

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 Архитектурно строительный раздел.....	9
1.1 Исходные данные для проектирования.....	9
1.1.1 Климатическая характеристика условий строительства.....	9
1.1.2 Характеристики здания по пожарной опасности.....	11
1.1.3 Характеристика земельного участка, предоставленного для строительства.....	11
1.2 Благоустройство территории строительства.....	12
1.3 Объемно-планировочные решения.....	14
1.3.1 Функционально-технологический процесс.....	16
1.4 Выполнение требования по пожарной безопасности.....	22
1.5 Конструктивные решения.....	22
1.5.1 Общие данные.....	22
1.5.1 Описание конструктивного решения административно-бытовой части здания в осях 1-13 и А-В.....	23
1.5.2 Описание конструктивных решений спортивных залов в осях 1-6 и Г-Л, 8-12 и Г-Л.....	26
1.5.3 Решения по наружной и внутренней отделке.....	28
1.6 Принципиальные решения по оборудованию объекта инженерными системами.....	29
1.7 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.....	31

ФГБОУ ВО ИГУПС.ВКР.08.03.01.ДО.ПЗ

Изм.	Кол.уч	Подп.		Дата					
		Лист	№ док.						
Разраб.							Стадия	Лист	Листов
Осн.рук					06.22	Спортивная школа ФГБОУ ВО ИГУПС, кафедра «Строительные конструкции, здания и сооружения»,		5	100
Гл.рук					06.22				
Н.контр.					06.22				
					06.22				

2	Конструктивно-расчетный раздел.....	36
2.1	Исходные данные для проектирования.....	36
2.2	Сбор нагрузок.....	36
2.2.1	Постоянный нагрузки.....	36
2.2.2	Снеговые нагрузки.....	38
2.2.3	Ветровые нагрузки.....	39
2.3	Статический расчет.....	40
2.4	Проектирование колонны.....	45
2.5	Проектирование структурной конструкции покрытия.....	47
2.5.1	Статический расчет.....	47
2.5	Конструктивный расчет фермы.....	48
3	Организация, планирование и управление строительством.....	53
3.1	Общие данные.....	53
3.2	Ведомости подсчета объемов работ.....	53
3.3	Выбор методов производства работ.....	57
3.4	Определение трудоемкости работ.....	58
3.5	Выбор монтажных кранов.....	64
3.6	Определение номенклатуры работ и формирование бригад.....	66
3.7	Расчет заданного метода организации работ и формирование модели... ..	68
3.8	Технико-экономические показатели.....	69
3.9	Строительный генеральный план.....	71
3.9.1	Общие положения.....	71
3.9.2	Организация складского хозяйства.....	71
3.9.3	Определение потребности и выбор типов временных зданий.....	72
3.10	Временное электроснабжение строительной площадки.....	75

3.11	Временное водоснабжение строительной площадки.....	76
3.12	Вопросы охраны труда и пожарной безопасности.....	77
3.13	Мероприятия по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов.....	78
4	Экономические расчеты.....	78
4.1	Общие данные для экономического расчета.....	78
4.2	Определение сметной стоимости строительства.....	78
4.3	Сводный сметный расчет стоимости строительства.....	79
4.4	Расчет основных экономических показателей.....	81
4.5	Основные технико-экономические показатели проекта.....	84
5	Охрана труда.....	86
5.1	Общие сведения.....	86
5.2	Охрана труда при строительстве здания.....	86
5.3	Охрана труда при эксплуатации спортивной школы.....	88
5.3.1	Требования к раздевальным помещениям.....	89
5.4	Определение прочности и устойчивости при механической нагрузке гимнастических снарядов.....	90
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....		92
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....		93

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире идет широкое развитие спорта и спортивного движения для того, чтобы привлечь молодёжь. На данный момент многие спортивные школы находятся в плачевном состоянии. Соответственно, проектирование и строительство спортивных школ на данный момент очень востребовано

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование спортивной школы в городе Казань с соблюдением современных норм и требований, а также показать все свои знания и опыт, полученные в сфере промышленного и гражданского строительства.

В проекте необходимо решить задачи:

- разработать объемно-планировочные решения в соответствии нормативными требованиями;
- определить основные конструктивные решения и произвести расчет основных конструктивных элементов;
- произвести экономический расчет строительства;
- обеспечить безопасность при строительстве объекта и его эксплуатации;
- изучить актуальную нормативную документацию.

1 Архитектурно строительный раздел

1.1 Исходные данные для проектирования

1.1.1 Климатическая характеристика условий строительства

Спортивное здание строится в г. Казань. В данном городе климат умеренно континентальный с холодной зимой и умеренно жарким летом.

Казань относится ко III климатическому району. Параметры климатического района выбираются в соответствии с СП 131.13330.2018[1] «Строительная климатология». Все климатические параметры вынесены в таблицу 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1 – Климатические параметры холодного периода года

Наименование	Показатель
1	2
Температура воздуха наиболее холодных суток, обеспеченностью 0,98	-41 °С
Температура воздуха наиболее холодных суток, обеспеченностью 0,92	-33 °С
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,98	-33, °С
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92	-31 °С
Температура воздуха, обеспеченностью 0,94	-16 °С
Абсолютная минимальная температура воздуха	-47 °С
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца	8,1 °С
Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ≤ 0 °С	151 сут.
Средняя температура воздуха, периода со средней суточной температурой воздуха ≤ 0 °С	-8,1 °С
Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ≤ 8 °С	208 сут
Средняя температура воздуха, периода со средней суточной температурой воздуха ≤ 8 °С	-4,8 °С
Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ≤ 10 °С	223 сут
Средняя температура воздуха, периода со средней суточной температурой воздуха ≤ 10 °С	-3,8 °С

Таблица 1.1 Окончание

1	2
Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее холодного месяца	82 %
Количество осадков за ноябрь-март	171 мм
Преобладающее направление за декабрь-февраль	Ю
Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь	3,8 м/с
Средняя скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха ≤ 8 °С	3,4 м/с

Таблица 1.2 – Климатические параметры теплого периода года

Наименование	Показатель
Барометрическое давление	1002 гПа
Температура воздуха обеспеченностью 0,95	24 °С
Температура воздуха обеспеченностью 0,98	28 °С
Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца	25,1 °С
Абсолютная максимальная температура воздуха	39 °С
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца	9,9 °С
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца	69 %
Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее теплого месяца	56 %
Количество осадков за апрель-октябрь	368 мм
Суточный максимум осадков	75 мм
Преобладающее направление ветра за июнь-август	С, З
Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль	0,0 м/с

Снеговой район г. Казань – IV.

Нормативное показател веса снегового покрова на $1 \text{ м}^2 - 2,0 \text{ кН/м}^2$.

Ветровой район – II.

Нормативное значение ветрового давления – 0,30 кПа.

Нормативная глубина промерзания грунтов в г. Казань представлена в таблице 1.3 [1].

Таблица 1.3 – Нормативная глубина промерзания грунтов

Грунт	Глубина промерзания, м
-------	------------------------

Глина и суглинок	1,43
Супесь, пески пылеватые или мелкие	1,75
Песок средней крупности, крупный или гравелистый	1,87
Крупнообломочные грунты	2,12

1.1.2 Характеристики здания по пожарной опасности

Показатель огнестойкости здания – I.

Класс конструктивной пожарной опасности до 350 учащихся – С0.

Класс по функциональной пожарной опасности – Ф3.6.

Класс пожарной опасности строительных конструкций – К0.

Предел огнестойкости несущих конструкций:

- несущие стены, колонны – R45;
- наружные ненесущие стены – E15;
- междуэтажные перекрытия (включая чердачные и над подвалами) – REI 45;
- строительные конструкции бесчердачных покрытий (настилы, фермы, балки, прогоны) – R15;
- внутренние стены лестничных клеток – REI60;
- марши и площадки лестниц – R45[4].

Уровень ответственности здания – II, нормальный [6].

1.1.3 Характеристика земельного участка, предоставленного для строительства

Строительство спортивной школы планируется в г. Казань, в городе Иваново, на улице Техническая рядом с озером Средний Кабан.

Участок находится в южной части г. Казань, который ограничен:

- на севере ул. Нурсултана Назарбаева;
- на севере, юге и западе ул. Техническая;
- на востоке – Ботаническая протока;

Территория свободна, территория земельного участка не благоустроена, присутствуют протянутые инженерные сети.

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		11

Так как строительство планируется у озера, рельеф участка пологий с понижением к юго-востоку земельного участка, с возможным наличием грунтовых вод.

На территории строительной площадки достаточно места для организации бытового городка, для устройства дорог временного назначения и временных площадок для складирования строительных материалов.

Проектируемая спортивная школа имеет высокий уровень транспортной доступности, основная дорога на улице Техническая, необходимо предусмотреть временный въезд на территорию строительной площадки.

1.2 Благоустройство территории строительства

Территория спортивной школы ограждена забором, высотой 1,80 м, и полосой зеленых насаждений.

Благоустройство территории включает в себя устройство:

- сети подъездов и проездов для доступа автомобильного транспорта с асфальтобетонным покрытием, небольшое количество парковочных мест;
- тротуаров с покрытием из тротуарной плитки;
- озеленение территории школы;
- устройство спортивных площадок.

На территории предусмотрены спортивные площадки для волейбола и баскетбола. Площадка для волейбола имеет размеры 18 м на 9 м, для баскетбола имеет размеры 28 м на 15 м. Площадки имеют сетчатое ограждение высотой 3,5 м. На волейбольной площадке предусмотрены отверстия для установки стоек сетки, на баскетбольной площадке предусмотрены уличная баскетбольная стойка, бетонируемая в землю. Для устройства разметки площадок используется двухкомпонентная полиуретановая краска.

На волейбольной площадке для устройства покрытия используется:

- грунт уплотнённый;
- гранитный отсев;

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		12

- асфальт;
- рулонное искусственное покрытие.

На баскетбольной площадке для устройства покрытия используется

- грунт уплотнённый;
- асфальт;
- рулонное искусственное покрытие.

На свободных от застройки участках устраивается:

- озеленение газонов с подсыпкой плодородного слоя. Газоны отделены от проездов бортовым камнем БР 100х30х15;
- высаживаются деревья и кустарники;
- расстановка скамеек и урн.

При въезде на территорию устанавливают калитку, ворота для служебного автотранспорта и пост охраны. Ширина въезда на территорию школы составляет 5,5 м, ширина тротуара вдоль дороги составляет 1,7 м.

Проезд служебного автотранспорта по периметру здания доступен со всех сторон спортивной школы.

Сети водоснабжения, канализации, электрокабели и тепловые сети запроектированы в канале, для доступа и обеспечения удобства обслуживания при эксплуатации.

Конструкции дорожных проездов и площадок на территории:

- асфальтобетон мелкозернистый плотный;
- асфальтобетон крупнозернистый пористый;
- щебень гранитный марки 1000 фракции 40-70 мм;
- песок средний крупности;
- уплотненный грунт.

Конструкция тротуаров и дорожек на территории:

- тротуарная плитка;
- мелкий песок, стабилизированный цементом;
- щебень фракции 20-40 мм;
- песок средний крупности;
- грунт уплотнённый.

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		13

1.3 Объемно-планировочные решения

По уровню спортивно-массовых мероприятий, проводимых в спортивной школе, она относится к категории «С» [7].

Здание спортивной школы, состоит из разновысоких объемных элементов. Здание можно разделить на две функциональные зоны – административно-бытовая зона (А-В и 1-13) и спортивная зона (2-6 и 8-12, Г-Л). Размер здания в плане 78,40 м на 48,40 м.

Здание имеет симметричную композицию. В осях А-В и 1-3, А-В и 11-13 высота составляет +5,850 м, в осях А-В и 3-8 высота +8,500 м от уровня земли по проекту -0,600. Высота спортивных залов расположенные в осях Г-Л и 2-6, Г-Л и 8-12, составляет +12,330 м от уровня земли по проекту -0,600.

Высота от уровня чисто пола до потолка в осях А-Г и 1-13 составляет 4 м, а в спортивных залах высота до конструкции покрытия составляет 8,85 м. Высота подвала расположенный в осях А-В и 1-12 составляет 1,8 м. Главный вход в спортивную школу предусмотрен в осях 6-8, оборудован крыльцом размером 12 м на 2 м, с предусмотренным пандусом для МГН. В спортивных залах расположены дополнительные эвакуационные выходы в осях К-Л и 5-6, К-Л и 7-8.

Каждое помещение имеет выход в коридор, лестницам и к эвакуационным выходам. На первом этаже в центре здания расположены помещения, такие как гардероб, буфет и санузлы.

Возле спортивной зоны расположены сопутствующие помещения, такие как раздевалки, инвентарные, тренерские [7].

Состав помещений первого и второго этажей представлены в таблицу 1.4 и 1.5.

Таблица 1.4 – Экспликация помещений первого этажа

Наименование	Площадь, м ²	Наименование	Площадь, м ²
1	2	3	4
1. Спортивный зал	819,98	16. Лестница	20,15
2. Гимнастический зал	819,98	17. Тренерская	33,29
3. Тренажерный зал	134,88	18. Медпункт	33,29

4. Инвентарная	20,16	19.Подсобное помещение	9,16
5. Тренерская	16,07	20. Раздевальная	20,42
6. Бытовой помещение	16,07	21. Душевая и санузел	10,91
7. Санузел	16,07	22. Душевая и санузел	10,91
8. Санузел для МГН	16,07	23. Раздевальная	20,42
9. Лестница	16,07	24. Инвентарная	10,36
10. Вестибюль	169,54	25. Инвентарная	10,18
10*. Зона турникетов	97,45	26. Раздевальная	11,45
11. Коридор	189,79	27. Душевая и санузел	9,27
12. Охрана	16,35	28. Раздевальная	11,45
12*. Комната отдыха охраны	14,53	29. Душевая и санузел	9,27
13. Помывочная	16,35	30. Тамбур	5,37
14. Буфет	53,29	31. Вестибюль	35,86
15. Помещение персонала	20,15	32. Гардероб	19,35

Таблица 1.5 – Экспликация помещений второго этажа

Наименование	Площадь, м ²	Наименование	Площадь, м ²
1. Второй свет спортивного зала	819,98	11. Административное помещение	33,29
2. Второй свет гимнастического зала	819,98	12. Административное помещение	20,15
3. Малый спортивный зал	110,37	13. Административное помещение	20,15
4. Санузел	16,07	14. Лестница	20,15
5. Санузел	16,07	15. Электрощитовая	21,09
6. Лестница	41,42	16. Венткамера	21,09

Таблица 1.5 – Окончание

7. Помещение для проведения методических занятий	16,35	17. Раздевальная	10,18
8. Административное помещение	16,35	18. Инвентарная	10,18
9. Административное помещение	16,35	19. Рекреация	41,9

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

10. Помещение для проведения методических занятий	32,39	-	-
---	-------	---	---

1.3.1 Функционально-технологический процесс

Состав учащихся разделен на соответствующие группы для каждой секции:

- спортивно-оздоровительный этап – 10 человек;
- начальная подготовка до 1 года – от 15 до 25 человек;
- начальная подготовка свыше 1 года – от 15 до 20 человек;
- учебно-тренировочный этап с периодом обучения до 2-х лет от 7 до 15 человек;
- учебно-тренировочный этап с периодом обучения свыше двух лет – от 5 до 12 человек;
- этап спортивного совершенствования с периодом обучения до 1 года – от 3 до 10 человек;
- этап спортивного совершенствования с периодом обучения свыше 1 года – от 3 до 10 человек;
- этап высшего мастерства – от 2 до 5 человек.

Подведя итоги максимальное количество учащихся может быть не более 194 человек.

Тренерский состав:

- тренер по баскетболу – 3 человека;
- тренер по волейболу – 3 человека;
- тренер по гимнастике – 5 человек.

Подведя итоги тренерский состав максимально может составлять 11 человек.

Во входной группе первого этажа, расположен гардероб для верхней одежды учащихся и преподавательского состава спортивной школы. Размеры гардеробной зоны 5,8 м на 5,75 м. В вестибюле при входе предусмотрены скамейки и диваны для ожидающих, а также для смены обуви в зимний период времени.

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		16

Помещение для охраны оборудовано специальным охранным оборудованием – системой видеонаблюдения, контроля и управления доступом, а также системой сигнализации и связи.

В помещении для приема пищи предусмотрена система продажи уже готовой продукции, которую привозят из местных пекарен.

В зале предусмотрены столы и стулья, стойка для продажи продукции и дополнительные полки для продаваемой продукции. Для хранения продукции также предусмотрены помещения подсобки и помещение предназначенные для персонала буфета.

В спортивной школе обучают игре в волейбол, баскетбол и спортивной гимнастики.

Медицинский кабинет имеет вход из коридора. В медицинском пункте есть помещение для ожидания, кабинет врача и процедурный/массажный кабинет [7]. В кабинетах предусмотрены раковины с холодной и горячей водой.

В спортивной школе обучают игре в волейбол, баскетбол и спортивной гимнастики.

Зал для игры волейбола и баскетбола совмещен. площадки для волейбола равна 18 м на 9 м, для баскетбола 28 м на 15 м. Габариты совмещенной площадки 15 м на 30 м.

Для игры в баскетбол оборудованы две баскетбольные стойки с щитком, для игры в волейбол предусмотрены два отверстия для стоек сетки, которая крепится на 0,5 м от основной волейбольной площадки [7]. Максимальная возможная высота сетки для мужчин равно 2,43 м, для женщин 2,24 м (для учащихся малых возрастов, на стойках предусмотрена регулировка высоты сетки) [8]. Для проведения соревнования предусмотрена судейская вышка высотой 2,5 м.

В зале также предусмотрены пять трибун на 210 человек. Места на трибунах предназначены для зрителей в лице спортсменов, участвующих в процессе занятий и игры, соревнования, для тренерского состава, для групп поддержки команд.

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		17

Площадка спортивного зала имеет габариты в плане– 36,0 м на 18,0 м. Гимнастический зал оснащен необходимым оборудованием и инвентарем для занятия спортом. Плана расстановки оборудования принят в соответствии с СП 31-112-2004 «Физкультурно-спортивные залы. Часть 1» [9]. Спортивное оборудование, необходимый инвентарь для гимнастики и его количество [9] представлены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Наименование спортивного оборудования и инвентаря

Наименование оборудования	Количество
1	2
Перекладина пристанная складная (только для тренировок)	1 шт.
Бревно гимнастическое Н=300 см	1 шт.
Бревно гимнастическое Н = 450 см	2 шт.
Гимнастические брусья для мужчин	2 шт.
Маховый конь для мужчин	1 шт.
Снаряд для опорного прыжка для мужчин и женщин	1 шт.
Кольца гимнастические переменной высоты	1 шт.
Кольца гимнастические постоянной высоты	1 шт.
Канат для лазания Вес = 10,8 кг	4 шт.
Настил для вольных упражнений	1 шт.
Дорожка резиновая для разбега в прыжках (ширина 0,8-1,2 м)	≥ 20 м.
Мостик гимнастический эластичный	8 шт.
Зеркало (высота ≥ 1,8 м; низ зеркала на 0,2 м от пола)	10 м.

На первом этаже также предусмотрен тренажерный зал в осях А-В и 10-12 размерами 12,0 м на 12,0 м. В зале используется современное оборудование и необходимые тренажеры. Для удобства в зале установлены настенные вешалки. Плана расстановки оборудования принят в соответствии с СП 31-112-2004 «Физкультурно-спортивные залы. Часть 1» [9]. Экспликация тренажеров внесена в таблицу 1.7.

Таблица 1.7 – Экспликация тренажеров

Наименование тренажера	Количество	Наименования тренажера	Количество
Эспандер грузовой	1	Стеллаж для штанг	1
Тренажер для развития плечевого пояса и мышц груди	1	Тренажер для бега	3

Тренажер для развития мышц бедра	1	Зеркало	1
Тренажер для развития широчайших мышц спины	1	Маты	4
Тренажер для развития силы ног	1	Велотренажер	4
Штанга тяжелоатлетическая	1	Тренажер гимнастический	3
Стойка для жима лежа	1	Тренажер для развития мышц спины и пресса	2

В зоне спортивного зала для игры в баскетбол и волейбол, а также в гимнастическом зале предусмотрены две раздевалки для мужчин и для женщин, которые примыкают к спортзалу. Разделали расположены зеркально и сообщаются с другими помещениями через центральный коридор. Из раздевальных есть прямой выход в спортзалы.

При каждом зале имеется инвентарные, где хранятся гимнастического оборудования и мелкий дополнительный инвентарь.

Доступ между этажами обеспечивается лестницами, которые расположены в осях 3-4 и 7-8. Каждая лестничная клетка имеет естественное освещение

На втором этаже предусмотрен небольшой зал для общей физической подготовки учеников, площадью 110,37 м². Зал необходим для изучения основы гимнастики, поэтому оснащен зеркалами, гимнастическим станком, снарядами, тренажерами и музыкальным оборудованием. При зале предусмотрена небольшая раздевальная и инвентарная размерами 2,8 м на 3,6 м.

На втором этаже не школы расположены административные помещения и помещения для методических занятий.

На первом и втором этажах предусмотрены санузлы для мужчин и женщин. В каждом санузле предусмотрены кабинки, умывальники, одна сушилка для рук, диспенсер для жидкого/пенного мыла.

В санузле для МГН, размером 2,80 м на 5,75 м предусмотрено пространство для размещения кресла-коляски, а также крючки для одежды, костылей и других принадлежностей. В санузле один умывальник, сушилка для рук, диспенсер для жидкого/пенного мыла и зеркало.

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		19

На первом и втором этажах расположены бытовые помещения для персонала, складские помещения для оборудования и санитарно-бытовые помещения.

1.4 Выполнение требования по пожарной безопасности

Комплекс мероприятий для обеспечения пожарной безопасности здания:

1. Обеспечить спортивную школу необходимым инвентарем, системой водяного противопожарного водоснабжения, средствами освещения и сигнализации.

2. Внутри здания должны быть необходимые таблички с указанием контактных данных пожарных и системы эвакуации людей в случае пожара [5];

3. Запрещается перекрывать проезды, проходы, подъезды к источникам воды, местам расположения пожарного инвентаря, входной группы, пожарной сигнализации [5];

4. Во всех помещениях предусмотрены датчики дыма;

5. Все двери из помещений и противопожарных дверей открываются по пути эвакуации из школы [5];

6. Все несущие и ограждающие конструкции должны соответствовать I степени огнестойкости здания;

7. В местах общего пользования в лице вестибюля, коридора, на лестничных клетках в качестве отделочных материалов должны использоваться материалы с высокой степенью устойчивости к огню [4];

8. На перепадах уровнях кровли устанавливаются пожарные лестницы;

9. На каждом этаже предусмотрены огнетушители, хорошо видны и имеют доступ к их использованию [11].

10. Расстояние путей эвакуации от дверей наиболее удаленных помещений до выхода из спортивной школы составляет 45 м [12].

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		20

1.5 Конструктивные решения

1.5.1 Общие данные

Конструктивная система здания – смешанная: в осях 1-13 и А-В железобетонные монолитный каркас, в осях 2-6 и Г-Л, 7-11 и Г-Л – металлический каркас;

Конструктивная схема – безригельная, в осях А-В и 1-13 рамно-связевой каркас с использованием металлических колонн.

Здание имеет 2 этажа, а также подвал. В осях 1-3 и 11-13 (А-В) здание имеет один этаж высотой +5,850 м. Высота этажа от пола до потолка 4,0 м. Высота подвала составляет 1,8 м.

В местах примыкания спортивных залов и административной зоны в осях В-Г предусмотрен температурно-осадочный деформационный шов толщиной 500 мм. Глубина заложения фундамента составляет 1,8 м от уровня земли.

1.5.1 Описание конструктивного решения административно-бытовой части здания в осях 1-13 и А-В

Фундамент

В административно-бытовой части здания в осях 1-13 и А-В, фундамент монолитный столбчатый стоящий индивидуально под каждой железобетонной колонной. Размер фундаментов определяется исходя из расчетов.

Глубина заложения фундамента в данной части здания составляет 2 м от уровня земли -0,600 м. Фундамент выполнен из бетона класса В25 армированный арматурой класса А500С. Для гидроизоляции фундамента используют Кальматрон-Эластик, 2 мм, выполняется по бетонной подготовке.

В осях 1-13 и А-располагается подвал высотой 1,8 м от нулевой отметки. Стены подвала монолитные железобетонные из бетона класса В20, толщиной 300 мм. По периметру всего здания предусмотрена

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		21

железобетонная отмостка шириной 0,5 м. Цоколь здания выполнен из монолитного железобетона толщиной 300 мм с утеплением и облицован защитной стенкой из полнотелого кирпича, толщиной 120 мм.

Колонны

В осях здания 1-13 и А-В предусмотрены железобетонные колонны. Колонны идут в сетке 6 на 6 м.

По краям идут железобетонные колонны сечением 400 мм на 400 мм, внутренние колонны идут сечением 300 мм на 300 мм. Колонны выполнены из бетона В25 армированные арматурой класса А500С.

Пространственная жесткость здания обеспечивается путем установки диафрагм жесткости в лестничных зонах, в осях 3 и 7.

Плиты перекрытия

Плиты перекрытия и покрытия в административно-бытовой части здания монолитные железобетонные толщиной 200 мм из бетона класса В20, армированные арматурой класса А500С. В тренажерном зале в осях 11-13 используется монолитная железобетонная ребристая плита высотой 300 мм с шагом ребер 1190 мм.

Крыша и кровля

Кровля над административно-бытовой зоной в осях 1-13 и А-В плоская, безчердачная с внутренним водостоком.

Крыша состоит из монолитной железобетонной плиты толщиной 200мм. Кровля – рулонная, уклон осуществляется за счет слоя керамзита.

Внутренние водостоки расположены по оси Б-3 и Б-12 диаметром 63 мм.

Состав кровли в осях А-В и 1-13:

- монолитная плита;
- пароизоляция;
- уклоннообразующий слой керамзита;
- утеплитель;
- полиэтиленовая пленка;
- стяжка ЦПС с армированием сеткой;

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		22

- изопласт ХПП;
- изопласт ЭКП.

Состав полов

В подвальном помещении полы выполнены по грунту.

Состав пола подвала:

- уплотненный грунт;
- гравийно-песчаная смесь;
- бетонное основание;
- пароизоляция;
- пенополистирол;
- полиэтиленовая пленка;
- армированная стяжка.

Полы в санузлах, буфете, душевых кабинах – керамогранит, в административных помещениях, раздевальных, в помещениях для методических занятий, гардеробе, вестибюле и др. – линолеум.

Состав пола тренажерного зала:

- монолитная плита;
- минеральная вата;
- полиэтиленовая пленка;
- цементно-песчаная смесь М150, армированной сеткой;
- выравнивающий слой ровнителя;
- спортивное покрытие Grabo-sport.

Крыльцо и пандус

Во входной группе предусмотрено крыльцо и стационарный пандус. Крыльца и пандусы выполнены из железобетонной монолитной конструкции на уплотненном грунте, выполненные из бетона класса В20, арматура класса А400. Высота ступеней 200 мм.

Ширина крыльца составляет 2500 мм, длина крыльца 5000 мм. Высота ступеней составляет 200 мм, ширина 300 мм.

Ширина пандуса равняется 1500 мм, уклон 1:12. Ограждения пандуса металлические высотой 1,1 м.

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		23

Окна

В административно-бытовой зоне здания предусматривается 3 типа окон. Окна – металлопластиковые с двухкамерным стеклопакетом белого цвета, отливы белые. В санитарном узле окна размером 800 мм на 1500 мм с матовой поверхностью. В вестибюле используется витражное остекление размером 8000 мм высотой 3000 мм. В остальных помещениях используются окна размером 1560 мм на 2100 мм. Высота подоконника равна 900 мм.

Двери

В входной группе используются две двухстворчатые двери, с частичным остеклением белого цвета, шириной 1300 мм и высотой 2300 мм. Наружные эвакуационные двери – одностворчатые, оснащенные с системой «антипаника», не остекленные, размерами 1100 мм и высотой 2200 мм.

Внутренние двери – глухие, деревянные размерами 900 мм на 2100 мм. В буфете используются деревянные остекленные двухстворчатые двери размерами 1400 мм на 2100 мм. Внутренние двери цвета северный дуб. Замки и дверные ручки устанавливаются на высоте одного метра от уровня пола.

1.5.2 Описание конструктивных решений спортивных залов в осях 1-6 и Г-Л, 8-12 и Г-Л

Фундаменты

Фундамент под спортивными залами монолитный столбчатый под металлические колонны. Размер фундаментов определяется исходя из расчетов.

В данной части не предусмотрен подвал. Глубина заложения фундамента составляет 1,5 м от уровня земли -0,600 м. Для гидроизоляции фундамента используют Кальматрон-Эластик, 2 мм, выполняется по бетонной подготовке.

Колонны

Колонны в осях 2-6 и Г-Л, 8-12 и Г-Л металлические стальные из сварных двутавров с высотой стенки 400 мм, ставят с шагом 6 м. Высота всех колонн составляет 10,2 м.

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		24

По оси Г и Л устанавливаются фахверковые колонны двутаврового сечения с высотой стенки 300 мм с шагом 6 м. По оси Г фахверковые колонны служат опорой для металлических консольных конструкций балкона на уровне + 4,000 м от уровня чистого пола.

Кровля

Над спортивными залами предусмотрена структурная конструкция покрытия «МАрхИ» размером в осях 24 м на 36 м, состоящая из плоских сетчатых систем регулярного пирамидального строения. Выполнена из нижних и верхних поясов, наклонных трубчатыми раскосами размерами 3 м на 3 м, образующие решетчатые пирамиды. На конструкцию укладывается стальной профилированный настил.

Для антикоррозийной защиты все стальные конструкции окрашиваются лакокрасочными покрытиями. Узлы сопряжение элементов выполнены из комбинированных соединений. Узловое соединение состоит из двух фланцев с приваренными стержнями поясов и раскосов. Фланцы на монтаже объединяются с помощью болтов.

Состав кровли над спортивными залами:

- 4-слойный рубероидный ковер с верхним бронированным слоем;
- изопласт;
- пенополиуретан;
- 1 слой рубероида;
- стальной проф. настил;
- прогоны из стального прокатного швеллера;
- пирамидальная конструкция.

Состав полов

В гимнастическом зале предусмотрен настил для вольных упражнений, который представляет собой конструкцию из упругого основания и верхнего амортизирующего слоя. Для выполнения спортивных элементов в гимнастическом зале предусмотрены ямы глубиной 1200 мм и размерами 1500 мм на 2000 мм, с заполнением поролона.

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		25

Состав полов спортивного зала для игры в волейбол и баскетбол и гимнастического зала:

- монолитная плита;
- стяжка фибробетоном, со шлифовкой поверхности;
- полиэтиленовая пленка;
- подложка эластичная из *PUR* материала;
- слой фанеры;
- паркетная доска из массива Гевеи.

Окна и двери

В спортзалах по оси Л, 2 и 12, устанавливаются окна высотой 2100 мм и шириной 1560 мм. В спортивных предусмотрены деревянные двухстворчатые двери размером 1400 мм на 2100 мм. Эвакуационные двери – одностворчатые, оснащенные с системой «антипаника», не остекленные, размерами 1100 мм и высотой 2200 мм.

1.5.3 Решения по наружной и внутренней отделке

Наружная отделка здания из вентилируемых фасадов. Фасад выполнен в разной цветовой гамме, наружные листы выполнены из алюминиевых плит, утепление из минераловатных блоков.

Внутренняя отделка стен

В спортивных залах внутренняя отделка состоит из штукатурного слоя, грунтового слоя и акриловой износостойкой краски молочного цвета. По периметру спортивных залов предусмотрены стеновые протекторы для безопасности занимающихся спортсменов. Наполнителем для протектора служит пенополиэтилен, наружный материал из ПВХ ткани синего цвета. Металлические колонны обшиваются листовой оцинкованной сталью и окрашиваются порошковой эмалью в молочный цвет на всю высоту помещения.

В тренажерном и в зале для ОФП в качестве облицовочного материала стен и потолков используются стеновые панели земляных тонов. Административные помещения, помещения для проведения методических

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		26

занятий и бытовых помещениях по отделке состоят из штукатурного слоя, грунтового слоя и акриловой краски молочного цвета.

В буфете по периметру помещения используются стеновые панели, штукатурный слой, грунтовый слой и акриловая краска белого цвета.

В раздевальных, душевых, венткамере, электрощитовой и санузлах в качестве облицовки используются влагостойкий клей для плитки и керамическая плитка земляных тонов. Полы в данных помещениях также выполнены из керамической нескользящей плитки.

Потолки во всех помещениях окрашиваются матовой краской. Потолки в тренажерном зале и в зале ОФП акустического типа.

1.6 Принципиальные решения по оборудованию объекта инженерными системами

Инженерные системы предусмотрены в подвале спортивной школы. В здании предусмотрено горячее и холодное водоснабжение, котельное отопление, система холодоснабжения, канализация, газоснабжение, электроснабжение и другие устройства (радио, телефон, телеантенна, кабельное телевидение).

Теплоснабжение ресторана предусматривается от собственной котельной.

Для обеспечения необходимых параметров микроклимата помещений и температурных режимов в теплый период запроектирована система холодоснабжения. Источник холодоснабжения – компрессорно-конденсаторные блоки наружной установки с воздушным охлаждением. Для удаления конденсата предусмотрена конденсаторная линия со сбросом конденсата в канализацию.

В здании предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением.

Сброс сточных вод производится в наружную канализацию. Внутренние канализационные сети выполняются полиэтиленовыми трубами диаметром 50мм и 110мм по ГОСТ 22689-89.

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		27

Газоснабжение осуществляется от наружной сети. Трубы газоснабжения прокладываются подземно. Газопровод на входе и выходе из земли заключается в футляр из стальных труб. Концы футляра уплотняются эластичным материалом. Для защиты от коррозии надземный газопровод покрывается двумя слоями грунтовки, двумя слоями краски желтого цвета, предназначенной для наружных работ, опоры – черной.

Электроснабжение осуществляется от внешней сети.

1.7 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Теплотехнический расчёт производится по СП 50.13330.2012[5]. «Тепловая защита зданий». Нормативные данные приняты по СП 131.13330.2018[3] «Строительная климатология».

Приведенная сопротивление теплопередаче R_0 ограждающих конструкций должно быть не менее нормируемых значений R_{req} , которое зависит от градусо-суток отопительного периода района строительства D_d .

Район строительства – г. Казань.

Относительная влажность воздуха: $\varphi_v=56\%$

Тип здания или помещения: Лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты

Вид ограждающей конструкции: Наружные стены с вентилируемым фасадом

Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания: $t_v=20\text{ }^\circ\text{C}$

При температуре внутреннего воздуха здания $t_{int}=20\text{ }^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $\varphi_{int}=56\%$ влажностный режим помещения устанавливается, как нормальный [16].

Определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче R_0^{TP} исходя из нормативных требований к приведенному сопротивлению теплопередаче [16] согласно формуле:

$$R_0^{mp} = \alpha \cdot ГСОП + b, \quad (1)$$

где α и b – коэффициенты, значения которых следует приниматься по данным таблицы 3 (СП 50.13330.2012) для соответствующих групп

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		28

зданий [16].

Так для ограждающей конструкции вида – наружные стены и типа здания – общественные, кроме жилых, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов $\alpha = 0,0003$; $b = 1,4$.

Градусо-сутки отопительного периода ГСОП, $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$ по формуле

$$ГСОП = (t_g - t_{om}) \cdot z_{om}, \quad (2)$$

где t_g – расчётная средняя температура внутреннего воздуха здания, $^{\circ}\text{C}$;
 t_{om} – средняя температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$, принимаемые для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8°C для типа здания – общественные, кроме жилых, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов [1].

z_{om} – продолжительность, сут, отопительного периода для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8°C для типа здания – общественные, кроме жилых, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов. [16].

Таким образом: $t_g = 20^{\circ}\text{C}$, $t_{om} = -2,6^{\circ}\text{C}$, $z_{om} = 233$ сут.

Тогда по формуле (2)

$$ГСОП = (20 - (-2,6)) \cdot 233 = 5265,8 \text{ } ^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$$

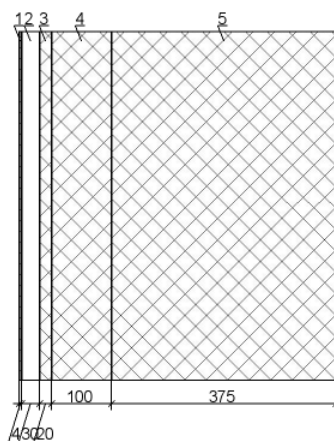
По формуле (1) определяем базовое значение требуемого сопротивления теплопередачи $R_{o}^{тp}$ ($\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$).

$$R_{o}^{тp} = 0,00035 \cdot 5265,8 + 1,4 = 3,24 \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$

Поскольку населенный пункт Иваново относится к зоне влажности - нормальной, при этом влажностный режим помещения - нормальный, то в соответствии с таблицей 2 СП50.13330.2012 теплотехнические характеристики материалов ограждающих конструкций будут приняты, как для условий эксплуатации Б [16].

Схема конструкции ограждающей конструкции показана на рисунке 1:

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		29



1 – алюминий, 2 – воздушная прослойка, 3 – ТЕХНОНИКОЛЬ XPS CARBON PROF, 4 – плиты минераловатные, 5 – газобетон

Рисунок 1 – Схема ограждающих конструкций

1. Алюминий (ГОСТ 22233, ГОСТ 24767), толщина $\delta_1=0,004$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б1}=221$ Вт/(м^{°С})

2. Воздушная прослойка 15-30 см, толщина $\delta_2=0,03$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б2}=0,032$ Вт/(м^{°С})

3. ТЕХНОНИКОЛЬ XPS CARBON PROF 300, толщина $\delta_3=0,02$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б3}=0,032$ Вт/(м^{°С})

4. Плиты минераловатные ($\rho=250$ кг/м³), толщина $\delta_4=0,1$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б4}=0,085$ Вт/(м^{°С})

5. Газобетон ($\rho=1000$ кг/м³), толщина $\delta_5=0,375$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б5}=0,47$ Вт/(м^{°С}).

Условное сопротивление теплопередаче R_0^{ycl} , (м²·°С/Вт) определяется по формуле [16]

$$R_0^{ycl} = \frac{1}{\alpha_{f,i} + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{ext}}}, \quad (3)$$

где $\alpha_{f,i}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м²·°С), принимаемый по таблице 4 СП 50.13330.2012 [16];

α_{ext} – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности, ограждающей конструкций для условий холодного периода, принимаемый по таблице 6 СП 50.13330.2012 [16].

В данном случае $\alpha_{f,i} = 8,7$ Вт/(м²·°С), $\alpha_{ext} = 12$ Вт/(м²·°С).

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		30

Вычислим условное сопротивление R_0^{ysl} по формуле (3)

$$R_0^{ysl} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,004}{221} + \frac{0,03}{0,032} + \frac{0,02}{0,032} + \frac{0,1}{0,085} + \frac{0,375}{0,47} + \frac{1}{12} = 3,74 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче R_0^{np} , $(\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$ определяется по формуле

$$R_0^{np} = R_0^{ysl} \cdot r, \quad (4)$$

где r – коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции, учитывающий влияние стыков, откосов проемов, обрамляющих ребер, гибких связей и других теплопроводных включений.

Для данного расчёта $r = 0,92$.

Вычислим приведенное сопротивление теплопередаче по формуле (4)

$$R_0^{np} = 3,74 \cdot 0,92 = 3,44 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$$

Таким образом, величина приведенного сопротивления теплопередаче R_0^{np} больше требуемого $R_0^{норм}$ ($3,44 > 3,24$), следовательно представленная ограждающая конструкция соответствует требованиям по теплопередаче.

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		31

2 Конструктивно-расчетный раздел

В расчетно-конструктивном разделе предусмотрено выполнение статического расчета структурной конструкции в спортивном зале и подбор сечения элементов стержней.

В спортивном зале предусмотрены металлические колонны постоянного сечения из сплошных двутавров, фахверковые колонны имеют сечение 300 мм на 300 мм.

2.1 Исходные данные для проектирования

Здание спортивной школы строится в г. Казань.

Снеговой район г. Иваново – IV с расчетным значением снежного покрова $S_g = 2,0 \text{ кН/м}^2$ [2].

Ветровой район II с нормативным значением ветрового давления равным $W = 300 \text{ Н/м}^2$ [2].

Средняя температура:

- наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98: $-41 \text{ }^\circ\text{C}$;
- наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98: $-33 \text{ }^\circ\text{C}$.

2.2 Сбор нагрузок

При статическом расчете структурной конструкции покрытия необходимо найти постоянные нагрузки, снеговые нагрузки и ветровые воздействия.

2.2.1 Постоянный нагрузки

Ячейки поясов структурного покрытия принимаем 3 м на 3 м, высоту конструкции 2,12 м. Узловые соединения типа «МАрХИ» состоят из двух фланцев с приваренными стержнями поясов и раскосов. После сборки данной конструкции, ее необходимо обработать антикоррозийным составом.

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.08.03.01.ДО.РК.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		32

Подсчет постоянных нагрузок от кровли на 1 м² покрытия сводим в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Постоянные нагрузки на 1 м² покрытия

Состав покрытия	Нормативная нагрузка, Н/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка, Н/м ²
1	2	3	4
1. 4-слойный рубероидный ковер с верхним бронированным слоем 8 мм, $g = 1600 \text{ кг/м}^3$	128	1,3	166,4
2. Изопласт 2 слоя	100	1,3	130
3. Пенополиуретан 80 мм	100	1,3	130
4. 1 слой рубероида на мастике	40	1,2	48
5. Стальной профилированный настил	125	1,1	138
6. Прогоны из стального прокатного швеллера	29	1,1	32
7. Решетчатая плита	600	1,1	660
8. Подвесная осветительная аппаратура	30	1,1	33
Итого	$g_n = 1152 = 1,152 \text{ кН/м}^2$	-	$g_p = 1229 = 1,229 \text{ кН/м}^2$

Расчетная сосредоточенная постоянная нагрузка на узел верхнего пояса структурной конструкции решается по формуле, кН:

$$P_{\text{покр}} = \Sigma g \cdot \gamma_n \cdot a \cdot B, \quad (2.1)$$

где Σg – расчетное значение постоянной нагрузки от 1 м² покрытия, принимаемое по табл. 2.1, кПа;

γ_n – коэффициент надежности по назначению, принимаемый $\gamma_n = 1$ для зданий II-го класса ответственности [3];

a – шаг нагрузки по пролету фермы, т.е. расстояние между узлами верхнего пояса, м (обычно 3 м);

B – шаг ферм, м.

Таким образом расчетная сосредоточенная постоянная нагрузка равна

$$P_{\text{покр}} = 1,23 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 3 = 11,07 \text{ кН}$$

На края конструкции нагрузка от перекрытия равна половине расчетной сосредоточенной постоянной нагрузки на узел верхнего пояса, кН:

$$\frac{P_{\text{покр}}}{2} = \frac{10,52}{2} = 5,26$$

2.2.2 Снеговые нагрузки

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия решается по формуле, кН:

$$S_o = Sg \cdot c_e \cdot c_i \cdot \mu, \quad (2.2)$$

где c_e – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов, принятый – 1;

c_i – термический коэффициент, принятый - 1;

μ – коэффициент формы, учитывающий переход от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принятый – 0,8;

Sg – нормативное значение веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли.

Нормативное значение снеговой нагрузки равно

$$S_o = 2 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 0,16 \text{ кНм}$$

Расчетное значение снеговой нагрузки решается по формуле

$$S_o = Sg \cdot c_e \cdot c_i \cdot \mu \cdot \gamma_f, \quad (2.3)$$

где γ_f - коэффициент надежности по нагрузке

$$S_p = 2 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,4 = 2,24 \text{ кНм}$$

2.2.3 Ветровые нагрузки

Ветровые нагрузки, распределенные по высоте стоек.

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.08.03.01.ДО.РК.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		34

Расчетные равномерно распределенные нагрузки на стойку (активная и пассивная), кН/м:

$$q_{акт} = \omega_0 \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n \cdot B \cdot k_{ed} \cdot c_{акт}, \quad (2.4)$$

$$q_{пасс} = \omega_0 \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n \cdot B \cdot k_{ed} \cdot c_{пасс}, \quad (2.5)$$

где ω_0 – нормативное значение ветрового давления, принимаемое для заданного ветрового района РФ с использованием табл. 5 [2], кПа;

γ_f – коэффициент надежности по ветровой нагрузке, принимаемый 1,4;

k_{ed} – приведенный аэродинамический коэффициент, зависящий от высоты здания и типа местности;

c – аэродинамический коэффициент, зависящий от направления ветра и принимаемый для наветренной стороны 0,8, для подветренной стороны 0,6 [2].

$$q_{акт} = 0,48 \cdot 1,4 \cdot 0,95 \cdot 6 \cdot 0,563 \cdot 0,8 = 0,862 \text{ кН/м},$$

$$q_{пасс} = 0,48 \cdot 1,4 \cdot 0,95 \cdot 6 \cdot 0,563 \cdot 0,6 = 0,647 \text{ кН/м}$$

Сосредоточенная ветровая нагрузка

Расчетные сосредоточенные нагрузки на стойку (активная и пассивная), кН/м:

$$W_{акт} = \frac{q_{акт}^{ен} \cdot q_{акт}^{нф}}{2} \cdot h_{ш}, \quad (2.6)$$

$$W_{пасс} = \frac{q_{пасс}^{ен} \cdot q_{пасс}^{нф}}{2} \cdot h_{ш}, \quad (2.7)$$

где $q_{акт(пасс)}^{ен}$ – расчетные равномерно распределенные нагрузки в уровне верха покрытия, активная и пассивная соответственно:

$$q_{акт(пасс)}^{ен} = \omega_0 \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n \cdot B \cdot k \cdot c_{акт(пасс)}, \quad (2.8)$$

$$q_{акт}^{ен} = 0,48 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 6 \cdot 0,653 \cdot 0,8 = 2,10 \text{ кН/м},$$

$$q_{пасс}^{ен} = 0,48 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 6 \cdot 0,653 \cdot 0,6 = 1,58 \text{ кН/м}.$$

$q_{акт(насс)}^{нф}$ – расчетные равномерно распределенные нагрузки в уровне низа стропильной фермы, активная и пассивная соответственно:

$$q_{акт(насс)}^{нф} = w_0 \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n \cdot B \cdot k \cdot c_{акт(насс)}, \quad (2.9)$$

где $h_{ш}$ – высота шатра покрытия, т.е. расстояние от низа стропильной фермы до верхней точки кровли;

k – аэродинамический коэффициент, зависящий от высоты здания и типа местности [2].

$$q_{акт}^{нф} = 0,48 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 6 \cdot 0,653 \cdot 0,8 = 2,10 \text{ кН/м},$$

$$q_{насс}^{нф} = 0,48 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 6 \cdot 0,653 \cdot 0,6 = 1,58 \text{ кН/м},$$

$$W_{акт} = \frac{2,10 \cdot 2,10}{2} \cdot 2,12 = 4,452 \text{ кН/м},$$

$$W_{насс} = \frac{1,58 \cdot 1,58}{2} \cdot 2,12 = 3,35 \text{ кН/м}.$$

2.3 Статический расчет

Структурная конструкция покрытия состоит из стержней и узлов типа «МарХИ» размерами в осях 24,0 м на 36,0 м, состоящая из плоских сетчатых систем регулярного пирамидального строения, высотой 2,12 м.

Выполнена из нижних и верхних поясов, наклонных трубчатыми раскосами размерами 3 м на 3 м, образующие решетчатые пирамиды. На конструкцию располагают профилированный настил. Колонны расположены с шагом 6,0 метров.

Для статического расчета конструкции был использован проектно-вычислительный комплекс (ПВК) – SCAD++. При формировании структурной конструкции раскосы соединены шарнирно, колонны установлены с жесткой заделкой.

В ПВК SCAD была сформирована расчетная схема каркаса одного спортивного зала. На рисунке 2.1 представлена расчетная схема каркаса.

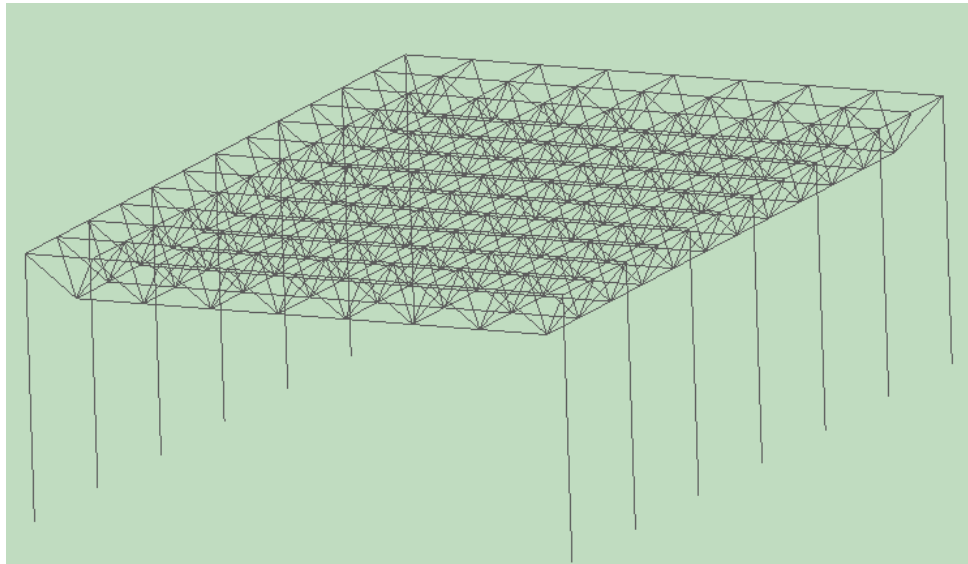


Рисунок 2.1 – Расчетная схема каркаса

По результатам статического расчета получены усилия структурной рамы каркаса от отдельных загрузок: постоянных нагрузок, от снеговых нагрузок, собственного веса конструкции и ветрового воздействия и их сочетание. Существенные загрузки возникают от постоянной и снеговой нагрузки.

На рисунках 2.2-2,5 изображены усилия от постоянных нагрузок, снеговых нагрузок и ветренными воздействиями.

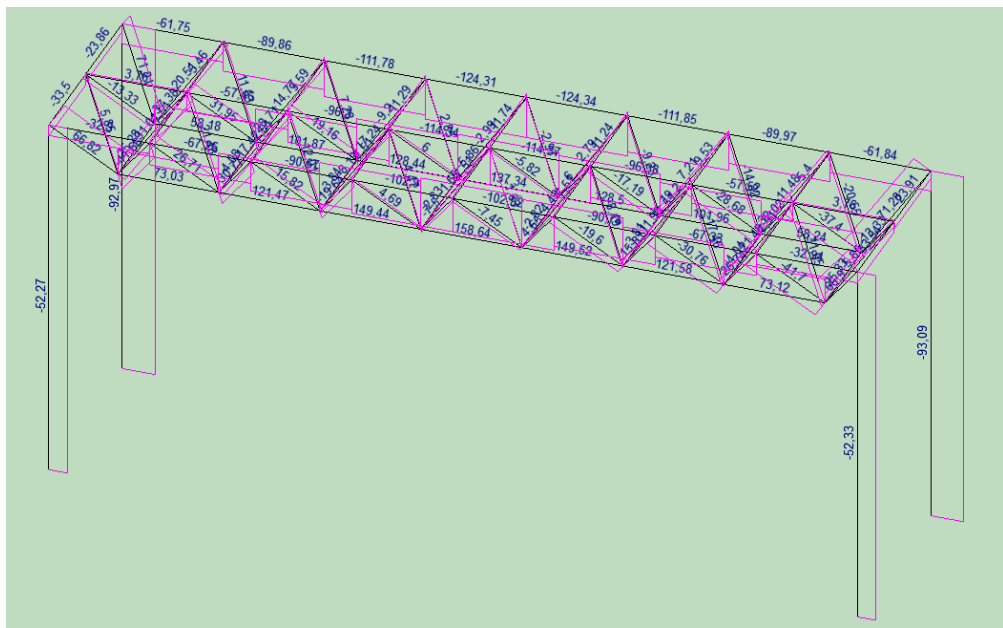


Рисунок 2.2 – Расчетная схема поперечной рамы с постоянными нагрузками

На рисунке 2.3 изображены усилия от снеговых нагрузок.

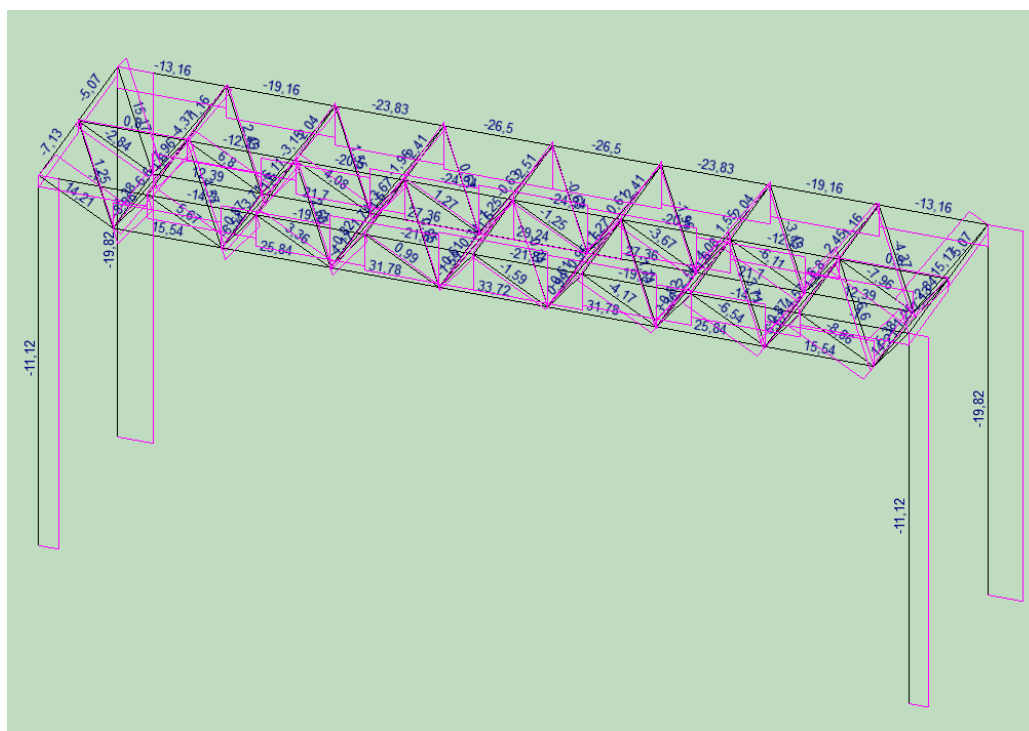


Рисунок 2.3 – Усилия от снеговых нагрузок

На рисунке 2.4-2.5 изображены расчетная схема с усилиями от ветровой нагрузки (два варианта воздействия).

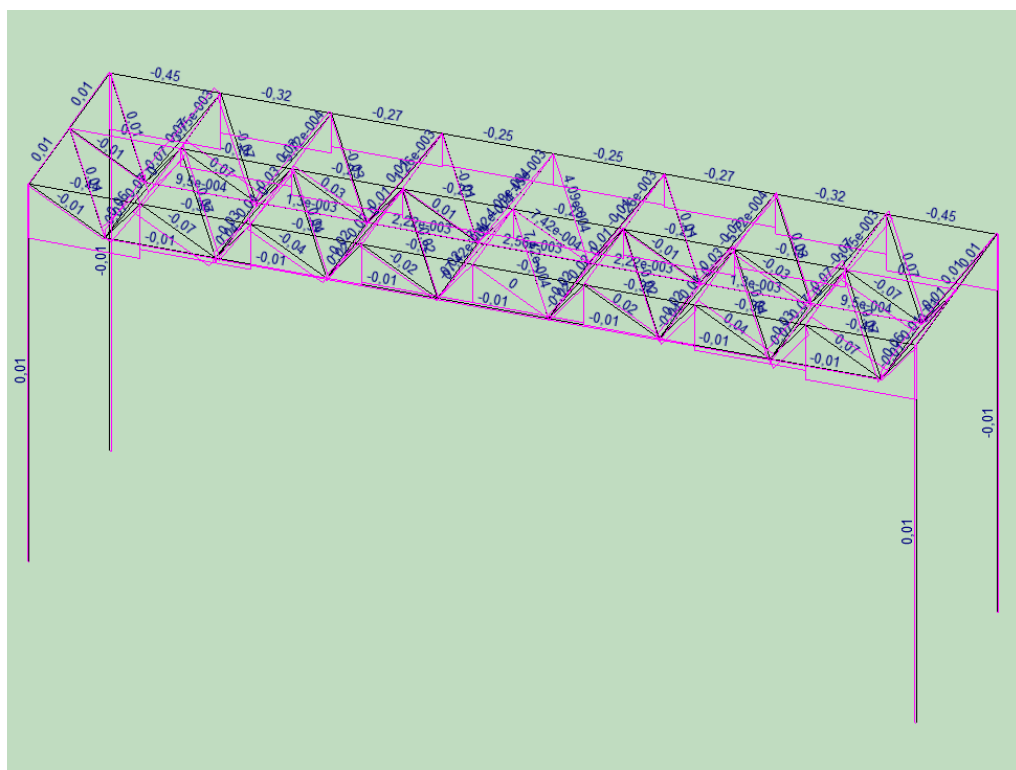


Рисунок 2.4 – Усилия от ветровой нагрузки (1 вариант)

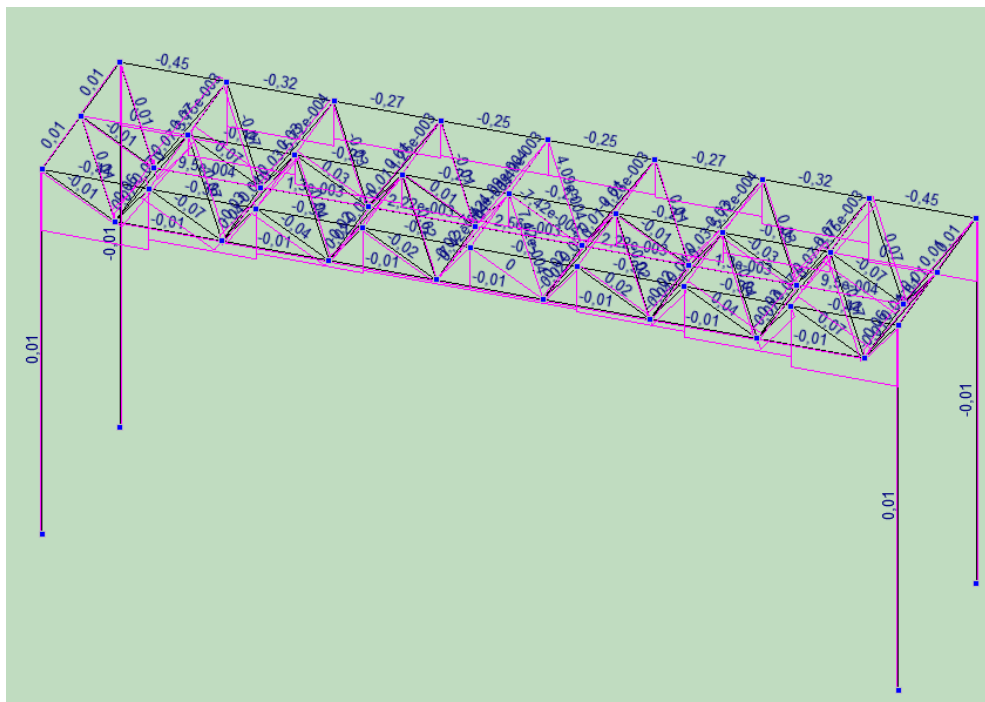


Рисунок 2.5 – Усилия от ветровой нагрузки (2 вариант)

Усилия в расчетном поперечном сечении одной колонны с левой стороны с наибольшим показателем изгибающих моментов и нормальных сил внесено в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Таблица усилий в расчетной поперечном сечении левой стойки

Наименование загрузки	Эпюры усилий		M, кНм	N, кН
	N	M		
1. Постоянная			-9,86	-92,73
2. Снеговая			-19,8	-2,11
3. Ветер слева			0,01	-48,17
4. Ветер справа			0,01	48,17

По результатам статического расчета структурной конструкции получена комбинация усилий. Расчетные комбинации усилий колонн сведены в таблицу 2.3

Таблица 2.3 – Таблица усилий от расчетной комбинации на колонны

N_i , кН	M_i , кН	M_i/ρ , кН	$N_{усл}$, кН
-66,1	-36,68	-131	170,9
-110,79	-34,0	-121,43	207,93
-103,5	-34,41	-122,89	201,812
-99,59	-34,68	-123,86	198,68
-98,76	-34,58	-123,5	197,56
-108,77	-34,11	-121,82	206,23
-65,96	-36,71	-131,107	170,85

На рисунке 2.6 изображена цветовая схема усилий от расчетной комбинации.

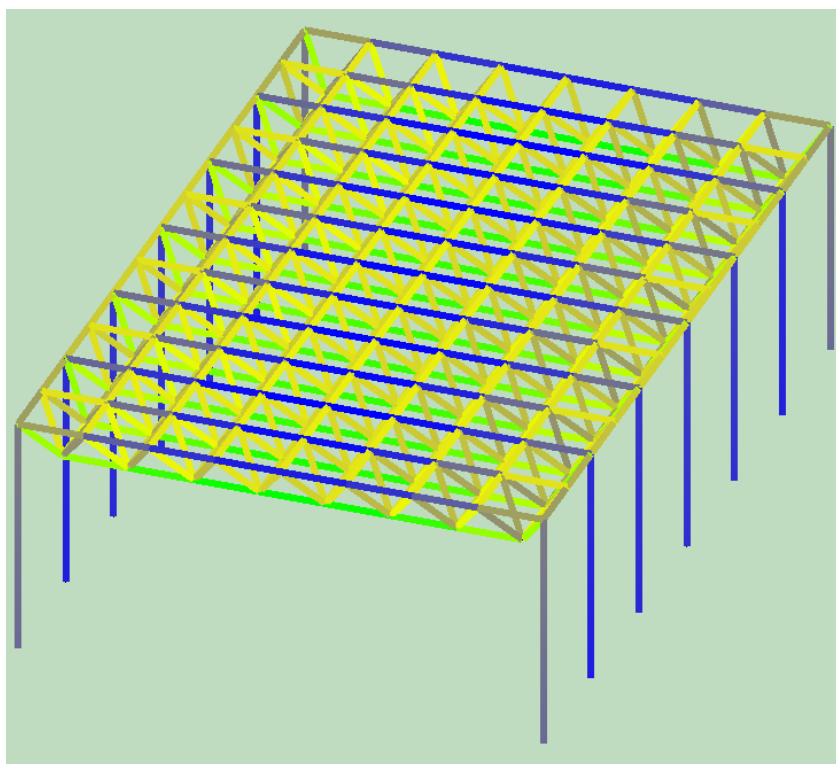


Рисунок 2.6 – Цветовая схема усилий

По рисунку 2.6 можно сделать вывод, что стержни нижнего пояса растянуты, стержни верхнего пояса сжаты.

2.4 Проектирование колонны

Для проектирования колонны необходимо совершить расчет для внецентренно сжатого элемента из условия прочности. В расчете учитываем только одну колонну с наибольшим усилием.

Условная продольная сила в колонне считается по формуле

$$N_{усл} = |N| + \left| \frac{M}{\rho} \right|, \quad (2.10)$$

где N, M – продольная сила, кН, и изгибающий момент, кНм.

ρ – радиус ядра сечения, по формуле принимаемый для двутаврового сечения, вычисляется по формуле

$$\rho = 0,35 \cdot h_e, \quad (2.11)$$

где h_e – высота сечения колонны, принимаемый предварительно 0,280 м.

$$\rho = 0,35 \cdot 0,280 = 1,25 \text{ м}$$

Подбор сечения производится по максимальной условной продольной силе в колонне, в данном случае принимается значение $N_{усл} = 207,93$ кН.

Подбор сечения колонны определяют требуемую площадь поперечного сечения, см^2 , которая определяется по формуле

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi_{np} \cdot R_y \cdot \gamma_c}, \quad (2.12)$$

где N – продольная сила в сечении для расчетной комбинации

φ_{np} – коэффициент продольного изгиба для внецентренно сжатого стержня, принимаем 0,5;

R_y – расчетное сопротивление стали по пределу текучести, принимаемое для выбранной заранее марки стали, С245 $R_y = 240$ МПа.

γ_c – коэффициент условия работы, принимаемый при проектировании колонн одноэтажных производственных зданий равным 0,95 [25].

Таким образом сечение колонны равно

$$A_{mp} = \frac{110,79 \cdot 10}{0,5 \cdot 240 \cdot 0,95} = 9,72 \text{ см}^2$$

Принимаем прокатный двутавр №12Б1. $A = 13,21 \text{ см}^2 > 9,72 \text{ см}^2$.

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.08.03.01.ДО.РК.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		41

Проверка устойчивости сечения в плоскости структурной конструкции:

$$\frac{N}{\varphi_{ex} \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{110,79}{0,886 \cdot 13,21 \cdot 240 \cdot 0,95} \cdot 10 = 0,4 < 1$$

где $\varphi_{ex} = f(m_{ef}; \bar{\lambda}_x) = 0,886$

Приведенный относительный эксцентриситет считается по формуле

$$m_{ef} = \frac{M_x \cdot A}{N \cdot W_x} \cdot \eta, \quad (2.13)$$

где m_{ef} – приведенный относительный эксцентриситет;

$\bar{\lambda}_x$ – приведенная гибкость элемента в плоскости конструкции;

η – коэффициент влияния формы сечения, принятый 1,2.

M_x – изгибающий момент в сечении для расчетной комбинации, кНм;

A – площадь поперечного сечения, см²;

W_x – момент сопротивления сечения в плоскости рамы, принятый 39,7 см³.

$$m_{ef} = \frac{34,0 \cdot 13,21}{110,79 \cdot 39,7} \cdot 1,2 = 0,11$$

$$\bar{\lambda}_x = \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}}, \quad (2.14)$$

где λ_x – гибкость в плоскости (х-х)

E – модуль упругости стали, равный $2,06 \cdot 10^5$ МПа;

Приведенная гибкость элемента равна

$$\bar{\lambda}_x = 40,96 \cdot \sqrt{\frac{240}{206000}} = 1,39$$

$$\lambda_x = \frac{l_{px}}{i_x} = \frac{1020}{24,9} = 40,96$$

Таким образом устойчивость в плоскости рамы обеспечена.

Проверка устойчивости сечения из плоскости рамы проверяется по формуле:

$$\frac{N}{c \cdot \varphi_y \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{110,79}{0,437 \cdot 0,404 \cdot 13,21 \cdot 240 \cdot 0,95} \cdot 10 = 0,25 < 1$$

где c – коэффициент, учитывающий влияние на устойчивость изгибно-крутильных деформаций.

$$c = \frac{1}{(1 + 0,74 \cdot 1,74)} = 0,437$$

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.08.03.01.ДО.РК.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		42

$$\varphi_y = f(\bar{\lambda}_y; \text{тип сечения}) = 0,404$$

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 356 \cdot \sqrt{\frac{240}{206000}} = 4,32$$

$$\lambda_y = \frac{l_{py}}{i_y} = \frac{510}{1,43} = 356$$

Устойчивость обеспечена.

2.5 Проектирование структурной конструкции покрытия

2.5.1 Статический расчет

В расчетной схеме элементы конструкции заменяются стержнями. Связи между стержнями шарнирные. На структурную конструкцию действуют сосредоточенные силы, передаваемые через прогоны на узлы верхнего пояса.

Для дальнейших расчетов выбран фрагмент структурного покрытия с максимальными усилиями, изображенный на рисунок 2.7. Результаты выполненных расчетов указаны в таблице 2.4.

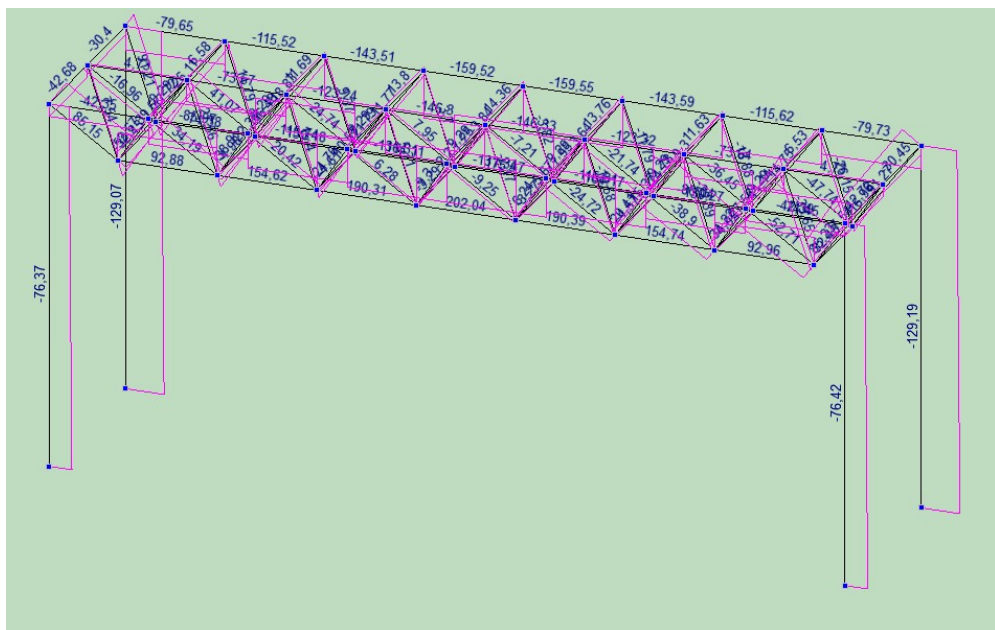


Рисунок 2.7 – Усилия в стержнях конструкции

Таблица 2.4 – Результаты выполненных расчетов

Группа стержней	Величина усилия, N
1	2
Нижний пояс (в продольном и поперечном направлении)	32,48
	190,31
	128,09

Продолжение таблицы 2.4

	202,04
	157,74
	30,48
	57,77
Верхний пояс (в продольном и поперечном направлении)	-67,26
	-97,47
	-120,95
	-159,55
	-132,9
	-120,0
	-96,13
	-66,07
	3,99
	-63,61
	-106,91
	-127,34
	-127,64
	-107,83
-65,06	
3,99	
Раскосы ·	58,09
	16,09
	0,98
	-42,56
Раскосы · - используется одно пирамидальное строение	

2.5 Конструктивный расчет фермы

Конструктивный расчет необходим для подбора сечений элементов конструкции. Стержни выполнены из трубчатых профилей. Стержни конструкции работают на осевые усилия: растягивающие и сжимающие. Для конструктивного расчета рассматриваются шесть типов-размеров для подбора сечения (два элемента верхнего пояса, два элемента нижнего пояса и два элемента раскосов).

Подбор сечения для центрально сжатого элемента определяется по формуле

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi_{np} \cdot R_y \cdot \gamma_c}, \quad (2.15)$$

где N – расчетное усилие в элементе,

φ_{np} – предварительное значение коэффициента продольного изгиба для центрально-сжатого стержня, принятый 0,8;

R_y – расчетное сопротивление стали по пределу текучести;

γ_c – коэффициент условия работы, принимаемый 1.

Проверка сечения проводится по устойчивости по формуле

$$k_{уст} = \frac{N}{\varphi_{min} \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c}, \quad (2.16)$$

Подбор сечения для центрально растянутого элемента определяется по формуле

$$A_{mp} = \frac{N}{R_y \cdot \gamma_c}, \quad (2.17)$$

где N – расчетное усилие в элементе;

R_y – расчетное сопротивление стали по пределу текучести;

γ_c – коэффициент условия работы, принимаемый 1.

$[\lambda]$ - предельная гибкость, принимаемая $[\lambda]=400$ для растянутых элементов при отсутствии динамических нагрузок.

Проверка сечения проводится по прочности по формуле

$$k_{уст} = \frac{N}{A \cdot R_y \cdot \gamma_c}, \quad (2.18)$$

Условные гибкости считаются по формуле:

$$\overline{\lambda}_{x(y)} = \lambda_{x(y)} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}}, \quad (2.19)$$

где $\overline{\lambda}_{x(y)}$ – приведенная гибкость.

E – модуль упругости стали, равный $2,06 \cdot 10^5$ МПа

Расчет элементов верхнего пояса

$N_1 = - 66,07$ кН – расчетное усилие в элементе

Сечение из замкнутых профилей (труб) определяется по формуле (2.14)

$$A_{mp} = \frac{66,07 \cdot 10}{0,8 \cdot 240 \cdot 1} = 6,99 \text{ см}^2$$

По сортаменту подбираем сечение из трубы D42·7 с диаметром 42 мм, толщиной стенки 7 мм, площадью $7,69 \text{ см}^2$, $i_x = i_y = \frac{d}{4} = 10,5 \text{ мм}$

Условные гибкости:

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.08.03.01.ДО.РК.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		45

$$\overline{\lambda_{x(y)}} = \lambda_{x(y)} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{300 \text{ см}}{1,05 \text{ см}} \cdot \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 0,33$$

$$\varphi_{\min} = 0,89$$

где $k_{\text{исп}}$, - коэффициент использования несущей способности, принимаемый 0,8.

Проверка устойчивости принятого сечения считается по формуле (2.16):

$$k_{\text{исп}} = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{134,23 \cdot 10}{0,89 \cdot 12,2 \cdot 240 \cdot 1} = 0,52 < 1$$

устойчивость обеспечена.

Проверка гибкости:

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot k_{\text{исп}} = 180 - 60 \cdot 0,78 = 133,2$$

$$\lambda_x = \lambda_y = 33 < [\lambda]$$

$N_1 = -66,07$ кН – расчетное усилие в элементе

Сечение из замкнутых профилей (труб) определяется по формуле (2.14)

$$A_{\text{тп}} = \frac{66,07 \cdot 10}{0,8 \cdot 240 \cdot 1} = 3,44 \text{ см}^2$$

По сортаменту подбираем сечение из трубы D42·2,8 с диаметром 42 мм, толщиной стенки 2,71 мм, площадью 3,45 см², $i_x = i_y = \frac{d}{4} = 10,5$ мм

Условные гибкости:

$$\overline{\lambda_{x(y)}} = \lambda_{x(y)} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{300 \text{ см}}{1,05 \text{ см}} \cdot \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 0,33$$

$$\varphi_{\min} = 0,89$$

где $k_{\text{исп}}$, - коэффициент использования несущей способности, принимаемый 0,8.

Проверка устойчивости принятого сечения:

$$k_{\text{исп}} = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{66,07 \cdot 10}{0,89 \cdot 3,45 \cdot 240 \cdot 1} = 0,89 < 1,$$

устойчивость обеспечена.

Проверка гибкости:

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot k_{\text{исп}} = 180 - 60 \cdot 0,78 = 133,2$$

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.08.03.01.ДО.РК.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		46

$$\lambda_x = \lambda_y = 33 < [\lambda]$$

Расчет элементов верхнего пояса

N = 136,65 кН – расчетное усилие в элементе

Сечение из замкнутых профилей (труб) определяется по формуле (2.15)

$$A_{mp} = \frac{136,65 \cdot 10}{240 \cdot 1} = 5,69 \text{ см}^3$$

По сортаменту подбираем сечение из трубы D42·5 с диаметром 42 мм, толщиной стенки 5 мм, площадью 5,81 см², $i_x = i_y = \frac{d}{4} = 10,5 \text{ мм}$

Проверка прочности принятого сечения:

$$k_{исп} = \frac{136,65 \cdot 10}{5,81 \cdot 240 \cdot 1} = 0,97 < 1,$$

т.е. обеспечивается с запасом.

Проверка гибкости:

$$\lambda_x = \lambda_y = \frac{l_{px}}{i_x} = \frac{300}{10,5} < [\lambda] = 400$$

Расчет элементов верхнего пояса

N = 59,06 кН – расчетное усилие в элементе

Сечение из замкнутых профилей (труб) определяется по формуле (2.15)

$$A_{mp} = \frac{59,06 \cdot 10}{240 \cdot 1} = 2,46 \text{ см}^3$$

По сортаменту подбираем сечение из трубы D42·2,5 с диаметром 42 мм, толщиной стенки 2,43 мм, площадью 3,10 см², $i_x = i_y = \frac{d}{4} = 10,5 \text{ мм}$

Проверка прочности принятого сечения:

$$k_{исп} = \frac{59,06 \cdot 10}{3,10 \cdot 240 \cdot 1} = 0,79 < 1,$$

т.е. обеспечивается с запасом.

Проверка гибкости:

$$\lambda_x = \lambda_y = \frac{l_{px}}{i_x} = \frac{300}{10,5} < [\lambda] = 400$$

Расчет раскосов

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.08.03.01.ДО.РК.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		47

$N = 58,09$ кН – расчетное усилие в элементе

Сечение из замкнутых профилей (труб) определяется по формуле (2.15)

$$A_{mp} = \frac{58,09 \cdot 10}{240 \cdot 1} = 2,42 \text{ см}^3$$

По сортаменту подбираем сечение из трубы D42·2,5 с диаметром 42 мм, толщиной стенки 2,43 мм, площадью $3,10 \text{ см}^2$, $i_x = i_y = \frac{d}{4} = 10,5 \text{ мм}$

Проверка прочности принятого сечения:

$$k_{усн} = \frac{58,09 \cdot 10}{3,10 \cdot 240 \cdot 1} = 0,79 < 1,$$

т.е. обеспечивается с запасом.

Проверка гибкости:

$$\lambda_x = \lambda_y = \frac{l_{px}}{i_x} = \frac{298}{10,5} < [\lambda] = 400$$

$N_1 = - 42,06$ кН – расчетное усилие в элементе

Сечение из замкнутых профилей (труб) определяется по формуле (2.14)

$$A_{mp} = \frac{42,06 \cdot 10}{0,8 \cdot 240 \cdot 1} = 2,1 \text{ см}^2$$

По сортаменту подбираем сечение из трубы D42·2,5 с диаметром 42 мм, толщиной стенки 2,43 мм, площадью $3,10 \text{ см}^2$, $i_x = i_y = \frac{d}{4} = 10,5 \text{ мм}$

Условные гибкости:

$$\overline{\lambda}_{x(y)} = \lambda_{x(y)} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{300 \text{ см}}{1,05 \text{ см}} \cdot \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 0,33$$

$$\varphi_{min} = 0,89.$$

где $k_{усн}$, - коэффициент использования несущей способности, принимаемый 0,8.

Проверка устойчивости принятого сечения считается по формуле (2.16):

$$k_{усн} = \frac{N}{\varphi_{min} \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{42,06 \cdot 10}{0,89 \cdot 2,43 \cdot 240 \cdot 1} = 0,81 < 1$$

устойчивость обеспечена.

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.08.03.01.ДО.РК.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		48

Проверка гибкости:

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot k_{исп} = 180 - 60 \cdot 0,78 = 133,2$$

$$\lambda_x = \lambda_y = 33 < [\lambda]$$

Таким образом в конструктивно-расчетном разделе выполнен расчет колонны, выполнен статический расчет всей конструкции и подобраны сечения структурной конструкции покры

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.08.03.01.ДО.РК.ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		49

						ФГБОУ ВО ПГУПС.ВКР.08.03.01.ДО.ОТ.ПЗ	92
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		