

«Допущена к защите»
РОП


/подпись/ Ж. Е. Ескермесов
/Ф.И.О./
« » 20 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему: «Художественный музей в городе Астана»

Специальность/ОП: 6B07316 - «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»
/шифр и наименование/

Выполнил


/подпись/

Бекзатов Бақдәулет Мұхтарұлы
/Ф.И.О./

Научный руководитель


/подпись/

Ескермесов Жандос Елеуқенович
/Ф.И.О. ученой степени, ученое звание/

Тараз 2026 год

ОП 6B07316 - «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломного проекта (работы)

Студенту (ке) Бекзатов Б. М.

Ф.И.О.

Тема проекта (работы) «Художественный музей в городе Астана»

утверждена приказом по вузу № от « » 20 г.

Срок сдачи законченного проекта (работы) « » 20 г.

Исходные данные к проекту (работе) глубина промерзания грунта 220см; температура наружного воздуха самой холодной пятидневки минус 37°С и самых холодных суток минус 39°С; среднегодовое количество осадков – 429мм; снежный покров – неустойчивый; господствующее направление ветров – юго-западное; четвертый район снеговой нагрузки – 450кг/м. Рельеф площадки строительства принят условно спокойным.

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте (работе) вопросов или краткое содержание дипломного проекта (работы):

Введение. 1. Архитектурно-строительный раздел: Объёмно-планировочное решение, Архитектурно-конструктивное решение, Ведомость отделки помещений, Экспликация полов, Спецификация сборных элементов, Спецификация элементов заполнения проёмов, Инженерное оборудование здания, Тепло-технический расчет ограждающих конструкции, Техничко-экономические показатели.

2. Расчётно-конструктивный раздел: Расчёт ребристой плиты покрытия, подсчет нагрузок, расчет полки, поперечного ребра, статический расчет плиты в продольном направлении (продольных ребер), определение геометрических характеристик продольных ребер, предварительное напряжение и его потери, проверка прочности нормального сечения продольных ребер, расчет прочности сечений, наклонных к продольной оси панели, на действие поперечной силы, расчет по образованию трещин, нормальных к продольной оси плиты, в стадии изготовления, транспортировки и монтажа. Расчёт фундамента, определение отметки подошвы, количества фундаментных блоков по высоте, ширины подушки, сбор нагрузок, расчёт нагрузки на 1м² кровли, нагрузки на 1м² плиты покрытия, нагрузки на 1м² плиты перекрытия, нагрузки на 1м длины фундамента, определение требуемой ширины подушки фундамента, расчётного сопротивления R, проверка подобранной ширины подушки фундамента, расчёт ленточного фундамента по материалу, длина консольного участка фундамента, определение поперечной силы, приходящейся на метр длины фундамента, изгибающий момент, действующий по краю фундаментного блока, определение требуемой площади арматуры подушки.

3. Раздел технологий и организаций строительства: Стройгенплан.

4. Техничко-экономическое обоснование проекта: Определение расчетной стоимости строительства, Техничко-экономические показатели. Заключение. Список литературы

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Фасад, Генеральный план, Экспликация зданий и сооружений, Планы этажей, Разрезы, Узлы, ТЭП.
2. Фундаменты, Ребристая плита покрытия ПР 51.15.
3. Строительный генеральный план.

Рекомендуемая основная литература

1. Орловский Б. Я., Магай Л. А. Основы проектирования гражданских и промышленных зданий.
2. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика.
3. Шилибеков С. К., Иикарбеков Н. О. Дипломное проектирование. Методические указания для студентов специальности ПГС.
4. Байков В. Н., Сигалов Э. Е. Железобетонные конструкции. (Общий курс).
5. Хамзин С. К., Карасев А. К. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование.
6. Сборник ЕНиР: Е1; Е3; Е4; Е5; Е6; Е7; Е8-1.

Консультации по проекту (работе) с указанием относящихся к ним разделов проекта (работы)

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Архитектурно-строительный	Асылбеков А. Ш.	30.04.26	
Расчетно-конструктивный	Ескермесов Ж.Е.	20.05.26	
Технология и организация строительства	Таттибаев С. Ж.	29.05.26	
Экономическое обоснование	Ескермесов Ж.Е.	9.06.26	

ГРАФИК

выполнения дипломного проекта (работы)

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
	Введение		
	Архитектурно-строительный	29.04.26	
	Расчетно-конструктивный	19.05.26	
	Технология и организация строительства	28.05.26	
	Экономическое обоснование	8.06.26	
	Заключение		
	Список использованных источников		

Дата выдачи задания « _____ » _____ 20__ г.

РОП


/подпись/

Ескермесов Ж. Е.
/Ф.И.О./

Руководитель
проекта (работы)


/подпись/

Ескермесов Ж. Е.
/Ф.И.О./

Задание принял к исполнению

Студент


/подпись/

Бекзатов Б. М.
/Ф.И.О./

АННОТАЦИЯ

Тема дипломного проекта: «Художественный музей в городе Астана».

В состав проекта входят: введение, архитектурно-строительная часть, расчетно-конструктивная часть, часть технологии и организации строительства, часть определения расчетной стоимости строительства на стадии технико-экономического обоснования, охрана труда и заключение.

В архитектурно-строительной части, объемно-планировочные и конструктивные решения проектируемого здания, были приняты на основании нормативных документов (строительных норм и правил).

В расчетно-конструктивной части полностью даны расчеты плиты покрытия и фундамента. В этой части больше внимания уделяется к полному расчету основных несущих конструктивных элементов (плитам покрытия и фундаментам). Принятые основные решения приведены в графической части.

В технологической части составлен план проведения работ. В пояснительной записке описаны метод производства работ, расчет объема работ, калькуляция, расчеты для подбора машин-механизмов, расчеты строительного генерального плана, технология производства работ.

В части определения расчетной стоимости строительства на стадии технико-экономического обоснования определена расчетная стоимость и произведен расчет техника экономических показателей по работе.

Технико – экономические показатели: расчетная стоимость строительства на стадии технико-экономического обоснования – _____тысяче тенге, продолжительность строительства – 152 дней.

Страниц - ____, рисунков – ____, таблиц – ____, список литературы 40 наименований. Графическая часть 6 листов формата А-1.

Содержание

Введение

1. Архитектурно-строительный раздел

1.1. Исходная градостроительная ситуация

1.2. Существующее состояние территории

1.3. Архитектурные решения

1.4 Объемно-планировочное решение объекта

2 Расчётно-конструктивный раздел а

2.1 Расчёт ребристой плиты покрытия

2.1.1 Подсчет нагрузок на плиту покрытия

2.1.2 Расчет полки

2.1.3 Расчет поперечного ребра

2.1.4 Статический расчет плиты в продольном направлении

2.1.5 Определение геометрических характеристик продольных ребер

2.1.6 Предварительное напряжение и его потери

2.1.7 Проверка прочности нормального сечения продольных ребер

2.1.8 Расчет прочности сечений, наклонных к продольной оси панели, на действие поперечной силы

2.1.9 Расчет по образованию трещин, нормальных к продольной оси плиты, в стадии изготовления, транспортировки и монтажа

2.1.10 Определение диаметра подъемных петель

3 Технологический раздел

4.1 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

4.1 Определение расчетной стоимости строительства

Заключение

Список использованной литературы

Введение

Художественный музей — это научно-исследовательское и просветительское учреждение искусствоведческого профиля. В музеях собирают, хранят, изучают, экспонируют и популяризуют произведения изобразительного и декоративно-прикладного искусства, памятники архитектуры, археологии, этнографии, истории и др.

Истоки музейного дела уходят в Древнюю Грецию: произведения искусства приносили в дар богам, и со временем при храмах накапливались большие собрания. Однако эти хранилища оставались закрытыми для широкой публики. Прообразом музея в современном смысле можно считать афинскую Пинакотеку — хранилище живописи, располагавшееся рядом с Пропилеями.

Позже, в эпоху эллинизма, начали складываться музейные коллекции, одним из примеров является Александрийский музей (Мусейон). Систематическое коллекционирование памятников науки и искусства начинается в Италии в эпоху Возрождения, а затем распространяется на другие страны Западной Европы. В конце XV–XVI вв. формируются собрания, ставшие основой старейших музеев, но доступ к ним тогда имел лишь ограниченный круг людей.

Разработка концепции публичного музея, его архитектурного типа и принципов экспонирования особенно активно велась в Европе в конце XVIII — начале XIX вв. Эпоха просвещения требовала наглядных и конкретных форм представления знаний, и музейная экспозиция хорошо отвечала этим задачам. В обществе усиливается интерес к музеям как хранителям подлинных исторических свидетельств и памятников прошлого. Тогда же становится очевидно, что коллекции следует размещать не во дворцах, а в специально построенных зданиях.

Художественный музей в г. Астана станет центром культурной и просветительской деятельности. Удачное расположение участка и близость набережной могут сделать его точкой притяжения для отдыхающих горожан, а соседство метро и остановок наземного транспорта обеспечит равную доступность для жителей разных районов города.

1 Архитектурно-строительный раздел

1.1 Исходная градостроительная ситуация

Площадка строительства площадью 2 га расположена в Алатауском районе.

По карте градостроительного зонирования г. Астана участок относится к зоне делового, общественного и коммерческого назначения.

Остановки маршрутного транспорта размещены на расстоянии 200 и 500 м от участка. Вокзал находится в 200 м, железнодорожная станция — в 230 м. Улично-дорожная сеть включает общегородские скоростные магистрали. Основной подъезд к зданию предусмотрен со стороны ул. Арынова; вдоль улицы проложены необходимые инженерные коммуникации. Проектом предусматривается въезд к зданию со съездом с магистрали на собственную дорогу и далее — на открытую парковку. Ситуационная схема участка приведена на рисунке 1.1.

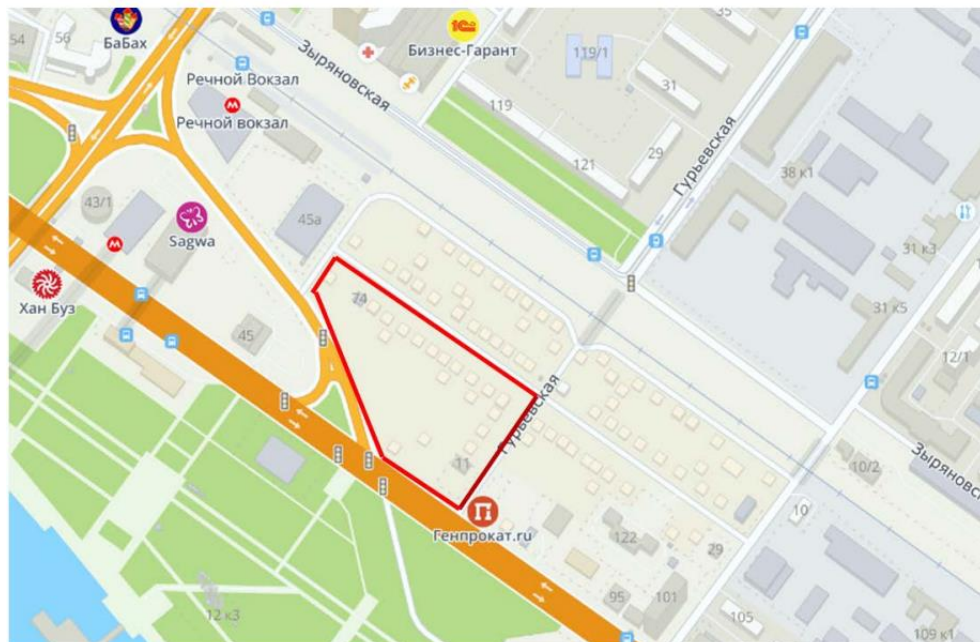


Рисунок 1.1. Ситуационная схема

1.2 Существующее состояние территории

С западной стороны участок примыкает к Астанинскому государственному драматическому театру, с северо-запада расположена двухэтажная автостоянка. С северо-востока и юго-востока — частные дома и административные здания, с юго-запада — набережная.

Рельеф территории наклонен в сторону реки. Перепад отметок между северо-восточной и юго-западной границами участка составляет около 5 м. Топографическая съемка приведена на рисунке 1.2.

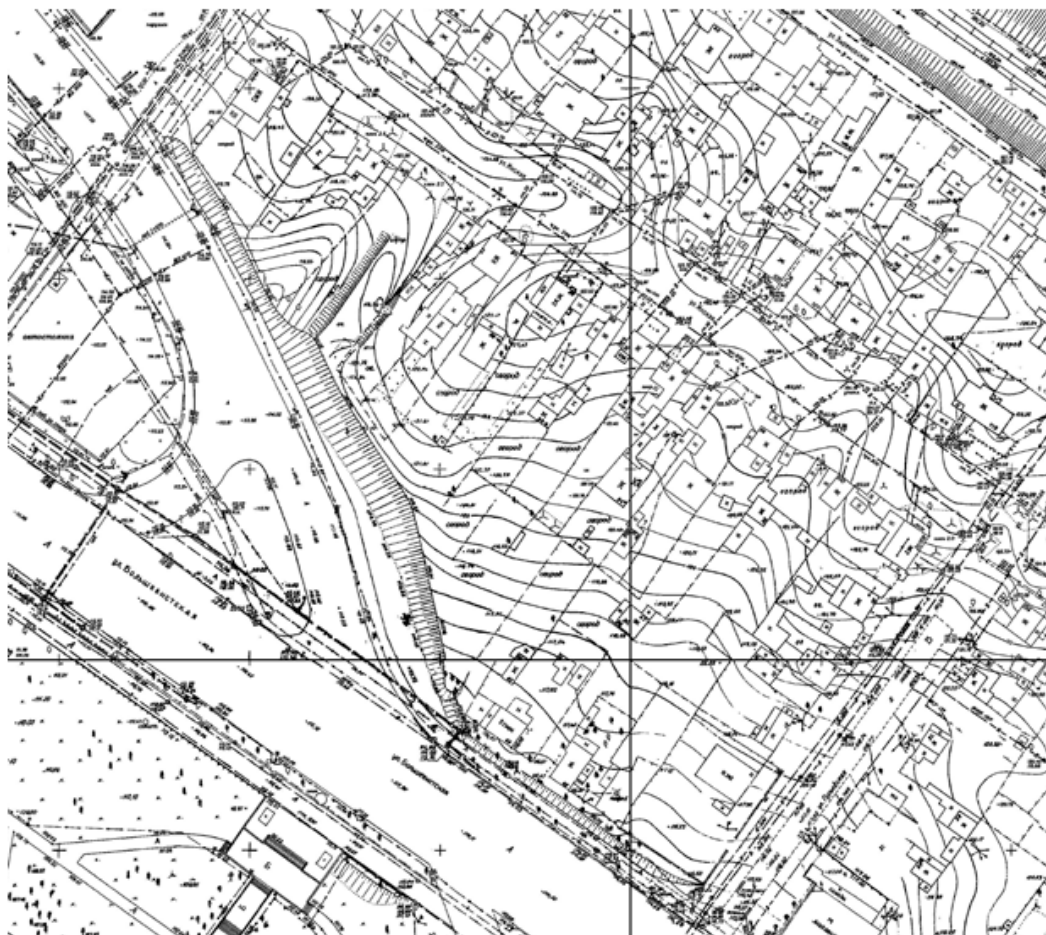


Рисунок 1.2. Топосъемка

Схема планировочной организации земельного участка выполнена в соответствии с заданием на проектирование и требованиями СП 118.13330.2012* «Общественные здания и сооружения». С территории застройки организован въезд/выезд на существующую сеть автомобильных дорог. Также запроектирована площадка для загрузки экспонатов в фондохранилище.

В юго-восточной части участка размещена открытая парковка для временной стоянки автомобилей посетителей; рядом с разгрузочной площадкой предусмотрены парковочные места для МГН и сотрудников. Дополнительная разгрузочная площадка расположена с северо-восточной стороны здания. Проезды выполняются с бортовым камнем и асфальтобетонным покрытием.



Рисунок 1.3. Схема планировочной организации земельного участка.

Для зданий высотой до 28 м расстояние от внутреннего края пожарного проезда должно быть в пределах 5–8 м; принятая схема размещения проездов этому требованию соответствует. Элементы благоустройства расположены так, чтобы не препятствовать тушению пожара и движению техники.

Вертикальная планировка обеспечивает отвод ливневых и талых вод вдоль кромки проезжей части внутренних дорог на существующие проезды с твердым покрытием, с дальнейшим отведением стока в сеть ливневой канализации со всей площадки строительства.

Для пешеходов запроектированы дорожки с покрытием из тротуарной плитки. Ширина дорожек принята 3 м; вдоль проездов предусмотрены тротуары шириной 2 м, рассчитанные на нагрузку от пожарной техники. Вокруг здания пешеходное движение организовано по отмостке шириной 1,5 м (при внутреннем водоотводе с кровли) и по тротуарным дорожкам.

Вся прилегающая территория, не занятая проездами и дорожками, подлежит озеленению. Предусмотрены деревья, невысокие кустарники, клумбы и газоны. Газоны могут использоваться для выставок на открытом воздухе и других культурных мероприятий. ТЭП участка приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1. Основные технико-экономические показатели участка

№	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
1	Площадь благоустройства	м ²	22000

2	Площадь застройки	м ²	3653,43
3	Площадь проездов и тротуаров	м ²	6668,53
4	Площадь озеленения	м ²	14027,78
5	Общая площадь благоустройства	м ²	20696,31

Предельные размеры земельных участков и предельные параметры разрешённого строительства и реконструкции объектов капитального строительства для подзоны делового, общественного и коммерческого назначения с объектами различной плотности жилой застройки (ОД-1.1):

а) размер земельного участка: минимально — 0,1 га, максимально — 150 га;

б) минимальный отступ от границ земельного участка для объектов капитального строительства — 3 м; для выступающих элементов (проекций балконов, крылец, прямков) — 1 м;

в) отступ от границ земельного участка, совпадающих с красными линиями улиц, при определении допустимого размещения зданий, строений и сооружений (за пределами этих границ их строительство запрещено) — 0 м.

г) предельно допустимое максимальное количество надземных этажей зданий, строений и сооружений для объектов капитального строительства с иным видом разрешенного использования — 30 этажей; д) минимальный процент застройки в границах земельного участка для объектов капитального строительства — 25% (без учета эксплуатируемой кровли подземных, подвальных и цокольных частей объектов); максимальный процент застройки в границах земельного участка для объектов капитального строительства — 70% (также без учета эксплуатируемой кровли подземных, подвальных и цокольных частей объектов);

Расчет парковочных мест: Музей запроектирован на 250 посетителей одновременно. Исходя из норматива 15 машиномест на 100 одновременных посетителей, получаем:

$$250/100 \times 15 = 37,5 \text{ машиноместа.}$$

Следовательно, для посетителей требуется не менее 38 машиномест. Дополнительно предусмотрено 5 машиномест для сотрудников. Открытая парковка запроектирована в соответствии с СП 113.13330.2016 «Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СН 21-02-99*, СП 59.13330.2012 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001 (с Изменением № 1) и СП 118.13330.2012* «Общественные здания и сооружения».

Размеры машино-мест приняты с учетом минимально допустимых зазоров безопасности: 5,3×2,5 м. Для инвалидов, использующих кресла-коляски, предусматривается увеличенный размер — 6,0×3,6 м.

Разметку парковочного места для автомобиля инвалида на кресле-коляске следует выполнять в габаритах 6,0×3,6 м — это позволяет организовать безопасную зону сбоку и сзади автомобиля шириной 1,2 м.

Если на стоянке предусматриваются места для регулярной парковки автомобилей, салоны которых адаптированы для перевозки инвалидов на креслах-колясках, ширина боковых подходов к автомобилю должна быть не менее 2,5 м.

На индивидуальных автостоянках на участке рядом со зданиями или внутри зданий учреждений обслуживания необходимо выделять 10% мест (но не менее одного) для транспорта инвалидов. Из них 5% должны быть специализированными местами для автотранспорта инвалидов на кресле-коляске; при общем числе мест до 100 включительно — также 5%, но не менее одного места. Выделенные места обозначаются знаками по ГОСТ Р 52289 и ПДД на покрытии стоянки и дополнительно дублируются знаком на вертикальной поверхности (стена, столб, стойка и т. п.) по ГОСТ 12.4.026, размещенным на высоте не ниже 1,5 м.

Места для личного автотранспорта инвалидов располагаются у входа в предприятие или учреждение, но не дальше 50 м. Площадки остановки специализированного общественного транспорта, перевозящего только инвалидов (социальное такси), предусматриваются на расстоянии не более 100 м от входов в общественные здания.

В проектируемом здании предусмотрено 5 машино-мест для МГН, при этом одно из них — расширенное, для инвалидов, пользующихся креслами-колясками.

1.3 Архитектурные решения

При проектировании здания художественного музея ставилась задача получить удобное и функциональное выставочное пространство, соответствующее требованиям, предъявляемым к зданиям такого назначения.

Принятая композиция фасадов обусловлена тем, что для музеев, где экспонируются светочувствительные предметы, световые проемы рекомендуется ориентировать на север. По этой причине значительная часть объема выполнена без окон. Наружные стены запроектированы самонесущими: кирпичная кладка с утеплением минераловатными плитами и штукатурной отделкой. В качестве декоративного приема использованы вертикальные

алюминиевые рейки с фактурой «под дерево». Волнообразный профиль реек дает выраженную игру света и тени, которая заметно меняется в течение дня.

Решение фасадов приведено на рисунке 2.1.

Витражным остеклением акцентированы входная группа, а также холлы на 2 и 3 этажах. Это сделано, чтобы обеспечить естественную инсоляцию помещений, обслуживающих посетителей, и одновременно открыть вид на набережную и реку. В административной части панорамное остекление позволяет выдержать требуемые показатели освещенности. Кроме того, витражи предусмотрены на 1 этаже в осях А–Л и 1–4: здесь размещены помещения, которым необходимо естественное освещение — рекреационная зона, гардероб и касса, комнаты отдыха персонала, лекционный зал, книжный магазин.

В витражах применяется стекло с зеркальным напылением. Его принцип работы заключается в том, что затемненный интерьер «теряется» на фоне яркого отражения: находящийся внутри человек хорошо видит улицу до тех пор, пока разница освещенностей не уменьшится до $10 \div 100$, тогда как прохожие снаружи воспринимают в основном собственное отражение. В ночное время посетители в помещении не будут видеть наружу ничего. Чтобы оставаться незаметными со стороны улицы, требуется, чтобы разница освещенностей была не менее 2. Соответственно, увидеть помещение снаружи можно будет лишь поздно в сумерках, когда на улице будет всего немного светлее, чем внутри.

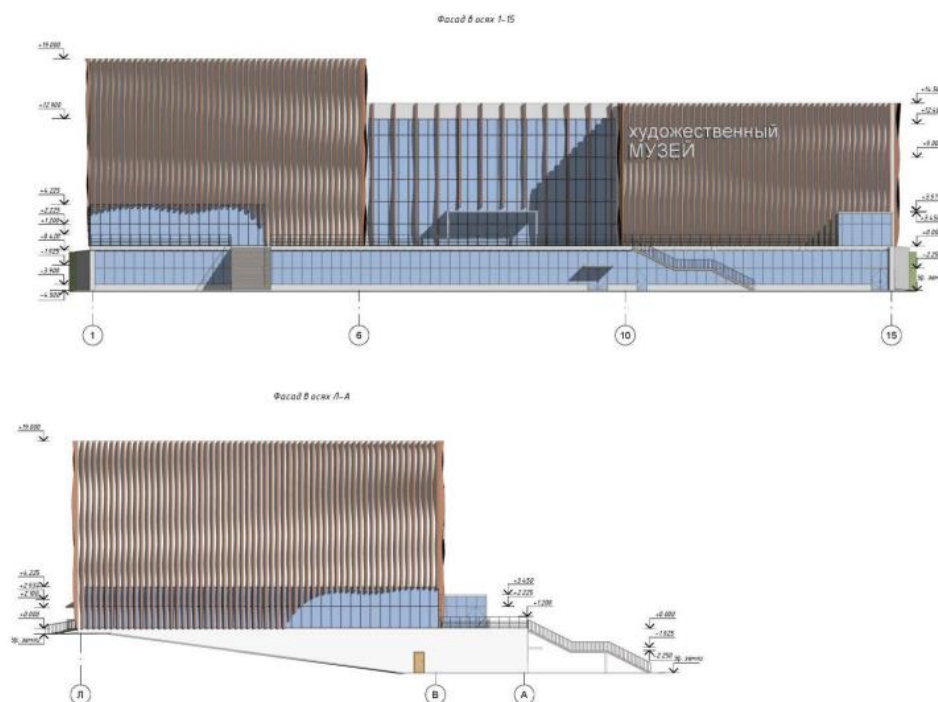


Рисунок 2.1. Фасадные решения здания

1.4 Объемно-планировочное решение объекта

Основные положения

Музей запроектирован в составе 3 надземных этажей и цокольного этажа; габариты в плане — 81×45 м.

Место проектирования: г. Астана.

По СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» климат территории — резко континентальный, с продолжительной зимой и жарким летом. Условия строительной площадки характеризуются следующими показателями:

- климатический район 1В;
- нормативное давление ветра — 38 кг/м^2 ;
- расчетная снеговая нагрузка — 240 кг/м^2 ;
- абсолютная минимальная температура — -49°C , абсолютная максимальная — $+38^\circ\text{C}$;
- количество осадков за зимний период (ноябрь–март) — 104 мм, за летний период (апрель–октябрь) — 338 мм;
- преобладающее направление ветра: в декабре–феврале — юго-западное, в июне–августе — северо-западное.

Расчет количества единовременных посетителей

Число посетителей, которые могут находиться в музее одновременно, определялось по методическим рекомендациям по разработке нормативов посещаемости музеев РК с учетом реальных возможностей приема. При расчете принимались во внимание экспозиционная площадь, профиль музея, средняя продолжительность пребывания посетителя, режим работы, а также особенности построения экспозиции.

Для художественных экспозиций и выставок сначала рассчитаем максимальную одномоментную вместимость экспозиции (Э):

$$\text{Э} = (\text{площадь экспозиции} / \text{СПЗ}) * Q = (4000 / 10) * 0,7 = 315 \text{ чел.},$$

где СПЗ — норматив «комфортного пространства» на одного посетителя, выбираемый в зависимости от типа экспозиции;

Q — корректирующий коэффициент.

Полученное значение является предельным — превышать его нельзя.

Далее рассчитаем минимальную одномоментную вместимость:

$$\text{Э} = (\text{площадь экспозиции} / \text{СПЗ}) * Q = (3600 / 20) * 0,7 = 158 \text{ чел.}$$

Оптимальную одномоментную нагрузку на экспозицию определим как медианное значение между этими двумя показателями:

$$\text{Э} = (315 + 158) / 2 = 237 \text{ чел.},$$

округлим количество посетителей до 250 чел.

Мы определили одномоментную оптимальную вместимость экспозиции. Теперь вычислим ежедневную пропускную способность экспозиции по формуле:

$$\text{ЭД} = \text{Э} * (\text{tp} / \text{tm}),$$

где ЭД — ежедневная пропускная способность экспозиции;

tr — ежедневное время работы музея;

tm — среднее время прохождения экспозиции.

$ЭД = 250 \times (8 / 2) = 1000$ чел.

Таким образом, оптимальная ежедневная пропускная способность экспозиции составляет 1000 человек.

Планировочные особенности музея

При проектировании музейных зданий ключевую роль играют профиль музея, специфика его функций и коллекций, национальные особенности региона и градостроительные условия размещения. Архитектурно-художественное решение у каждого музея должно быть своим — его задают конкретная коллекция и формы работы учреждения.

Почти для всех музеев характерно постоянное увеличение числа экспонатов: фонды пополняются, экспозиции обновляются и перестраиваются. Поэтому установить для музеев единые нормы по аналогии с объектами типового проектирования, как правило, невозможно.

К основным направлениям музейной деятельности относят формирование и хранение коллекций, научно-исследовательскую работу, организацию постоянной экспозиции, проведение выставок и культурно-просветительную деятельность.

Размер музея в первую очередь определяется количеством и составом фондов, а также темпами поступлений. При расчете площадей за основу обычно берут экспозиционную площадь: чаще всего она составляет около половины общей площади музея (45–55%).

Основные требования к выставочным залам:

- расположение рядом с вестибюлем и возможность свободного изолированного доступа (без прохода через другие помещения);
- нейтральное пространственное и художественное решение;
- возможность быстрой и простой трансформации.

Хранение коллекций предполагает мероприятия по обеспечению сохранности экспонатов в выставочных залах, однако основная работа в этом направлении ведется в фондовых помещениях.

Самый распространённый вариант композиции музейного здания — когда экспозиции размещают вокруг центрального вводного зала на втором и третьем этажах. Поднимать экспозицию выше третьего этажа обычно не рекомендуют, хотя в отдельных условиях возможны и многоэтажные решения.

Высотная композиция музея задаёт вертикальное зонирование: верхние уровни отводят под экспозицию, которую формируют вокруг ядра вертикальных коммуникаций или центрального зала. На нижних этажах, как правило, располагаются хранилища, административные помещения, лекционный зал и различные помещения обслуживания. В такой схеме вестибюль становится композиционным узлом, от которого начинается развитие пространства по вертикали.

Функциональное зонирование

Помещения музея подразделяются на основные, вспомогательные и обслуживающие.

По преобладающему использованию — посетителями или сотрудниками — их объединяют в две основные зоны (таблица 3.1): А — посетительская, Б — служебная.

Таблица 3.1. Функциональные зоны

№	Вид помещений по назначению	Функциональные зоны музея	
		А - посетительская	Б - служебная
1	Основные	Постоянная экспозиция, временные выставки	Фондохранилища
2	Вспомогательные	Кинолекционный зал, кружковая, зона отдыха, помещения для информации	Рабочие помещения сотрудников, лаборатории, мастерские, библиотека
3	Обслуживающие	Вестибюль, гардероб, буфет, киоск, курительные, санузлы	Служебный вестибюль, хозяйственные кладовые, помещения для инвентаря, санузлы, технические помещения

При проектировании музея важно последовательно придерживаться принципа максимально возможного разделения двух ключевых технологических потоков: маршрутов движения посетителей и путей перемещения экспонатов.

Как распределяются площади между основными группами помещений, определяется профилем музея, его масштабом и уровнем значимости. Ориентировочно соотношение площадей принимают таким:

- экспозиционные залы: 45–55 %;
- фондохранилища: 20–25 %;
- вспомогательные и обслуживающие помещения: 25–35 %.

К экспозиционным залам предъявляются следующие общие требования:

- планировочные, пространственные и художественные решения должны соответствовать тематике экспозиций;
- должна быть предусмотрена возможность сквозного маршрута по музею, а также выборочного осмотра наиболее важных отделов;
- конструкция и структура залов должны допускать изменения со временем, в том числе из-за пополнения и обновления экспозиций;
- необходимо обеспечить связь с открытой экспозицией;
- в составе экспозиционных залов следует предусматривать специальные зоны отдыха, а также помещения для подготовки экспозиций и для хранения уборочного инвентаря.

Принятые решения

Здание музея условно делится на несколько объемов. Первый объем — это этаж на отм. -4,500, где сосредоточены все служебные помещения: фондохранилища, рабочие комнаты сотрудников, служебный вестибюль, хозяйственные кладовые, помещения для инвентаря, санузлы для персонала музея и технические зоны.

Северо-восточная часть из-за уклона рельефа оказывается заглубленной, поэтому именно здесь размещены фондохранилища — им не требуется естественное освещение. Хранилища разбиты на секции противопожарными перегородками 1-го типа, при этом площадь каждой секции не превышает 600 м².

Юго-западная сторона, напротив, полностью выходит на поверхность и дает естественный свет. В этой части предусмотрены кабинеты сотрудников и администрации. Здесь же организован отдельный вход для персонала со своим вестибюлем и гардеробом; в вестибюле размещается пост охраны. Отдельно предусмотрено помещение для уборочного инвентаря — оно расположено под лестницей. Витражное остекление из стекла с зеркальным напылением обеспечивает требуемую инсоляцию рабочих помещений и одновременно сохраняет приватность.

С юго-восточной стороны, в осях Д–Е, организована загрузка экспонатов в помещение приемки и разгрузки, откуда они направляются в фондохранилище. Рядом размещены камеры для дезинфекции поступивших экспонатов и изолятор.

В осях 7–9 и Л–И расположен грузовой лифт для доставки экспонатов из фондохранилища в выставочные залы на 1, 2 и 3 этажах. Рядом предусмотрена служебная лестница для персонала.

Второй объем выполняет роль вертикального коммуникационного узла: здесь размещены основные лестницы и лифты для посетителей. На первом этаже предусмотрены главный вход и вестибюль, выше — холлы, из которых организован проход в экспозиционные залы.

Попасть на 1 этаж посетители могут через открытую террасу. Подъем на нее осуществляется по двум лестницам шириной 4 м. В теплое время года террасу можно использовать для публичных мероприятий и выставок под открытым небом. Покрытие террасы обрабатывается гидрофобизирующими составами.

Обработка плитки гидрофобизатором повышает ее морозостойкость и заметно снижает сцепление льда с поверхностью, благодаря чему проще очищать дорожки и удалять наледь в холодный период. После нанесения кремнийорганического гидрофобизатора срок службы плитки увеличивается, а межремонтные интервалы в эксплуатации становятся больше. Гидрофобизация также защищает от внешних загрязнений и биопоражений, дополнительно снижая вымывание пигментов. Обновлять защитный слой достаточно примерно раз в 10 лет.

В этом же объеме размещены помещения с влажным режимом (санузлы и помещения для уборочного инвентаря), а также служебные коммуникации — грузовой лифт и лестница, связывающие фондохранилище с экспозицией.

По бокам симметрично расположены два объема разной высоты. На 2 и 3 этажах в них запроектированы выставочные залы, на первом — обслуживающие помещения для посетителей и рекреационная зона.

Планировочная и пространственная организация вестибюля ориентирована на следующие функции: сбор индивидуальных посетителей и экскурсионных групп, информационное обслуживание, отдых, контроль, продажа билетов, сувениров и буклетов. Здесь также возможно размещение кратковременных выставок. В составе вестибюля предусмотрено помещение для дежурных экскурсоводов.

Вестибюль — ключевой коммуникационный узел здания: здесь начинаются и завершаются маршруты осмотра. Из него предусмотрен свободный доступ в экспозиционные, выставочные и кинолекционные залы. Чтобы при многоэтажной организации экспозиции не нарушать связи вестибюля с залами и основными узлами коммуникаций (лестницами, лифтами и т. п.), гардероб размещён в стороне от основного потока посетителей. Здесь же запроектированы посты охраны, в том числе пожарный.

Экспозиционные залы являются главным элементом функциональной структуры и архитектурной композиции здания. Их планировочно-пространственное решение — размеры, форма, а также система взаимосвязей между залами, другими помещениями и окружающим пространством — определяется назначением и спецификой экспозиции.

По рекомендациям по проектированию музеев при естественном освещении окна выставочных залов следует ориентировать на север. Однако в данном музее предполагается размещение светочувствительных экспонатов, поэтому освещение предусматривается преимущественно искусственное.

В проектируемом здании предусмотрено 4 выставочных зала площадью по 898 м² каждый. Общая площадь экспозиции составляет 3592 м². Залы на 1 этаже в осях 10–15 и на 2 этаже в осях 1–6 имеют высоту 3,575 м. Залы на 2 этаже в осях 10–15 и на 3 этаже в осях 1–6 выполнены двусветными, высотой 7,2 м до несущих конструкций покрытия.

На первом этаже предусмотрена рекреационная зона, которую можно использовать для временных выставок, проведения мероприятий и мастер-классов.

Наружные стены

Поскольку несущую систему здания образует стальной каркас, стены не воспринимают нагрузку и служат только ограждающими конструкциями. Наружные стены выполнены по системе КНАУФ ТН-ФАСАД Классик (рисунок 3.1).

Заполнение — кирпичная кладка толщиной 380 мм. В системе ТН-ФАСАД Классик применяются гидрофобизированные тепло- и звукоизоляционные плиты ТЕХНОФАС ЭКСТРА средней жесткости. Плиты крепятся к основанию стальным крепежом, состоящим из трех элементов: анкерной части, подвижного крюка и фиксирующих пластин. Сетку монтируют поверх утеплителя на тот же крепеж, используя дополнительные фиксирующие пластины.

Штукатурные слои выполняют из известково-цементных смесей; нанесение — вручную либо механизированным способом.

Декоративную отделку обеспечивают алюминиевые ламели, которые закрепляются на стене с помощью направляющих и анкеров.

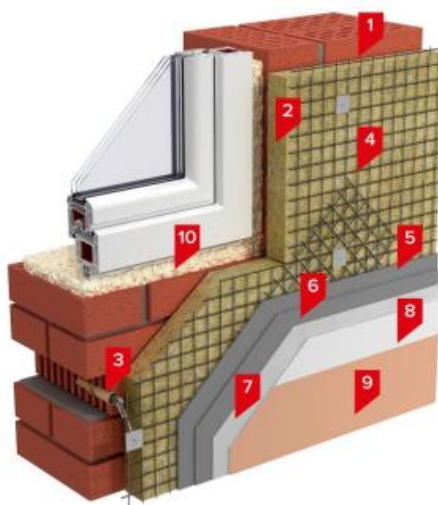


Рисунок 3.1. Конструкция стены
Выполнен теплотехнический расчёт наружных стен.

Расчётные параметры наружного воздуха приняты по СП 131.13330.2012. Также заданы расчётные параметры внутреннего воздуха.

$$П_{от} = 221 \text{ сут}$$

$$t_{от} = -8,1^{\circ}\text{C}$$

Далее определены градусо-сутки отопительного периода (ГСОП) и условия эксплуатации ограждающих конструкций.

$$ГСОП = (t_b - t_{оп}) \cdot n_{оп}, ^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}/\text{год}$$

$$ГСОП = (21 + 8,1) \cdot 221 = 6431 ^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}/\text{год}$$

Для полученного значения ГСОП требуемое термическое сопротивление $R_{тр}$ рассчитано по формуле:

$$R_{тр} = a \cdot ГСОП + b, \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$

Значения коэффициентов a и b следует принимать по СП 50.13330.2012, табл. 3.2.

Таблица 3.2. Коэффициенты

Коэффициенты	Стены
a	0,0003
b	1,2

Чтобы определить требуемую толщину теплоизоляционного слоя, рассчитывают условное сопротивление теплопередаче по формуле:

$$R_{\text{усл}} = \frac{R_{\text{тр}}}{r} \text{ (СТО 00044807-001-2006),}$$

Коэффициенты	Стены
r	0,95

Термическое сопротивление слоя R , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, в составе многослойной ограждающей конструкции рассчитывают по формуле:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}$$

где δ – толщина слоя, м; λ – коэффициент теплопроводности материала слоя, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$. (СП50.13330.2012, табл.С1) Состав стены приведен в таблице 3.4. Таблица 3.4 - Состав многослойной стены

№	Слои	λ , $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$	δ , м	R , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$
1	Кирпич	0,7	0,38	0,54
2	Утеплитель ROCKWOOL	0,042	x	-
3	Облицовка декоративной штукатуркой	0,093	0,03	0,32

Из СП 50.13330.2012 определяем условия эксплуатации ограждающих конструкций. Для Астана это А.

$$R_{\text{треб}}^{\text{ст}} = 0,0003 \cdot 6431 + 1,2 = 3,129$$

$$R_{\text{усл}}^{\text{ст}} = \frac{3,129}{0,95} = 3,29$$

$$\alpha_{\text{н}} = 23$$

$$\alpha_{\text{в}} = 8,7$$

$$R_{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + 0,54 + \frac{x}{0,045} + 0,32 + \frac{1}{23}$$

$$x = 0,045 \cdot (3,29 - 1,018) = 0,102$$

Толщину утеплителя округляем и принимаем 100 мм. Фактическое термическое сопротивление $R_{\text{факт}}$, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, для стены:

$$R_{\text{факт}}^{\text{ст}} = \frac{0,1}{0,045} + 1,018 = 3,24$$

2 Расчётно-конструктивный раздел

Цель работы — разработка несущих конструкций покрытия для выставочного зала.

Для достижения цели необходимо:

- а) выполнить компоновку конструктивной схемы и собрать нагрузки;
- б) определить расчетные усилия и подобрать сечения фермы с использованием программного комплекса SCAD Office;
- в) провести проверку принятых сечений;
- г) подобрать систему связей.

Исходные данные приведены в таблице 4.1.

Таблица 2.1. Исходные данные

Назначение здания	Художественный музей
Место строительства	Астана
Снеговой район	III район
Сейсмичность	6
Степень агрессивности среды	Неагрессивная
Параметры фрагмента сооружения	
Длина (в осях)	36 м
Ширина (в осях)	27 м
Ограждающие конструкции	
Кровля	Мягкая кровля, прогонное решение
Стены	Кирпичное заполнение, утеплитель, навесные фасадные панели
Сталь конструкций	C345

С учетом требований СП 20.13330.2017 «Нагрузки и воздействия» выполнен сбор нагрузок, действующих на несущие элементы каркаса здания. Результаты сведены в табл. 4.2.

Таблица 2.2. Сбор нагрузок на несущие конструкции здания

	Наименование нагрузки	Нормативная нагрузка, кН/м ²	Коэф. надежности	Расчетная нагрузка, кН/м ²
Постоянная нагрузка				
	Мембрана (t=1,5 мм)	0,05	1.2	0.06
	Утеплитель Rockwool Roof Batts (t=40 мм, γ=190 кг/м.куб)	0,077	1.2	0.093
	Утеплитель Rockwool Roof Batts (t=160 мм, γ=115 кг/м.куб)	0,187	1.2	0.225
	Пароизоляция- пленка полиэтиленовая ГОСТ 10354-82* (t=0,2мм, γ=1000 кг/м.куб)	0,002	1.2	0.0024
	Профилированный настил	0,175	1.05	0.184

	Н114-600-1.0			
	Связи	0,075	1.05	0.079
	Прогоны	0,115	1.05	0.121
	Прочие нагрузки (освещение, вентиляция, огнезащита и т.д.)	0,196	1.3	0.255
		0.877		1.019
Временная нагрузка				
	Снеговая нагрузка (III снеговой район)	1,5	1,4	2,1
	Итого:			3,119

Далее подготовим исходные данные для выполнения расчета в программе.

Переход к погонной нагрузке:

а) суммарная нагрузка от собственного веса покрытия, передаваемая на верхний пояс фермы (табл. 4.2, поз. 1–5):

$$0,6434 \cdot 0,1 \cdot 9 = 0,579 \text{ т/м};$$

б) технологические нагрузки, приложенные к нижнему поясу (табл. 4.2, п. 8): $0,253 \cdot 0,1 \cdot 9 = 0,2295 \text{ т/м};$

в) нагрузка от прогонов и связей, действующая на верхний пояс (табл. 4.2, п. 6–7): $0,2 \cdot 0,1 \cdot 9 = 0,18 \text{ т/м};$

г) снеговая нагрузка передаётся через настил покрытия на верхний пояс фермы (табл. 4.2, п. 9):

$$2,1 \cdot 0,1 \cdot 9 = 1,89 \text{ т/м}.$$

Расчёт основных несущих элементов Ферму рассчитывали по плоской расчётной схеме, разработанной в соответствии с СП 20.13330.2017 «Нагрузки и воздействия» и СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции», с использованием программного комплекса SCAD Office.

В расчёте принималось: — шарнирное опирание фермы на металлические двутавровые колонны;

Для элементов фермы принята сталь марки С345. Подбор сечений выполнялся по типовой документации серии 1.460.3-14 на конструкции, изделия и узлы зданий и сооружений с учетом результатов статического расчета, выполненного в программном комплексе SCAD Office. Геометрическая схема фермы приведена на рис. 2.1, схема приложения нагрузок к узлам — на рис. 2.2.

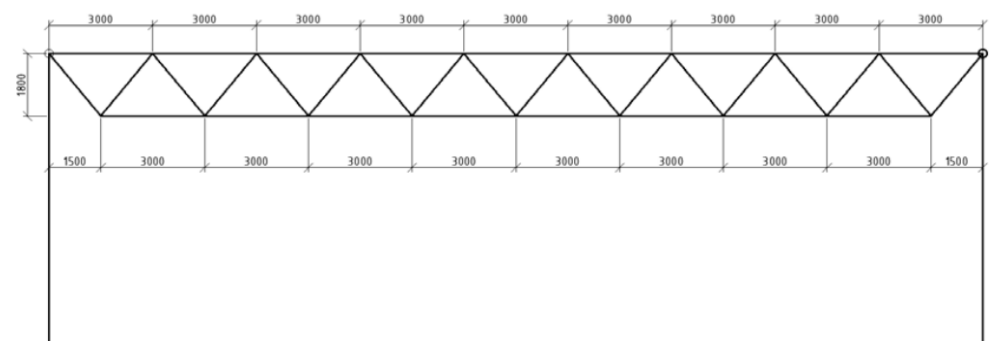


Рисунок 2.1. Геометрическая схема фермы

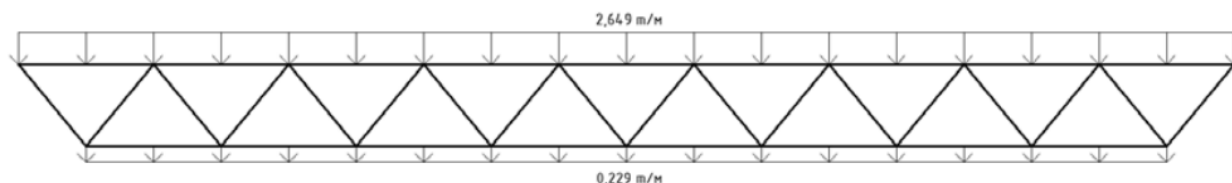


Рисунок 2.2. Схема приложения нагрузок к поясам фермы

Итоги статического расчёта. Проверка принятых сечений

При расчёте фермы типа «Молодечно» в программном комплексе SCAD Office были определены внутренние усилия в стержнях, а также предложены рекомендуемые сечения для поясов и раскосов из гнутосварных замкнутых прямоугольных профилей. Нумерация элементов приведена на рисунке 2.3.

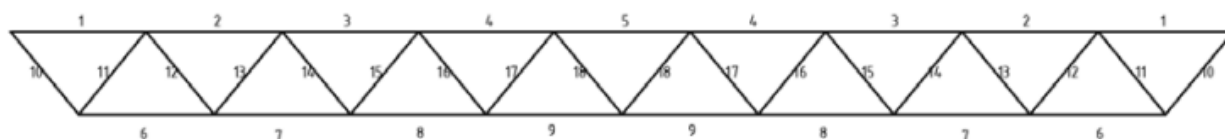


Рисунок 2.3. Нумерация элементов

Сечения элементов приняты по ГОСТ 30245-2003:

- верхний пояс (1–5) — прямоугольная труба 160×240×6,5;
- нижний пояс (6–9) — квадратная труба 150×8;
- опорные раскосы (10) — квадратная труба 120×3,5;
- раскосы (11–18) — квадратная труба 120×3,5.

Результаты расчёта приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3. Результаты расчёта

№ элемента	N (тс)	Сечение	A (см ²)
Элементы верхнего пояса			
1	-26,985	160x240x6,5	48,86
2	-74,209		
3	-107,94		
4	-128,179		
5	-134,925		
Элементы нижнего пояса			
6	53.683		

7	94,161	150x8	43,24
8	121,146		
9	134,638		
Элементы раскосов			
10	42,152	120x3,5	15,99
11	-41,704	120x3,5	15,99
12	32,062		
13	-31,166		
14	21,524		
15	-20,628		
16	10,986		
17	-10,09		
18	0,448		

Проверим выбранные сечения по гибкости и устойчивости.

Для стали С345 принимаем $R_y = 345 \text{ Н/мм}^2$.

Расчётные длины:

— $l_{\text{efx}} = 0,9 \cdot l$ — для раскосов;

— $l_{\text{efx}} = l$ — для опорных раскосов;

— $l_{\text{efy}} = 0,9 \cdot l$ — для раскосов;

— $l_{\text{efy}} = l$ — для опорных раскосов;

где $l = 2,343 \text{ м}$ — длина раскоса.

Для верхнего пояса проверяем элемент с наибольшим усилием (5). Пояс работает на сжатие.

Элементы 1–5 выполнены из прямоугольной трубы $160 \times 240 \times 6,5$.

По сортаменту: $A = 48,86 \text{ см}^2$, $i_x = 8,98 \text{ см}$, $i_y = 6,58 \text{ см}$.

Усилие: $N = -134,925 \text{ тс} = -1320,34 \text{ кН}$.

Гибкость:

$$\lambda_x = 300/8,98 = 33,4;$$

$$\lambda_y = 300/6,58 = 45,59;$$

Условная гибкость:

$$\lambda_{\text{услов}} = \lambda_{x,y} \cdot \sqrt{(R_y/20600)} = 45,59 \cdot \sqrt{(34,5/20600)} = 1,865.$$

$\varphi = 856$ (из прил. Д1, СП 16.13330.2011);

$$\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{1320,34}{0,856 \cdot 48,86 \cdot 34,5 \cdot 1} = 0,92;$$

$$[\alpha] = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,92 = 124,8 > 45,59.$$

Проверка выполнена.

Для нижнего пояса рассмотрим элемент с наибольшим усилием (9). Пояс работает на растяжение.

Элементы 6–9 — квадратная труба 150×8 .

По сортаменту: $A = 43,24 \text{ см}^2$, $i_{x,\gamma} = 5,75 \text{ см}$.

Усилие $N = 134,925 \text{ тс}$ ($1320,34 \text{ кН}$).

Гибкость: $\lambda_x = 300/5,75 = 52,14 < 400$.

$$\alpha = \frac{1320,34}{43,24 * 34,5 * 1} = 0,89 < 1.$$

Коэффициент:

Условие выполняется.

Опорные раскосы также работают на растяжение.

Элемент 10 — квадратная труба $120 \times 3,5$.

Усилие $N = 42,152 \text{ тс}$ ($413,36 \text{ кН}$).

$A = 15,99 \text{ см}^2$, $i_{x,\gamma} = 4,73 \text{ см}$.

Гибкость: $\lambda_{x,\gamma} = 234,3/4,73 = 49,74 < 400$.

$$\alpha = \frac{413,36}{15,99 * 34,5 * 1} = 0,75 < 1.$$

Коэффициент:

Проверка выполнена.

Раскосы

Элементы 11–18 выполнены из квадратной трубы $120 \times 3,5$.

Сначала проверим сжатый раскос с максимальным усилием (элемент 11).

$N = -41,704 \text{ тс} = -408,97 \text{ кН}$;

$A = 15,99 \text{ см}^2$, $i_{x,y} = 4,73 \text{ см}$;

$\lambda_{x,y} = 210,87/4,73 = 44,581$;

$\lambda_{\text{услов}} = \lambda_{x,y} * \sqrt{R_y / 20600} = 44,581 * \sqrt{34,5 / 20600} = 1,82$;

$\varphi = 891$ (из прил. Д1, СП 16.13330.2011);

$$\alpha = \frac{N}{\varphi * A * R_y * \gamma_c} = \frac{408,97}{0,891 * 15,09 * 34,5 * 1} = 0,88;$$

$[\alpha] = 180 - 60 * \alpha = 180 - 60 * 0,88 = 127,2 > 44,581$

Условие выполняется.

Выполним проверку растянутого раскоса, на который приходится максимальное усилие (12).

$N = 32,062 \text{ тс} = 314,42 \text{ кН}$;

$A = 15,99 \text{ см}^2$, $i_{x,y} = 4,73 \text{ см}$;

$\lambda_{x,y} = 210,87/4,73 = 44,581 < 400$;

$$\alpha = \frac{314,42}{15,99 * 34,5 * 1} = 0,57 < 1.$$

Условие выполняется.

Расчет связей

Горизонтальные связи:

$$l_{\text{efx}} = \sqrt{(4,5^2 + 4,5^2)} = 6,36 \text{ м};$$

$$i_{\text{x,тр}} = l_{\text{efx}} / [\lambda] = 636 / 200 = 3,18 \text{ см};$$

$$l_{\text{efy}} = \sqrt{(9^2 + 9^2)} = 12,73 \text{ м};$$

$$i_{\text{y,тр}} = l_{\text{efy}} / [\lambda] = 1273 / 200 = 6,37 \text{ см}.$$

Принимаем по ГОСТ 30245-2003 гнутый профиль 180×5 ($i_{\text{efx}} = i_{\text{efy}} = 7,11$ см).

Расчёт вертикальных связей.

Пояса:

$$l_{\text{efx}} = l_{\text{efy}} = 9 \text{ м}.$$

$$i_{\text{x,тр}} = l_{\text{efx}} / [\lambda] = 900 / 200 = 4,5 \text{ см}.$$

Принимаем по ГОСТ 30245-2003 гнутый профиль 120×3 ($i_{\text{efx}} = i_{\text{efy}} = 4,76$ см).

Раскосы:

$$l_{\text{efx}} = l_{\text{efy}} = \sqrt{(1,8^2 + 2,25^2)} = 2,88 \text{ м};$$

$$i_{\text{x,тр}} = l_{\text{efx}} / [\lambda] = 288 / 200 = 1,44 \text{ см}.$$

Принимаем по ГОСТ 30245-2003 гнутый профиль 40×2 ($i_{\text{efx}} = i_{\text{efy}} = 1,54$ см).

Распорки подбираются аналогично поясам связей.

Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

В соответствии с СП 4.13130.2013 для здания класса функциональной пожарной опасности Ф2.2 высотой 18 м и более необходимо обеспечить подъезд пожарной техники с двух продольных сторон — в проекте это требование выполнено.

Для зданий высотой от 13 до 46 м включительно ширина проездов для пожарной техники должна быть не менее 4,2 м. Тротуар, прилегающий к подъезду, допускается учитывать в ширине противопожарного проезда, если он рассчитан на нагрузку от пожарной техники. В данном проекте ширина проездов принята 7 м. Расстояние от внутреннего края проезда до стены здания высотой до 28 м включительно составляет 5–8 м. На рисунке 2.4 показана схема движения пожарных машин по земельному участку.

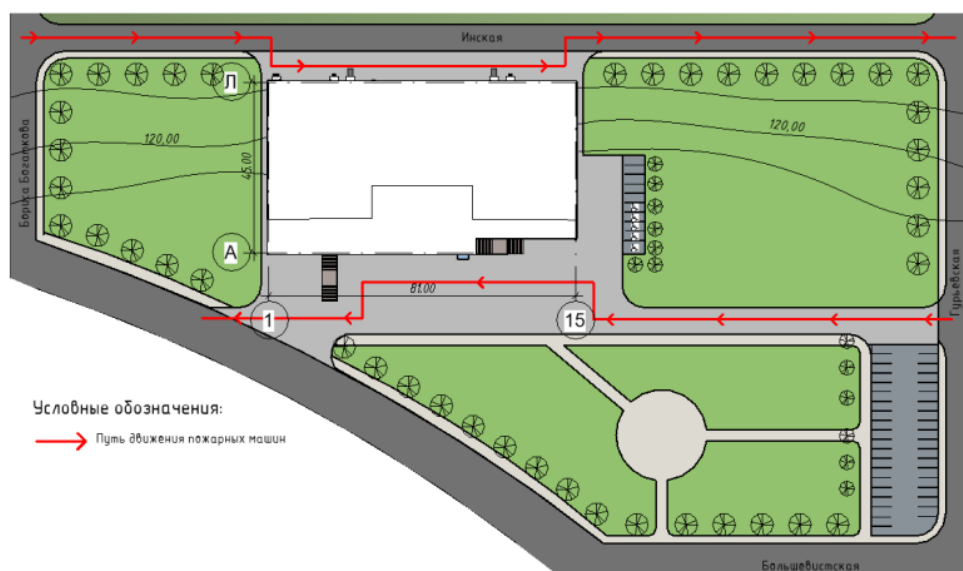


Рисунок 2.4. Схема движения пожарных машин по земельному участку.

Конструкция дорожной одежды проездов, предназначенных для проезда пожарной техники, рассчитана на нагрузку от пожарных автомобилей.

Эвакуационные пути и выходы из здания предусмотрены в соответствии с СП 1.13130.2009 «Свод правил системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы».

В цокольном этаже, чтобы обеспечить своевременную эвакуацию и соблюдение нормативных расстояний до пожарных выходов, запроектировано 6 выходов. Три из них обеспечивают эвакуацию персонала из административной зоны непосредственно наружу, на уровень земли. Еще 3 выхода предназначены для эвакуации из фондохранилища: один ведет на разгрузочную площадку. Для двух остальных из-за уклона невозможен выход напрямую наружу, поэтому предусмотрены лестницы в осях К–Л 3–4 и 12–13: они выводят на уровень первого этажа, откуда далее можно выйти непосредственно наружу.

На первом этаже предусмотрено 5 эвакуационных выходов, один из них — главный вход. Остальные организованы через лестничные клетки эвакуационных лестниц. Выходы с юго-западной стороны ведут на открытую террасу, которая рассматривается как безопасная зона. Выходы с северо-восточной стороны выводят на уровень земли. Поскольку здесь есть перепад между отметкой пола 1-го этажа и уровнем земли, установлен пандус. Все выходы обеспечивают эвакуацию МГН.

На втором этаже запроектированы 4 незадымляемые лестницы. Их размещение обеспечивает своевременную эвакуацию посетителей из двух залов и холла. Лестницы в осях Л–К ведут непосредственно на уровень земли, а

лестницы в осях В–Г — на террасу. Во всех лестничных клетках предусмотрены зоны пожарной безопасности для МГН с подпором воздуха.

На третьем этаже предусмотрены 3 лестницы, поскольку на этом уровне расположен только один зал и холл. В каждой лестничной клетке также есть зона безопасности для МГН. Две лестницы ведут на террасу, одна — на уровень земли.

Также в проекте приняты меры по огнезащите стальных конструкций. Сталь относится к негорючим материалам: она не поддерживает и не распространяет огонь и обладает определенной жаропрочностью. При этом конструкционные стали чувствительны к воздействию высоких температур и огня — они быстро нагреваются, из-за чего существенно снижаются их прочностные характеристики. Критическая температура, при которой при нормативной нагрузке происходит потеря несущей способности стальных конструкций, принимается равной 500 °С. Чтобы защитить поверхности стальных элементов от разрушения при сильном перегреве, применяют специальные теплоизолирующие материалы, образующие своего рода экран. Такое покрытие заметно повышает теплостойкость металлоконструкций и продлевает срок их службы: нагрев происходит медленнее, и до окончания пожара конструкции, как правило, не успевают полностью разрушиться. Действующие строительные нормы допускают различные способы экранной огнезащиты, выбор которых зависит от условий применения.

В качестве примеров можно привести облицовку специальными огнезащитными материалами (цементными составами, жидким стеклом, термостойкими волокнами и т.п.). Кроме того, используются покрытия на основе специальных красок, которые при сильном нагреве вспучиваются и формируют на поверхности металла пористый теплоизоляционный слой толщиной порядка нескольких сантиметров.

В данном проекте огнезащита колонн и балок выполнена с применением огнезащитных плит. Стальные колонны заключаются в огнезащитные короба ТН-ОГНЕЗАЩИТА Металл (рисунок 2.5). В системе ТН-ОГНЕЗАЩИТА Металл в качестве огнезащитного покрытия используются плиты ТЕХНО ОЗМ: ими облицовывают стальные конструкции с применением клея Ceresit СТ190, который выдерживает воздействие огня в течение длительного времени и не растрескивается. Система обеспечивает повышение предела огнестойкости металлических конструкций от 30 до 240 минут. В качестве декоративного слоя принята тонкослойная штукатурная система по стеклосетке.

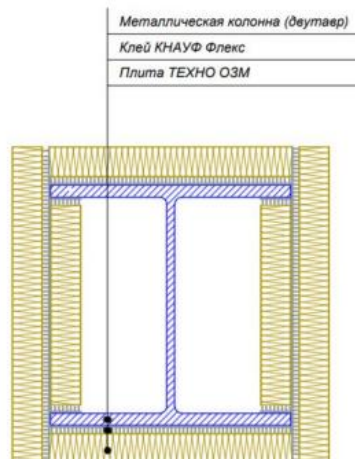


Рисунок 2.5. Конструкция огнезащиты колонны

Профилированный стальной лист (профнастил) широко применяют в сборных зданиях при устройстве кровли и перекрытий. Из-за очень небольшой толщины профнастил в условиях пожара быстро теряет несущую способность. Это, в свою очередь, может сделать невозможным проникновение в здание и ведение активных работ по тушению.

Поэтому огнезащита конструкций из профнастила является актуальной мерой и позволяет избежать подобных ситуаций.

Использование огнезащитного листа для защиты конструкций из профнастила дает несколько преимуществ:

- а) малая толщина облицовки;
- б) небольшая монтажная высота;
- в) низкий вес огнезащитной системы;
- г) отсутствует необходимость в дополнительной защите несущих металлических элементов;
- д) технологичность решения: облицовку можно демонтировать для осмотра и затем установить обратно без дополнительного расхода материала.

На данном объекте предусмотрена огнезащитная конструкция подвесного потолка с применением плиты TEHSTRONG FireSTOP L (рисунок 2.6), обеспечивающей предел огнестойкости REI 90.

Система отличается небольшим весом, а требуемые огнезащитные характеристики достигаются за счет комбинированного решения. В огнезащите используется «пирог» из плиты TEHSTRONG FireSTOP L и базальтовой (каменной) ваты, которая работает как дополнительный тепловой барьер.

Состав конструкции:

- а) огнезащитные плиты TEHSTRONG FireSTOP L, 10 мм;
- б) базальтовая (каменная) вата толщиной не менее 40 мм.

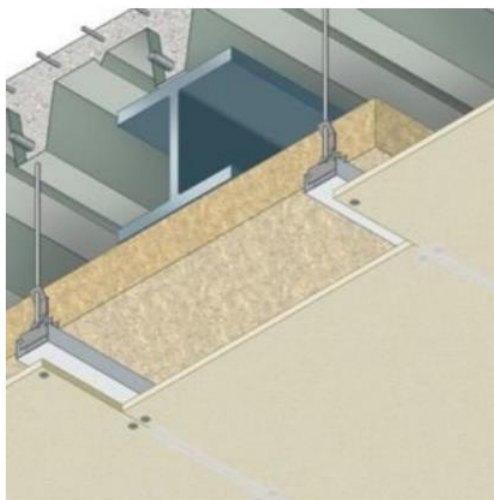


Рисунок 2.6. Устройство огнезащиты несущих конструкций перекрытия

Мероприятия по обеспечению доступа МГН

При разработке технических решений в проекте для этих групп основным нормативным документом является СП 59.13330.2016 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения».

Качество архитектурной среды повышается, когда обеспечиваются доступность, безопасность, удобство и информативность зданий для инвалидов и других маломобильных групп населения — без ущемления прав и возможностей остальных людей, находящихся в этих зданиях. По степени значимости критерии располагаются так:

- а) доступность;
- б) безопасность;
- в) информативность;
- г) комфортность (удобство).

Критерий доступности включает требования:

- а) свободного, беспрепятственного движения по коммуникационным путям, помещениям и пространствам;
- б) возможности добраться до места назначения (обслуживания) и пользоваться предоставленными возможностями;
- в) возможности воспользоваться местами отдыха, ожидания и сопутствующего обслуживания.

Под безопасностью понимается создание таких условий посещения места обслуживания, при которых отсутствует риск получить травму каким-либо образом или повредить имущество, а также причинить вред другим — людям, зданию или оборудованию.

К основным требованиям безопасности относятся:

- а) возможность избежать травм, ранений, увечий, чрезмерной усталости и т.п., связанных с особенностями архитектурной среды зданий (в том числе применяемых отделочных материалов);

б) возможность вовремя распознавать места и зоны риска и оперативно на них реагировать;

в) отсутствие участков пересечения потоков движения, которые плохо воспринимаются;

г) предупреждение потребителей о зонах, потенциально опасных;

д) пожарная безопасность.

Информативность подразумевает, что человек может вовремя получать информацию, понимать ее и соответствующим образом реагировать.

К требованиям критерия информативности относятся:

а) применение средств информирования с учетом особенностей разных групп потребителей;

б) своевременное распознавание ориентиров в архитектурной среде общественных зданий;

в) точная идентификация своего местоположения и мест, являющихся целью посещения;

г) возможность уверенно ориентироваться как днем, так и в темное время суток;

д) наличие непрерывной информационной поддержки на всем пути следования по зданию.

При размещении и исполнении элементов информационного обеспечения следует учитывать:

а) расстояние, с которого сообщение может быть эффективно воспринято;

б) углы поля зрения, удобные для восприятия визуальной информации;

в) четкость начертания и контрастность, а при необходимости — рельефность изображения.

г) соответствие используемых символов и пластических приемов общепринятому значению;

д) исключение факторов, мешающих восприятию информационных средств (блики на указателях, слепящее освещение, пересечение зон действия разных акустических источников, «акустическая тень»).

Вход для посетителей на территорию предусмотрен со стороны ул. Большевицкая. Продольный уклон маршрута, по которому возможен проезд инвалидов на креслах-колясках, не превышает 5 %. Поперечный уклон принят в пределах 1–2 %. Высота бордюров по краям пешеходных путей на участке предусмотрена не менее 0,05 м. Высота бортового камня в местах пересечения тротуаров с проезжей частью, а также перепад высот бордюров и бортовых камней вдоль эксплуатируемых газонов и озелененных площадок, примыкающих к пешеходным маршрутам, не превышает 0,04 м.

Для МГН предусмотрены парковочные места по расчету. Размер стандартного машиноместа принят 5,3×2,5 м, а для инвалидов, использующих кресла-коляски, — 6,0×3,6 м. Стоянки транспортных средств, которыми

управляют инвалиды или которые перевозят инвалидов, размещаются рядом со входом, но не дальше 50 м.

В музее предусмотрены санузлы, адаптированные для МГН, пользующихся колясками.

Эвакуация МГН выполняется по общим путям эвакуации. На 2 и 3 этажах запроектированы зоны пожарной безопасности с подпором воздуха, где МГН могут находиться до эвакуации пожарными. С первого этажа эвакуация осуществляется самостоятельно по общим путям эвакуации (рисунок 2.7).

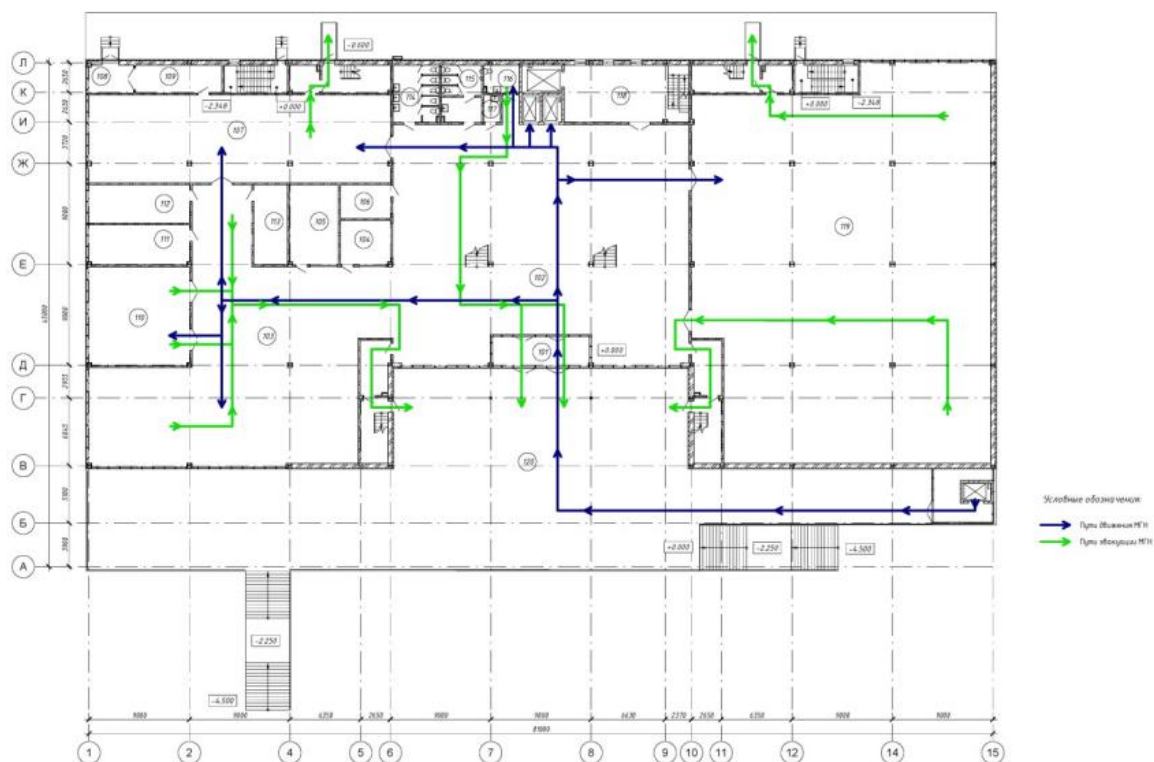


Рисунок 2.7. Пути движения и эвакуации МГН на 1 этаже

2.1 Расчёт ребристой плиты покрытия

Плита ребристая с размерами 1,5*5,1 метра, соответствующая ГОСТ 21506-87, изготавливается по поточно-агрегатной технологии с применением электротермического натяжения арматуры на упоры и тепловлажной обработки.

Поточно-агрегатная технология означает, что процесс производства плиты осуществляется последовательно на различных агрегатах, где каждый выполняет свою функцию. Это позволяет достичь высокой производительности и эффективности процесса производства.

Электротермическое натяжение арматуры на упоры является одним из методов укрепления плиты. Этот процесс включает нагрев арматуры с помощью электрического тока до определенной температуры, что позволяет улучшить сцепление арматуры с бетоном и повысить прочность плиты.

Тепловлажная обработка является важным этапом производства плиты. Она включает поддержание определенной температуры и влажности в процессе

отверждения бетона. Это позволяет достичь оптимальной прочности и качества плиты.

Такой подход к изготовлению плиты ребристой обеспечивает высокую прочность, долговечность и надежность конструкции. Эти плиты широко используются в строительстве для создания перекрытий, покрытий и других элементов зданий и сооружений.

Бетон тяжелый класса В25 по прочности на сжатие (по табл. 12, 13, 15 и 18 [6]).

$$R_b = 0.9 \cdot 14.5 = 13.05 \text{ МПа}$$

$$R_{bt} = 0.9 \cdot 1.05 = 0.95 \text{ МПа}$$

$$R_{b,ser} = 18.5 \text{ МПа}$$

$$R_{bt,ser} = 1.6 \text{ МПа}$$

$$E_b = 27000 \text{ МПа}$$

Предаточная прочность бетона:

$$R_{bp} = 20 (R_{bp} = 1.2 \cdot 11.5 \text{ МПа}, R_{bp, ser} = 15 \text{ МПа}, R_{bpt} = 1.4 \text{ МПа}).$$

Продольная напрягаемая арматура продольных ребер из стали класса А_г-IV ($R_s = 510 \text{ МПа}$, $R_{s, ser} = 590 \text{ МПа}$, $E_s = 190000 \text{ МПа}$) по табл. 19, 22*, 29* [6].

Плита ребристая, размерами 1,5*5,1 метра, изготавливается согласно ГОСТ 21506-87. Процесс производства осуществляется по поточно-агрегатной технологии, включающей электротермическое натяжение арматуры на упоры и тепловлажную обработку.

Арматура, используемая в плите, состоит из стали класса Вр-I с диаметром 4 мм. Для данного класса стали значение предела прочности в растяжении (R_s) составляет 365 МПа, а значение предела текучести через 10 дней (R_{s10}) равно 265 МПа. Модуль упругости (E_s) для данной стали равен 170000 МПа.

Остальная арматура используется из стали класса Вр-I диаметром 5 мм, где R_s равно 360 МПа, R_{s10} равно 26 МПа. Также используется арматура из класса АIII, где для диаметров до 8 мм R_s равно 365 МПа, R_{s10} равно 285 МПа, а для диаметров 10 мм и более R_s равно 365 МПа, R_{s10} равно 290 МПа. Модуль упругости (E_s) для всех диаметров составляет $2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

Плита будет использоваться при строительстве здания, относящегося к классу II. Коэффициент надежности по назначению (γ) равен 0,95. Нагрузка на плиту (S_{ser}) составляет 2400 Н. Коэффициент надежности по нагрузке (γ_f) равен 1,4.

Для расчетов применяется произведение коэффициентов надежности по назначению и нагрузке, что составляет 1,33 (округленно).

Место строительства - город Петропавловск.

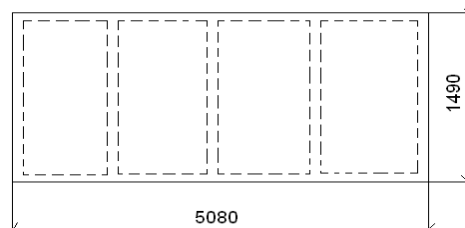


Рисунок 2- Ребристая плита в плане

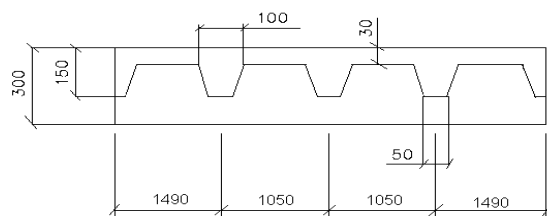


Рисунок 3- Ребристая плита в разрезе

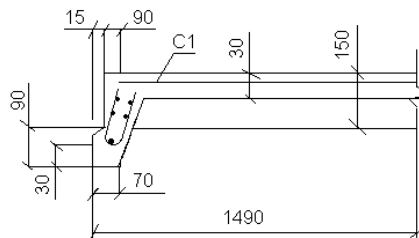


Рисунок 3- Армирование ребристой плиты

2.1.1 Подсчет нагрузок на плиту покрытия

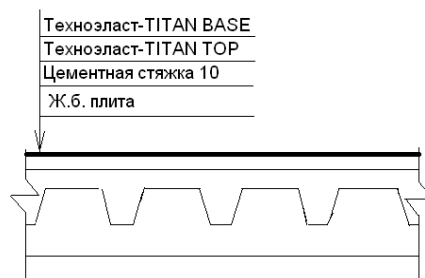


Рисунок 4-Схема сбора нагрузок

Таблица № 6

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка Н/м ²	γ_f	Расчетная нагрузка Н/м ²	Примечание
Постоянная				
1 Слой Техноэласта-TITAN BASE	$0,01 \cdot 2 \cdot 10^4 = 200$	1,3	$0,95 \cdot 1,3 \cdot 200 = 247$	
2 Слой Техноэласта-TITAN TOP	200	1,3	$0,95 \cdot 1,3 \cdot 200 = 247$	
3 Цементная стяжка	$0,3 \cdot 1700 = 510$	1,3	$0,95 \cdot 1,3 \cdot 510 = 629,85$	
4 Железобетонная плита	2000	1,1	$0,95 \cdot 1,1 \cdot 2000 = 2090$	2000 Н/м ²
Итого постоянная нагрузка.	$q^n = 2910$		$q = 3213,85$	
Временная нагрузка	$2400 \cdot 0,7 = 1680$		2400	
Длительная	$2400 \cdot 0,7 \cdot 0,5 = 840$		$2400 \cdot 0,5 = 1200$	
Кратковременная	2400		2400	
Полная нагрузка	4590		5613,85	
В том числе				
Длительная нагрузка	3750			
Кратковременная	2400			

2.1.2 Расчет полки

Эта полка поддерживается двумя продольными и пятью поперечными ребрами. Расстояние между продольными ребрами (L_1) составляет 95 см, а расстояние между поперечными ребрами (L_2) равно 131 см. Из-за того, что отношение L_2 к L_1 равно 1,37, что меньше 2, мы рассчитываем эту полку как многопролетную разрезную балку.

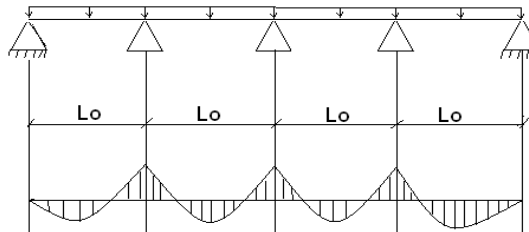


Рисунок 5-Схема расчета полки

При толщине полки 30 см расчет ведется с учетом перераспределения усилий от развития пластичных деформаций. Изгибающий момент (M) определяется по формуле: $M = (q + p)L^2/11$

q - равномерно распределенная нагрузка на полку,

p - плотность материала полки,

L_2 - расстояние между поперечными ребрами.

$$L = L_1 - b = 1050 - 100 = 0,95 \text{ м}$$

$$q_{\text{ре}} = 0,03 \cdot 25000 = 750 \text{ Н/м}^2$$

$$q_{\text{ре}} = 750 \cdot 1,1 = 825 \text{ Н/м}^2$$

Общая нагрузка на плиту:

$$q = 247 + 247 + 629,85 + 825 = 1948,85 \text{ Н/м}^2$$

$$M = (g + p)L^2/11 = (1948,85 + 2400) \cdot 0,95^2/11 = 347,9 \text{ Н*м.}$$

$$\text{Рабочая высота полки } h_0 = hf/2 = 3/2 = 1,5 \text{ см.}$$

$$\text{Определяем: } A_0 = M \gamma_n / V \cdot h_0^2 \cdot R_b \cdot \gamma_{b2}$$

$$347,9 \cdot 100 / 100 \cdot 1,5^2 \cdot 13,05 \cdot 100 = 0,11$$

$$V = 100 \gamma_{b2} = 0,9 \quad R_b = 13,05 \text{ МПа}$$

$$\text{По } A_0 \rightarrow \eta = 0,805 \quad \zeta = 0,27 \text{ табл. 3.1 [7]}$$

Площадь сечения арматуры класса ВрI на полосу шириной 1м:

$$A_s = M \gamma_n / \eta h_0 R_s = 347,9 \cdot (100) \cdot 0,95 / 0,865 \cdot 1,5 \cdot 375 \cdot (100) = 0,67 \text{ см}^2$$

Принимаем сборную сетку с продольной арматурой диаметром 4мм класса.

ВрI с шагом 100см. Принимаем сетку 150/250/4/3.

2.1.3 Расчет поперечного ребра

Если мы рассматриваем поперечное ребро как балку, которая поддерживается на двух сборных опорах с пролетом, равным расстоянию между осями продольных ребер ($L_0 = 140$) см, и оно подвергается равномерно распределенной нагрузке от собственного веса ребра, то мы можем использовать формулу для определения изгибающего момента (M): $L_0 = 149 \text{ см} - 9 = 140 \text{ см}$

$$q_p = 0,05 + 0,1/2(0,15 - 0,03) \cdot 25 \cdot 11 \cdot 0,95 = 0,25 \text{ кН/м}$$

и нагрузкой по трапеции от полки, максимальная ордината которой:

$$q_1 = (1,49 + 1,05) / 2 * 5613,85 = 7,129 \text{ кН/м}$$

Общая нагрузка на ребро:

$$q = q_p + q_1 = 0,25 + 7,129 = 7,379 \text{ кН/м}$$

Расстояние от опоры до максимальной ординаты эпюры загрузки:

$$a = (149 + 105) / (2 * 2) = 63,5 \text{ см}$$

Изгибающий момент в середине пролета:

$$M = qL_0^2 / 8 - q_1 a^2 / 6 = 7,379 * 1,4^2 / 8 - 7,129 * 0,63^2 / 6 = 1,8 \text{ кН м}$$

Поперечная сила:

$$Q = 0,5(qL_0 - q_1 a) = 0,5(7,379 * 1,4 - 7,129 * 0,63) = 2,9 \text{ кН}$$

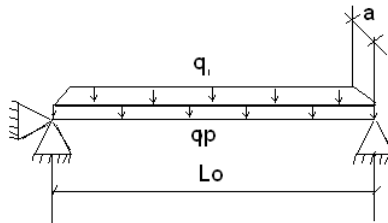


Рисунок 6 - Расчетная схема поперечного ребра.

Исходя из предоставленных данных, сечение поперечного ребра является тавровым. Рабочая высота ребра $h_0 = 12$ см, ширина ребра $b = 7.5$ см, толщина полки $h'f = 3$ см, а ширина полки $b'f = L_0 / 3 + 10 = 107,6$ см.

С учетом этих значений, мы можем рассчитать изгибающий момент (M) и максимальные напряжения в ребре. Однако, для полного расчета необходимо также знать плотность материала ребра ((q)) и другие параметры, такие как модуль упругости материала и момент инерции сечения.

$$A_0 = M / (b'f * h_0^2 * R_b) = 7,93 * 10^5 / (106,3 * 12^2 * 13,05 * 100) = 0,039$$

По табл. III.1 [7] $\zeta = 0,039$ и требуемая площадь сечения продольной рабочей арматуры: $A_s = \zeta * b'f * h_0 * R_b / R_s = 0,039 * 107,6 * 12 * 13,05 / 365 = 1,8 \text{ см}^2$

Принимаем 1Ø16AIII с $A_s = 2,011 \text{ см}^2$

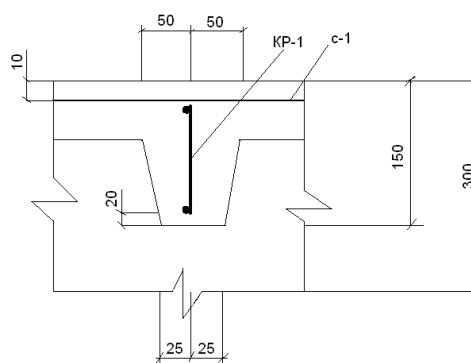


Рисунок 7-Схема сечения поперечного ребра

Для расчета прочности поперечного ребра по наклонному сечению к продольной оси необходимо знать дополнительные параметры, такие как модуль упругости материала и момент инерции сечения относительно оси, проходящей через центр тяжести сечения и перпендикулярной к продольной оси.

$Q=2,9\text{кН}$. Вычисляем проекцию расчетного наклонного сечения на продольную ось «С». Влияние свесов сжатых полок при пяти поперечных ребер. $\varphi f=5*(0,75*(3 h'f)h'f/b* h_0)=5*(0,75(3*3*3/7,5*12)=1,12>0,5$.

Принимаем: $\varphi f=0,5$ $\varphi n=0$.

Вычисляем: $1+ \varphi f+ \varphi n=1+0,5+0=1,5$

$V=\varphi b_2(1+ \varphi f+ \varphi n)Rb_t*b*h_0^2=2*1.5*0.95*(100)*7.5*12^2=307800\text{Н см}$.

В расчетном наклонном сечении:

$Qb=Q_{sw}=Q/2=2,9/2=1,45\text{кН}$, отсюда $C=V/0,5Q=106\text{см}>2 h_0=2*12=24$

принимаем $C=24\text{см}$

Тогда $Qb=V/C=307800/24=12825\text{Н}=12,825\text{кН}>Q=2,9\text{кН}$

поперечная арматура не требуется по расчету, это может означать, что сечение ребра достаточно прочное для передачи всех возникающих нагрузок без необходимости добавления дополнительной арматуры.

Исходя из условия сварки и размеров поперечных стержней, можно приступить к расчету прочности поперечного ребра.

Для начала, необходимо определить характеристики материала, такие как модуль упругости и прочность на растяжение. Данные характеристики могут быть предоставлены для конкретного материала, из которого изготовлены поперечные стержни.

Затем, используя размеры и геометрические характеристики сечения поперечного ребра, можно выполнить расчет прочности. Это включает определение момента инерции сечения и применение соответствующих формул для расчета напряжений и прочности. $d_s=16\text{мм}$ $d_{sw}=5\text{мм}$ класс BpI

$$S=h/2=150/2=75\text{мм}.$$

2.1.4 Статический расчет плиты в продольном направлении (продольных ребер)

Для определения расчетного пролета свободно опертой плиты, на которую действует равномерно распределенная нагрузка, необходимо учесть характеристики материала плиты, ее геометрические параметры и требования к прочности.

Важным аспектом является прочность материала плиты, включая его прочность на сжатие и прочность на изгиб. Также требуется знать модуль упругости материала.

Геометрические параметры плиты, такие как толщина, ширина и длина, также оказывают влияние на расчет пролета. Они используются для определения момента инерции сечения плиты.

Кроме того, необходимо учесть требования к прочности и допустимым напряжениям, чтобы обеспечить безопасность и предотвратить разрушение плиты.

Для определения расчетного пролета свободно опертой плиты, на которую действует равномерно распределенная нагрузка, необходимо учесть характеристики материала плиты, ее геометрические параметры и требования к прочности.

Важным аспектом является прочность материала плиты, включая его прочность на сжатие и прочность на изгиб. Также требуется знать модуль упругости материала.

Геометрические параметры плиты, такие как толщина, ширина и длина, также оказывают влияние на расчет пролета. Они используются для определения момента инерции сечения плиты.

Кроме того, необходимо учесть требования к прочности и допустимым напряжениям, чтобы обеспечить безопасность и предотвратить разрушение плиты. Расчетный пролет $L_0 = L_k - L_{оп} = 5080 - 120 = 4960 \text{ мм}$

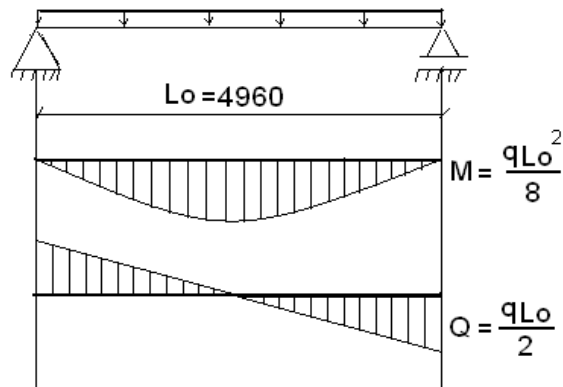


Рисунок 8 - Расчетная схема

Нагрузка на 1м плиты при ее ширине $B^H = 3 \text{ м}$

Нормативная:

постоянная и длительная: $q_{ng} = 3750 \text{ Н/м} \cdot 3 = 11250 \text{ Н/м}$

кратковременная: $P_{nch} = 2400 \cdot 3 = 7200 \text{ Н/м}$

Полная нормативная: $q_n = q_{ng} + P_{nch} = 11250 + 7200 = 18450 \text{ Н/м}$

Расчетная:

постоянная: $q_s = 3213,85 \cdot 3 = 9641,55 \text{ Н/м}$

кратковременная: $P_{sh} = 2400 \cdot 3 = 7200 \text{ Н/м}$

Полная: $q = q_s + P_{sh} = 9641,55 + 7200 = 16841,55 \text{ Н/м}$

Расчетный изгибающий момент от полной нагрузки.

$$M = qL_0^2 / 8 = 18,450 \cdot 4,96^2 / 8 = 56,73 \text{ кН м}$$

Расчетная поперечная схема от полной нагрузки.

$$Q = qL_0 / 2 = 16,841 \cdot 4,96 / 2 = 41,7 \text{ кН}$$

Нормативный изгибающий момент:

от длительной действующей нагрузки $M_{ne} = 11,25 \cdot 4,96^2 / 8 = 34,59 \text{ кН м}$

от кратковременной нагрузки: $M_{nsh} = 7,2 \cdot 4,96^2 / 8 = 22,14 \text{ кН м}$

от полной нагрузки: $M_n = 16,84 \cdot 4,96^2 / 8 = 51,78 \text{ кН м}$

Нормативная поперечная сила от полной нагрузки:

$$Q_n = 16,84 \cdot 4,96 / 2 = 41,7 \text{ кН.}$$

Для предварительного определения площади сечения продольной растянутой и поперечной арматуры в продольных ребрах необходимо учесть несколько факторов, включая требования к прочности и допустимые напряжения, характеристики материала арматуры и геометрические параметры конструкции.

Продольная арматура предназначена для противодействия растяжению в продольных ребрах конструкции. Площадь сечения продольной арматуры должна быть достаточной для передачи требуемых напряжений и обеспечения необходимой прочности. Расчет площади сечения продольной арматуры основывается на требуемой сопротивляемой растягивающей силе, характеристиках материала арматуры и допустимых напряжениях.

Поперечная арматура используется для укрепления поперечных ребер конструкции и предотвращения разрушения бетона при сжатии. Площадь сечения поперечной арматуры также должна быть достаточной для передачи требуемых напряжений и обеспечения прочности. Расчет площади сечения поперечной арматуры основывается на требуемой сопротивляемой силе, характеристиках материала арматуры и допустимых напряжениях.

$$b = 2(9 + 7)/2 = 16 \text{ см}$$

$$h'f = 3 \text{ см}$$

$$b'f = 508/3 + 2 \cdot 9 = 187 \text{ см}$$

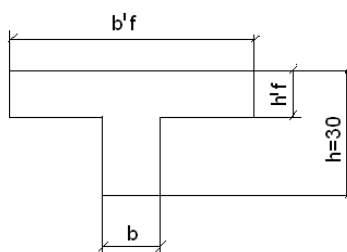


Рисунок 9-Схема определения площади сечения продольной растянутой и поперечной арматуры в продольных ребрах

Рабочая высота сечения: $h_0 = 30 - 3 = 27 \text{ см}$

Изгибающий момент, воспринимаемый сжатой полкой сечения и растянутой арматурой, зависит от нескольких факторов, включая геометрические параметры сечения, характеристики материала и расположение арматуры.

При изгибе балки или элемента конструкции возникают напряжения как в сжатой, так и в растянутой зонах сечения. Сжатая полка сечения подвергается сжатию, а растянутая арматура напрягается в направлении изгиба.

Для определения изгибающего момента в сжатой полке сечения необходимо учесть геометрические параметры сечения, такие как ширина и высота полки, а также характеристики материала, включая прочность на сжатие. Изгибающий момент в сжатой полке зависит от величины изгиба и распределения нагрузки.

Для определения изгибающего момента, воспринимаемого растянутой арматурой, необходимо учесть расположение и характеристики арматуры, включая ее площадь сечения и прочность на растяжение. Изгибающий момент, воспринимаемый растянутой арматурой, зависит от ее положения относительно нейтральной оси сечения и распределения нагрузки.

$M_f = b'f \cdot h'f \cdot R_b (h_0 - 0,5 h'f) = 187 \cdot 3 \cdot 13,05 (27 - 0,5 \cdot 3) = 18668677 \text{ Н} \cdot \text{см} = 186,68 \text{ кН} \cdot \text{м} > M = 56,73 \text{ кН} \cdot \text{м}$, следовательно, н.о. проходит в пределах полки, расчет следует произвести как для прямоугольного сечения шириной $b = b'f = 187 \text{ см}$.

В этом случае:

$$A_0 = M / R_b \cdot b \cdot h_0^2 = 56,73 \cdot 10^5 / 13,05 \cdot 187 \cdot 27^2 = 0,031$$

$$\iota = 0,68$$

Требуемая площадь сечения продольной предварительной арматуры при предположении $\gamma \iota = 1,2$

$$A_s = M / \gamma \cdot R_s \cdot \iota \cdot h_0 = 56,73 \cdot 10^5 / 1,2 \cdot 510 \cdot 0,68 \cdot 27 = 5,01 \text{ см}^2.$$

Принимаем 2Ø18 с $A_{sp} = 5,09 \text{ см}^2$.

2.1.5 Определение геометрических характеристик продольных ребер

Площадь приведенного сечения плиты может быть определена с использованием отношения модулей упругости. Отношение модулей упругости, также известное как коэффициент Пуассона, обозначается символом ν .

Это уравнение позволяет найти площадь приведенного сечения плиты, учитывая отношение модулей упругости. Значение отношения модулей упругости зависит от материала плиты. Например, для обычного бетона значение коэффициента Пуассона составляет около 0,2-0,3.

$$J = E_s / E_b = 190000 / 27000 = 7,04$$

$$A_{red} = A + J A_{sp} = (149 - 16) \cdot 3 + 16 \cdot 30 + 7,04 \cdot 6,28 = 892,3 \text{ см}^2$$

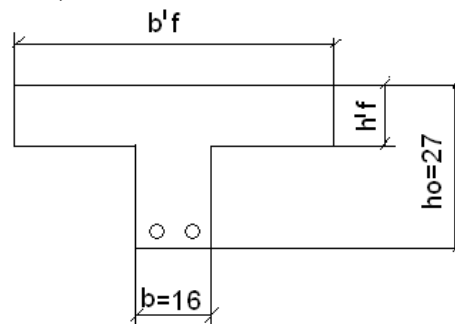


Рисунок 10-Схема расположения арматуры

Статический момент приведенного сечения относительно нижней грани ребра: $S_{red} = \sum A_i \cdot y_i = (149 - 16) \cdot 3 \cdot (30 - 0,5 \cdot 3) + 16 \cdot 30^2 \cdot 0,5 + 7,04 \cdot 6,28 \cdot 3 = 7760,13 \text{ см}^3$

Расстояние от центра тяжести приведенного сечения до нижней грани ребра: $y_0 = S_{red} / A_{red} = 7760,13 / 892,3 = 8,69 \text{ см}$.

Расстояние от центра тяжести приведенного сечения до верхней грани: $y'_0 = h - y_0 = 30 - 8,69 = 21,31 \text{ см}$

Расстояние от центра тяжести напрягаемой арматуры до центра тяжести сечения: $L_{op} = y_{red} - a = 8,69 - 3 = 5,69 \text{ см}$

Момент инерции приведенного сечения относительно его центра тяжести $J_{red} = (149 - 16) \cdot 3^3 / 12 + (149 - 16) \cdot 3 \cdot (30 - 3 \cdot 0,5 - 8,69)^2 + 16 \cdot 30^3 / 12 + 16 \cdot 30 \cdot (8,69 - 0,5 \cdot 30)^2 + 7,04 \cdot 6,28 \cdot 5,69 = 33847,63 \text{ см}^4$

Момент сопротивления приведенного сечения относительно нижней грани: $W_{red} = J_{red} / y_{red} = 33847 / 8,69 = 3804,86 \text{ см}^3$

то же относится верхней грани:

$$W'_{red} = J_{red} / y'_0 = 33847,53 / 21,31 = 1588,34 \text{ см}^3$$

Упруго-пластичный момент сопротивления относительно нижней грани при: $j = 1,75$

$$W_{pe}=j*W_{red}=1,75*3804,86=6658,5\text{см}^3$$

относительно верхней грани:

$$W^I_{pe}=j*W^I_{red}=1,75*1588,34=2779,59\text{см}^3$$

2.1.6 Предварительное напряжение и его потери

Предварительное напряжение не должно превышать значения $R_{s, ser-p}=590-90=500\text{МПа}$ (где $p=30+360/L=30+360/6=76,4\text{МПа}$, $L=5,1\text{м}$ -расстояние между наружными гранями упоров) и быть не менее:

$$0,3 * R_{s, ser-p}=0,3*590+90=253\text{МПа}$$

Исходя из этого, принимаем $\sigma_{sp}=500\text{МПа}$.

Потери предварительного напряжения вычисляем в соответствии с табл.5[6].

Потери до окончания обжатия от релаксации напряжений:

$$\sigma_1=0,03 \sigma_{sp}=0,03*500=15\text{МПа.}$$

от температурного перепада $\Delta t=65^\circ\text{C}$

$$\sigma_2=1,25 \Delta t=1,25*65=81\text{МПа.}$$

При определении длины заготовки арматурных стержней для учета потерь от деформации анкеров и поддона можно принять, что напряжения в точках σ_3 и σ_4 равны нулю. Это означает, что в этих точках нет никаких ограничений на деформацию, и потери могут быть учтены.

Обычно при расчете длины заготовки арматурных стержней учитываются потери от деформации, чтобы обеспечить необходимую длину стержней после учета возможных деформаций. Потери от деформации могут происходить из-за упругих деформаций материала и деформаций в результате усадки бетона.

Учет потерь от деформации может быть выполнен путем добавления дополнительной длины к расчетной длине арматурных стержней. Эта дополнительная длина зависит от конкретных условий и требований проекта.

Если в данном случае принимается, что напряжения в точках σ_3 и σ_4 равны нулю, то можно принять, что дополнительная длина арматурных стержней равна потерям от деформации анкеров и поддона. Это позволит учесть эти потери и определить необходимую длину заготовки арматурных стержней.

Усилие предварительного обжатия с учетом перечисленных потерь при $\gamma_{sp}=1$. $P=\gamma_{sp}(\sigma_{sp}-\sigma_1-\sigma_2)A_{sp}=1(500-15-81)6,28*100=253712\text{Н}=253,712\text{кН}$

Напряжение обжатия на уровне напрягаемой арматуры.

$$\Sigma \sigma_{bp} = P/A_{red} + P * L_{op}^2/J_{red} = 253712/8923 + 253712 * 5,69^2/137535,93 = 267,63\text{Н/см}^2 = 2,67\text{МПа.}$$

Потери от быстронатекающей ползучести, при:

$$\sigma_{bp}/R_{bp}=2,67/20=0,13 < \alpha=0,25+0,025*20=0,75$$

$$\sigma_5=0,85*40 \sigma_{bp}/R_{bp}=0,85*40*0,13=4,42\text{МПа.}$$

Итого первые потери, происходящие до окончания обжатия бетона.

$$\sigma_{Los1}=\sigma_1+\sigma_2+\sigma_5=15+81+4,42=100,42\text{МПа.}$$

Напряжение в напрягаемой арматуре с учетом первых потерь:

$$\sigma_{sp1}=\sigma_{sp}-\sigma_{Los1}=500-100,42=399,57\text{МПа.}$$

Условия обжатия с учетом первых потерь при: $\gamma_{sp}=1$

$$P_1 = \gamma_{sp} * \sigma_{sp1} * A_{sp} = 1 * 399,57 * 6,28 * 100 = 250929 \text{ Н} = 250,929 \text{ кН.}$$

Напряжение обжатия бетона:

$$\sigma_{bp} = P_1 / A_{red} + P_1 * L_{op}^2 / J_{red} = 250929 / 8923 + 250929 * 5,69^2 / 33647,53 = 264,5 \text{ Н/см}^2 = 2,64 \text{ МПа} < 0,95 R_{bp} = 0,95 * 20 = 19 \text{ МПа.}$$

следовательно, требования удовлетворяется.

Потери, происходящие после обжатия, могут включать потери от усадки бетона (σ_7) и потери от ползучести бетона. Для определения этих потерь требуются дополнительные данные, такие как продолжительность нагружения и значения соответствующих коэффициентов.

Потери от усадки бетона (σ_7) зависят от свойств бетона и условий его использования. Значение σ_7 может быть определено на основе испытаний и опыта или взято из рекомендаций и нормативных документов. Обычно σ_7 составляет около 35 МПа.

Потери от ползучести бетона также зависят от свойств бетона и условий нагружения. Они могут быть определены с использованием данных о продолжительности нагружения и соответствующих коэффициентов ползучести. Коэффициенты ползучести могут быть взяты из рекомендаций или определены на основе испытаний.

Для более точного определения потерь от ползучести бетона и потерь от усадки бетона необходимо обратиться к соответствующим нормам и стандартам проектирования, а также провести расчеты с использованием конкретных данных и параметров проекта.

$$\sigma_{bp} / R_{bp} = 2,64 / 20 = 0,13 < 0,75$$

$$\sigma_9 = 0,85 * 150 \sigma_{bp} / R_{bp} = 0,85 * 150 * 0,13 = 16,57 \text{ МПа.}$$

$$\text{Итого вторые потери: } \sigma_{Los2} = \sigma_7 + \sigma_9 = 35 + 16,57 = 51,57 \text{ МПа.}$$

Полные потери напряжения:

$$\sigma_{Los} = \sigma_{Los1} + \sigma_{Los2} = 100,42 + 51,57 = 151,99 \text{ МПа} > 100 \text{ МПа.}$$

Предварительное напряжение с учетом всех потерь:

$$\sigma_{sp2} = \sigma_{sp} - \sigma_{Los} = 500 - 151,99 = 348,01 \text{ МПа.}$$

Усилие обжатия с учетом всех потерь при: $\gamma_{sp} = 1$.

$$P_2 = \gamma_{sp} * \sigma_{sp2} * A_{sp} = 1 * 348,01 * 6,28 * 100 = 218550 \text{ Н} = 218,550 \text{ кН.}$$

Коэффициент точности натяжения (или коэффициент натяжения) используется для учета возможных отклонений и погрешностей при натяжении арматурных элементов. Он позволяет учесть неизбежные расхождения между запланированными и фактическими значениями натяжения.

Коэффициент точности натяжения обычно обозначается как γ_t и может принимать различные значения в зависимости от конкретных условий и требований проекта. Значение γ_t выбирается в соответствии с принятой нормативной документацией или инженерными рекомендациями.

Введение коэффициента точности натяжения позволяет учесть следующие факторы:

Погрешности в измерении натяжения: В процессе натяжения арматурных элементов могут возникать погрешности при измерении натяжения. Коэффициент точности натяжения учитывает эти погрешности и позволяет скорректировать расчетные значения.

Влияние окружающей среды: Окружающая среда, такая как температура и влажность, может влиять на свойства материалов и вызывать их изменения. Коэффициент точности натяжения учитывает это влияние и позволяет скорректировать расчетные значения натяжения.

Расхождения в свойствах материалов: Реальные свойства материалов могут немного отличаться от предполагаемых или номинальных значений. Коэффициент точности натяжения позволяет учесть такие расхождения и обеспечить безопасность и надежность конструкции.

Введение коэффициента точности натяжения в последующие расчеты позволяет учесть возможные отклонения и обеспечить более надежную и безопасную конструкцию. Значение коэффициента точности натяжения следует выбирать в соответствии с требованиями нормативной документации и инженерными рекомендациями для конкретного проекта.

$$\Delta \gamma_{sp} = 0,5P / \sigma_{sp}(1 + 1/\sqrt{n_p}) = 0,5 * 90 / 500(1 + 1/\sqrt{2}) = 0,11 > 0,1$$

$$\gamma_{sp} = 1 \pm \Delta \gamma_{sp} = 1 + 0,11 = 1,11 \text{ или } \gamma_{sp} = 1 - 0,11 = 0,89.$$

2.1.7 Проверка прочности нормального сечения продольных ребер

Формула для расчета характеристики сжатой зоны бетона имеет вид:

$$\omega = \alpha - 0,008R_b = 0,85 - 0,008 * 13,05 = 0,746 \text{ значение } \Delta \sigma_{sp} = 1500\sigma_{sp2}/R_s - 1200 = 1500 * 348,01 / 510 - 1200 = 727,39 < 0.$$

Значение характеристического сопротивления бетона можно найти в нормативных документах или рекомендациях для конкретного класса бетона. Коэффициент безопасности для бетона также определяется нормативными требованиями и может зависеть от условий эксплуатации и требуемого уровня надежности.

После определения значений вы можете использовать формулу для вычисления характеристики сжатой зоны бетона. Это значение будет использоваться в дальнейших расчетах прочности нормального сечения продольных ребер.

$$\text{значение } \sigma_{sR}: \sigma_{sR} = R_s + 400 - \sigma_{sp} - \Delta \sigma_{sp} = 510 + 400 - 348,01 * 0,85 = 614,2 \text{ МПа.}$$

Граничное значение относительной высоты сжатой зоны по формуле:

$$\zeta_R = \omega / (1 + \sigma_{sR} / \sigma_{sc,u}(1 - \omega / 1,1)) = 0,746 / (1 + 614,2 / 500(1 - 0,746 / 1,1)) = 0,746 / 1,40 = 0,53$$

где: $\sigma_{sc,u} = 500 \text{ МПа.}$

$$\text{и коэффициент } A_R = \zeta_R(1 - 0,53 \zeta_R) = 0,53(1 - 0,53 * 0,53) = 0,53 * 0,53 = 0,38.$$

Решаем совместно уравнение:

$$\zeta = \gamma_{s6} * R_{sp} * A_{sp} / b * h_0 * R_b = \gamma_{s6} * 3,24 * 510 / 187 * 27 * 13,05 = 0,04 \gamma_{s6}$$

$$\text{и } \gamma_{s6} = 1 - (1 - 1)(2\zeta / \zeta_R - 1) = 1,2 - (1,2 - 1)(2\zeta / 0,53 - 1) = 0,76\zeta - 1,4$$

$$\gamma_{s6} = 1,2 - (1,2 - 1)(2 / 0,65 - 1) = 1,2 - 0,2(2\zeta - 0,53 / 0,53) = 1,2 - 0,38(2\zeta - 0,53) = 1,2 - 0,76\zeta$$

$$\zeta + 0,2 = 1,4 - 0,76\zeta$$

$$\gamma_{s6} = 1,4 - 0,76\zeta$$

$$\gamma_{s6} = 1,4 - 0,02 * 0,76 = 1,386 \text{ По } \zeta = 0,02 \text{ находим } A_o = 0,039$$

$$\text{Тогда } \zeta = 0,04 - 1,386 = 0,05$$

$$M_{adm} = A_o * b * h_0^2 * R_b = 0,05 * 187 * 27^2 * 13,05 * 100 = 8895075 = 88,95 \text{ кН*м} \\ > M = 56,7 \text{ кН*м.}$$

2.1.8 Расчет прочности сечений, наклонных к продольной оси панели, на действие поперечной силы

При предварительно принятом поперечном армировании ($n=2 \text{ } \varnothing 4 \text{ ВрI}$ $S=10 \text{ см}$)

$$\alpha = E_s / E_b = 170000 / 27000 = 6,2$$

$$\mu \omega = A_{s\omega} / (b s) = 2 * 0.196 / 16 * 10 = 0,002$$

$$\varphi \omega_1 = 1 + 5 \alpha * \mu \omega = 1 + 5 * 6,2 * 0,002 = 1,06 < 1,3$$

$$\varphi b_1 = 1 - \beta * R_b = 1 - 0,01 * 13,05 = 0,87.$$

Так, как $Q = 41,7 * 10^3 < 0,3 \varphi \omega_1 * \varphi b_1 * R_b * b * h_0 = 0,3 * 1,06 * 0,87 * 16 * 27 * 100 = 119517 \text{ Н} = 119,517 \text{ кН}$ т.е. условие соблюдается, принятые размеры достаточны.

Вычисляем коэффициент:

$$\varphi n = 0,1 P_1 / R_{bt} * b * h_0 = 0,1 * 250929 / 0,95 * 16 * 27 * 100 = 0,61 > 0,5 \quad \varphi n = 0,5.$$

$$\varphi f = 0,75 (b' f - b) h' f / b * h_0 = 0,75 * (18,7 - 16) 3 / 12 * 27 = 0,01 < 0,5.$$

Вычисляем $1 + \varphi f + \varphi n = 1 + 0,5 + 0,02 = 1,501 > 1,5$ принимаем 1,5.

$$B = \varphi b_2 (1 + \varphi f + \varphi n) R_{bt} * b * h_0^2 = 2 * 1,5 * 0,95 * 16 * 27^2 * (100) = 3324240 \text{ Н см}.$$

В расчетном наклоне сечения:

$$Q_b = Q_{sw} = Q / 2 = 41,7 / 2 = 20,85 \text{ кН},$$

$$\text{отсюда } C = B / 0,5 Q = 3324240 / 20850 = 159,43 \text{ см} > 2 h_0 = 2 * 27 = 54 \text{ см}.$$

Принимаем $c = 54 \text{ см}$.

Тогда $Q_b = B / c = 3324240 / 54 = 61560 = 61,56 \text{ кН} > 41,7 \text{ кН}$. следовательно, поперечная арматура по расчету не требуется.

На опорах участках длиной $1/4 L$ шаг поперечных стержней принят $S = h / 2 = 300 / 2 = 150 \text{ мм}$. принимаем $S_1 = 100 \text{ мм}$. В середине пролета $S_2 = 2 * S_1 = 200 \text{ мм}$.

2.1.9 Расчет по образованию трещин, нормальных к продольной оси плиты, в стадии изготовления, транспортировки и монтажа

Для расчета трещиностойкости панели при действии усилий в стадии производства работ, необходимо учитывать наличие начальных трещин в сжатой зоне. Эти трещины могут возникать вследствие процесса натяжения арматурных элементов или других факторов.

Один из расчетных методов для определения трещиностойкости панели - это использование критерия трещиностойкости, такого как критерий относительного открытия трещины (ROCK). Этот критерий позволяет определить, будет ли трещина в сжатой зоне расширяться или оставаться стабильной при заданных усилиях.

Важно отметить, что расчет трещиностойкости панели требует учета различных факторов, таких как свойства материалов, геометрия панели, условия нагружения и другие.

$$\Sigma \sigma_p = P / A_{red} + P * L_{op} * y_{red} / J_{red} = 253712 / 8923 + 253712 * 5,69 * 8,69 / 33647,53 = 397,33 \text{ Н/см}^2 = 3,97 \text{ МПа}.$$

$$\text{Коэффициент } \varphi = 1,6 - \sigma_{bp} / R_{bser} = 1,6 - 3,97 / 15 = 1,37$$

Тогда искомое расстояние: $r = \varphi \cdot W'_{red} / A_{red} = 0,57 \cdot 1588,34 / 892,3 = 1,01 \text{ см}$.
 Изгибающий момент воспринимающий сечением перед образованием трещин: $M_{счс} = R_{btser} \cdot W_{pe} \cdot M_{гр}$
 $M_{гр} = P_2 (L_{op} + r) = 218550 (5,69 + 1,01) = 1451172 \text{ Н см}$
 $M_{счс} = 1,6 \cdot 6658,5 + 1451172 = 1461825,6 \text{ Н см} = 14,61 \text{ кН м} < M_n = 51,78 \text{ кН м}$
 следовательно, трещины в верхней зоне сечения не образуются.

2.1.10 Определение диаметра подъемных петель

Собственный вес плиты с учетом коэффициента динамичности $h_{пр} \cdot \alpha_k \cdot V_k \cdot \rho = 0,053 \cdot 508 \cdot 1,49 \cdot 3000 = 1203,5$.

Учитывая возможный перекося эту нагрузку распределяем не на четыре, а на три петли, тогда нагрузка на одну петлю составляет: $1203,5 / 3 = 401,16 \text{ кгс}$.

Принимаем Ø12AIII табл.1,4.

3 Технологический раздел

Цели и задачи:

а) разработать варианты организационно-технологических моделей возведения объекта при строительстве равноритмичными и кратноритмичными потоками;

б) определить численность исполнителей, необходимую для строительства объекта в нормативные сроки, и распределить их по потокам, бригадам и видам работ;

в) составить календарный график строительства здания с учетом принятого метода организации и выбранной модели возведения, соблюдения нормативных сроков выполнения каждой работы, а также влияния природно-климатических факторов на производство работ;

г) спроектировать управленческую структуру руководства бригадами;

д) разработать организационные решения по календарному планированию и управлению строительством здания.

Исходные данные приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Характеристика строящегося объекта.

Тип здания	Количество этажей	Длина, ширина, высота	Общая площадь
Каркасный и кирпичным заполнением	3 + цоколь	81*45*18	10553,35

Трудоёмкость (Q_{ij}) и сметная стоимость (C_{ij}) работ по объекту и пусковому комплексу определяются исходя из общей площади (F_j), норматива трудовых затрат (q_{ij}) и норматива сметной стоимости (c_{ij}) на 1000 м² общей площади:

$$Q_{ij} = F_j \cdot q_{ij}; \quad (6)$$

$$C_{ij} = F_j \cdot c_{ij}. \quad (7)$$

Исходные данные для разработки структуры приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2. Исходные данные для разработки структуры организационной системы

п/п	Показатели	Единица измерения	Тип дома: кирпичный	
			Дом	Пусковой комплекс
	Общая площадь	м ²	7,3	3,65
	Количество блок-секций	шт.	2	1
	Количество этажей	шт.	4	4

	Количество домов (пусковых комплексов) в программе	шт.	1	2
	Трудовые затраты/Сметная стоимость	чел.-см./ тыс. р	<u>18994,6</u> <u>23024,2</u>	<u>9497,3</u> <u>11512,1</u>
.1	Возведение подземной части	чел.-см./ тыс. р	<u>992,8</u> <u>1496,5</u>	<u>496,4</u> <u>748,25</u>
.2	Возведение надземной части	чел.-см./ тыс. р	<u>5635,6</u> <u>9782</u> <u>2336</u> <u>3131,7</u> <u>1511,1</u> <u>1299,4</u>	<u>2817,8</u> <u>4891</u> <u>1168</u> <u>1565,85</u> <u>755,55</u> <u>649,7</u>
.3	Сантехнические работы	чел.-см./ тыс. р	<u>1328,6</u> <u>1657,1</u>	<u>644,3</u> <u>828,55</u>
.4	Электромонтажные работы	чел.-см./ тыс. р	<u>1080,4</u> <u>1043,9</u>	<u>540,2</u> <u>521,95</u>
.5	Слаботочные работы	чел.-см./ тыс. р	<u>321,2</u> <u>1299,4</u>	<u>160,6</u> <u>182,5</u>
.6	Плотничные работы	чел.-см./ тыс. р	<u>876</u> <u>1219,1</u>	<u>438</u> <u>609,55</u>
.7	Штукатурные, плиточные, мозаичные работы	чел.-см./ тыс. р	<u>2080,5</u> <u>1131,5</u>	<u>1040,25</u> <u>565,75</u>
.8	Малярные работы	чел.-см./ тыс. р	<u>1846,9</u> <u>1226,4</u>	<u>923,45</u> <u>613,2</u>
.9	Устройство линолеумных полов	чел.-см./ тыс. р	<u>985,5</u> <u>671,6</u>	<u>492,75</u> <u>335,8</u>

Разработка вариантов организационно технологических моделей (ОТМ) возведения объектов программы выполняется в виде циклограммы. В ней отражают уровень разделения труда и специализацию производственных подразделений, степень совмещения их работы во времени и в пространстве при выполнении комплекса работ поточным методом, при равном и кратном соотношении продолжительностей работ на объекте. При этом необходимо выделять пусковые комплексы, чтобы обеспечить их поэтапный ввод.

На рисунках 3.1 и 3.2 показаны два варианта ОТМ для возведения здания.

Формулы для определения нормативной продолжительности работ (тин) зависят от нормативной продолжительности строительства объекта (T_{jn}), объемно планировочных характеристик объекта — количества этажей N_z , числа захваток на этаже m — и выбранного варианта ОТМ.

Для кирпичных домов совмещение специальных работ с выполнением третьего цикла работ по возведению конструкций здания принимается независимо от варианта ОТМ, при наличии двух перекрытий над рабочим

местом сантехников. Совмещение циклов отделочных работ, выполняемых «сверху вниз», принимают исходя из условия окончания предшествующего цикла на захватке.

Вывод формулы нормативной продолжительности выполнения работ для ОТМ 1:

$$t_{ин} = f(T_{он}, N_э, m, \text{треб. техн. безоп.}, T_{св.отд}); \quad (8)$$

$$T_{он} = t_{пч} + \Delta + t_{сп} + 7 + t_{шт} + T_{св.отд}; \quad (9)$$

$$\Delta = K_{нч} \cdot (m + 1); \quad K_{нч} = \frac{t_{нч}}{N_э + 1}; \quad (10)$$

$$T_{св.отд} = K_m + K_n = \frac{t_m}{N_э \cdot m} + \frac{t_n}{N_э \cdot m}; \quad (11)$$

$$t_m = t_n = t_{шт}; \quad (12)$$

$$T_{св.отд} = \frac{t_{шт} \cdot 2}{N_э \cdot m} = \frac{t_{шт} \cdot (n_0 - 1)}{N_э \cdot m}, \quad (13)$$

где n_0 – число процессов отделки (штукатурные, малярные работы, полы).

$$T_{он} = t_{пч} + \frac{t_{нч} \cdot (m + 1)}{(N_э + 1) \cdot m} + t_{сп} + 7 + t_{шт} + \frac{t_{шт} \cdot (n_0 - 1)}{N_э \cdot m}; \quad (14)$$

$$t_{ин} = t_{пч} = t_{нч} = t_{сп} = t_{пл} = t_{шт} = t_m = t_n; \quad (15)$$

$$T_{он} = t_{ин} \cdot \left(1 + \frac{(m + 1)}{(N_э + 1) \cdot m} + 1 + 1 + \frac{(n_0 - 1)}{N_э \cdot m}\right) + 7; \quad (16)$$

$$t_{ин} = \frac{T_{он} - 7}{3 + \frac{(m + 1)}{(N_э + 1) \cdot m} + \frac{(n_0 - 1)}{N_э \cdot m}}. \quad (17)$$

ОТМ-1 представлена на рисунке 3.1.

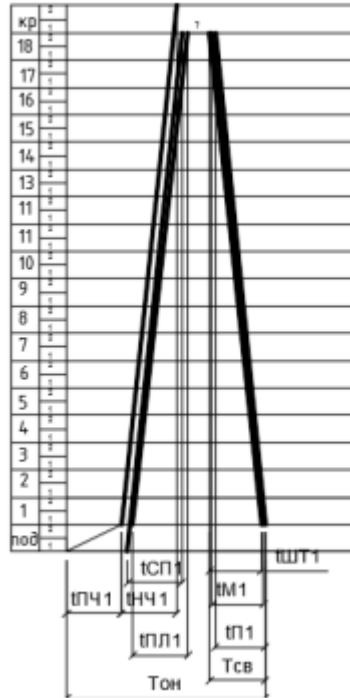


Рисунок 3.1. ОТМ-1

Вывод формулы нормативной продолжительности выполнения работ для ОТМ-3:

$$t_{ин} = f(T_{он}, N_{э}, m, \text{треб. техн. безоп.}, T_{св.отд}); \quad (18)$$

$$T_{он} = t_{пч} + t_{нч} + \Delta + 7 + t_{шт} + T_{св.отд}, \quad (19)$$

где Δ – шаг по окончанию НЧ и СП,

$$\Delta = K_{сп} \cdot 1 = \frac{t_{сп} \cdot 1}{(N_{э} + 1) \cdot m}; \quad (20)$$

$$T_{св.отд} = \frac{t_{шт} \cdot (n_0 - 1)}{N_{э} \cdot m}; \quad (21)$$

$$T_{он} = t_{пч} + t_{нч} + \frac{t_{сп}}{(N_{э} + 1) \cdot m} + 7 + t_{шт} + \frac{t_{шт} \cdot (n_0 - 1)}{N_{э} \cdot m}; \quad (22)$$

$$t_{ин} = t_{пч} = t_{сп} = t_{пл} = t_{шт} = t_m = t_n; \quad (23)$$

$$t_{нч} = 2 \cdot t_{ин}; \quad (24)$$

$$T_{\text{он}} = t_{\text{ин}} \cdot \left(1 + 2 + \frac{1}{(N_{\text{э}}+1) \cdot m} + 1 + \frac{n_0-1}{N_{\text{э}} \cdot m}\right) + 7; \quad (25)$$

$$t_{\text{ин}} = \frac{T_{\text{он}} - 7}{4 + \frac{1}{(N_{\text{э}}+1) \cdot m} + \frac{n_0-1}{N_{\text{э}} \cdot m}}. \quad (26)$$

ОТМ-3 представлена на рисунке 3.2.

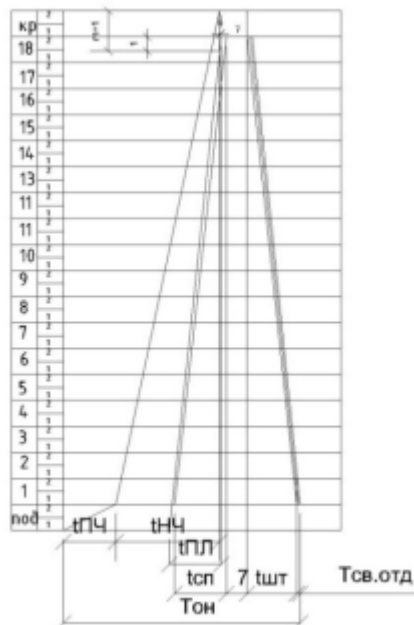


Рисунок 3.2. ОТМ-3

Расчет нормативной продолжительности выполнения работ выполняют для двух вариантов ОТМ возведения объекта — с равным и с кратным ритмом — исходя из условия ввода здания в эксплуатацию либо целиком, либо поэтапно, то есть по пусковым комплексам. Нормативную продолжительность строительства объекта ($T_{\text{н}}$) принимают по данным СНиП 1.04.03-85*. Если общая площадь дома попадает между двумя значениями, указанными в нормах продолжительности, используют метод интерполяции. Если площадь меньше минимального или больше максимального значения, применяют экстраполяцию; при превышении максимального значения в этом случае используют формулу:

$$T_{\text{эн}} = T_{\text{min(max)}} \sqrt[3]{\frac{F_j}{F_{j\text{min(max)}}}},$$

где $T_{\text{н}}$ — искомая величина нормативной продолжительности строительства;

$T_{\text{min(max)}}$ — минимальная (при экстраполяции в сторону уменьшения) или максимальная (при экстраполяции в сторону увеличения) нормативная продолжительность строительства;

F_j — общая площадь дома, для которого определяется $T_{\text{н}}$;

$F_j \min(\max)$ — предельная площадь дома, для которой известна нормативная продолжительность строительства.

Для дома в целом T_{nj} определяют методом интерполяции:

1. Прирост продолжительности на единицу площади:

$$\frac{430-350}{13333,3-6666,6} = 0,0012 \text{ дн./м}^2.$$

2. Прирост площади: $7300 - 6666,6 = 633,4 \text{ м}^2$.

3. $350 + 0,0012 \cdot 633,4 = 357,6 \text{ дн.}$

4. Нормативный срок строительства жилого дома с учетом возведения в г.

Астана:

$$T_{он} = 357,6 \cdot 1,2 + 5 \cdot 7,300 = 465,62 \approx 466 \text{ дн.}$$

Нормативная продолжительность выполнения работ по дому в целом:

- для равномеритмичной ОТМ:

$$t_{пч} = t_{нч} = t_{сп} = t_{пл} = t_{шт} = t_m = \frac{466-7}{3 + \frac{(2+1)}{(18+1) \cdot 2} + \frac{(3-1)}{18 \cdot 2}} \approx 147 \text{ дн.};$$

— для кратноритмичной ОТМ:

$$t_{пч} = t_{сп} = t_{пл} = t_{шт} = t_m = \frac{466-7}{4 + \frac{1}{(18+1) \cdot 2} + \frac{3-1}{18 \cdot 2}} = 113 \text{ дн.}; t_{нч} = 2 \cdot 113 = 226 \text{ дн.}$$

Для пускового комплекса T_{nj} определяется методом экстраполяции:

$$1. \quad T_{он} = 330 \sqrt[3]{\frac{3650}{6000}} = 279,61 \text{ дн.}$$

2. С учетом возведения в г. Астана:

$$T_{он} = 279,61 \cdot 1,2 + 5 \cdot 3,650 = 353,7885 \approx 354 \text{ дн.}$$

Нормативная продолжительность выполнения работ по пусковому комплексу:

- для равномеритмичной ОТМ:

$$t_{пч} = t_{нч} = t_{сп} = t_{пл} = t_{шт} = t_m = \frac{354-7}{3 + \frac{2}{(18+1)} + \frac{(3-1)}{18 \cdot 2}} \approx 108 \text{ дн.};$$

-для кратноритмичной ОТМ:

$$t_{пч} = t_{сп} = t_{пл} = t_{шт} = t_m = \frac{354-7}{4 + \frac{2}{(18+1)} + \frac{3-1}{18 \cdot 1}} = 83 \text{ дн.}; t_{нч} = 2 \cdot 83 = 166 \text{ дн.}$$

Критерий достаточной мощности ($N_{rij}^{\min}$) — это списочное количество рабочих в специализированных на соответствующих (i) видах работ и (j) типах домов подразделениях, обеспечивающих их выполнение в нормативный срок (t_{ijn}), рассчитанный по формулам для рассматриваемых ОТМ.

$N_{rij}^{\min}$ рассчитывается для каждого типа дома в программе по формуле:

$$N_{pij}^{min} = \frac{Q_i}{t_{in} \cdot \alpha_i} \cdot \frac{T_{кг}}{T_{ни}} \cdot \frac{T_{пр}}{T_{бфi}}. \quad (28)$$

Расчетная (нормализованная) продолжительность выполнения *i*-го вида работ (*t_{ij}*) определяется по формуле:

$$t_{ij} = \frac{Q_i}{N_{рппi} \cdot \alpha_{пji}} \cdot \frac{T_{пр}}{T_{бфi}}, \quad (29)$$

где *Q_i* — трудоемкость *i*-го вида работ на *j*-м объекте программы (табл. 2);

N_{рппi} — принятое количество рабочих в потоке;

α_{пji} — плановый показатель выполнения рабочими производственных норм времени (табл. 6);

T_{пр} и *T_{бфi}* — соответственно продолжительность года в рабочих днях и балансовый фонд рабочего времени за год. Продолжительность года в рабочих днях (*T_{пр}*) рассчитывается с учетом праздничных и выходных дней (суббота и воскресенье) и составляет 251 день.

Результаты расчетов приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3. Расчет нормализованной продолжительности выполнения работ

№ п/п	Виды работ	<i>Q_i</i>	<i>N_{рпп}</i>	В том числе		$\frac{T_{пр}}{T_{бфi}}$	<i>t_{ij}</i> , д.р.у.
				<i>N_{рибр}</i>	<i>N_{брипп}</i>		
	2	3	4	5	6	7	8
	ПЧ	992,8	19	16	1	1,17	56,087
	НЧ	9482,7	92	41	2	1,18	116,948
	САН	1328,6	22	10	2	1,16	65,84
	ЭЛ	1080,4	16	16	1	1,16	74,316
	СЛ	321,2	5	5	1	1,16	74,147
	ПЛ	876	12	6	2	1,16	74,28
	ШТ	2080,5	32	15	2	1,15	72,1
	М	1846,9	25	25	1	1,17	124,47
	П	985,5	14	7	2	1,15	76,877

Продолжительность выполнения работ определяется на основе увязки в реальном времени четырёх циклов работ с применением программы, которая автоматически пересчитывает расчётные дни в календарные (по программе «Start») и выводит результаты расчёта на печать.

Программа выполняет увязку по четырём технологическим циклам: возведение конструкций подземной части дома, возведение конструкций надземной части дома, сантехнические работы и штукатурные работы. При этом учитывается совмещение сантехнических работ с монтажом конструкций и кладочно-монтажными работами в зависимости от реализуемого варианта ОТМ (1-2-1-1).

Программа автоматизированной увязки работ «Start» предусматривает ввод исходных данных в следующей последовательности:

- а) общее количество строящихся объектов — 1;
- б) количество пусковых комплексов в программе, различающихся по общей площади — 1.

Расчётная продолжительность работ приведена в таблице 3.4.

Таблица 3.4. Расчётная продолжительность работ

№ п/п	Виды работ	t _{ij} , д.р.у.
1	Подземная часть	56,087
2	Надземная часть	116,948
3	Сантехнические работы	65,84
4	Штукатурные, плиточные, мозаичные работы	72,1

Продолжительность выполнения работ определяется по результатам увязки в реальном времени четырёх циклов с использованием программы, которая автоматически переводит расчётные дни в календарные (по программе «Start») и выводит расчёт на печать.

Программа выполняет увязку по четырём технологическим циклам: возведение конструкций подземной части дома, возведение конструкций надземной части дома, сантехнические работы и штукатурные работы. При этом учитывается совмещение сантехнических работ с монтажом конструкций и кладочно-монтажными работами — в зависимости от выбранного варианта ОТМ (1-2-1-1).

Автоматизированная программа увязки работ «Start» предусматривает ввод исходных данных в следующем порядке:

- а) общее количество строящихся объектов — 1;
- б) количество пусковых комплексов в программе, различающихся по общей площади — 1;
- д) дата окончания анализа — 17.12.2020;
- е) шаг сдвижки начала — 30 дней;

ж) после задания шага подаётся команда на расчёт для соответствующего варианта ОТМ. Компьютер выполняет увязку работ и рассчитывает календарные даты их начала и окончания на объектах программы — 1211.

Результаты расчёта (календарные даты начала и окончания, продолжительность работ, объект и общая продолжительность программы по первой дате начала), а также результаты анализа длительности выполнения программы в зависимости от даты начала выводятся на печать. График

зависимости продолжительности строительства от даты начала работ приведён на рисунке 3.3.



Рисунок 3.3. График зависимости продолжительности строительства от даты начала работ

Увязка специальных работ: т.к. для выполнения трех потоков специальных работ не требуется отдельного фронта, электромонтажные и слаботочные работы отождествляем с сантехническими и на циклограмме подписываем как специальные.

Плотничные работы увязываем со специализированными, принимая минимальный фронт работ (1 захватка).

Увязка потоков отделки:

- определяем критический объект ($t_{шт} = t_{max} = 105$ дн.);
- рассчитываем на нём дату начала работ по полам:

$$T_{св} = \frac{t_{шт} \cdot (n_0 - 1)}{N_э \cdot m} = \frac{105 \cdot (3 - 1)}{18 \cdot 2} = 6 \text{ дн.}$$

Дата начала полов: 9.02 + 6 дн. = 15.02;

Дата окончания полов: 24.05 + 6 дн. = 30.05;

в) затем достраиваем циклограмму полов по остальным объектам, исходя из непрерывной работы бригад.

Малярный процесс размещаем внутри интервала между штукатурными работами и устройством полов (рисунок.4).

Эпюру распределения рабочих составляют, суммируя численность рабочих по каждому дню строительства.

Для расчёта стоимость каждого вида работ делят на их продолжительность и умножают на число дней в месяце, для которого ведётся расчёт, если работы выполняются весь месяц. Если же работы занимают только часть месяца,

умножают на фактическое количество дней, в течение которых они выполняются.

Далее, последовательно суммируя стоимость по каждому месяцу строительства, в итоге получают общую сметную стоимость (рис. 3.5).

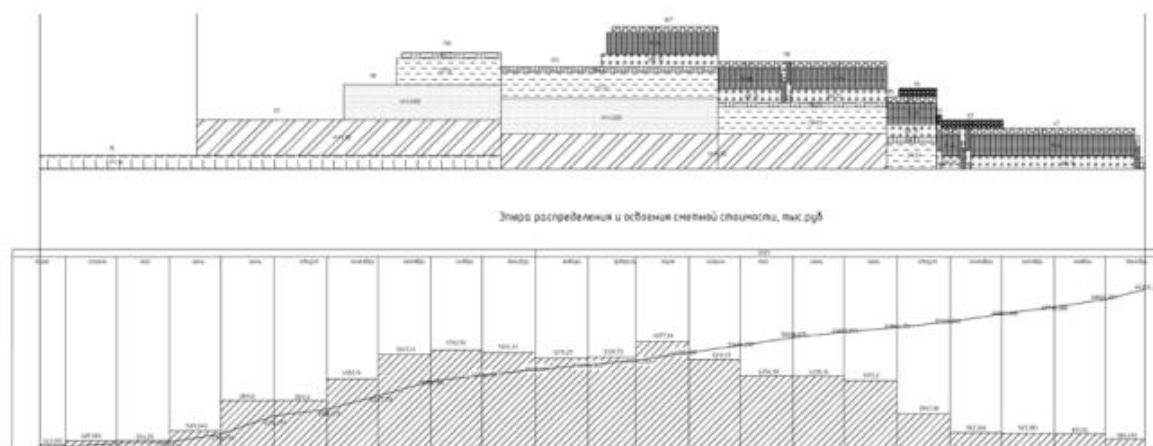


Рисунок 3.5. Эпюра распределения рабочих и сметной стоимости.

ТЭП календарного графика приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5. ТЭП календарного графика.

№	Нормативные данные					По проекту				
	Т _{он}	В том числе				Т _{оп}	В том числе			
		Δ1 _н	Δ2 _н	Δ3 _н	ΣΔ _н		Δ1 _н	Δ2 _н	Δ3 _н	ΣΔ _н
22	556	90	3	7	110	440	0	37	6	43
22а	556	90	3	7	110	453	0	32	5	37
22б	556	90	3	7	110	469	16	29	14	59
Всего	1668				330	1362				139
В среднем на объект	556				110	454				47

4.1 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

4.1 Определение расчетной стоимости строительства

Организация архитектурного объекта

Художественный музей расположен достаточно удачно. Объект отличается хорошей транспортной доступностью. Неподалеку проходят несколько загруженных магистралей, поэтому для автомобилистов предусмотрены удобный подъезд и открытая парковка. Кроме того, рядом с участком есть закрытая платная парковка. В радиусе 300 метров от музея расположены остановки общественного транспорта, включая метро, а также несколько остановок наземного транспорта, где ходят автобусы, трамваи и троллейбусы. Недалеко находится и пригородный вокзал. В итоге музей будет удобен для посетителей из разных районов города и из пригорода.

Экономика архитектурного объекта

Экономические вопросы затрагивают все этапы проектирования. Экономическая оценка проекта (расчет сметной стоимости строительства комплекса сооружений) выполняется на основе:

а) сводного сметного расчета, объектных и локальных смет, полученных при сборе исходных данных для выполнения ВКР и расчета технико-экономических показателей (ТЭП);

б) если сметная документация отсутствует — по укрупненным нормативам и данным из банка информации по ранее запроектированным и построенным объектам-аналогам. (Формы сметных документов и примеры расчета стоимости строительства со ссылками на используемые нормативные и методические источники приведены в приложении к настоящим методическим указаниям).

Расчет объектной сметы по укрупненным нормативам выполняется по следующей формуле:

$$C_{\text{объекта}} = F_{\text{общ}} * C_{\text{м}2} * I_{\text{ц}}, (30)$$

где $C_{\text{объекта}}$ — сметная стоимость объекта (графа 8 объектной сметы);

$F_{\text{общ}}$ — общая площадь проектируемого объекта;

$I_{\text{ц}}$ — индекс цен для пересчёта базовых цен в текущие.

Сметная стоимость строительства объекта ($C_{\text{объекта}}$), с учётом технологической структуры капитальных вложений и порядка работы строительно-монтажных организаций, может включать:

а) стоимость строительных работ (СР);

б) стоимость работ по монтажу оборудования (монтажные работы — МР);

в) затраты на приобретение (изготовление) оборудования, мебели и инвентаря (О);

г) прочие затраты (П).

$$\text{Собъекта} = \text{СР} + \text{МР} + \text{О} + \text{П}; \quad (31)$$

$$\text{СР} + \text{МР} = \text{СМР} \text{ (стоимость строительно-монтажных работ)}. \quad (32)$$

Сметная стоимость для художественного музея:

$$\text{С объекта} = 9324,78 * 4,168 * 6,65 = 258456,79.$$

Норматив затрат на строительство временных зданий и сооружений для картинных галерей и других объектов гражданского строительства принимается в размере 1,8% от стоимости СМР.

Норматив дополнительных затрат на производство строительно-монтажных работ в зимнее время для зданий общественного назначения в V температурной зоне составляет 3.

Объектный сметный расчет на строительство художественного музея в г. Астана представлен на рисунке 4.1. По его итогам сметная стоимость строительных работ составляет 3008681,93 тыс. тг., монтажных — 217828,53 тыс. тг., оборудования и мебели — 97333,67 тыс. тг.

Заключение

В заключение стоит отметить, что строительство художественного музея действительно актуально для города. Астана — один из самых быстро развивающихся городов, однако ему явно не хватает мест, где горожане могли бы проводить досуг. С учетом удачного градостроительного расположения и привлекательного внешнего вида новый музей мог бы стать важным центром культурной жизни, привлекая людей разных социальных групп и посетителей со всей области.

Дипломный проект состоит из следующих разделов: введение, архитектурно-строительного, расчетно-конструктивного, технологии и организации (охрана труда), технико-экономического обоснования и заключения.

Исходными данными для разработки дипломного проекта явились:

- краткая характеристика назначения здания;
- место строительства;
- материалы инженерно - геологических изысканий;
- план земельного участка строительства;
- источники инженерного обеспечения: теплоснабжения, водоснабжения, энергоснабжения, канализации, газификации, телефонизации;
- здание по архитектурно-строительной части;
- здание по расчетно-конструктивной части;
- указания по проектированию технологии и организации строительства;
- указания по экономической и экологической части.

В вводной части анализируется проблема в области жилищного строительства, основные тенденции развития, современные проблемы и задачи проектировщиков в нынешних условиях, обосновывается актуальность темы.

В архитектурно-строительном разделе обоснованы решения по генплану объекта, по объемно-планировочному и конструктивному решению, по инженерному оборудованию, а также рассчитаны ТЭП.

В расчетно-конструктивном разделе основное внимание уделено расчету ребристых плит покрытия и ленточных фундаментов.

Плита ребристая с размерами 1,5*5,1м ГОСТ 21506-87. Изготавливается по поточно – агрегатной технологии с электротермическим натяжением арматуры на упоры и тепловлажной обработки.

В графической части раздела разработаны опалубочные и рабочие чертежи рассмотренных конструкций, приведены, спецификации расхода стали.

В дипломном проекте раздел технология и организация строительства объекта представляет проект производства работ (ППР).

Состав ППР входят: стройгенплан.

Принятые методы производства работ предусматривают комплексную механизацию и использование высокопроизводительных строительных машин, обеспечивающих высокое качество работ и безопасность труда, поточность и бесперебойность строительного процесса.

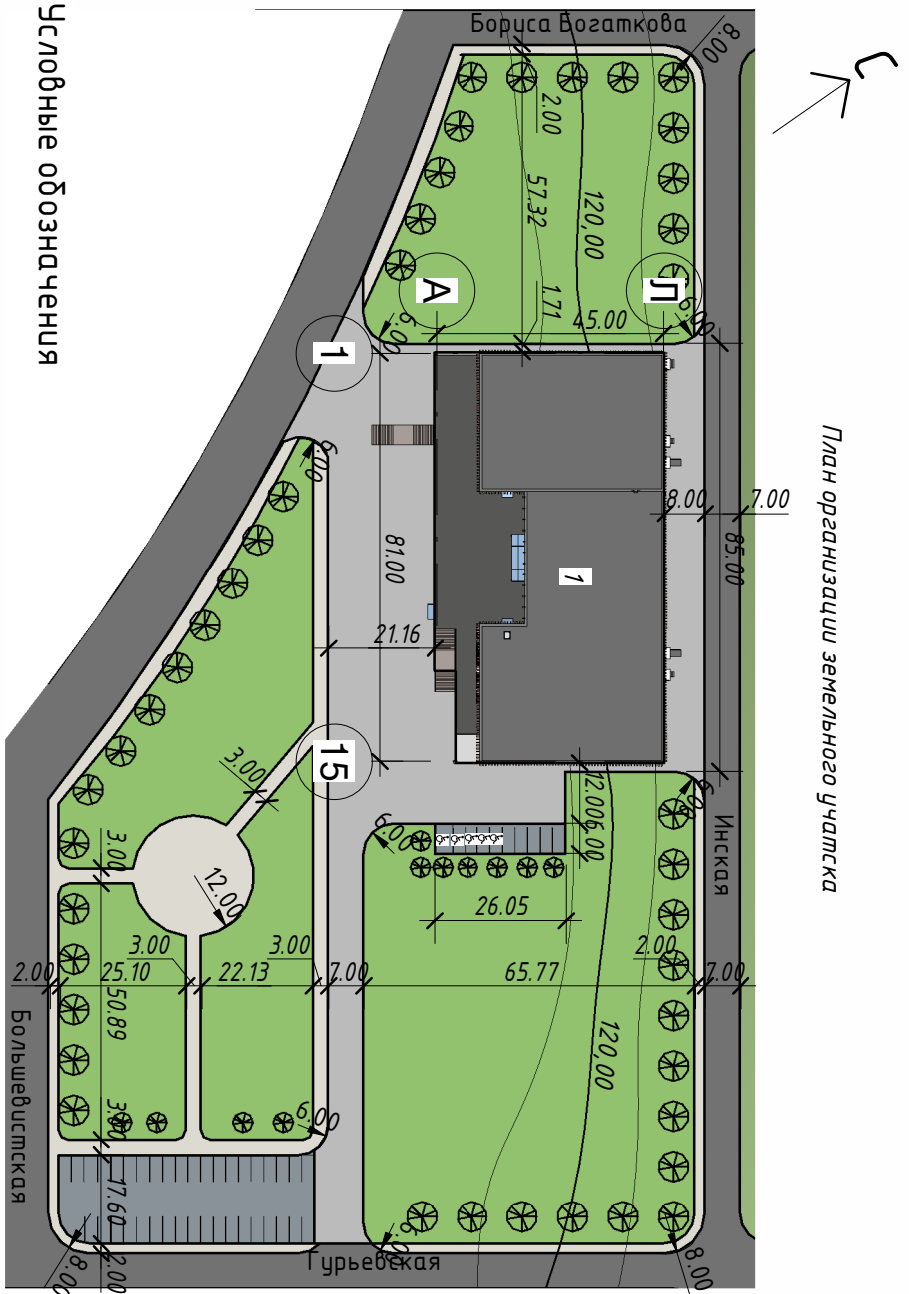
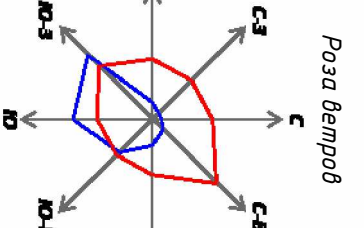
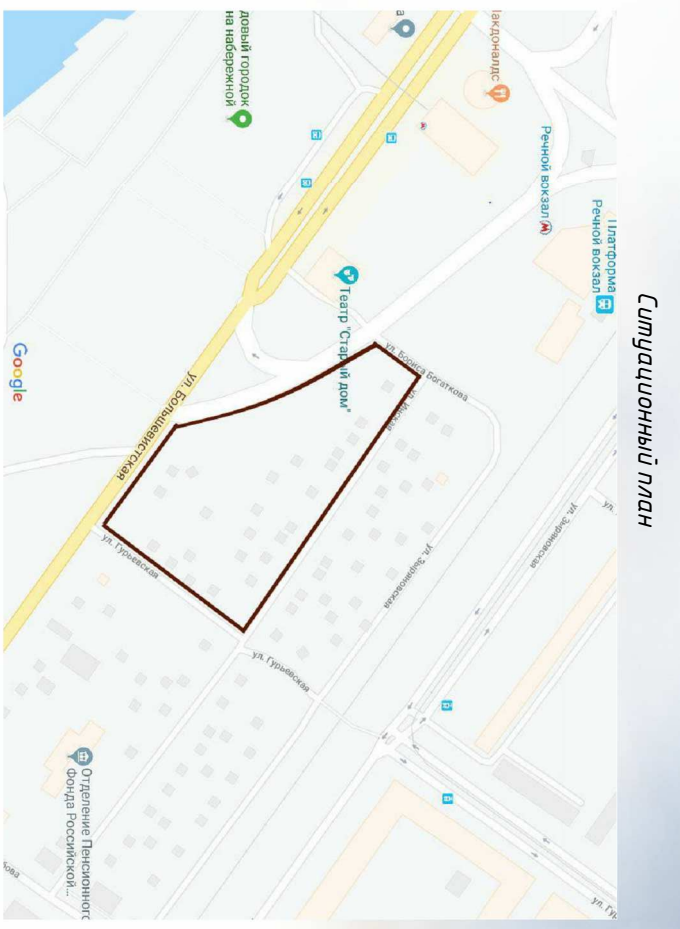
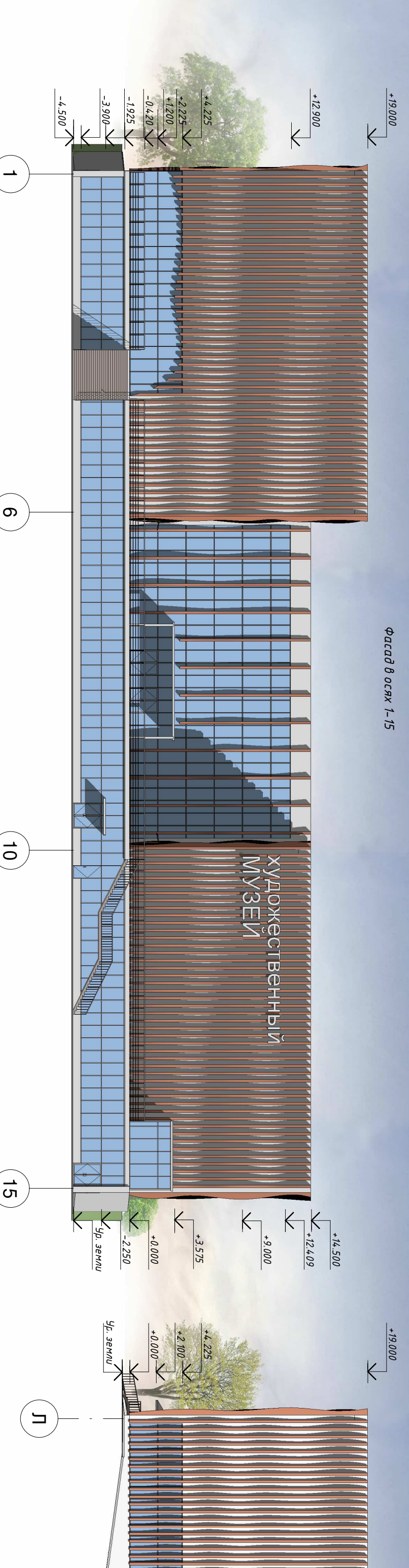
Выбор крана произведен по основным технико-экономическим показателям.

Рациональность выбора методов производства работ, комплексной механизации, технологической последовательности и взаимосвязи отдельных видов работ отражается технико-экономическими показателями.

Список использованной литературы

1. ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно-исследовательской работе: структура и правила оформления. Взамен ГОСТ 7.32-91; введ. 2002-07-01. М.: Стандартинформ, 2002. 18 с. (Группа Т 62).
2. ГОСТ 5746-2015. Лифты пассажирские: основные параметры и размеры. М.: Стандартинформ, 2015. 95 с. (Группа Т 67).
3. Местные нормативы градостроительного проектирования города Астана от 26.11.2014.
4. Рекомендации по оформлению списка литературы [Электронный ресурс] / под ред. Р. М. Марфунина // Всероссийский банк учебных материалов. URL: <http://referatwork.ru>
5. СП 118.13330.2012* Общественные здания и сооружения: актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 (с изм. № 1, 2). М.: Госстрой России, 2012. 160 с.
6. СП 131.13330.2012. Строительная климатология / Минрегион России. М., 2012.
7. СП 113.13330.2012. Стоянки автомобилей / Минрегион России. М.
8. СП 42.13330.2011. Градостроительство: планировка и застройка городских и сельских поселений / Минрегион России. М., 2011.
9. СП 59.13330.2012. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения / Минрегион России. М., 2016.
10. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий / Минрегион России. М., 2012.
11. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия / Минрегион России. М., 2011.
12. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений / Минрегион России. М., 2011.
13. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции: основные положения. М.: Госстрой России, 2012. 155 с.
14. СП 1.13130.2012. Эвакуационные пути и выходы. М.: Госстрой России, 2012. 100 с.
15. СП 2.3.6.1079-01. Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания, изготовлению и оборотоспособности пищевых продуктов и продовольственного сырья. М.: Госстрой России, 2001. 210 с.
16. СП 332.1325800.2017. Спортивные сооружения: правила проектирования. М.: Госстрой России, 2017. 200 с.
17. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 № 123-ФЗ. М.: Совет Федерации, 2008. 300 с.
18. Сергеев А. В. Металлические конструкции: методические указания по использованию программы SCAD в курсовом и дипломном проектировании для студентов специальности 290300 «Промышленное и гражданское строительство» (все формы обучения). Астана: Астанинский государственный архитектурно-строительный университет, 2003. 37 с.
19. Ревякин В. И., Оленев А. А. Рекомендации по проектированию музеев. М.: ЦНИИЭП им. Б. С. Мезенцева, 1988. 36 с.

Художественный музей



- Удобные обозначения
- Асфальт
 - Озеленение
 - Парковка
 - Существующая дорога
 - Тропическая пальма

Ведомость зданий и сооружений

Номер по плану	Наименование и обозначение	Количество	Площадь, м²				Среднегодовая оценка, м
			зданий	зданий	зданий	зданий	
1	Художественный музей	1	3653.43	3653.43	10533.35	10533.35	10533.35
2	Парковка	1	3653.43	3653.43	10533.35	10533.35	10533.35

Баланс территории земельного участка

№	Наименование	Площадь, м²
1	Общая площадь земельного участка	23,549,74
2	Общая площадь застройки	3653,43
3	Общая площадь зеленых и лесных насаждений	6668,53
4	Общая площадь зеленых насаждений земельного участка	3,027,78
5	Общая площадь застройки	20506,31

