Каждое отдельное спортивное сооружение структурно состоит из трех элементов: основного сооружения (объекта), вспомогательного сооружения и сооружения для зрителей.

**Основное сооружение** – сооружение, где непосредственно проходят соревнования и учебно-тренировочные занятия. Объемно-планировочные размеры, покрытия, разметка и оборудование основного сооружения должны соответствовать государственным строительным нормам, правилам соревнований соответствующих спортивных федераций и действующему таблице спортивного оборудования и инвентаря спортивных сооружений.

**Вспомогательные спортивные сооружения** – сооружения, предназначенные для обслуживания занимающихся и участников соревнований. К вспомогательным сооружениям относятся помещения для обслуживания

занимающихся, помещения и сооружения инженерно-технических служб, хозяйственные и подсобные, административные, врачебно-медицинские, предназначенные для судей, представителей СМИ, сотрудников органов безопасности (пожарной охраны и милиции).

Сооружения для зрителей – это трибуны (стационарные или трансформируемые), ряды сидений (стульев, скамеек) и места для стояния, располагаемые у основного сооружения (спортивного ядра, поля, площадки, зала, бассейна и т.д.) и другие помещения для обслуживания (павильоны, фойе, буфеты, кафе, санузлы и т.п.).

Спортивное сооружение, предназначенное для учебно-тренировочных занятий или физкультурно-оздоровительной работы, не содержит специально оборудованных мест для зрителей

В таблице 6.2 показана структура спортивных сооружений.

### Схема структуры спортивных сооружений

<b>Спортивные сооружения</b>		
<b>Основные сооружения</b>	<b>Вспомогательные помещения</b>	<b>Сооружения для зрителей</b>
Спортивная площадка Спортивное поле Трасса Трек Ванна бассейна Конькобежная дорожка Кроссовая дистанция Водная дистанция Гребной бассейн Лыжный трамплин Манеж Спортивный зал Спортивное ядро	<b>Помещения для обслуж. занимающихся</b> Фойе, гардероб, раздевалка, буфет, душевые-бани, санитарный узел, комната отдыха. <b>Помещения и сооружения инженерно-технических служб</b> Помещения для водотеплоэнергоснабжения, радиовещания и связи, информационных и регистрирующих устройств, систем безопасности, водоочистки, холодильных установок, механизации подъемников лифтов и др. <b>Помещения хозяйственные и подсобные</b> Инвентарная, склад, гараж мастерская и др. <b>Помещения административные</b> <b>Помещения врачебно-медицинские</b> Медицинский центр, медпункт, медицинский кабинет. <b>Помещения для представителей СМИ</b> Помещения для судей Посты для пожарной охраны и милиции.	Трибуна Место для стояния Вестибюль Фойе Балкон Буфет (кафе, ресторан) Комната отдыха Санитарный узел Киоск (сувенирный магазин) Клуб-музей (фан-клуб)

## 1. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Современное спортивное сооружение, это сложный «организм» в котором переплетены и одновременно идут сложнейшие процессы, непрерывная работа над спортивными достижениями и оздоровлением нации. Но параллельно с этим, сложные инженерные и инженерно-технические системы, помогают «людям спорта» добиваться побед как в районных первенствах и олимпиадах, так и просто чувствовать себя лучше, занимаясь любимым видом спорта.

Полноценное спортивное сооружение - это больше, чем просто здание или площадка. Это место встречи людей – объединения единомышленников, воодушевления сообществ спортсменов и болельщиков, создания атмосферы общения. Это объединение продуманной концепции, планирования, технологий и дизайна. Понимание этого является залогом создания успешного проекта.

Спортивная индустрия неустанно развивается, создается большое количество новых материалов, технологических решений. Стоит отметить возрастающие требования не только к высоким функциональным и прочностным характеристикам сооружений, но и к оформлению (дизайну). Можно выделить следующие группы спортивных сооружений:



*Рисунок 6.2. Группы спортивных сооружений*

Каждая из групп имеет свои особенности при проектировании и строительстве. Важно определиться с типом сооружения и из множества предоставляемых проектов и материалов выбрать именно те, которые идеально подходят конкретному проекту. Например, использование легких металлических конструкций позволяет придать любую геометрическую форму и этажность сооружениям. С другой стороны, если основная идея - это близость природы, то почти те же конструкции можно возвести, используя деревоклеенные арки, которые достаточно прочные и дают дополнительные возможности дизайнерской мысли.

Однако потребность в строительстве спортивных сооружений все еще



довольно высока. Ведь главные критерии таких помещений – это не столько скорость строительства, сколько качество, надежность, долговечность и функциональность. Спортивные сооружения должны представлять собой довольно сложный объект, где наряду с привычными и прочными строительными материалами должны использоваться сложные инженерные системы.

**Универсальные площадки.** Основное преимущество такого плоскостного сооружения – универсальность, т.е. сочетание нескольких игровых полей: волейбольного, баскетбольного, мини-футбольного, бадминтонного, теннисного корта, а так же и различного их сочетания.

**Теннисные корты.** Сейчас теннис – это не просто спорт, а элемент престижа и стиля. К тому же, привязанность к игре в теннис наблюдается как у обеспеченных граждан, так и у людей с небольшими доходами. Поэтому актуальность данного сооружения оправдана. На теннисных кортах не только играют, но и заключают сделки и, следовательно, корты должны соответствовать довольно высокому уровню. Еврокорт с размерами 36x18 подойдет для очень продвинутых теннисистов, а для большинства теннисистов среднего уровня вполне удобен корт 34x17 или даже 32x16. Меньше корты не рекомендуется строить, т.к. со временем игроки будут ощущать определенные неудобства от игры на таком корте.

**Спортивные залы.** Расположение спортивных залов в городе зависит от их назначения (имеют ли они универсальный характер или предназначены только для занятий спортом) и от спортивных традиций страны, региона или города. Необходимо обеспечить удобные транспортные связи, достаточную площадь для автомобильных стоянок, удобную связь с другими спортивными сооружениями.

Назначение зала: по возможности универсальное (многоцелевое).

Размеры и форма зала. Размеры зала зависят от величины игрового поля. Игровое поле размером 20 x 40 м необходимо для следующих игр: хоккей на роликах, хоккей, гандбол, теннис, баскетбол, волейбол, бадминтон, волейбол и поло на велосипеде.

Поле таких размеров пригодно также для фигурного катания, настольного тенниса, бокса, борьбы, фехтования, дзюдо, тяжелой атлетики, а также некоторых легкоатлетических дисциплин (толкание ядра, прыжки в длину, высоту и в высоту с шестом) и гимнастических упражнений.

Высота зала в зависимости от его размеров может составлять в свету 7 - 15 м. Перекрытие зала чаще всего имеет арочное очертание с подъёмом дуги в зоне максимальной высоты полета мяча.

В зале не должно быть промежуточных внутренних колонн. По средней поперечной оси должен быть обеспечен беспрепятственный обзор всего игрового поля.

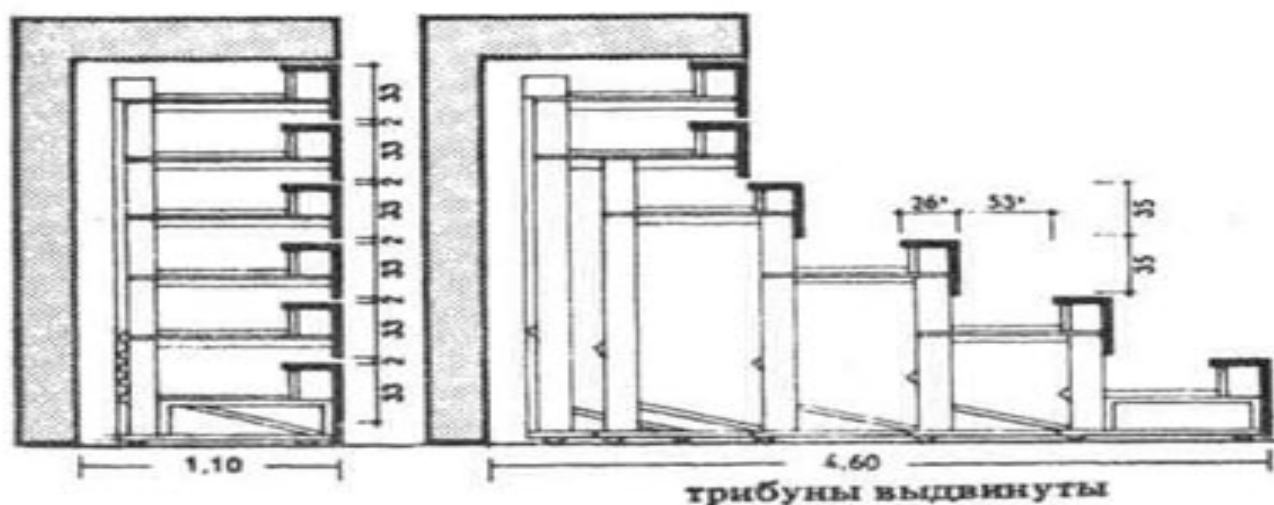
Естественное и искусственное освещение. Требуется равномерная освещенность, характеризуемая отношением  $E_{\text{мин}} / E_{\text{макс}}$ , согласно нормам DIN 5034 («Естественное освещение»); для всех видов игр с мячом требуется мягкое освещение. Освещённость мест для зрителей должна быть меньшей, чтобы игровое поле выделялось. Хорошее общее освещение (150 - 200 лк) при соревнованиях по боксу, борьбе, гимнастике, настольному теннису, фехтованию и т.п. должно дополняться местным направленным освещением (рис. 3).

Рассеянное верхнее освещение		Равномерная освещенность игрового поля; при проведении игр необходимо добавочное освещение. Предусмотрено поглощение тепловых, солнечных лучей
Боковой верхний свет		Падающие сбоку лучи слепят зрителей; на ледяных беговых дорожках возникают отблески; неравномерная освещенность
Двускатный фонарь верхнего света		Те же недостатки
Боковое освещение (витражи)		Сильный нагрев в результате инсоляции (нужна солнцезащита); падающие сбоку лучи слепят зрителей (нужна защита остекления)
Освещение с торцов (витражи)		Перед глазами спортсменов светлая стекл. поверхность — лучи света могут ослеплять спортсменов при выполнении упражнений по продольной оси зала (нужна защита остекления)

Рисунок 6.3. Виды освещения

Техническое оборудование (рис.6.4). Для проведения соревнований должны быть предусмотрены места для зрителей с отдельным по возможности проходом к

ним. Передвижные трибуны для зрителей могут быть встроены в стенные ниши. Желательно предусмотреть в середине зала, напротив трибун для зрителей, табло с указанием времени, микрофон и щиток управления освещением.



*Рисунок 6.4. Техническое оборудование*

Залы для спортивных игр и гимнастики размещают в удалении от магистральных улиц и промышленных предприятий. Направление продольной оси зала - с востока на запад. Стены зала должны быть гладкими, без выступов и ниш; поверхность стен - прочной, светлой и легко очищаемой. Покрытие стен должно быть эффективным в акустическом отношении, время реверберации не должно превышать 1,8 с. Двери зала по возможности не следует располагать по торцам; размещение дверей по средней оси, на которой находятся ворота для ряда спортивных игр, не допускается. Двери в запертом состоянии должны быть заподлицо со стеной (дверные приборы встроены в полотна).

Площадь окон должна составлять 1/5 общей площади поверхности стен. Спортивные залы должны иметь естественное освещение, но не слепящее (следует предусматривать солнцезащитные козырьки, жалюзи); не допускается устройство широких межоконных простенков, являющихся причиной резких контрастов в интенсивности освещения. Остекление следует выполнять из небьющегося стекла до высоты 3,5 м от уровня пола. Подоконники на высоте  $\geq 2,2$  м можно устраивать только по одной продольной стороне зала.

## 6.2 ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Основные причины недоумения специалистов по проектированию – нерешенные проблемы, связанные с доступностью комплексов для различных групп населения, сомнения в технологической долговечности и окупаемости спортивных объектов. Чтобы понимать проектную специфику современных спортивных сооружений, нужно также четко разделять здания, предназначенные для большого спорта, и физкультурно-оздоровительные комплексы (ФОК).

В России форма, габариты и функциональная программа объектов большого спорта определяются сложной смесью, состоящей из соображений престижа и желания заказчика сэкономить на строительстве. Спортивные комплексы к международным соревнованиям получают, как правило, амбициозными, с увеличением функциональных программ.

Если на крупных спортивных объектах, например олимпийских объектах Сочи еще удастся удержать равновесие между ценой и проектными идеями, то на региональном уровне, происходит экономия на всем, и прежде всего – на отделочных материалах. Замысел архитектора удешевляется за счет использования в отделке фасадов металлопластика, стандартных стеклопакетов и др.

Интересно, что на этапе проектирования заказчики крайне редко задумываются о последующем коммерческом использовании объекта, его рентабельной эксплуатации. В итоге функциональная программа объекта переделывается для повседневных задач буквально на ходу. И результат бывает весьма неоднозначный. Это касается и государства как заказчика, и крупных компаний.

Возведение многофункциональных спорткомплексов по принципу кластеров, легкоатлетических манежей или ледовых катков с одной или несколькими аренами, тренировочными, гимнастическими и акробатическими залами, кафе, раздевалками удовлетворяет всем современным требованиям и дает

мощный толчок к улучшению качества проживания в уже сформировавшихся спальных районах.

Сегодня процесс проектирования и строительства спортивных сооружений проходит на фоне адаптации российских проектных и строительных норм к международным стандартам, их дополнения новыми требованиями.

Уже актуализирован СНиП 3501 2001 (59.13330.2012), выпущенный Министерством спорта и касающийся обеспечения доступной среды для маломобильных групп населения. Потребности маломобильных групп населения сегодня приходится в обязательном порядке учитывать при проектировании спортивных технологий, мест общественного питания, сопутствующей спортивной медицины и пр.

Российские нормы на этот счет существовали и ранее, но применялись не всегда, т. к. заказчик старался минимизировать затраты по этой статье. Сейчас эти нормы приведены в соответствие с международными требованиями и максимально активно внедряются в проекты. В спортивных сооружениях формируются равные возможности для всех категорий зрителей, с целью включить людей с ограниченными возможностями в жизнь общества.

Некоторые спортивные сооружения в городах России были уникальными для своего времени. Но вместе с тем при их проектировании не был предусмотрен такой фактор, как запас параметров здания для роста спортивных рекордов. И сооружения замерли в своей технологической схеме, постепенно превратившись в выставочный и торговый комплекс. Поэтому, проектируя спорткомплексы сегодня, важно предусмотреть и технологическую долговечность спортивного объекта.

В России в свое время было построено множество спортивных сооружений, которые не окупали эксплуатацию в основном своем качестве. Сегодня самую большую долю в общих затратах на содержание стадионов в РФ составляют налоги на землю и на имущество, а также затраты на электроэнергию. За ними идут остальные коммунальные расходы и обеспечение работы высокотехнологичного оборудования.

Основная задача нынешнего спортивного проектирования строится на том, чтобы заранее продумать возможности для окупаемости сооружений, привлечения широкого круга посетителей, принесения прибыли.

Социально-экономические недостатки связаны с тем, что многие существующие ФСК экономически неэффективны и неприбыльны из-за своей монофункциональности, неразвитости системы сервисного обслуживания, отсутствия возможности мультиэксплуатации объекта, социальной недифференцированности предлагаемых услуг и несоответствия современным эстетическим потребностям общества. Функциональные недостатки заключаются в том, что большинство физкультурно-спортивных комплексов предлагают ограниченный, а порой неактуальный для современного общества набор спортивных и сопутствующих услуг, а отсутствие универсальной функционально-планировочной схемы спортивного комплекса и конструктивных возможностей трансформации не позволяет приспособить объекты к постоянно совершенствуемому функционально-технологическому процессу. Градо-экологические недостатки связаны с тем, что городская сеть ФСК недостаточно развита, а ее основные элементы зачастую оказывают неблагоприятное воздействие на окружающую среду и нерационально используют энергетические ресурсы.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате проделанной работы было дано понятие спортивного сооружения, приведена существующая в настоящее время классификация спортивных зданий и сооружений, раскрыты теоретические основы проектирования спортивных зданий и сооружений применительно к каждой отдельной группе, а также обозначены основные проблемы, возникающие при их проектировании и эксплуатации.

Таким образом, проектируя спорткомплексы сегодня, важно предусмотреть и технологическую долговечность спортивного объекта. Основные нерешенные проблемы в строительстве и эксплуатации спортивных зданий и сооружений на сегодняшний день связаны с доступностью комплексов для различных групп населения, сомнения в технологической долговечности и окупаемости спортивных объектов.

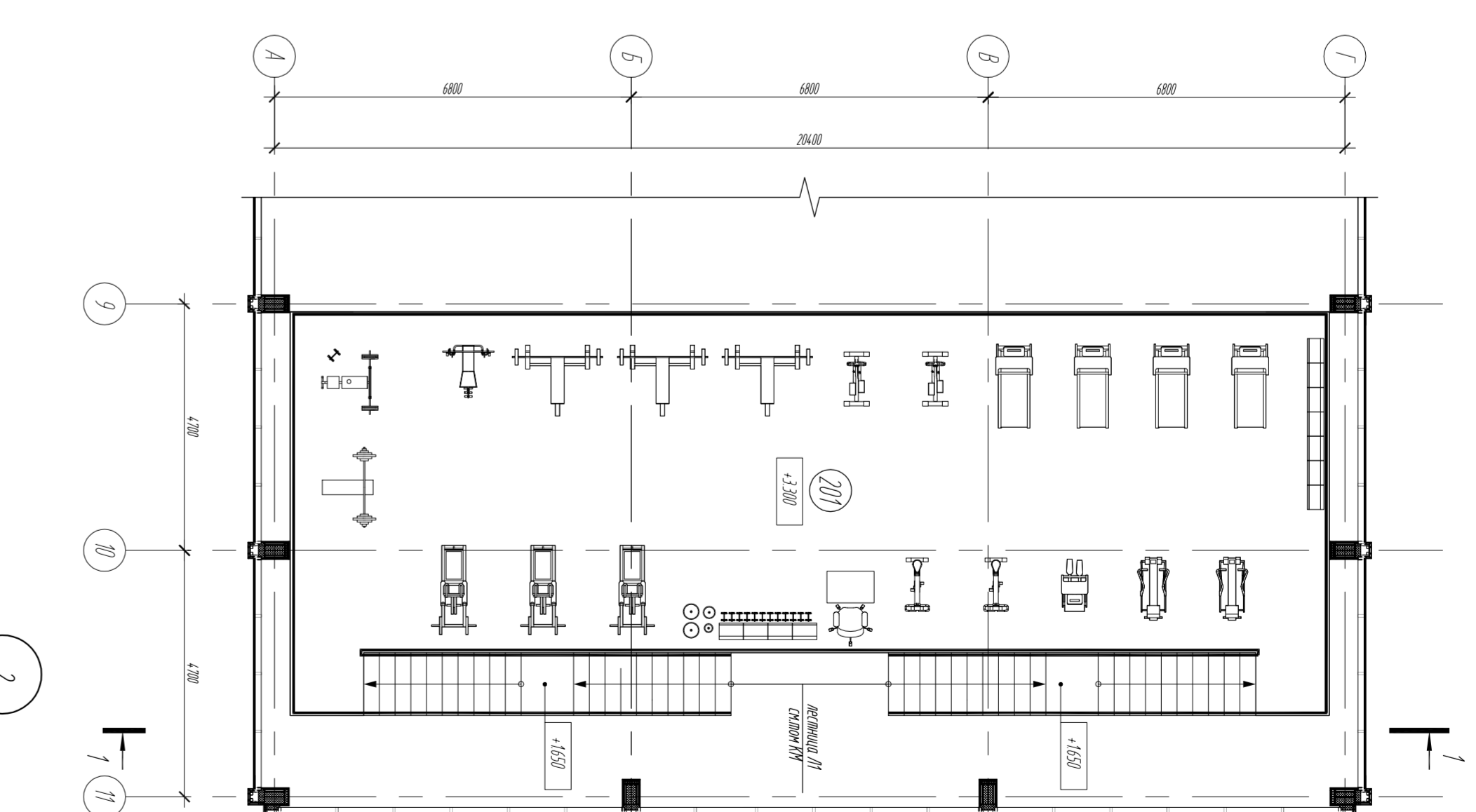
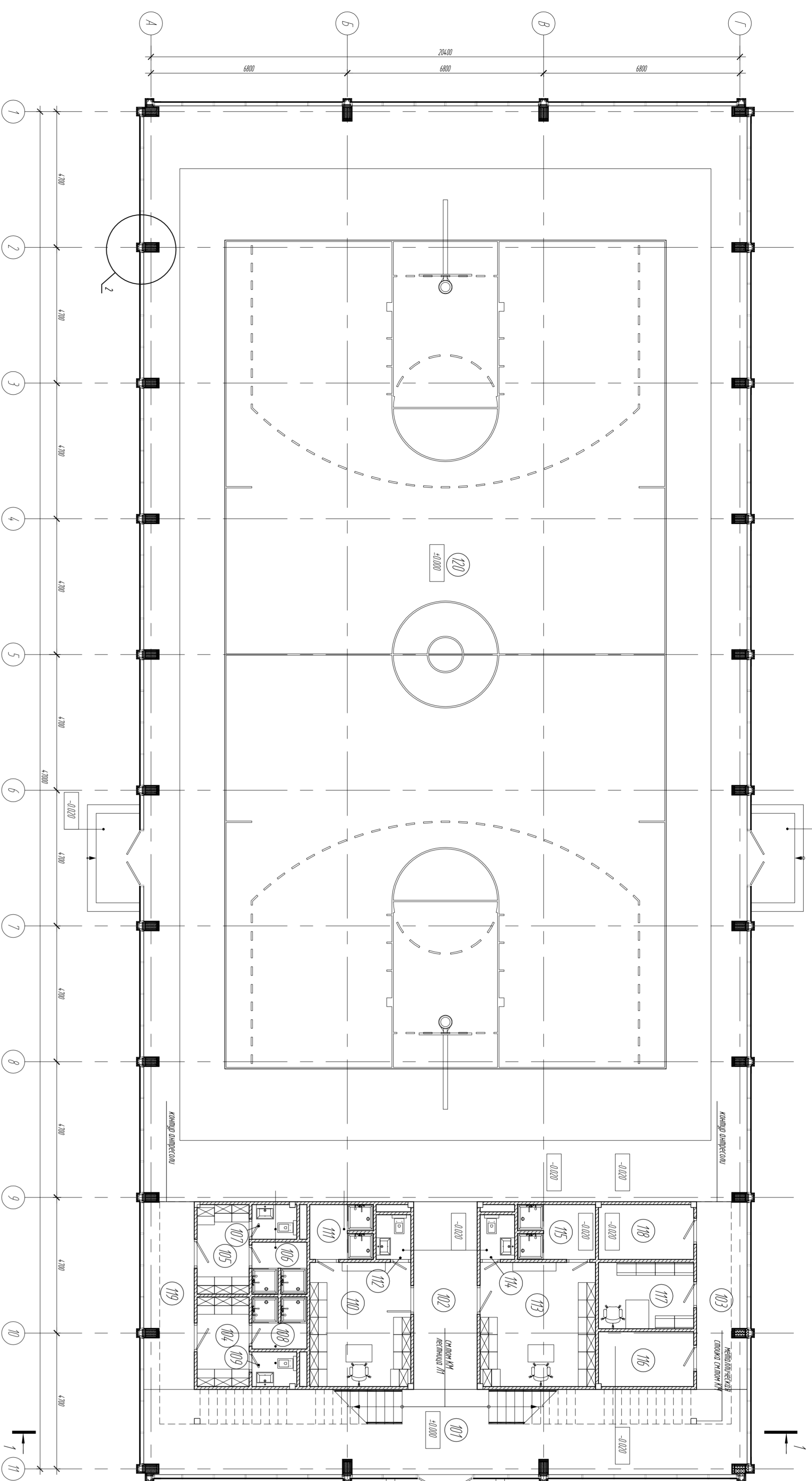
## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 2.07.01-89\* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
2. Свод правил СП 59.13330.2012 "СНиП 35-01-2001. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения". Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001 (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 27 декабря 2011г)
3. Цайзер О.В. Принцип моделирования при разработке концепции спортивного сооружения // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-1.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=20776> (дата обращения: 17.05.2016)
4. Зобова, М.Г. История формирования и развития физкультурно-спортивных зданий и сооружений / М.Г. Зобова // Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре. Образование. Наука. Практика: материалы областной 64-й научно-технической конференции по итогам НИР СГАСУ: тезисы докладов. – Самара, 2007.- С. 231-232.
5. Гришина Е. Строительство и проектирование спортивных зданий. - Пресс-служба компании Ruukki. Дата публикации 25.12.15









ЖЕЛДИҚИЗИ РАМБЕЧІСІ

Ноқ	Нәтижелік	Қимат
101	Жал	60,90
102	Қорғар	4,30
103	Қорғар	11,20
104	Рақабқима	5,60
105	Рақабқима	5,60
106	Дил	3,30
107	Салған	1,80
108	Дил	3,30
109	Салған	1,80
110	Рақабқима	5,00
111	Дил	4,00
112	Салған	1,80
113	Рақабқима	17,20
114	Салған	1,80
115	Дил	5,00
116	Шидар	6,30
117	Мәдәдәр	7,60
118	Зар Абд Абды	6,30
119	Қорғар	11,20
120	Салған	789,50
121	Дәрісхан	103,60



1-1



2-2

Бұл жерде көрсетілген барлық материалдар мен конструкциялардың құрамы мен сипатын тексеру қажет.

Жалғыз қабат - биіктігі 3,30 м, ауданы 103,60 м<sup>2</sup>.

Қорғар - биіктігі 1,20 м, ауданы 11,20 м<sup>2</sup>.

Рақабқима - биіктігі 5,60 м, ауданы 5,60 м<sup>2</sup>.

Дил - биіктігі 3,30 м, ауданы 3,30 м<sup>2</sup>.

Салған - биіктігі 1,80 м, ауданы 1,80 м<sup>2</sup>.

Шидар - биіктігі 6,30 м, ауданы 6,30 м<sup>2</sup>.

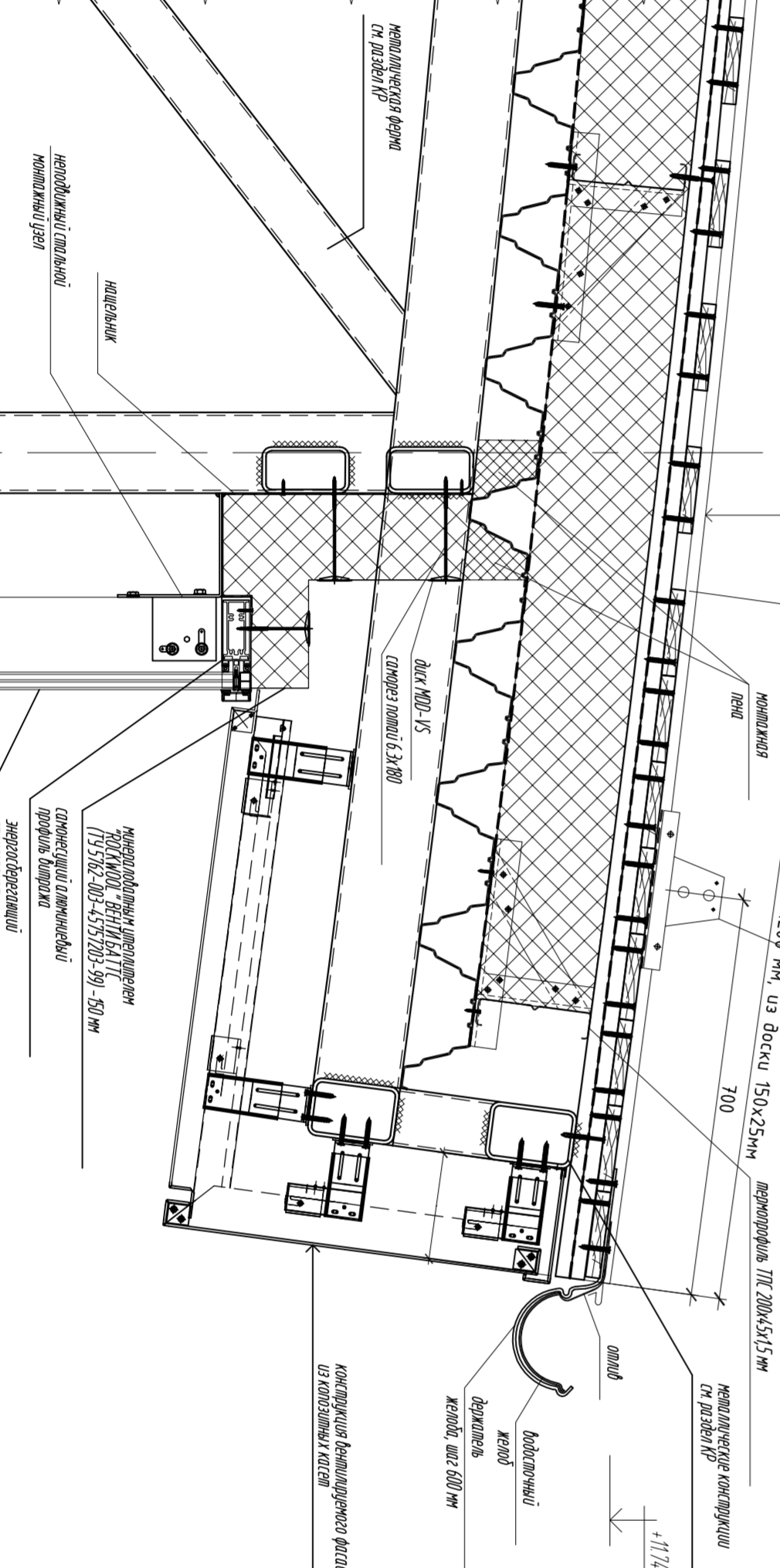
Мәдәдәр - биіктігі 7,60 м, ауданы 7,60 м<sup>2</sup>.

Зар Абд Абды - биіктігі 6,30 м, ауданы 6,30 м<sup>2</sup>.

Қорғар - биіктігі 1,20 м, ауданы 11,20 м<sup>2</sup>.

Салған - биіктігі 789,50 м, ауданы 789,50 м<sup>2</sup>.

Дәрісхан - биіктігі 103,60 м, ауданы 103,60 м<sup>2</sup>.



Материалдар мен конструкциялардың құрамы мен сипатын тексеру қажет.

Жалғыз қабат - биіктігі 3,30 м, ауданы 103,60 м<sup>2</sup>.

Қорғар - биіктігі 1,20 м, ауданы 11,20 м<sup>2</sup>.

Рақабқима - биіктігі 5,60 м, ауданы 5,60 м<sup>2</sup>.

Дил - биіктігі 3,30 м, ауданы 3,30 м<sup>2</sup>.

Салған - биіктігі 1,80 м, ауданы 1,80 м<sup>2</sup>.

Шидар - биіктігі 6,30 м, ауданы 6,30 м<sup>2</sup>.

Мәдәдәр - биіктігі 7,60 м, ауданы 7,60 м<sup>2</sup>.

Зар Абд Абды - биіктігі 6,30 м, ауданы 6,30 м<sup>2</sup>.

Қорғар - биіктігі 1,20 м, ауданы 11,20 м<sup>2</sup>.

Салған - биіктігі 789,50 м, ауданы 789,50 м<sup>2</sup>.

Дәрісхан - биіктігі 103,60 м, ауданы 103,60 м<sup>2</sup>.

Заб. нөб.	Түрлері	А.В.
1	Түрлері	А.В.
2	Түрлері	А.В.
3	Түрлері	А.В.
4	Түрлері	А.В.
5	Түрлері	А.В.
6	Түрлері	А.В.
7	Түрлері	А.В.
8	Түрлері	А.В.
9	Түрлері	А.В.
10	Түрлері	А.В.
11	Түрлері	А.В.
12	Түрлері	А.В.
13	Түрлері	А.В.
14	Түрлері	А.В.
15	Түрлері	А.В.
16	Түрлері	А.В.
17	Түрлері	А.В.
18	Түрлері	А.В.
19	Түрлері	А.В.
20	Түрлері	А.В.
21	Түрлері	А.В.

1. Нәтижелік және құрамын тексеру қажет.

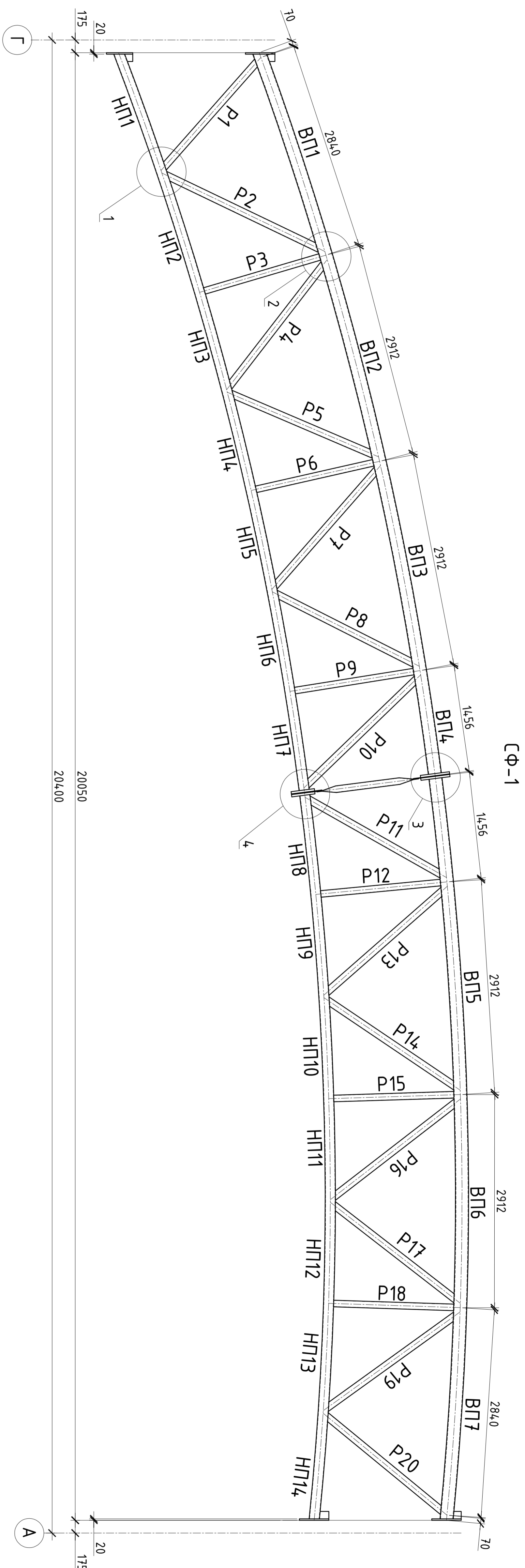
2. Нәтижелік және құрамын тексеру қажет.

3. Нәтижелік және құрамын тексеру қажет.

4. Нәтижелік және құрамын тексеру қажет.

5. Нәтижелік және құрамын тексеру қажет.



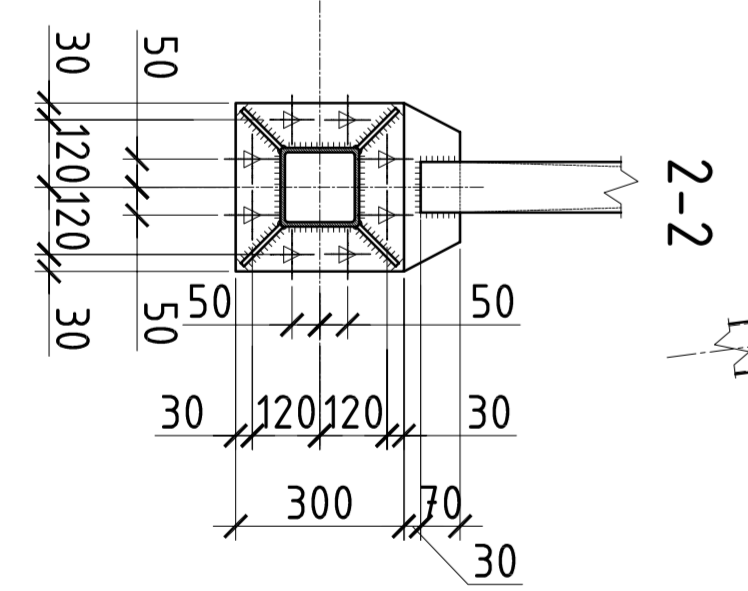
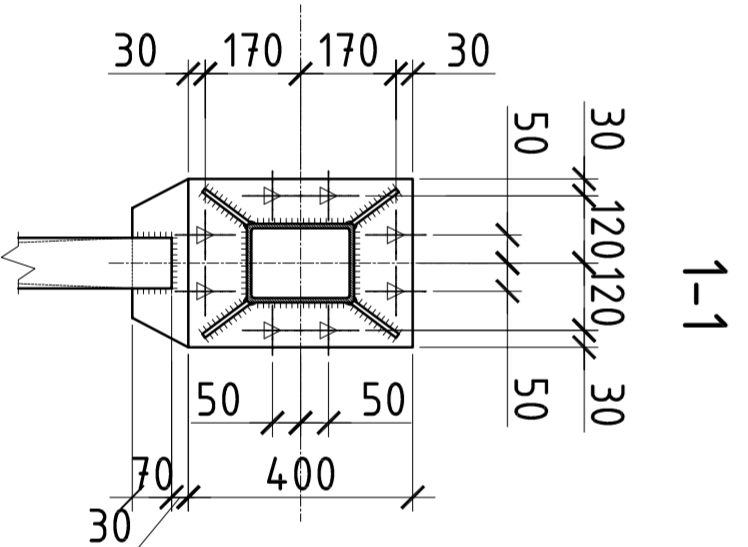


**Ведомость элементов фермы СФ-1 (начало)**

N п/п	Название элемента	Усилие в элементе N, тс	Усилие в элементе M, тсм	Сечение элемента	Примечание
1	ВП1	-10,7	-1,66	Гн □ 180x140x7,5	
2	ВП2	-40,05	-1,64	Гн □ 180x140x7,5	
3	ВП3	-58,85	-1,81	Гн □ 180x140x7,5	
4	ВП4	-65,84	-1,61	Гн □ 180x140x7,5	
5	ВП5	-58,0	-1,79	Гн □ 180x140x7,5	
6	ВП6	-38,8	-1,82	Гн □ 180x140x7,5	
7	ВП7	-8,43	-2,25	Гн □ 180x140x7,5	
8	НП1	-12,92	-1,21	Гн □ 140x5,5	
9	НП2	+16,34	+0,25	Гн □ 140x5,5	
10	НП3	+16,53	+0,11	Гн □ 140x5,5	
11	НП4	+44,53	+0,47	Гн □ 140x5,5	
12	НП5	+44,62	+0,38	Гн □ 140x5,5	
13	НП6	+59,9	+0,6	Гн □ 140x5,5	
14	НП7	+59,94	+0,56	Гн □ 140x5,5	
15	НП8	+60,35	+0,53	Гн □ 140x5,5	
16	НП9	+60,49	+0,55	Гн □ 140x5,5	
17	НП10	+47,79	+0,41	Гн □ 140x5,5	
13	НП11	+47,71	+0,49	Гн □ 140x5,5	
14	НП12	+21,56	+0,14	Гн □ 140x5,5	
15	НП13	+21,42	+0,27	Гн □ 140x5,5	
16	НП15	-13,91	-1,57	Гн □ 140x5,5	

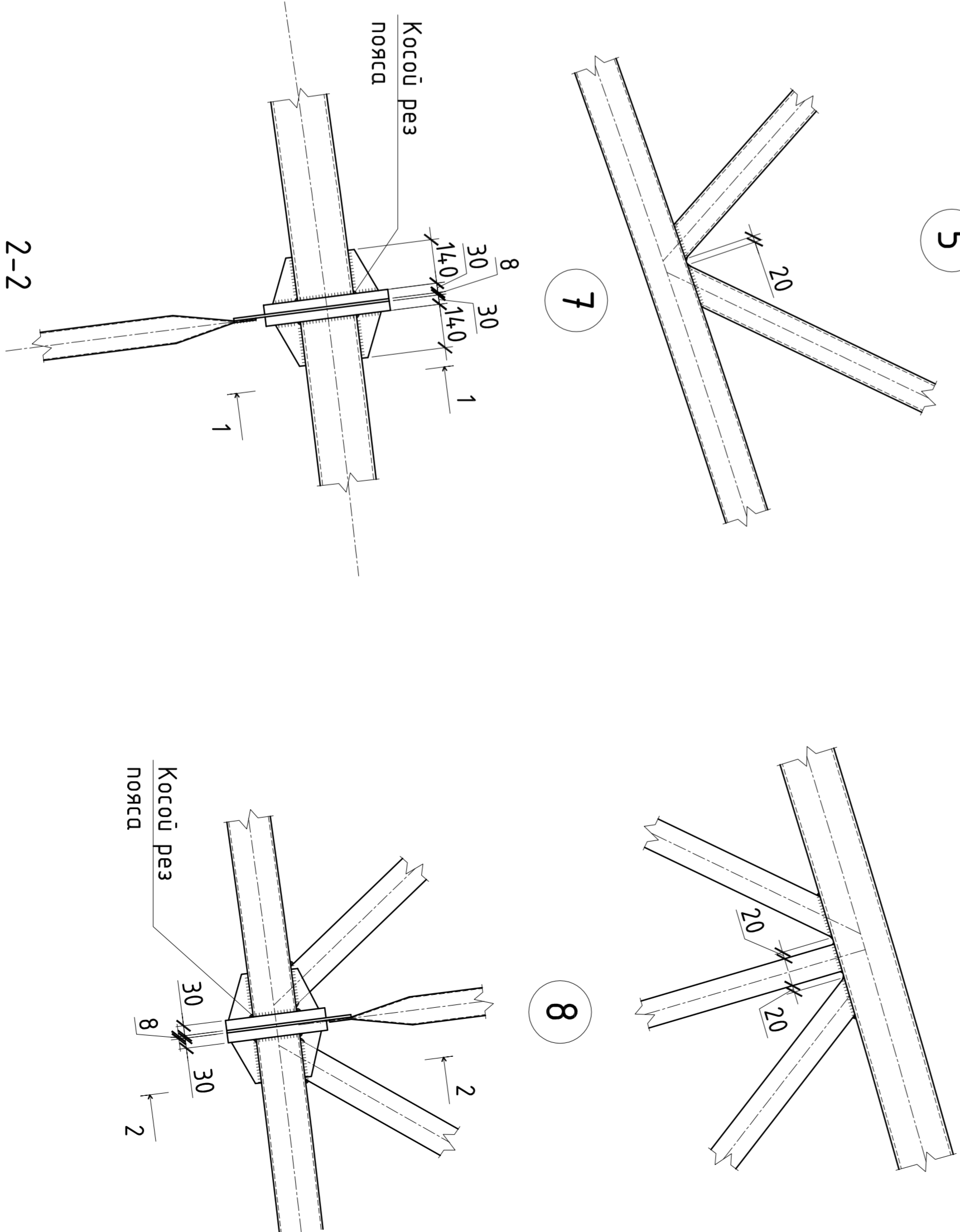
**Ведомость элементов фермы СФ-1 (окончание)**

N п/п	Название элемента	Усилие в элементе N, тс	Усилие в элементе M, тсм	Сечение элемента	Примечание
17	P1	+23,57	-0,19	Гн □ 100x4,5	
18	P2	+29,15	-0,17	Гн □ 100x4,5	
19	P3	+0,86	+0,17	Гн □ 90x3	
20	P4	+21,65	+0,18	Гн □ 100x4,5	
21	P5	-20,96	+0,08	Гн □ 100x4,5	
22	P6	+2,28	-0,08	Гн □ 90x3	
23	P7	+12,13	+0,09	Гн □ 100x4,5	
24	P8	+11,08	+0,06	Гн □ 100x4,5	
25	P9	+4,08	+0,03	Гн □ 90x3	
26	P10	+1,1	+0,07	Гн □ 100x4,5	
27	P11	+0,28	+0,07	Гн □ 100x4,5	
28	P12	+3,1	-0,02	Гн □ 90x3	
29	P13	-9,14	+0,04	Гн □ 100x4,5	
30	P14	+10,26	+0,09	Гн □ 100x4,5	
31	P15	+2,45	+0,07	Гн □ 90x3	
32	P16	-19,56	+0,07	Гн □ 100x4,5	
33	P17	+20,4	+0,14	Гн □ 100x4,5	
34	P18	+1,32	+0,14	Гн □ 90x3	
35	P19	-29,82	+0,18	Гн □ 100x4,5	
36	P20	+26,53	+0,19	Гн □ 100x4,5	



1-1

2-2



5

6

7

8

Экз. №	Генеральный А.В.	ВКР-2069059-080301-120717-2016
Н. комп.	Выполнение О.Д.	
Контроль	Пароль А.Д.	
Контроль	Пароль В.К.	
Т.О.	Пароль И.И.	
Б.К.	Пароль Л.И.	
Специал	Алекс Х.	
Архитект		
Проектант		
Информационная площадь 560 кв. в жилом районе Арбеково г. Москва		
Городской здание		
ВКР	4	8
Фирма СФ-1.русь		
каф. ГСА, гр. СТ-43		











