Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение

высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт

Строительные конструкции и управляемые системы
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ С.В. Деордиев
подпись инициалы, фамилия
«_____»_____2021 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

в виде проекта
проекта, работы

08.03.01 «Строительство»
код, наименование направления

«Дом отдыха из профилированного массивного бруса в микрорайоне Удачный, г. Красноярск, Красноярский край»

Руководитель	_____	доцент, к.т.н.	Н.И. Лях
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		В.Н.Прокофьева
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Красноярск 2021

Продолжение титульного листа БР по теме: «Дом отдыха из профилированного массивного бруса в микрорайоне Удачный, г. Красноярск, Красноярский край»

Консультанты по разделам:

архитектурно-строительный	_____	Е.В. Казакова
наименование раздела	подпись, дата	инициалы, фамилия
расчетно-конструктивный	_____	Н.И.Лях
	подпись, дата	инициалы, фамилия
фундаменты	_____	О.А. Иванова
	подпись, дата	инициалы, фамилия
технология строит. производства	_____	О.С. Мицкевич
	подпись, дата	инициалы, фамилия
организация строит. производства	_____	О.С. Мицкевич
	подпись, дата	инициалы, фамилия
экономика строительства	_____	В.В. Пухова
	подпись, дата	инициалы, фамилия

Нормоконтролер	_____	Н.И. Лях
	подпись, дата	инициалы, фамилия

ВВЕДЕНИЕ

Красноярск является быстрорастущим и динамично развивающимся городом, развитее осуществляется, как городской сферы строительства, так и загородной, чтобы хорошо провести время и отдохнуть от суеты и спешки города.

Актуальность данной работы обусловлена следующим:

- Человек не уверен в необходимости иметь загородный дом, но время от времени его все же посещает желание побыть на природе.

- Для людей, которые любят ритм жизни большого города, но хотят попробовать на вкус тихую размеренную жизнь в загородном поселке, аренда коттеджа – отличный вариант.

- Люди бизнеса не готовы тратить значительные средства на покупку загородной недвижимости и ее круглогодичное содержание ради того, чтобы провести в загородном доме несколько незабываемых недель в году.

- Нередко загородные дома арендуют для проведения корпоративных или семейных праздников, поскольку найти столь живописное место в черте города непросто.

- Около трети арендаторов загородных домов в поселках неподалеку от города составляют крупные компании, предоставляющие жилье временным ценным сотрудникам, проживающим далеко от места работы.

Выпускная квалификационная работа выполнена в соответствии с действующими нормами и правилами градостроительства. Технические решения, принятые в данном проекте, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных норм и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта.

1 Архитектурно-строительный раздел

1.1 Архитектурные решения

1.1.1 Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, пространственной, планировочной и функциональной организации.

Планировочное решение проектируемого дома отдыха тщательно продумано. Расположение, размер, функциональность и взаимосвязь между помещениями отвечает основным критериям рационального использования полезной площади здания. Габаритные размеры дома в осях составляют 9,3х12,1 м.

Так как площадь индивидуального дома невелика и ограничена, планировка включает в себя только самые необходимые помещения: крыльцо, топочную, тамбур, 4 спальни, 2 санитарных узла, 2 холла, лестничный холл, кухню-столовую, гостиную, террасу и балкон.

На первом этаже дома расположены два входа (центральный и запасной). Тамбур запроектирован со стороны главного входа. Второстепенный вход не имеет тамбур и напрямую связан с гостиной. Котельная связана с тамбуром входом изнутри. Для удобства собственников дома и их гостей гостиная связана с кухней-столовой. Сан. узел первого этажа расположен вблизи кухни и холла одновременно. Высота потолка на первом этаже составляет 2,7 м.

На втором этаже запланированы спальные комнаты и общий санитарный узел.

Здание запроектировано одноэтажным с мансардой, со скатной крышей. Такой вариант считается самым практичным, так как под крышей вместо тёмного и узкого чердака, расположен прекрасный светлый жилой второй этаж. Применяемая в данном проекте разновидность второго этажа выглядит не только практично, но и отвечает современным архитектурным требованиям, а также допускает больше возможностей при декорировании и отделке фасадных решений здания. Отметка верха конька + 6,600 м.

Строительство деревянного дома из профилированного бруса, сечением 190х190мм не только определяет привлекательный внешний вид индивидуальной застройки, но и позволяет комфортно проживать в таком строении как летом, так и зимой без излишних затрат на отопление. Такие дома не нуждаются в дополнительном утеплении стен.

Профилированный брус изготавливается путём строгания заготовки прямоугольного сечения из массива дерева. Верхние и нижние стороны имеют замковые соединения шип-паз, которые помогают надежно укладывать брусья друг на друга. Две другие стороны строгаются.

1.1.2 Обоснование принятых объемно-планировочных и архитектурно-художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешенного строительства объекта капитального строительства.

Объемно-планировочные и конструктивные решения разработаны на основе действующих нормативных документов, утвержденных Госстроем России. В принятых решениях учтены мероприятия по технике безопасности и противопожарные требования.

Степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности не нормируются для одноэтажных и двухэтажных домов, класса функциональной пожарной опасности Ф1.4 - одноквартирные жилые дома, в том числе блокированные. Уровень ответственности – нормальный.

Архитектурно-художественное решение принято с учётом планировочной структуры здания жилого дома, функционального назначения структуры здания.

Размеры здания не нарушают требований к соблюдению предельных параметров разрешённого строительства объекта капитального строительства.

Объемно-планировочные решения разработаны в соответствии с нормативными документами.

1.1.3 Описание и обоснование использованных композиционных проемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства.

Отделка фасадов – окраска декоративным защитным составом в два слоя по деревянным стенам. Цоколь дома круглый год подвергается воздействию влаги, попадающей на него вместе с атмосферными осадками. Поэтому отделка искусственным декоративным камнем выполняет защитную функцию (предохраняет нижнюю часть стен дома и фундамент от сырости и постепенного разрушения). Этот вид материала стоек к механическим нагрузка, перепадам температур и рассчитан на долгий срок службы.

1.1.4 Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения.

Отделка стен – окраска декоративным защитным составом в два слоя по деревянным стенам.

В качестве покрытия полов в проекте используется половая шпунтованная доска, сечением 40х125 мм. Теплоизоляция полов, потолков и крыши выполнена из негорючего минераловатного утеплителя URSA толщиной 150 мм.

1.1.5 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей.

Одним из важных критериев при проектировании дома отдыха было соблюдение инсоляции. Окна в значительной мере определяют степень комфорта в здании и его архитектурно-художественную выразительность. Их запроектировали в каждом помещении так, что наибольшее время комнаты освещаются естественным светом. Все оконные блоки в проектируемом здании индивидуального изготовления.

В данном проекте принято несколько типоразмеров дверей. Для наружных входных размер 900х2100 мм, для межкомнатных 800х2100 мм, в помещение топочной дверь 700х2100 мм, а размер балконной остекленной двери составил

900х2100 мм. Для обеспечения быстрой эвакуации людей из здания при пожаре входные двери открываются наружу по направлению движения на улицу.

Спецификация заполнения оконных и дверных проемов указана в таблице на листе 1 в графической части.

1.1.6 Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибраций и другого воздействия.

В работе не применяется технологическое оборудование, с не допустимыми шумовыми характеристиками.

Защиту от воздействия шума с улицы обеспечивают ограждающие конструкции наружных стен. Звукоизоляция помещений от воздушного и ударного шума осуществляется с помощью ограждающих конструкций: шумозащищающие двери, оконные заполнения с двухкамерными стеклопакетами, в жилых помещениях в состав пола используется звукоизоляционный слой.

Уровень звукового давления от вентиляционных установок не превышает нормативных значений, что обеспечивает требования СП 51.13330.2011 "Защита от шума». Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003".

1.1.7 Описание решений по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров для объектов непроизводственного назначения.

Интерьер жилого дома представляет собой целостную систему связанных друг с другом по дизайну помещений. В цветовой отделке интерьеров помещений используются финишные материалы светлых тонов для зрительного увеличения пространства, а также для увеличения коэффициента использования естественного освещения.

Все элементы интерьера выполнены с применением современных материалов и конструкций. Все они соответствуют требованиям по пожарной безопасности.

1.2 Конструктивные и объемно-планировочные решения

1.2.1 Сведения об особых природных климатических условиях территории, на которой располагается земельный участок, представленный для размещения объекта капитального строительства.

В качестве исходных данных для проектирования дома отдыха из профилированного массивного бруса использованы следующие показатели:

- Район строительства – Красноярский край, г. Красноярск.

- Глубина сезонного промерзания грунтов: нормативная глубина сезонного промерзания для суглинков – 1,89 м, для насыпных и крупнообломочных – 2,80 м [1].

- Район строительства 1В. Среднемесячная относительная влажность наиболее холодного месяца 78 %, наиболее жаркого месяца 70 %.

- Сейсмичность района – 6 баллов [2].

- Климатические характеристики в соответствии с [3] приняты: температура воздуха наиболее холодных суток с обеспеченностью 0,98: -41 ºС; температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,98: -39ºС; абсолютная минимальная температура воздуха: - 53 ºС; среднесуточная амплитуда воздуха наиболее холодного месяца: 8,4 ºС; средняя температура отопительного периода: t_{ht} = - 6,5 ºС; продолжительность отопительного периода: z_{ht} = 235 сут.; преобладающее направление ветра за декабрь, февраль: ЮЗ; максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь: 4,1 м/с.

- Нормативное значение веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли принято по [4] – 1,5 кН/м^2 (III снеговой район).

- Нормативное значение ветрового давления принимается в зависимости от ветрового района. Для III ветрового района – 0,38 кПа [4].

- Степень огнестойкости – II.

1.2.2 Описание и обоснование конструктивных решений зданий и сооружений, включая их пространственных схем, принятые при выполнении расчетов строительных конструкций.

Из практики индивидуального строительства наиболее распространенным видом фундаментов для жилой малоэтажной застройки является фундамент мелкого заложения. Поэтому фундамент дома отдыха выполнен ленточным железобетонным из сборных фундаментных блоков ФБС и железобетонных ленточных плит ФЛ. В основании фундамента выполнена цементно-песчаная подготовка с гидроизоляционным ковром по ней. Нагрузку несущих стен воспринимают и передают на грунт фундаментные подушки.

Все фундаменты возводятся с обязательной предварительной бетонной подготовкой из крупнопористого бетона класса В7,5 толщиной 10 см и шириной, равной ширине ленты фундамента. По верхней грани фундамента укладывается наплавляемая гидроизоляция (рубероид 2 слоя) шириной несколько больше ширины ленты.

Наружные и внутренние стены – профилированный брус размером 190х190 мм. На первом этаже перегородки между тамбуром и топочной, на мансардном этаже между холлом и спальнями 14 и 15 – каркасные. Каркасный несущий остов – брус 50х100 мм.

Крыша многоскатная. Несущими элементами являются стропила из доски сечением 50х200 мм. Потолки мансарды подшиты по стропилам отделочной доской. В качестве покрытия кровли был выбран популярный современный материал с высокими эстетическими и эксплуатационными свойствами – металлочерепица, представляющая собой оцинкованный лист стали с полимерным покрытием. Цвет по шкале RAL шоколадно-коричневый 8017.

Лаги пола первого этажа и балки междуэтажного перекрытия – брус сечением 100х200 мм. Все деревянные элементы каркаса дома обработаны огнебиозащитным составом NEOMID.

Окна изготовлены по индивидуальным размерам из трехкамерного профиля с двухкамерным стеклопакетом, они обладают высокой тепло- и

звукоизоляцией. Ведомость заполнения оконных и дверных проемов показана в таблице на листе 1 графической части.

Межэтажная лестница установлена в отдельном лестничном холле, выполнена с двойным поворотам (П-образной) и перилами, материал изделия – дерево.

В таблице 1.1 приведены технико-экономические показатели дома отдыха из профилированного массивного бруса в микрорайоне Удачный.

Таблица 1.1 – Технико-экономические показатели

Наименование показателя	Показатель
Строительный объем	620,00 $м^3$
Площадь застройки	102,92 $м^2$
Общая площадь	155,67 $м^2$

1.2.3 Описание инженерных решений и сооружений объекта капитального строительства.

Площадка строительства индивидуального дома отдыха расположена в зоне существующей застройки, поэтому водоснабжение осуществляется от центральной водопроводной сети г. Красноярска. В доме запроектирована система холодного хозяйственно-питьевого водопровода для обеспечения хозяйственно-питьевых нужд.

Система горячего водоснабжения (ГВС) запроектирована от котла.

В доме запроектирована хозяйственно-бытовая канализация, которая служит для отвода хозяйственно-фекальных вод.

Трубопроводы внутренней и дворовой канализации предусмотрены самотечными.

Для стока дождевых вод предусмотрена металлическая водосточная система круглого сечения с полимерным покрытием по углам здания. Вокруг здания на отмостке предусмотрен водотечный желоб.

Вентиляция в доме естественная, осуществляемая посредством оконных и дверных проемов. Ее преимущество заключается в простоте устройства, экономической эксплуатации и бесшумности.

В гостиной установлена сплит-система для функционирования в летний период.

Энергоснабжение выполняется от городской подстанции.

В проекте дома отдыха предусматривается использование автоматической системы пожарной сигнализации. Противопожарную безопасность дома составляют все элементы и конструкции, участвующие в обнаружении и тушении возгорания.

1.2.4 Мероприятия по защите строительных конструкций от разрушения.

В работе предусмотрены мероприятия по защите строительных конструкций от разрушения обеспечивается соблюдением требованием строительных норм и правил:

- СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений» [8];
- СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» [9];
- СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции» [10];
- СП 52-101-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры» [11];
- СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» [12];
- СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии» [13];
- СП 17.13330.2017 «Кровли» [14].

1.3 Перечень мероприятий по охране окружающей среды

Следует предусматривать комплексные мероприятия по охране природы:

Рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов оздоровлению окружающей среды от вредных воздействий, связанных со строительством, эксплуатацией при проживании, а также от хозяйственной и, возможно, от производственной (промышленной, сельскохозяйственной) деятельности жителей в соответствии с СанПиН 42-128-4690.

1.4 Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

При проектировании и строительстве домов, относящихся к классу функциональной пожарной опасности Ф1.4, должны быть предусмотрены мероприятия по обеспечению пожарной безопасности, меры по предупреждению возникновения пожара, по обеспечению возможности эвакуации людей из дома на прилегающую территорию, по нераспространению огня на соседние дома, строения и здания, по обеспечению доступа личного состава пожарных подразделений к дому для проведения мероприятий по тушению пожара и спасению людей.

В двухэтажных домах в качестве эвакуационных допускается использовать внутренние открытые лестницы 2-го типа в соответствии с СП 1.13130, а также винтовые лестницы и лестницы с забежными ступенями. Предел огнестойкости и класс пожарной опасности элементов лестницы, а также ее ширина и уклон не регламентируются.

2 Расчетно-конструктивный раздел

Объект строительства – одноэтажный дом с мансардой из профилированного массивного бруса.

Жесткость и пространственная неизменяемость здания обеспечиваются несущей способностью основания, фундаментов, совместной работой наружных и внутренних поперечных и продольных деревянных стен, обвязанных между собой, и горизонтальных дисков перекрытий, образованных с помощью деревянных балок перекрытия прямоугольного сечения.

В рамках дипломного проекта, согласно выданному индивидуальному заданию, производим расчет конструкций перекрытия, проектирование кровельной конструкции и выполняем расчет узловых соединений.

2.1 Расчет и конструирование стропильной системы

В расчетно-конструктивном разделе проектируются ограждающие и несущие элементы стропильной системы покрытия здания. Кровля двускатная, по деревянным стропилам с наружным неорганизованным водостоком. Стропила из бруса сечением 50х200 мм. В качестве утепления кровли используются теплоизоляционные плиты «URSA» плотностью 45 кг/м^3 толщиной 150 мм. Утеплитель защищен паро- и гидроизоляционными мембранами. Потолки мансарды подшиты по стропилам доской, толщиной 13мм.

Исходные данные:

– район строительства – г. Красноярск;

– снеговой район – III ($S_0 = 1{,}5$ кПа $= 1{,}5$ кН/м^2);

– древесина стропил – сосна II сорта по [16];

– шаг стропильных ног – 0,65 м.

–

2.1.1 Расчет стропильной ноги.

Сбор нагрузок.

Конструктивное решение стропильной конструкции принимаем следующим: по периметру наружных стен укладывается мауэрлат (брус сечением 190х190 мм); для уменьшения пролета стропильных ног по внутренним стенам уложены лежни, на которые опираются стропила. Нагрузки на стропила приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Нагрузки на стропила

Наименование нагрузки и конструкции	Нормативные нагрузки		Коэффициент надежности по нагрузке g_f	Расчетное значение нагрузки, кН
	на единицу площади, кН/м^2	на грузовую площадь, кН		
Постоянные нагрузки				

Окончание таблицы 2.1

Кровля				
Металлочерепица δ = 0,005 м; γ = 8 кН/м^3	0,040	0,17	1,3	0,22
Обрешетка (доска 25х100 мм) δ = 0,25 м; γ = 5 кН/м^3	1,250	5,26	1,2	6,32
Гидроизоляция δ = 0,005 м; γ = 0,9 кН/м^3	0,005	0,02	1,1	0,02
Стропила (доска 50х200 мм) с шагом 650 мм; γ = 5 кН/м^3	0,105	0,44	1,2	0,53
Утеплитель URSA δ = 0,15 м; γ = 1,2 кН/м^3	0,18	0,76	1,2	0,91
Пароизоляция δ = 0,005 м; γ = 0,9 кН/м^3	0,005	0,02	1,1	0,02
Доска обшивочная (доска 13х100 мм) δ = 0,13 м; γ = 5 кН/м^3	0,650	2,74	1,2	3,28
			ИТОГО:	11,30
Временные нагрузки				
Вес снегового покрова	1,5	6,32	1,4 · 0,9 = 1,26	7,96
			ИТОГО:	7,96
			ИТОГО:	19,26

Нормативная нагрузка на 1 стропило $g_1^{н}$, кН/м, определяется по формуле

$$g_1^{н} = g_{н} \cdot B_{пр} \cdot \gamma_{н}, \quad (2.1)$$

где $g_{н}$ – полная линейная нормативная нагрузка, кН/м;

$B_{пр}$ – ширина стропило, м;

$\gamma_{н}$ – коэффициент надежности по ответственности здания.

Расчетная нагрузка на 1 стропило g_1, кН/м, определяется по формуле

$$g_1 = g \cdot B_{пр} \cdot \gamma_{н}, \quad (2.2)$$

где g – полная линейная расчетная нагрузка, кН/м;

$B_{пр}$ – то же, что в формуле (2.1);

$\gamma_{н}$ – то же, что в формуле (2.1).

Принимаем: полная нагрузка = 1,517 кН/м; $B_{пр}$ = 0,6 м; $\gamma_{н}$ = 1; g = 1,995.

$$g_1^{н} = 1{,}517 \cdot 0{,}6 = 0{,}91 \text{ кН/м};$$

$$g_1 = 1{,}995 \cdot 0{,}6 = 1{,}197 \text{ кН/м}.$$

Расчет стропил.

Крыша двускатная. Несущими элементами являются стропила из бруса сечением 50х200 мм. Потолки мансарды подшиты по стропилам.

Древесина стропил – сосна II сорта по ГОСТ [16];

Утеплитель – теплоизоляционные плиты «URSA» плотностью 45 кг/м^3 толщиной 150 мм.

Пароизоляция – полиэтиленовая пленка толщиной 1 мм. Воздушная прослойка над утеплителем - вентилируемая вдоль стропил.

Стропило рассчитываем, как свободно лежащую на четырех опорах двух пролетную балку - рисунок 2.1, влажность древесины (10±2) %.

Расчетные характеристики материалов для доски сорта II из древесины сосны представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Расчетные характеристики материалов

Наименование	Расчетная нагрузка, МПа
Расчетное сопротивление растяжению вдоль волокон $R_р$	$R_р$ = 7
Расчетное сопротивление сжатию вдоль волокон $R_с$	$R_с$ = 13
Расчетное сопротивление скалыванию вдоль волокон $R_{ск}$	$R_{ск}$ = 1,6
Модуль упругости вдоль волокон E	E = 10000
Модуль упругости поперек волокон E_{90}	E_{90} = 400

Конструктивная длина $l_с$, мм, определяется по формуле

$$l_с = l_n - 2 \cdot с, \qquad (2.3)$$

где с – величина площадки опирания;

l_n – номинальная длина стропила, м.

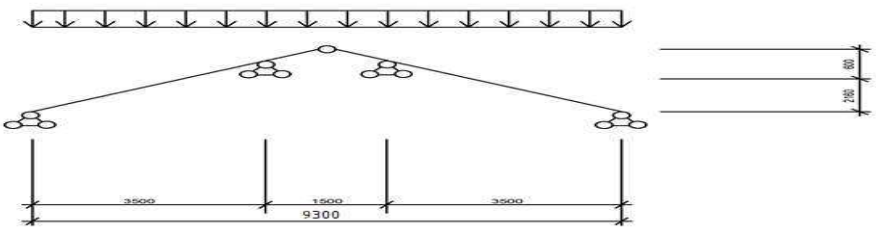
Принимаем: l_n = 5850 мм; с = 100 мм.

Подставляем значения в формулу (2.3), получаем

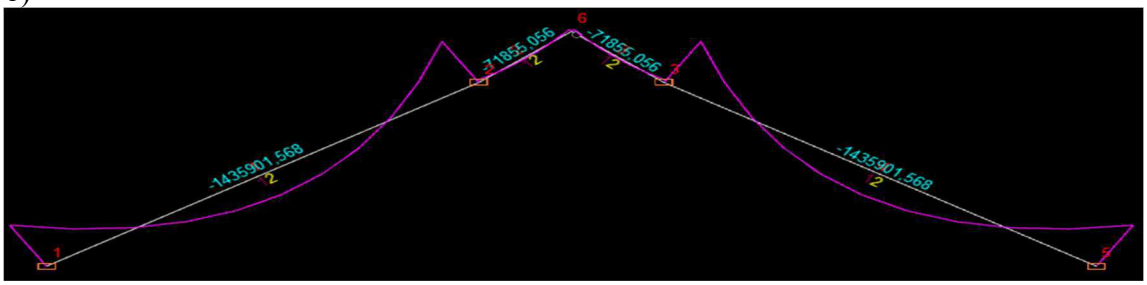
$$l_с = 5850 - 2 \cdot 100 = 5650 \text{ мм}.$$

Расчетная схема стропил и эпюры приведены на рисунке 2.1.

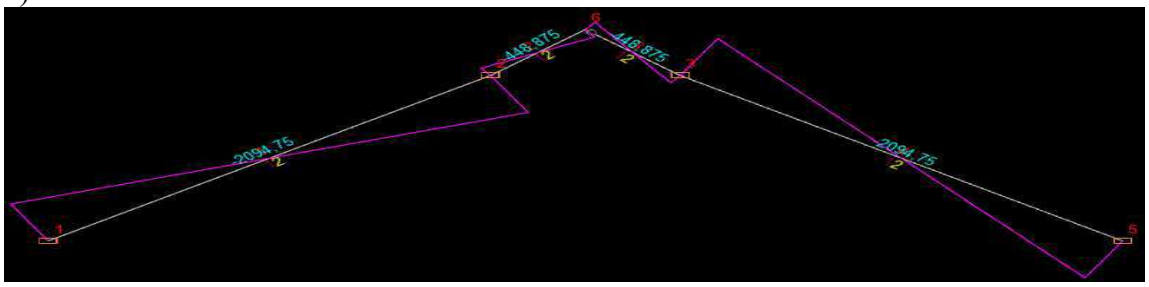
а)



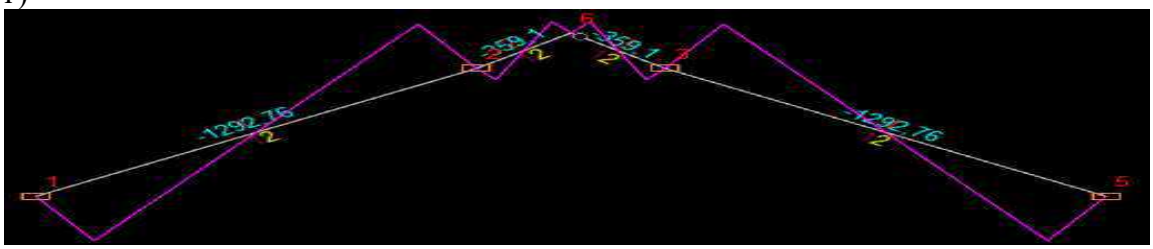
б)



в)



г)



а) расчетная схема; б) эпюра моментов с указанием нагрузки; в) эпюра поперечных сил с указанием нагрузки; г) эпюра продольных сил с указанием нагрузки

Рисунок 2.1 – Расчетная схема стропил и эпюры

Расчет стропил выполнен с использованием программного комплекса «SCAD Office» и представлен в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Результаты расчета стропил

Величины усилий					
Элемент	Сечение	Загружение	Значение		
			N	M_y	Q_z
1	1	1	-1292,76	-1435901,578	2094,75
	2	1	0	717950,789	0
	3	1	1292,76	-1435901,578	-2094,75
2	1	1	-359,1	-71855,063	448,875
	2	1	0	35927,532	1,455e-014
	3	1	359,1	-71855,063	-448,875
3	1	1	359,1	0	448,875
	2	1	0	35927,532	1,455e-014

Окончание таблицы 2.3

	3	1	-359,1	-71855,063	-448,875
4	1	1	1292,76	-1435901,578	2094,75
	2	1	0	717950,789	0
	3	1	-1292,76	-1435901,578	-2094,75

Проверка прочности балки.

Максимальное напряжение σ, Мпа, (проверка прочности по нормальным напряжениям) определяется по формуле

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} \leq R_u \cdot m_в \cdot m_б \cdot m_{сл.} / \gamma_n \quad , \qquad (2.4)$$

где R_u – расчетное сопротивление изгибу древесины 2-го сорта;

$m_в$ - коэффициент условий работы согласно СП 64.13330.2017;

$m_б$ - коэффициент условий работы согласно СП 64.13330.2017;

$m_{сл.}$ – коэффициент условия работы согласно СП 64.13330.2017;

M_x – момент в сечении x;

W_x – момент сопротивления в сечении x.

Принимаем: R_u = 13 МПа; $m_в$ = 1; $m_б$ = 0,85; $m_{сл}$ = 1; M_x = 2 кНм; W_x = 3630 см^3.

Подставляя значения в формулу (2.4), получаем

$$\sigma = \frac{2 \cdot 10^3}{3630} = 0{,}55 \text{ МПа} \leq 13 \cdot 1 \cdot 0{,}85 \cdot 1 / 0{,}95 = 11{,}63 \text{ МПа}.$$

Запас прочности составляет 95,3 %.

Момент инерции балки в опорном сечении I_{on}, см^4, определяется по формуле

$$I_{on} = b \cdot h_{оп}^3/12, \qquad (2.5)$$

где b – ширина сечения;

h_{on} – высота балки на опоре;

Принимаем: $b = 20$ см; $h_{on} = 20$ см.

Подставляя значения в формулу (2.5), находим

$$I_{on} = 20 \cdot \frac{20^3}{12} = 0{,}013 \cdot 10^6 \text{ см}^4.$$

Момент инерции балки в среднем сечении $I_{ср}$, см^4, определяется по формуле

$$I_{\text{ср}} = b \cdot \frac{h_{\text{ср}}^3}{12}, \quad (2.6)$$

где b – ширина сечения;

$h_{\text{ср}}$ - высота балки в середине пролет;

Принимаем: $b = 20$ см; $h_{\text{ср}} = 60$ см.

Подставляя значения в формулу (2.6), находим

$$I_{\text{ср}} = 20 \cdot \frac{60^3}{12} = 0{,}36 \cdot 10^6 \text{ см}^4.$$

Статический момент в опорном сечении балки S_{on}, см^3, определяется по формуле

$$S_{on} = b \cdot \frac{h_{on}^2}{6}, \quad (2.7)$$

где b – то же, что в формуле (2.6);

h_{on} - то же, что в формуле (2.5).

Принимаем: $b = 20$ см; $h_{on} = 20$ см.

Подставляя значения в формулу (2.7), найдем

$$S_{on} = 20 \cdot \frac{20^2}{6} = 0{,}13 \cdot 10^4 \text{ см}^3.$$

Проверка на скалывание в опорном сечении τ, Мпа, проводится по формуле

$$\tau = \frac{Q \cdot S_{on}}{b \cdot I_{on}} < R_{ck} \cdot m_{\text{в}} \cdot \frac{m_{\text{сл}}}{\gamma_n}, \quad (2.8)$$

где Q – поперечная сила на опоре, равная опорной реакции балки;

S_{on} – статический момент в опорном сечении балки;

b – то же, что в формуле (2.6);

I_{on} – момент инерции балки в опорном сечении;

R_{ck} – расчетное сопротивление скалыванию вдоль волокон элементов из клееной древесины 2-го сорта;

$m_{\text{в}}$ – коэффициент условий работы согласно СП 64.13330.2017;

$m_{\text{сл}}$ – коэффициент условий работы согласно СП 64.13330.2017;

γ_n – коэффициент условий работы согласно СП 64.13330.2017.

Подставляя значения в формулу (2.8), найдем

$$\tau = \frac{8{,}5 \cdot 10^3 \cdot 0{,}13 \cdot 10^4}{20 \cdot 10^2 \cdot 0{,}013 \cdot 10^6} = 0{,}425 \text{ МПа} < 1{,}6 \cdot 1 \cdot \frac{1}{0{,}95} = 1{,}68 \text{ МПа}.$$

Условие выполняется – запас прочности 75,3 %.

Проверка устойчивости плоской формы деформирования балки.

Напряжение в балке σ_u, Мпа, определяется по формуле

$$\sigma_u = \frac{M}{W_x \cdot m_в \cdot \varphi_M}, \quad (2.9)$$

где М – то же, что в формуле (2.4);

W_x– то же, что в формуле (2.4);

$m_в$ – то же, что в формуле (2.8);

Принимаем: М = 2 кНм; W_x=3630 см^3; $m_в$= 1; $\varphi_м$= 2,27.

Подставляя значения в формулу (2.9), получаем

$$\sigma_u = \frac{2 \cdot 10^3}{3630 \cdot 1 \cdot 2{,}27} = 0{,}24 \text{ МПа} \leq 13 \text{ МПа}.$$

Условие выполняется – запас прочности 98,2 %.

Прогиб балки, f_0, определяем с учетом переменного сечения по формуле

$$\frac{f_0}{l \cdot k_n} = \frac{5 \cdot q_n \cdot l^3}{384 \cdot E \cdot I_{max}} \leq \frac{1}{300}, \quad (2.10)$$

где q_n – нормативная нагрузка;

l – расчетная длина пролета;

E – модуль упругости;

I_{max} – приведенный момент инерции по формуле (2.12);

$\frac{1}{300}$ - предельный прогиб для прочих элементов по таблице 16 СП 64.13330.2017;

k_n – коэффициент переменности сечения балки, находим по формуле

$$k_n = 0{,}15 + 0{,}85 \cdot \frac{h_{on}}{h_{cp}}, \quad (2.11)$$

где h_{on} – то же, что в формуле (2.4);

h_{cp} – то же, что в формуле (2.5).

Принимаем: h_{on}= 20 см; h_{cp}= 60 см.

Подставляя значения в формулу (2.11), находим

$$k_n = 0{,}15 + 0{,}85 \cdot \frac{20}{60} = 0{,}43.$$

Приведенный момент инерции I_{max}, см^4, находим по формуле

$$I_{max} = I_{cp} \cdot k_n, \quad (2.12)$$

где I_{cp} – момент инерции в середине пролета;

k_n – то же, что и в формуле (2.11).

Принимаем: I_{cp}= 0,36 · 10^6 см^4; k_n= 0,43.

Подставляя значения в формулу (2.12), получаем

$$I_{max} = 0{,}36 \cdot 10^6 \text{ см}^4 \cdot 0{,}43 = 0{,}15 \cdot 10^6 \text{ см}^4.$$

Принимаем: q_n =1,517 кН/м; l = 850 см; E = 10000 МПа; I_{max} = 0,15 · 10^6 см^4; k_n= 0,43.

Подставляя значения в формулу (2.10), получаем

$$\frac{f_0}{l \cdot k_n} = \frac{5 \cdot 1{,}517 \cdot 850^3}{384 \cdot 10000 \cdot 0{,}15 \cdot 10^6} = \frac{1}{365} \leq \frac{1}{300}$$

Полный относительный прогиб находим по формуле

$$\frac{f}{l} = \frac{1}{365} \cdot \left[1 + c \cdot \left(\frac{h_{cp}}{l}\right)^2\right], \qquad (2.13)$$

где h_{cp} – то же, что в формуле (2.6);

l – расчетный пролет балки;

c – коэффициент, учитывающий влияние деформаций сдвига от поперечной силы по таблице 3 приложения 4 СП 64.13330.2017, находится по формуле

$$c = 15{,}4 + 3{,}8 \cdot \frac{h_{on}}{h_{cp}}, \qquad (2.14)$$

где h_{on} – то же, что в формуле (2.4);

h_{cp} – то же, что в формуле (2.6).

Принимаем: h_{on}= 20 см; h_{cp}= 60 см.

Подставляя значения в формулу (2.14), получаем

$$c = 15{,}4 + 3{,}8 \cdot \frac{20}{60} = 16{,}67.$$

Принимаем: h_{cp}= 60 см; l = 850 см; c = 16,67.

Подставляя значения в формулу (2.13), получаем

$$\frac{f}{l} = \frac{1}{365} \cdot \left[1 + 16{,}67 \cdot \left(\frac{60}{850}\right)^2\right] = \frac{1}{358} \leq \frac{1}{300}.$$

Проверка проходит – расчетный прогиб балки меньше предельного.

В таблице 2.4 приведен сводный результат проверки прочности.

Таблица 2.4 – Сводный результат проверки на прочность

Показатель	Расчетное значение, МПа	Нормативное значение, МПа	Запас прочности, %
По нормальным напряжениям	0,55	11,63	95,3
На скалывание в опорном сечении	0,425	1,68	75,3
Устойчивость плоской формы	0,24	13	98,2

По таблице 2.4 можно сделать вывод, что определяющим является показатель прочности на скалывание в опорном сечении, запас прочности по которому составляет 75,3 %.

Сечение стропильной ноги принимаем 100х200 мм.

2.1.2 Расчет узла опирания стропильной ноги.

Сечение обвязочного бруса определяется из конструктивных требований и величины утеплителя, ширина сечения обвязочного бруса $b_{об}$ = 190 мм, высота сечения обвязочного бруса $h_{об}$ = 190 мм.

Рассчитываем крепление прокатного уголка к балке с помощью шурупов.

Количество шурупов n, шт, требуемое для крепления уголка определяется по формуле

$$n = \frac{N}{T \cdot n_c}, \tag{2.15}$$

где N – сила, действующая, на узле, кН;

Т – несущая способность одного шурупа, кН;

n_c – количество срезов.

Принимаем шурупы диаметром 8 мм, длина шурупа 50 мм. Расчетная несущая способность одного шурупа равна минимальной из несущих способностей на смятие $T_{смс}$, кН, определяемых по формулам

$$T_{смс} = 0{,}5 \cdot c \cdot d, \tag{2.16}$$

где с – толщина средних элементов, а также равных по толщине или более толстых элементов односрезных соединений, см;

d – диаметр шурупа, см.

Несущая способность изгиба T_u, кН, определяется по формуле

$$T_u = 1{,}8 \cdot d^2 + 0{,}02 \cdot a^2, \tag{2.17}$$

где d – то же, что в формуле (2.16);

а – толщина крайних элементов, а также более тонких элементов односрезных соединений, см.

Несущая способность максимального изгиба T_u^{max}, кН, определяется по

формуле

$$T_{и}^{max} = 2{,}5 \cdot d^2, \qquad (2.18)$$

где d – то же, что в формуле (2.16).

Принимаем: c = 0,1 см; d = 0,08 см; a = 0,05 см.

$T_{смс} = 0{,}5 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}08 = 0{,}004$ кН,

$T_{и} = 1{,}8 \cdot 0{,}08^2 + 0{,}02 \cdot 0{,}05^2 = 0{,}012$ кН,

$T_{и}^{max} = 2{,}5 \cdot 0{,}08^2 = 0{,}016$ кН.

За несущую способность принимаем: T_{min}, ,$T_{смс} = 0{,}004$ кН.

Расчет необходимого числа болтов n, шт, определяем по формуле (2.15)

$$n = \frac{0{,}707}{0{,}004 \cdot 3} = 58 \text{ шт.}$$

2.1.3 Расчет конькового узла.

Деревянные элементы соединяют с помощью деревянных накладок на металлических болтах согласно принятому количеству элементов, принятых в нагельном соединении и направлению усилий.

Задаемся диаметром болта d = 2,0 см (Болт М20).

Находим геометрические размеры накладки.

Толщина накладок принимается не меньше половины толщины сплачиваемых элементов. Тогда толщина одной накладки $a_{накл}$, см, определяется по формуле

$a_{накл} = ½ \cdot b = ½ \cdot 10{,}0$ см = 5 см

Общая толщина в месте сопряжения

$2 \cdot a_{накл} + b = 2 \cdot 5 + 10 = 20$ см. (= 10d = 10 · 2 = 20 см)

Расстояние между осями цилиндрических нагелей вдоль волокон древесины S_1, см, будет определяться по формуле

$S_1 \geq 7d = 7 \cdot 2 = 14$ см

где d – то же, что в формуле (2.16);

Расстояние между осями цилиндрических нагелей поперек волокон древесины S_2,, см, будет определяться по формуле

$S_2 \geq 3{,}5d = 3{,}5 \cdot 2 = 7$ см

где d – то же, что в формуле (2.16);

Расстояние между осями цилиндрических нагелей от кромки элемента S_3, см, будет определяться как

$$S_3 \geq 3d = 3 \cdot 2 = 6 \text{ см}$$

где d – то же, что в формуле (2.16);

Определяем усилие, приходящееся на каждый ряд болтов. Усилия N_1 и N_2 находим, составляя уравнение моментов, относительно опор

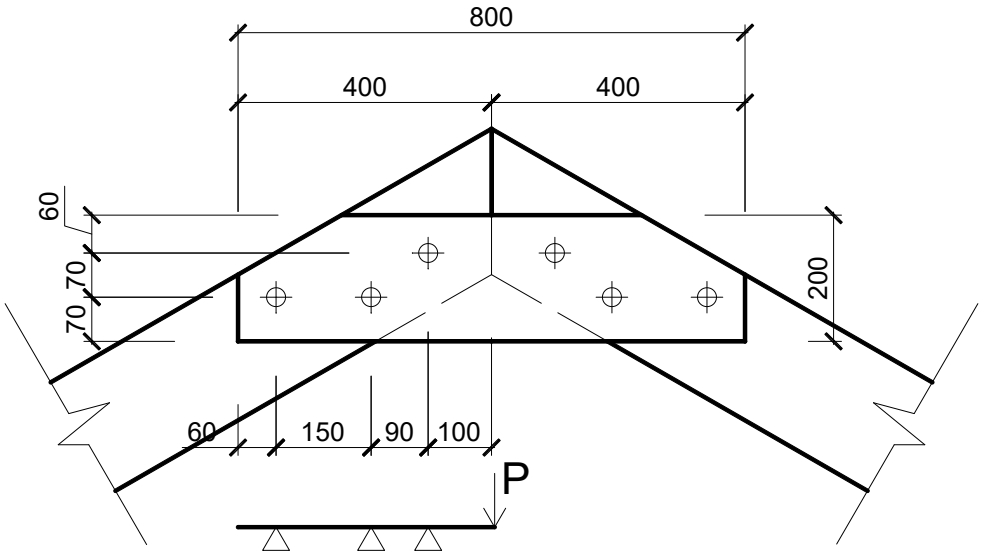


Рисунок 2.2 – Расчетная схема конькового узла

Поперечная сила в коньке P, кН:

$$P = q_{\text{р}} \cdot l = 5.55 \cdot 2{,}55 = 14{,}15 \text{ кН}$$

Система уравнений, описывающая равновесие простой балки

$$N_1 + N_2 + N_3 - P = 0$$

$$P \cdot 34 - N_2 \cdot 15 - N_3 \cdot 24 = 0$$

$$P \cdot 19 - N_1 \cdot 15 - N_3 \cdot 9 = 0$$

где N_1 - сила в первом болте, начиная слева;

N_2 - сила во втором болте, начиная слева;

N_3 - сила в третьем болте, начиная слева.

P – поперечная сила в коньке.

Решая систему уравнений, получаем

$N_1 = -0{,}505$ кН

$N_2 = 0$ кН

$N_3 = 1{,}717$ кН

В нагельном соединении происходит смятие древесины гнезда в крайних элементах ($T^a_{см}$), в средних элементах ($T^c_{см}$) и изгиб нагеля ($T_{из}$).

a – толщина крайнего элемента (накладки);

c – толщина среднего элемента (стропильная нога);

d - диаметр болта.

Принимаем: a = 5 см; c = 10 см; d = 2 см.

Определяем расчетную несущую способность на срез одного нагеля T, кн

$T = 50 \cdot c \cdot d = 50 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}02 = 0{,}1$ кН

$T = 80 \cdot a \cdot d = 80 \cdot 0{,}05 \cdot 0{,}02 = 0{,}08$ кН

$$T = (180 \cdot d^2 + 2 \cdot a^2) \quad (2.19)$$

$$T = (180 \cdot 0{,}02^2 + 2 \cdot 0{,}05^2) = 0{,}077 \text{ кН} < 250d^2 = 250 \cdot 0{,}02^2 = 0{,}1 \text{ кН}$$

За несущую способность принимаем: T_{min} T = 0,08 кН.

Расчет необходимого числа болтов n_1 , шт.

В ряду, где действует сила N_1

$$n_1 \geq \frac{N_1}{T_{min} \cdot n_ш} \quad (2.20)$$

где $n_ш$ - число расчетных швов одного нагеля (у болта 3 среза).

$$1 \geq \frac{0{,}505}{0{,}08 \cdot 3} = 2{,}2 \Rightarrow n_1 = 1$$

В ряду, где действует сила N_3

$$1 \geq \frac{1{,}71}{0{,}08 \cdot 3} = 7{,}4 \Rightarrow n_3 = 1$$

2.2 Расчет лаги

Перекрытие выполняется по деревянным лагам. Древесина лаги пола – сосна II сорта по [16].

Лаги рассчитываем, как свободно лежащую на двух опорах однопролетную балку. Сечение лаги принимаем 200х100 мм, влажность древесины (10 ± 2) %.

Расчетные характеристики материалов для не клееных элементов из древесины сосны II сорта по таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Расчетные характеристики материалов

Наименование	Расчетная нагрузка, МПа
Расчетное сопротивление растяжению вдоль волокон $R_р$	$R_р$ = 7
Расчетное сопротивление сжатию вдоль волокон $R_с$	$R_с$ = 13
Расчетное сопротивление скалыванию вдоль волокон $R_{ск}$	$R_{ск}$ = 1,6
Модуль упругости вдоль волокон E	E = 10000
Модуль упругости поперек волокон E_{90}	E_{90} = 400

Конструктивная длина $l_с$, мм, определяется по формуле:

$$l_с = l_n - 2 \cdot с, \qquad (2.21)$$

где с – величина площадки опирания;

l_n – номинальная длина стропила, м.

Принимаем: l_n = 5100 мм; с = 100 мм.

$$l_с = 5100 - 2 \cdot 100 = 4900 \text{ мм}$$

Нагрузки на лагу пола и определение полной нагрузки приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Нагрузка на лагу пола

Наименование нагрузки и конструкции	Нормативные нагрузки		Коэффициент надежности по нагрузке g_f	Расчетное значение нагрузки, кН
	на единицу площади, кН/м^2	на грузовую площадь, кН		
Постоянные нагрузки				
Перекрытие 1 этажа				
Половая доска (доска 40х25 мм) δ = 0,4 м; γ = 5 кН/м^3	2,000	8,42	1,2	10,10
Гидроизоляция δ = 0,005 м; γ = 0,9 кН/м^3	0,005	0,02	1,1	0,02

Балка перекрытия (брус 100х200 мм) с шагом 500 мм; γ = 5 кН/м^3	0,204	0,86	1,2	1,03

Окончание таблицы 2.6

Утеплитель URSA δ = 0,15 м; γ = 1,2 кН/м^3	0,18	0,76	1,2	0,91
Пергамин δ = 0,005 м; γ = 1,2 кН/м^3	0,006	0,03	1,1	0,03
Черновой пол (доска 25х150 мм) δ = 0,25 м; γ = 5 кН/м^3	1,250	5,26	1,2	6,32
			ИТОГО:	18,41
Временные нагрузки				
Полезная нагрузка на перекрытие	1,5	6,315	1,4·0,95 = 1,33	8,40
			ИТОГО:	8,40
			ИТОГО:	26,81

Полная нагрузка на 1 лагу:

Нормативная нагрузка на 1 стропило $g_1^{н}$, кН/м, определяется по формуле

$$g_1^{н} = g_{н} \cdot B_{пр} \cdot \gamma_{н}, \quad (2.22)$$

где $g_{н}$ – полная линейная нормативная нагрузка, кН/м;

$B_{пр}$ – ширина стропило, м;

$\gamma_{н}$ – коэффициент надежности по ответственности здания.

Расчетная нагрузка на 1 стропило g_1, кН/м, определяется по формуле

$$g_1 = g \cdot B_{пр} \cdot \gamma_{н}, \quad (2.23)$$

где g – полная линейная расчетная нагрузка, кН/м;

$B_{пр}$ – то же, что в формуле (2.22);

$\gamma_{н}$ – то же, что в формуле (2.22).

Принимаем: полная нагрузка = 1,716 кН/м; $B_{пр}$ = 0,6 м; $\gamma_{н}$ = 1; g = 2,045.

Подставляем значения в формулу (2.22), получаем

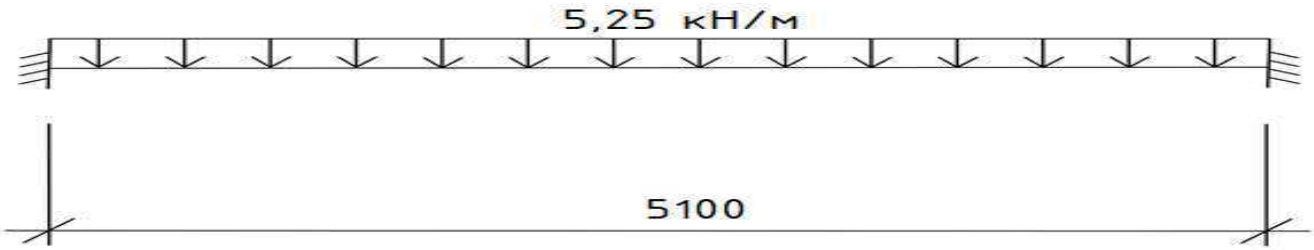
$$g_1^{н} = 1{,}716 \cdot 0{,}6 = 1{,}03 \text{ кН/м};$$

Подставляем значения в формулу (2.23), получаем

$$g_1 = 2{,}045 \cdot 0{,}6 = 1{,}227 \text{ кН/м}.$$

Расчетная схема лаги и эпюры приведены на рисунке 2.4

а)



б)

в)

г)

а) расчетная схема; б) эпюра моментов с указанием нагрузки; в) эпюра поперечных сил с указанием нагрузки; г) эпюра продольных сил с указанием нагрузки

Рисунок 2.4 – Схема к расчету лаги пола

Расчет лаги выполнен с использованием программного комплекса «SCAD Office», и представлен в 2.7.

Таблица 2.7 – Результаты расчета лаги пола

Величины усилий					
Элемент	Сечение	Загружение	Значение		
			N	M_y	Q_z
1	1	1	0	-4910045,233	6012,3
1	2	1	0	2455022,617	0
1	3	1	0	-4910045,233	-6012,3

Проверка прочности балки.

Максимальное напряжение σ, Мпа, (проверка прочности по нормальным напряжениям) определяется по формуле

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} \leq R_u \cdot m_в \cdot m_б \cdot m_{сл.} / \gamma_n, \quad (2.24)$$

где R_u – расчетное сопротивление изгибу древесины 2-го сорта;

$m_в$ - коэффициент условий работы согласно СП 64.13330.2017;

$m_б$ - коэффициент условий работы согласно СП 64.13330.2017;

$m_{сл.}$ – коэффициент условия работы согласно СП 64.13330.2017;

M_x – момент в сечении x;

W_x – момент сопротивления в сечении x.

Принимаем: R_u = 13 МПа; $m_в$ = 1; $m_б$ = 0,85; $m_{сл}$=1; M_x = 6,11 кНм; W_x = 1306,8 см^3.

Подставляя значения в формулу (2.24), получаем

$$\sigma = \frac{6{,}11 \cdot 10^3}{1306{,}8} = 4{,}68 \text{ МПа} \leq 13 \cdot 1 \cdot 0{,}85 \cdot 1 / 0{,}95 = 11{,}63 \text{ МПа}.$$

Запас прочности составляет 82,3 %.

Момент инерции балки в опорном сечении I_{on}, см^4, определяется по формуле

$$I_{on} = b \cdot h_{оп}^3/12, \quad (2.25)$$

где b – ширина сечения;

h_{on} – высота балки на опоре;

Принимаем: $b = 20$ см; $h_{on} = 20$ см.

Подставляя значения в формулу (2.25), находим

$$I_{on} = 20 \cdot \frac{20^3}{12} = 0{,}013 \cdot 10^6 \text{ см}^4.$$

Момент инерции балки в среднем сечении $I_{ср}$, см^4, определяется по формуле

$$I_{ср} = b \cdot \frac{h_{ср}^3}{12}, \quad (2.26)$$

где b – ширина сечения;

$h_{ср}$ - высота балки в середине пролет;

Принимаем: $b = 20$ см; $h_{ср} = 20$ см.

Подставляя значения в формулу (2.26), находим

$$I_{\text{ср}} = 20 \cdot \frac{20^3}{12} = 0{,}013 \cdot 10^6 \text{ см}^4.$$

Статический момент в опорном сечении балки S_{on}, см^3, определяется по формуле

$$S_{on} = b \cdot \frac{h_{on}^2}{6}, \tag{2.27}$$

где b – то же, что в формуле (2.26);
h_{on} - то же, что в формуле (2.25).
Принимаем: $b = 20$ см; $h_{on} = 20$ см.
Подставляя значения в формулу (2.27), найдем

$$S_{on} = 20 \cdot \frac{20^2}{6} = 0{,}13 \cdot 10^4 \text{ см}^3.$$

Проверка на скалывание в опорном сечении τ, МПа, проводится по формуле:

$$\tau = \frac{Q \cdot S_{on}}{b \cdot I_{on}} < R_{ck} \cdot m_{\text{в}} \cdot \frac{m_{\text{сл}}}{\gamma_n}, \tag{2.28}$$

где Q – поперечная сила на опоре, равная опорной реакции балки;
S_{on} – статический момент в опорном сечении балки;
b – то же, что в формуле (2.26);
I_{on} – момент инерции балки в опорном сечении;
R_{ck} – расчетное сопротивление скалыванию вдоль волокон элементов из клееной древесины 2-го сорта;
$m_{\text{в}}$ – коэффициент условий работы согласно СП 64.13330.2017;
$m_{\text{сл}}$ – коэффициент условий работы согласно СП 64.13330.2017;
γ_n – коэффициент условий работы согласно СП 64.13330.2017.
Подставляя значения в формулу (2.28), найдем

$$\tau = \frac{5 \cdot 10^3 \cdot 0{,}13 \cdot 10^4}{20 \cdot 10^2 \cdot 0{,}013 \cdot 10^6} = 0{,}25 \text{ МПа} < 1{,}6 \cdot 1 \cdot \frac{1}{0{,}95} = 1{,}68 \text{ МПа}.$$

Условие выполняется – запас прочности 79,8 %.

Проверка устойчивости плоской формы деформирования балки.

Напряжение в балке σ_u, МПа, определяется по формуле

$$\sigma_u = \frac{M}{W_x \cdot m_{\text{в}} \cdot \varphi_M}, \tag{2.29}$$

где М – то же, что в формуле (2.24);
W_x– то же, что в формуле (2.24);
$m_в$ – то же, что в формуле (2.24);
Принимаем: М = 6,11 кНм; W_x= 1306,8 см^3; $m_в$= 1; $\varphi_м$= 2,5.
Подставляя значения в формулу (2.29), получаем

$$\sigma_u = \frac{6{,}11 \cdot 10^3}{1306{,}8 \cdot 1 \cdot 2{,}5} = 1{,}87 \text{ МПа} \leq 13 \text{ МПа}.$$

Условие выполняется – запас прочности 85,2 %.
Прогиб балки определяем с учетом переменного сечения f_0, по формуле

$$\frac{f_0}{l \cdot k_n} = \frac{5 \cdot q_n \cdot l^3}{384 \cdot E \cdot I_{max}} \leq \frac{1}{300}, \quad (2.30)$$

где q_n – нормативная нагрузка;
l – расчетная длина пролета;
E – модуль упругости;
I_{max} – приведенный момент инерции по формуле (2.32);
$\frac{1}{300}$ - предельный прогиб для прочих элементов по таблице 16 СП 64.13330.2017.
k_n – коэффициент переменности сечения балки, находим по формуле

$$k_n = 0{,}15 + 0{,}85 \cdot \frac{h_{on}}{h_{cp}}, \quad (2.31)$$

где h_{on} – то же, что в формуле (2.25);
h_{cp} – то же, что в формуле (2.26).
Принимаем: h_{on}= 20 см; h_{cp}= 20 см.
Подставляя значения в формулу (2.31), находим:

$$k_n = 0{,}15 + 0{,}85 \cdot \frac{20}{20} = 1.$$

Приведенный момент инерции I_{max}, см^4, находим по формуле

$$I_{max} = I_{cp} \cdot k_n, \quad (2.32)$$

где I_{cp} – момент инерции в середине пролета;
k_n – то же, что и в формуле (2.31).
Принимаем: I_{cp}= 0,013 · 10^6 см^4; k_n=1.
Подставляя значения в формулу (2.32), получаем

$$I_{max} = 0{,}013 \cdot 10^6 \text{ см}^4 \cdot 1 = 0{,}013 \cdot 10^6 \text{ см}^4.$$

Принимаем: q_n =1,716 кН/м; l = 490 см; E=10000 МПа; I_{max}= $0{,}013 \cdot 10^6$ см^4; k_n= 1.

Подставляя значения в формулу (2.30), получаем

$$\frac{f_0}{l \cdot k_n} = \frac{5 \cdot 1{,}716 \cdot 490^3}{384 \cdot 10000 \cdot 0{,}013 \cdot 10^6} = \frac{1}{490} \leq \frac{1}{300}$$

Полный относительный прогиб $\frac{f}{l}$, находим по формуле

$$\frac{f}{l} = \frac{1}{365} \cdot \left[1 + c \cdot \left(\frac{h_{cp}}{l}\right)^2\right], \qquad (2.33)$$

где h_{cp} – то же, что в формуле (2.26);

l – расчетный пролет балки;

c – коэффициент, учитывающий влияние деформаций сдвига от поперечной силы по таблице 3 приложения 4 СП 64.13330.2017., находится по формуле

$$c = 15{,}4 + 3{,}8 \cdot \frac{h_{on}}{h_{cp}}, \qquad (2.34)$$

где h_{on} – то же, что в формуле (2.26);

h_{cp} – то же, что в формуле (2.25).

Принимаем: h_{on}= 20 см; h_{cp}= 20 см.

Подставляя значения в формулу (2.34), получаем

$$c = 15{,}4 + 3{,}8 \cdot \frac{20}{20} = 19{,}2$$

Принимаем: h_{cp}= 20 см; l = 490 см; c = 19,2.

Подставляя значения в формулу (2.33), получаем

$$\frac{f}{l} = \frac{1}{490} \cdot \left[1 + 19{,}2 \cdot \left(\frac{20}{490}\right)^2\right] = \frac{1}{483} \leq \frac{1}{300}.$$

Проверка проходит – расчетный прогиб балки меньше предельного.

Сводный результат проверки прочности приведен в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Сводный результат проверки на прочность

Показатель	Расчетное значение, МПа	Нормативное значение, МПа	Запас прочности, %

По нормальным напряжениям	4,68	11,63	82,3

Окончание таблицы 2.8

На скалывание в опорном сечении	0,25	1,68	79,8
Устойчивость плоской формы	1,87	13	85,2

По таблице 2.8 можно сделать вывод, что определяющим является показатель прочности на скалывание в опорном сечении, запас прочности по которому составляет 79,8 %.

Ширину балки принимаем 10 см, высоты балки принимаем на опоре 20 см.

2.3 Расчет и конструирование фундаментов

2.3.1 Характеристика инженерно-геологических условий строительной площадки.

Строительство ведется по адресу; г. Красноярск, мкр. Удачный. В первую очередь решают вопрос о привязке проектируемого здания на плане. В случае свободной плановой привязки учитывается условие освещенности объекта, направление действия господствующих ветров в районе строительства, а также нулевой баланс работ в районе строительства.

Анализ инженерно-геологических условий начинаем с построения колонки. На колонке в масштабе показаны все напластования грунтов, указаны абсолютные и относительные отметки подошвы каждого слоя, а также уровень подземных вод.

Геологический разрез и эпюра расчетного сопротивления грунта R_0 показаны на рисунке 2.5. Физико-механические характеристики грунтов площадки строительства представлены в таблице 2.9.

Вся площадка сложена пылеватым песком средней плотности, малой степени водонасыщения с коэффициентом пористости е = 0,7, такой грунт пригоден для строительства под ленточный фундамент.

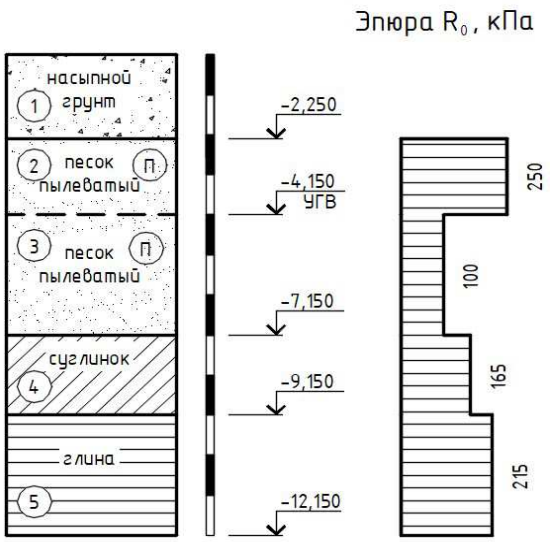


Рисунок 2.5 – Геологический разрез

Таблица 2.9 – Характеристики грунтов основания

№	Полное наименование грунта	Мощность слоя, м	W	ρ, т/м^3	ρs, т/м^3	ρd, т/м^3	e	Sr	γ, кН/м^3	γsb, кН/м^3	Wp	WL	IL	C, кПа	φ, град	E, МПа	Ro, кПа
	Насыпной грунт	2,1	-	1,72	-	-	-	-	17,2	-	-	-	-	-	-	-	-
1	Песок пылеватый, средней плотности, малой степени водонасыщения.	1,9	0,1	1,69	2,66	1,55	0,7	0,3	16,9	-	-	-	-	2,6	27,2	13,1	250
2	Песок пылеватый, средней плотности, насыщенный водой	3	0,3	1,97	2,66	1,55	0,7	1	-	9,67	-	-	-	2,6	27,2	13,1	100
3	Суглинок мягкопластичный	2	0,3	1,93	2,71	1,52	0,8	-	19,3	-	0,2	0,3	0,7	18,8	17,4	10,8	165
4	Глина полутвёрдая	3	0,3	1,94	2,71	1,53	0,8	-	19,4	-	0,2	0,4	0,2	19,2	17,6	11,2	215

2.3.2 Сбор нагрузок, действующих на фундаменты.

Основные положения и правила по определению и учету всех видов нагрузок и воздействий, а также их сочетаний определяются по [1]. При расчете оснований зданий и сооружений по первой группе предельных состояний коэффициент надежности принимается по таблице 5 [1].

Сбор нагрузок производят на грузовую площадь, которую устанавливают в зависимости от статической схемы сооружения. В данном случае конструктивная схема с поперечными несущими стенами.

На рисунке 2.6 представлена грузовая площадь.

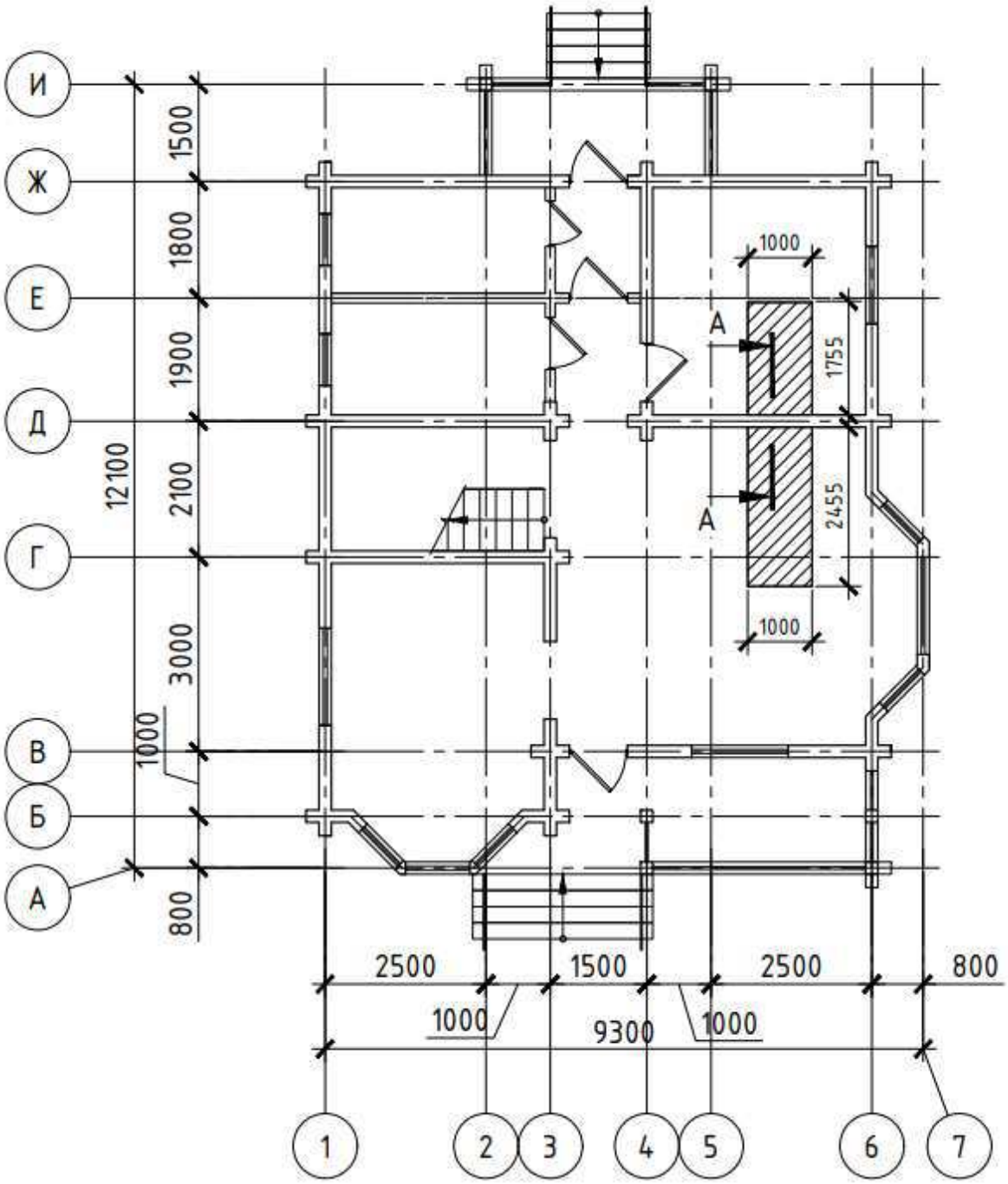


Рисунок 2.6 – Грузовая площадь

Грузовая площадь рассчитана для 1 погонного метра стены. Сбор нагрузок, действующих на внутреннюю стену в сечения А-А, для грузовой площади $S = 4{,}21$ м^2 приведен в таблице 2.10.

Расчет грузовой площади S, м^2

$$S = 1 \cdot (1{,}755 + 2{,}455) = 4{,}21 \text{ м}^2$$

Таблица 2.10 – Сбор нагрузок для сечения А-А, $S = 4{,}21$ м^2

Наименование нагрузки и конструкции	Нормативные нагрузки		Коэффициент надежности по нагрузке g_f	Расчетное значение нагрузки, кН
	на единицу площади, кН/м^2	на грузовую площадь, кН		
Постоянные нагрузки				
Кровля				
Металлочерепица δ = 0,005 м; γ = 8 кН/м^3	0,040	0,17	1,3	0,22
Обрешетка (доска 25х100 мм) δ = 0,25 м; γ = 5 кН/м^3	1,250	5,26	1,2	6,32
Гидроизоляция δ = 0,005 м; γ = 0,9 кН/м^3	0,005	0,02	1,1	0,02
Стропила (доска 50х200 мм) с шагом 650 мм; γ=5 кН/м^3	0,105	0,44	1,2	0,53
Утеплитель URSA δ = 0,15 м; γ = 1,2 кН/м^3	0,18	0,76	1,2	0,91
Пароизоляция δ = 0,005 м; γ = 0,9 кН/м^3	0,005	0,02	1,1	0,02
Доска обшивочная (доска 13х100мм) δ = 0,13 м; γ = 5 кН/м^3	0,650	2,74	1,2	3,28
Перекрытие 2 этажа				
Половая доска (доска 40х25 мм) δ = 0,4 м; γ = 5 кН/м^3	2,000	8,42	1,2	10,10
Гидроизоляция δ = 0,005 м; γ = 0,9 кН/м^3	0,005	0,02	1,1	0,02
Балка перекрытия (брус 100х200 мм) с шагом 500 мм; γ = 5 кН/м^3	0,204	0,86	1,2	1,03
Утеплитель URSA δ = 0,15 м; γ = 1,2 кН/м^3	0,18	0,76	1,2	0,91
Пароизоляция δ = 0,005 м; γ = 0,9 кН/м^3	0,005	0,02	1,1	0,02
Доска потолочная (доска 25х150мм) δ = 0,25 м; γ = 5кН/м^3	1,250	5,26	1,2	6,32
Перекрытие 1 этажа				
Половая доска (доска 40х25 мм) δ = 0,4 м; γ = 5 кН/м^3	2,000	8,42	1,2	10,10
Гидроизоляция δ=0,005 м; γ = 0,9 кН/м^3	0,005	0,02	1,1	0,02

Окончание таблицы 2.10

Балка перекрытия (брус 100х200 мм) с шагом 500 мм; γ = 5 кН/м^3	0,204	0,86	1,2	1,03
Утеплитель URSA δ = 0,15 м; γ = 1,2 кН/м^3	0,18	0,76	1,2	0,91
Пергамин δ = 0,005 м; γ = 1,2 кН/м^3	0,006	0,03	1,1	0,03
Черновой пол (доска 25х150 мм) δ=0,25 м; γ = 5 кН/м^3	1,250	5,26	1,2	6,32
Стена внутренняя, высота этажа 2,7м				
Брус профилированный 190х190 мм; γ = 5,2 кН/м^3	-	5,335	1,2	6,40
			ИТОГО:	54,51
Временные нагрузки				
Вес снегового покрова	1,5	6,32	1,4 · 0,9 = 1,26	7,96
Полезная нагрузка на перекрытие (2 этажа)	1,5	12,63	1,4 · 0,95 = 1,33	16,80
			ИТОГО:	24,755
			ИТОГО:	79,267

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия следует определять по формуле

$$S_0 = c_t \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g \qquad (2.35)$$

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

c_t - термический коэффициент;

μ - коэффициент формы, учитывающий переход от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие;

S_g - нормативное значение веса снегового покрова на 1м² горизонтальной поверхности земли.

$$S_0 = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1{,}5 = 1{,}5 \text{ кН/м}^2$$

При учете двух и более временных нагрузок они принимаются с коэффициентом сочетаний и расчете на основное сочетание: φ_1 = 0,95 – для длительных нагрузок и φ_2 = 0,9 – для кратковременных. При расчете на основное сочетание нормативная нагрузка N_o, кН, (по II группе) для сечения А-А составит

$$N_o = (54{,}51 + 7{,}96 + 16{,}8) = 79{,}267 \text{ кН}$$

2.3.3 Определение глубины заложения фундамента.

Глубина заложения фундаментов назначается в результате совместного рассмотрения инженерно-геологических условий строительной площадки, конструктивных и эксплуатационных особенностей зданий и сооружений, величины и характера нагрузки на основание.

По инженерно-геологическим условиям глубина заложения фундаментов назначается в соответствии с особенностями напластования и свойствами отдельных пластов грунта строительной площадки, глубиной сезонного промерзания и оттаивания грунтов, уровнем подземных вод и его колебанием, рельефом строительной площадки.

Для расчета фундаментов принимаем сечение, в котором расчетная нагрузка максимальная, в данном проекте таким сечением является сечение А-А с N_o = 79,267 кН. Для фундамента мелкого заложения в качестве несущего слоя принят слой №1 песок пылеватый средней плотности, малой степени водонасыщения с R_o = 250 кПа.

Устанавливаем глубину заложения подошвы фундамента, зависящую от глубины промерзания, свойств основания грунтов и конструктивных особенностей сооружения.

Нормативная глубина промерзания d_{fn}, для песков пылеватых определяется [11]. Для г. Красноярска: d_{fn} = 2,1 м.

Расчетная глубина промерзания d_f, м

$$d_f = d_{fn} \cdot k_h , \qquad (2.36)$$

где k_h – коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения.

$d_f = 0,5 \cdot 2,1 = 1,05$ м

Глубина заложения фундаментов при уровне подземных вод d_W, м

$$d_W < d_f + 2 , \qquad (2.37)$$

$1,9 < 1,05 + 2 = 3,05,$

для песков мелких и пылеватых не менее d_f..

Принимаем конструктивно глубину заложения d_f = 1,2 м, учитывая отметку земли.

Далее ведут расчет методом последовательных приближений для центрально нагруженного фундамента.

2.3.4 Определение предварительных размеров фундамента.

Предварительно определяют площадь подошвы фундамента А, м^2 по формуле

$$A = \frac{N_o}{R_o - \gamma h k_{зап}}, \qquad (2.38)$$

где N_o – расчетная нагрузка в сечении А-А, кН;

R_o – расчетное сопротивление грунта под подошвой фундамента, кПа;

h – глубина заложения подошвы, м;

$k_{зап}$ – коэффициент заполнения;

γ - удельный вес материалов фундамента, кН/м^3.

Принимаем: N_o = 79,267 кН; R_o = 250 кПа; h = 1,2 м; $k_{зап}$ = 0,85; γ = 25 кН/м^3.

$$A = \frac{79{,}267}{250 - 25 \cdot 0{,}85 \cdot 1{,}2} = 0{,}35 \text{ м}^2$$

По табл. 4.17 и 4.21 [11] подбирают подходящие типовые фундаментные подушки и стеновые блоки.

Таблица 2.11 – Фундаментные подушки и блоки

Марка плиты	Размеры плиты, мм			Масса, кг
	длина	ширина	высота	
ФЛ 6.12-1	1180	600	300	520
ФБС 12.3.6	1180	300	580	460

Строим расчетную схему фундамента мелкого заложения. Расчётная схема фундамента мелкого заложения представлена на рисунке 2.7.

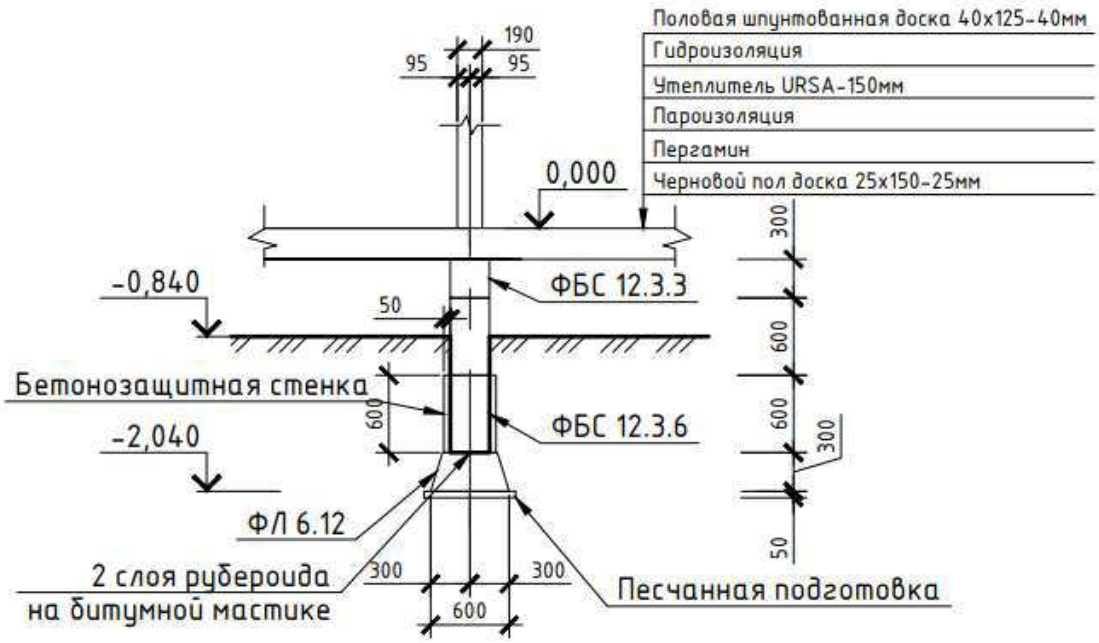


Рисунок 2.7 – Расчетная схема фундамента мелкого заложения

2.3.5 Определение расчетного сопротивления грунта основания.

Определяем расчетное значение сопротивления R, кПа, по формуле

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k}\left[M_\gamma k_Z b \gamma_{II} + M_q d\ \gamma_{II}^1 + M_c c_{II}\right], \quad (2.39)$$

где γ_{c1} -– коэффициент условий работы;

γ_{c2} – коэффициент условий работы;

k – коэффициент, если прочностные характеристики грунта (с и φ) приняты по табл. 1-3 приложения 1 [12];

M_γ - коэффициенты, принимаемые по табл. 4 [12];

M_q - коэффициенты, принимаемые по табл. 4 [12];

M_c – коэффициенты, принимаемые по табл. 4 [12];

k_Z – коэффициент, принимаемый при b < 10 м;

b – ширина подошвы фундамента, м;

γ_{II} – расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундаментов (при наличие подземных вод определяется с учетом взвешивающего действия воды), кН/м^3;

γ^1_{II} – то же, для грунтов, залегающих выше подошвы, кН/м^3;

c_{II} – расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента, кПа;

d – глубина заложения фундаментов бесподвальных сооружений, м.

Принимаем: γ_{c1} = 1,25 и γ_{c2} = 1,2; k = 1,1; M_γ = 0,91; M_q = 4,64; M_c = 7,14; k_Z = 1,0; γ_{II} = 16,9 кН/м^3; γ^1_{II} = 17,2 кН/м^3; c_{II} = 2,6 кПа; d = 1,1 м.

$$R = \frac{1{,}25 \cdot 1{,}0}{1{,}1} \cdot [0{,}91 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}6 \cdot 16{,}9 + 4{,}64 \cdot 1{,}2 \cdot 17{,}2 + 7{,}14 \cdot 2{,}6] = 131{,}34 \text{ кПа}$$

Проверяют значение среднего давления под подошвой фундамента P, кПа

$$P = \frac{N_o + N_f + N_g}{bl} \le R, \quad (2.40)$$

где N_0 – расчетная нагрузка в рассматриваемом сечении, кН;

N_f – вес фундамента, включая стеновые блоки, кН;

N_q – вес грунта на обрезах фундамента, кН.

$$N_f = (0{,}3 \cdot 0{,}6 \cdot 25 + 0{,}3 \cdot 0{,}6 \cdot 25 \cdot 2 + 0{,}3 \cdot 0{,}3 \cdot 25 \cdot 1) \cdot 1{,}0 = 45{,}3 \text{ кН};$$

$$N_g = 1{,}0 \cdot 1{,}48 \cdot 16{,}68 = 24{,}68 \text{ кН};$$

$$P_{\text{ср}} = \frac{382{,}72 + 45{,}3 + 24{,}68}{1{,}4 \cdot 1{,}0} = 323{,}36 \text{ кПа}.$$

Проверяем условие P < R. P = 323,36 < R = 336,16 кПа - удовлетворяет

условиям проектирования.

При рационально запроектированном фундаменте разница между давлениями под подошвой фундамента *P*, кПа, и расчетным сопротивлением грунта *R,* кПа*,* не должна превышать 10 – 15 %.

$$\Delta = \frac{336{,}16 - 323{,}36}{342} \cdot 100\% = 3{,}8\ \% < 10\ \%$$

Условие $\Delta < 10\ \%$ выполнено, следовательно, фундамент подобран верно.

2.3.6 Расчет свайного буронабивного фундамента.Для центрально нагруженного фундамента расчеты выполняют определенном порядке. Расчетная схема свайного фундамента представлена на рисунке 2.8.

Назначают глубину заложения ростверка.

FL_1= 157,4, при глубине заложения d = 1,2 м (из конструктивных соображений)

Выбирают тип и вид сваи: буронабивные сваи, круглые в сечении, с продольным и поперечным армированием ствола.

Назначают размеры (длину и поперечное сечение) сваи с учетом геологического строения площадки. Буронабивные сваи должны входить в более плотный грунт (суглинок с расчетным сопротивление 165 кПа) на глубину не менее 1 метра.

$$L_{расч} = FL_1 - FL_2, \tag{2.41}$$

где FL_2 – отметка заглубления сваи.

$L_{расч}$ = 157,4 - 152,7 = 4,7 м.

Принимаем сваю длинной 4700 мм.

Определяют несущую способность сваи по грунту F_d, кН

$$F_d = \gamma_c(\gamma_{CR} RA + U\sum_{i=1}^{n}\gamma_{cf} f_i h_i), \tag{2.40}$$

где γ_c – общий коэффициент условия работы;

R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи на глубине 5,9 м для суглинка, кПа;

A – площадь поперечного сечения, м^2;

U – наружный периметр поперечного сечения сваи, м;

γ_{CR} - коэффициент условия работы грунта под нижним концом и на боковой поверхности сваи;

γ_{cf} - коэффициенты условий работы грунта под нижним концом и на боковой поверхности сваи;

f_i - расчетное сопротивление i-го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, принимаемое по табл. 2 [17], кПа;

h_i – толщина i-го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м

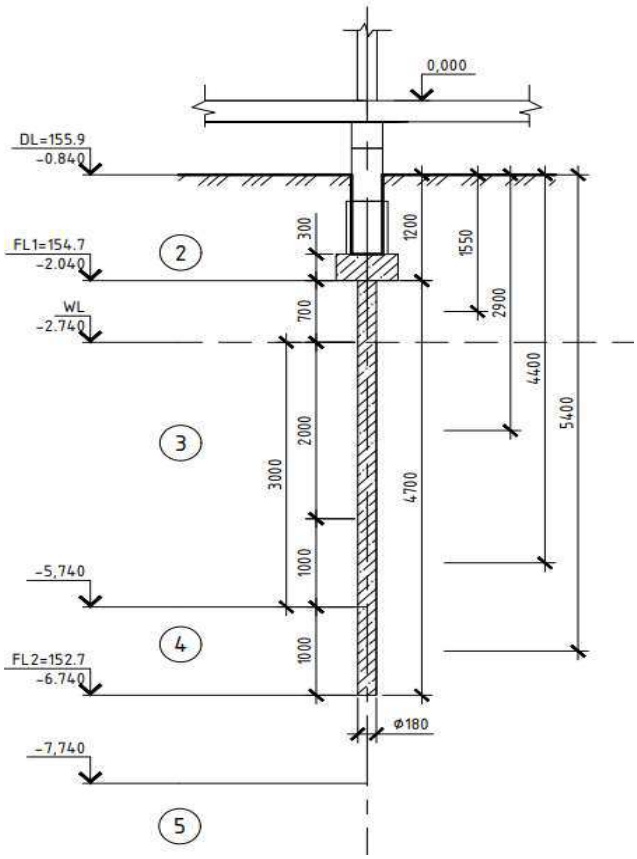


Рисунок 2.8 – Расчетная схема свайного фундамента

Принимаем: z_1 = 1,55 м; f_1 = 35,75 кПа; h_1 = 0,7 м; z_2 = 2,9 м; f_2 = 33,73 кПа; h_2 = 2 м; z_3 = 4,4 м; f_3 = 58,8 кПа; h_3 = 1 м; z_4 = 5,4 м; f_4 = 42,1 кПа; h_4 = 1 м.

F_d = 1,0 · [1,0 · 3820 · 0,025 + 0,5 · (1 · 35,75 · 0,7 + 1 · 33,73 · 2,0 + 1 · 58,8 · · 1,0 + 1 · 42,1 · 1,0)] = 205,7 кН.

Расчетную нагрузку на сваю N, кН, находим по формуле

$$N = \frac{F_d}{\gamma_d}, \quad (2.43)$$

где F_d – то же, что в формуле (2.40);

γ_d – удельный вес грунта на сваю.

$$N = \frac{205,7}{1,4} = 147 кН$$

Определяют ориентировочное число свай в фундаменте n, сваи/п. м по формуле

$$n = \frac{N_o}{N - \alpha \cdot A \cdot \gamma \cdot h}, \qquad (2.44)$$

где N_o – расчетная нагрузка на фундамент, кН/м;

N – расчетная нагрузка на сваю, кН;

α - коэффициент, принимаемый для ленточных фундаментов;

γ - удельный вес материала ростверка, кН/м^3;

A – площадь поперечного сечения, м^2;

h – глубина заложения подошвы ростверка.

$$n = \frac{79{,}267}{147 - 7{,}5 \cdot 0{,}025 \cdot 25 \cdot 1{,}2} = 0{,}6 \text{ сваи/п. м.}$$

Производят размещение свай в плане и конструируют ростверк.

Определяют расчетное расстояние между осями свай a_p, м

$$a_p = \frac{l_f}{n}, \qquad (2.45)$$

где l_f – длина грузовой площади, м;

n – то же, что в формуле (2.44).

$$a_p = \frac{1}{0{,}6} = 1{,}6 \text{ м}$$

Принимаем однорядную схему размещения. Расстояние между рядами a_p = 1250 мм, т.к. при большем промежутке не выполняется условие $N_ф < N$.

Производят проверку фактической нагрузки, приходящейся на каждую сваю

$$N_ф = \frac{N_o + N_f + N_g}{n} \le N, \qquad (2.46)$$

где N_f - вес ростверка и ФБС, кН/м^3;

N_g - вес грунта на обрезах ростверка, кН/м^3;

n – количество свай на погонный метр.

$$N_ф = \frac{79{,}267 + 15{,}75 + 4{,}64}{1/1{,}25} = 124{,}6 \text{ кН} < N = 147 \text{ кН.}$$

Проверяют сжимающие напряжения в грунте в плоскости нижних концов

свай

$$P = \frac{N_o + N_f + N_{Sg}}{A_{усл}} \le R_{усл}, \qquad (2.47)$$

где N_{Sq} – вес грунта и свай в объеме условного фундамента, кН/м^3;

$A_{усл}$ – площадь подошвы условного фундамента, м^2;

$R_{усл}$ – расчетное сопротивление грунта под подошвой условного фундамента, кПа.

Определяем ширину условного фундамента $B_{усл}$, м по формуле

$$B_{усл} = d + 2\Delta, \qquad (2.48)$$

где d – ширина сваи;

Δ - расстояние, равное 0,5 шага свай, но не более 1,5d.

$$B_{усл} = 0{,}18 + 1{,}5 \cdot 0{,}18 = 0{,}45 \text{ м}$$

$$A_{усл} = 0{,}45 \cdot 1 = 0{,}45 \text{ м}^2$$

$$\gamma_{ср}^{усл} = 17{,}2 \text{ кН/м}^3$$

N_{sg} = 0,025 · 4,7 · 25 · $\frac{1}{1{,}25}$ + (1 · 0,45 · 5,9 – 0,3 · 0,9 · 1 – 0,025 · 4,7 · $\frac{1}{1{,}25}$ - - 0,3 · 0,6) · 17,2 = 38,66 кН/м^3

$$P = \frac{79{,}267 + 15{,}75 + 38{,}66}{0{,}45} = 297 \text{кПа}$$

$$\gamma_{II}^{I} = \gamma_{ср}^{усл} = 17{,}2 \text{ кН/м}^3$$

$$\gamma_{II} = 16{,}9 \text{ кН/м}^3$$

$$d_1 = 5{,}9 \text{м}$$

$$R = \frac{1{,}25 \cdot 1{,}2}{1{,}1} \cdot [0{,}91 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}45 \cdot 16{,}9 + 4{,}64 \cdot 5{,}9 \cdot 17{,}2 + 7{,}14 \cdot 2{,}6] =$$
$$= 676 \text{ кПа}$$

P = 297 кПа < R = 676 кПа – условие выполняется, следовательно, сжимающие напряжения в плоскости нижних концов свай – допустимы.

2.3.7 Технико-экономическое сравнение вариантов.

Оценка стоимости основных видов работ при устройстве фундаментов производят для одного погонного метра ленточного фундамента мелкого заложения и ленточного ростверка. Сравнение стоимости фундаментов приводят в табличной форме (табл. 2.12). Районный коэффициент для Красноярского края 1,2. Отношение высоты к заложению для песка 1:1. Схема котлована под ленточный фундамент приведена на рисунке 2.9.

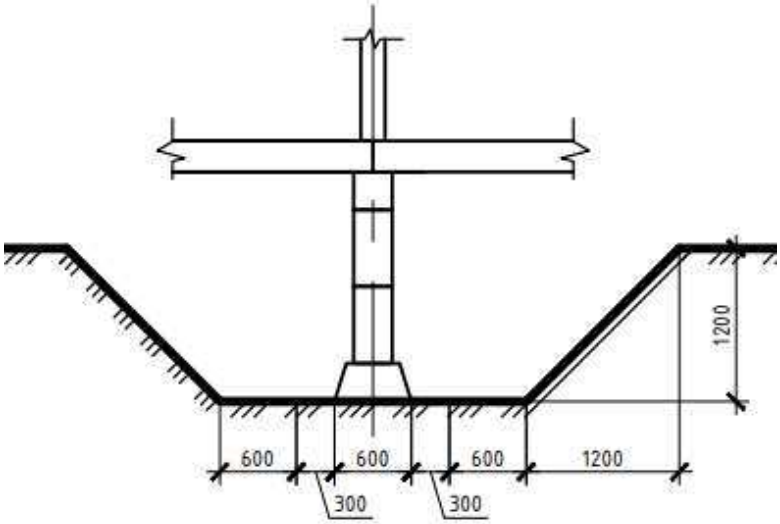


Рисунок 2.9 - Схема котлована под ленточный фундамент

Объем котлована V, м^3 по формуле

$$V = \frac{1}{2} \cdot (2{,}4 + 4{,}8) \cdot 1{,}2 \cdot 1 = 4{,}32 \text{ м}^3$$

Схема котлована под ростверк свайного фундамента приведена на рисунке 2.10.

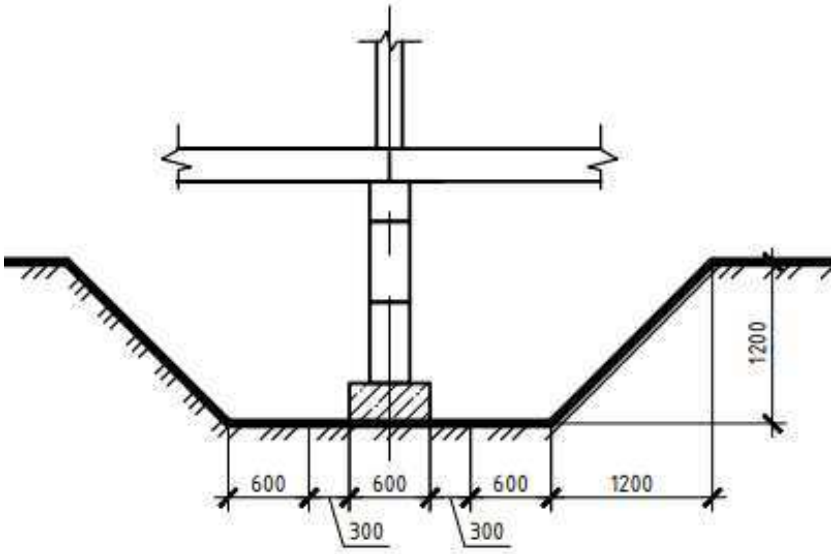


Рисунок 2.10 - Схема котлована под ростверк свайного фундамента

Объем котлована V, м^{3}по формуле

$$V = \frac{1}{2} \cdot (2{,}4 + 4{,}8) \cdot 1{,}2 \cdot 1 = 4{,}32 м^3$$

Таблица 2.12 - Технико-экономическое сравнение вариантов

Наименование работ	Мелкое		Свайный		Стоимость ед.изм., руб.
	объем, $м^3$	стоимость, руб.	объем, $м^3$	стоимость, руб.	
1. Разработка песчаного грунта глубиной до 3м	4,32	933,12	4,32	933,12	1,8 · 1,2 · 100 = 216
2. Устройство песчаной подготовки под фундамент	0,035	20,16	-	-	4,8 · 1,2 · 100 = 576
3. Устройство ленточных монолитных ж/б фундаментов и ростверков из бетона В20	-	-	0,18	563,76	26,1 · 1,2 · 100 = 3132
4. Устройство ленточных фундаментов и стен подвалов из сборных бетонных блоков В10	0,63	4006,8	0,45	2862	53 · 1,2 · 100 = 6360
5. Шнековое бурение скважин с танками типа ЛБУ-50 глубиной бурения до 10 м в грунтах группы I	-	-	0,059	258,42	36,5 · 1,2 · 100 = 4380
6. Свободный спуск обсадных труб	-	-	0,59	510,35	7,2 · 1,2 · 100 = 865
7.Установка в скважину арматурного каркаса	-	-	1	720	6,0 · 1,2 · 100 = 720
8. Заполнение бетоном полых свай диаметром до 80 см	-	-	0,118	143,96	10,16 · 1,2 · 100 = 1220
Итого:		4960,08		5991,61	

По предварительной оценке, стоимости основных видов работ при устройстве фундаментов можно определить экономические затраты на возведения фундаментов, а также трудоемкость процессов. Сборный ленточный фундамент более экономичный по стоимости по сравнению с буронабивными сваями, но более трудоемок. Оптимальным выбором будет устройство сборного ленточного фундамента. Все дальнейшие расчеты ведут применительно к фундаменту мелкого заложения.

2.3.8 Определение осадки методом послойного суммирования.

Вычисляем ординаты эпюры природного давления σ_{zq}, кПа, по формуле (2.49) и вспомогательной эпюры $0{,}2\sigma_{zq}$

$$\sigma_{zq} = \sum h_i \cdot \gamma_i \,, \qquad (2.49)$$

где h_i – мощность i-го слоя, м;

γ_i– удельный вес грунта i-го слоя, кН/м^3.

- на отметке подошвы фундамента

σ_{zq0} = 1,2 · 16,9 = 20,28 кПа

0,2 · σ_{zq} = 4,06 кПа.

- на отметке УГВ

σ_{zq1} = 20,28 + 0,7 · 16,9 = 32,11 кПа

0,2 · σ_{zq} = 6,42 кПа.

- на границе 3 и 4 слоев

σ_{zq2} = 32,11 + 3,0 · 9,67 = 61,12 кПа

0,2 · σ_{zq} = 12,22 кПа.

- на границе 4 и 5 слоев

σ_{zq3} = 61,12 + 2,0 · 19,3 = 99,72 кПа

0,2 · σ_{zq} = 19,94 кПа.

- на границе 5 и 6 слоев

σ_{zq4} = 99,72 + 3 · 19,4 = 157,92 кПа

0,2 · σ_{zq} = 31,58 кПа.

Полученные значения ординат эпюры природного давления и вспомогательной эпюры наносим на геологический разрез.

Значения ординат эпюры природного давления и вспомогательной эпюры представлены на рисунке 2.7.

Ординаты эпюры дополнительного давления определяем по формуле (7.1), вычисления ведем в табличной форме (таблица 2.13)

Сначала вычисляется верхняя ордината эпюры p_0, непосредственно под подошвой фундамента при z = 0:

$$p_0 = p - \sigma_{zg,0}, \qquad (2.50)$$

$$p_0 = 166{,}1 - 20{,}28 = 145{,}82 \text{ кПа}$$

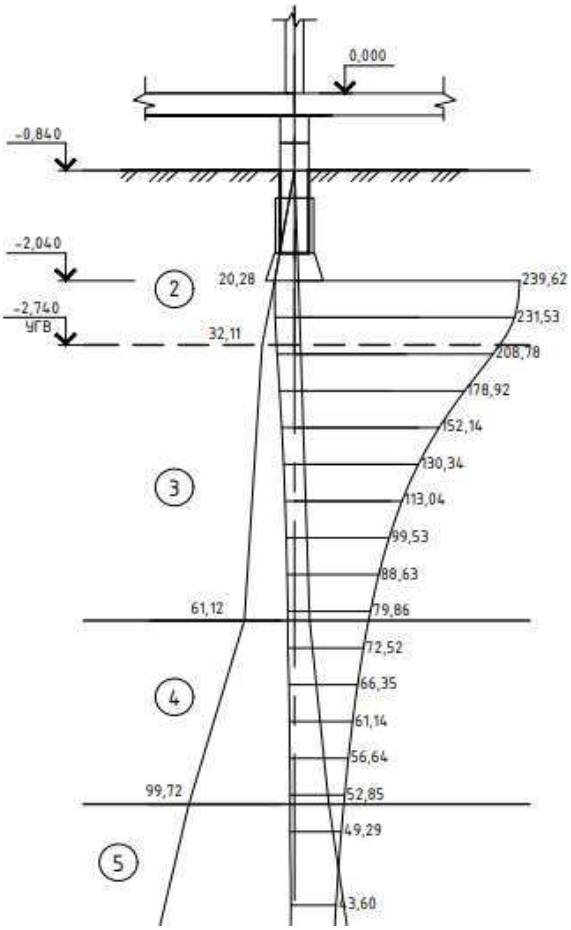


Рисунок 2.7 – Значения ординат эпюры природного давления и вспомогательной эпюры

Таблица 2.13- Распределение напряжений

$\xi = 2 \cdot z/b$	$z = \xi \cdot b/2$, м	α	$\sigma_{zp} = P_0\alpha$, кПа	$0{,}2\sigma_{zp}$, кПа	$\sigma_{z\gamma} = \alpha\sigma zg$, кПа	грунт, Е, кПа
0,0	0,00	1,000	145,82	29,16	20,28	Песок пылеватый, Е = 13,1 МПа
0,4	0,12	0,977	142,47	28,49	19,81	
0,8	0,24	0,881	128,47	25,69	17,87	
1,2	0,36	0,755	110,09	22,02	15,31	
1,6	0,48	0,642	93,62	18,72	13,02	
2,0	0,60	0,550	80,20	16,04	11,15	
2,4	0,72	0,477	69,56	13,91	9,67	
2,8	0,84	0,420	61,24	12,25	8,52	
3,2	0,96	0,374	54,54	10,91	7,58	
3,6	1,08	0,337	49,14	9,83	6,83	
4,0	1,20	0,306	44,62	8,92	6,21	Суглинок мягкопластична я, Е = 10,8 Мпа
4,4	1,32	0,280	40,83	8,17	5,68	
4,8	1,44	0,258	37,62	7,52	5,23	
5,2	1,56	0,239	34,85	6,97	4,85	
5,6	1,68	0,223	32,52	6,50	4,52	

Окончание таблицы 2.13

6,0	1,80	0,208	30,33	6,07	4,22	Глина полутвердая, E = 11,2 МПа
6,363	1,91	0,197	28,73	5,75	4,00	
6,8	2,04	0,184	26,83	5,37	3,73	
7,6	2,28	0,166	24,21	4,84	3,37	

Расчет стабилизированной осадки S, см, выполняется

$$S = 0{,}0101 \text{ м} = 1 \text{ см} \leq 10 \text{ см}$$

Так как S = 1,0 см ≤ 10 см, то осадка допустима, площадь фундамента и глубина заложения подобраны, верно.

2.3.9 Конструирование фундаментов

Исходя из окончательных размеров фундаментов, установленных расчетом по 2-ому предельному состоянию, производим конструирование фундаментов.

Для обеспечения пространственной жесткости сборного фундамента предусматривают связь между продольными и поперечными стенами путем привязки, и фундаментными блоками или закладки в горизонтальные швы сеток из арматуры диаметром 8 – 10 мм. После укладки стеновых блоков производят установку цокольных панелей для жилого дома.

Для предотвращения выщелачивания бетона предусматриваются гидроизоляция. Горизонтальная гидроизоляция выполняется в 2 слоя, каждый из которых нужно промазывать битумной мастикой. Перед закреплением горизонтальной гидроизоляции на поверхности основания ее обрабатывают битумной мастикой. После этого полотна рубероида разогреваются газовой горелкой и прикладываются к поверхности с нахлестом в 20 см. Рубероид можно крепить при помощи клеящих мастик. Перед наплавлением вертикальной гидроизоляции края горизонтальной нужно завернуть и прижать, наплавляя сверху рубероид. Для вертикальной гидроизоляции используется обмазочный способ. Кистью или валиком битум наносится на поверхность основания, начиная с его подошвы и заканчивая за 15-20 см до поверхности грунта. Битум нужно наносить в 2 слоя, доводя общую толщину до 3-5 см.

Для отвода сточных вод от здания предусматриваем устройство бетонной отмостки. Отмостка представляет собой водонепроницаемую полосу по всему периметру здания. Главное ее назначение – отвод талой и дождевой воды от фундамента. Для устройства отмостки из бетона следует придерживаться неукоснительных правил:

- ее верхний уровень должен быть на несколько сантиметров ниже горизонтальной гидроизоляции;
- наружный от стены край должен на 30-50 см выступать за свес карниза;
- она должна иметь небольшой уклон от стен здания (3%).

Перед бетонированием основания, горизонтальные и наклонные бетонные поверхности рабочих швов должны быть очищены от мусора, грязи, масел, снега

и льда, цементной пленки и др. Непосредственно перед укладкой бетонной смеси очищенные поверхности должны быть промыты водой и просушены струей воздуха. Все конструкции и их элементы, закрываемые в процессе последующего производства работ (подготовленные основания конструкций, арматура, закладные изделия и др., а также правильность установки и закрепления опалубки и поддерживающих ее элементов), должны быть приняты по акту.

Высота свободного сбрасывания бетонной смеси в опалубку слабоармированных конструкций не более 4,5 м. Бетонные смеси должны укладываться в бетонируемые конструкции горизонтальными слоями одинаковой толщины без разрывов, с последовательным направлением укладки в одну сторону во всех слоях. Толщина укладываемых слоев бетонной смеси: — при уплотнении смеси тяжелыми подвесными вертикально расположенными вибраторами — на 5—10 см меньше длины рабочей части вибратора; — при уплотнении смеси ручными глубинными вибраторами — не более 1,25 длины рабочей части вибратора. При уплотнении бетонной смеси не допускается опирание вибраторов на арматуру и закладные изделия, тяжи и другие элементы крепления опалубки. Глубина погружения глубинного вибратора в бетонную смесь должна обеспечивать углубление его в ранее уложенный слой на 5—10 см. Шаг перестановки глубинных вибраторов не должен превышать полуторный радиус их действия, поверхностных вибраторов — должен обеспечивать перекрытие на 100 мм площадкой вибратора границы уже провибрированного участка.

Укладка следующего слоя бетонной смеси допускается до начала схватывания бетона предыдущего слоя. Продолжительность перерыва между укладкой смежных слоев бетонной смеси без образования рабочего шва устанавливается строительной лабораторией. Верхний уровень уложенной бетонной смеси должен быть на 50—70 мм ниже верха щитов опалубки.

Конструктивные решения фундаментов приведены на листе 2 графической части.

2.4 Обеспечение долговечности конструкций

2.4.1 Обеспечение огне- биостойкости древесины.

Обеспечение долговечности деревянных конструкций включает защиту от увлажнения и биологического разрушения, защиту от возгорания, а также защиту металлических элементов от коррозии.

При выборе способа защиты большое значение имеет плотность древесины и ее влажность. Влажность древесины должна быть не более 15%. Наиболее простым способом защиты древесины является поверхностная обработка химическими составами кистью или краскораспылителем в один или три слоя с интервалами после каждого слоя для лучшего впитывания раствора. Толщина защитного слоя 0,3—1 мм.

Для проектируемого здания следует подвергнуть древесину качественной сушке, обработать поверхности маслянистыми антисептиками, что защитит

древесину и от грибов, и от личинок жуков-точильщиков.

В данном проекте обеспечена конструктивная защита от гниения. Соблюдается режим эксплуатации конструкций, при котором влажность не превышает благоприятную для загнивания. Защита древесины закрытых помещений от увлажнения атмосферными осадками достигается полной водонепроницаемостью кровли, выполненной из высококачественных материалов. Защита древесины от увлажнения капиллярной влагой осуществляется отделением ее от бетонных и каменных конструкций слоями битумной гидроизоляции (рубероида) в 2 слоя.

Целью защиты от возгорания является повышение предела огнестойкости деревянных конструкций с тем, чтобы они дольше сопротивлялись возгоранию и в процессе горения не создавали и не распространяли открытого пламени. Это достигается мероприятиями конструктивной и химической защиты. [13]

Химические меры защиты деревянных конструкций от коррозии, вызываемой воздействием биологических агентов, предусматривают антисептирование, консервирование, нанесение лакокрасочных материалов или составов комплексного действия. При воздействии химических агрессивных сред следует предусматривать покрытие конструкций лакокрасочными материалами или поверхностную пропитку составами комплексного действия. [14]

Для огнезащитной пропитки в проекте следует применить антипирен торговой марки PROSEPT ОГНЕБИО PROF, который может использоваться как внутри, так и снаружи помещений. Состав защищает дерево от огня и воздействия грибков, насекомых и их личинок. Срок защиты - не менее 7 лет.
Средство устойчиво к старению, не высаливается и не выщелачивается. Легко покрывается любыми лакокрасочными материалами, не препятствует дальнейшей обработке. Состав пропитки не оказывает негативного влияния на свойства древесины и не изменяет ее структуру. Нетоксичен для людей и животных.

Пропитка древесины антипиренами производится под давлением в автоклавах. Поверхности деревянных конструкций, которые не были пропитаны под давлением, покрыть защитной краской на 2 слоя.

2.4.2 Защита металлических элементов от коррозии.

Металлические соединительные детали деревянных конструкций должны быть защищены от коррозии.

Крепежные металлические элементы (метизы) – гвозди, саморезы, болты, шпильки и др. должны иметь цинковое покрытие.

Элементы и узлы соединения конструкций должны иметь свободный доступ для осмотров и возобновления защитных покрытий. При отсутствии возможности обеспечения этих требований конструкции первоначально должны быть защищены от коррозии на весь период эксплуатации.

Для защиты от коррозии стальных конструкций с болтовыми соединениями, со стыковой сваркой и угловыми швами, а также болтов, шайб и гаек необходимо предусматривать горячее цинкование методом погружения в

расплав и термодиффузионное цинкование. [15] Эти методы защиты от коррозии допускается предусматривать для стальных конструкций со сваркой внахлест при условии сплошной обварки по контуру или обеспечения гарантированного зазора между свариваемыми элементами не менее 1,5 мм.

Монтажные сварные швы соединений конструкций должны быть защищены путем газотермического напыления цинка или алюминия по или лакокрасочными покрытиями III и IV групп (органосиликатные, кремнийорганические, хлоркаучуковые, перхлорвиниловые, эпоксидные и др.) с применением протекторной цинконаполненной грунтовки после монтажа конструкций. Оцинкованные плоскости сопряжения конструкций на высокопрочных болтах должны быть перед монтажом обработаны металлической дробью для обеспечения коэффициента трения не ниже 0,37.

Вместо горячего цинкования стальных конструкций (при толщине слоя 60-100 мкм) допускается предусматривать для мелких элементов (с мерной длиной до 1 м), кроме болтов, гаек и шайб, гальваническое цинкование или кадмирование (при толщине слоя 42 мкм) с последующим хроматированием.

3 Технология строительного производства

3.1 Условия осуществления строительства

3.1.1 Природно-климатические условия строительства.

Площадка строительства находится в г. Красноярск, Красноярский край.

Климатические характеристики в соответствии с [3] приняты: температура воздуха наиболее холодных суток с обеспеченностью 0,98: -41 ºС; температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,98: -39 ºС; абсолютная минимальная температура воздуха: - 53 ºС; среднесуточная амплитуда воздуха наиболее холодного месяца: 8,4 ºС; средняя температура отопительного периода: t_{ht} = - 6,5 ºС; продолжительность отопительного периода: z_{ht} = 235 сут.; преобладающее направление ветра за декабрь, февраль: ЮЗ.

Рельеф участка ровный с общим уклоном в восточном направлении.

Проектируемый участок расположен по отношению к окружающей территории:

- с западной стороны – граничит с участком, используемый в с/х;
- на юге и севере – граничит с малоэтажной жилой постройкой;
- на востоке – граничит с федеральной дорогой.

3.1.2 Сведения об условиях обеспечения материала и конструкциями, о расстояниях для их доставки, видах транспорта, о необходимых запасах материалов.

Инфраструктура района строительства хорошо развита. Таким образом, доставка строительных материалов, рабочих кадров, машин и механизмов не представляет затруднений и должна осуществляться в полном объеме. Доставка механизмов, материалов и 10 рабочих осуществляется по существующим транспортным коммуникациям – автомобильным дорогам общего пользования.

3.1.3 Источник обеспечения строительной площадки водой, электроэнергией, сжатым воздухом.

В качестве источника водоснабжения принимаем постоянный водопровод.

Схема размещения временного водопровода - тупиковая.

Пожарные гидранты размещаются на расстоянии не более 100 м друг от друга.

Принимаем для освещения строительной площадки 4 прожектора. Наиболее экономичным источником электроснабжения являются районные сети высокого напряжения. В подготовительный период строительства сооружают ответвление от существующей высоковольтной сети на площадку и трансформаторную подстанцию, мощностью 320 кВт. Разводящую сеть на строительной площадке устраиваем по смешанной схеме.

3.2 Работы подготовительного периода.

В подразделе разрабатываются организационно-технологические мероприятия по подготовке строительного производства.

3.2.1 Строительство внеплощадочных подъездных путей и дорог, внеплощадочных коммуникаций.

Внеплощадочные подготовительные работы предусматривают строительство внешних путей и дорог, обеспечивающих подъезды к строительной площадке и базам снабжения, причалов, линий электропередач и связи, водопроводных сетей с заборными сооружениями, канализационных коллекторов с очистными сооружениями и т. д.

Временные вне- и внутриплощадочные дороги должны устраиваться только в случаях нецелесообразности или невозможности использования для нужд строительства существующих или запроектированных дорог.

3.2.2 Вертикальная планировка площадки.

Ключевой целью вертикальной планировки является формирование спланированных поверхностей, которые отвечают требованиям инженерного благоустройства и застройки территорий. С ее помощью создаются условия для возведения различных объектов капитального строительства, размещение инженерных коммуникаций, прокладки улиц и т. д. Метод их разработки выбирают с учетом особенностей рельефа местности, а также стадии готовности плана размещения капитального объекта и инженерной инфраструктуры.

3.2.3 Укрепление или уплотнение грунтов.

Способов укрепления грунта, как естественного, так и искусственно насыпанного всего лишь три:

- полная замена естественного грунта с низкой несущей способностью;
- физическое уплотнение естественных грунтов;
- укрепление с помощью дополнительных материалов (временное или постоянное).

Укрепление грунтов необходимо в процессе строительства и ландшафтных работ для усиления несущих свойств грунта и защиты его от эрозии. Это позволяет предотвратить негативные последствия водного и ветрового воздействия, а также повысить надежность и долговечность сооружений, в частности:

- предупредить размытие и выветривание естественных и искусственных склонов и насыпей;
- устранить просадочные явления, сползание слоев почвы;
- сохранить неизменность рельефа и культурного ландшафта местности;
- усилить прочностные характеристики оснований;
- повысить безопасность сооружений, конструкций, механизмов и жизнедеятельности.

3.2 Технологическая карта

Основой разработки раздела технологии строительного производства является составление технологической карты на каркас здания.

Проектные разработки карты должны основываться на прогрессивных методах выполнения принятых строительных процессов, предусматривающих комплексную механизацию работ.

3.2.1 Область применения технологической карты.

Технологическая карта разработана на монтаж каркаса дома отдыха из профилированного массивного бруса, предназначена для нового строительства.

Вид рубки при укладке профилированного бруса выполняется «в лапу».

Установка лаг перекрытия выполняется только после окончания сборки стен из бруса.

Стропильная система устанавливается после приемки опорных конструкций.

Разгрузка и подача материала выполняется с помощью автомобильного крана КС-2571Б.

3.2.2 Организация и технология выполнения работ.

Методы монтажа элементов конструкций находятся в прямой зависимости от степени укрупнения монтажных элементов, последовательности установки, способа наводки конструкций на опоры, средства временного крепления и выверки и других признаков. В данном случае при возведение данного одноэтажного жилого дома применяется последовательный метод монтажа. Все работы по монтажу ведутся в 2 смены.

3.2.2.1 Подготовительные работы.

До начала работ по устройству элементов каркаса здания должны быть выполнены следующие виды работ:

- устройство фундаментов в соответствии с проектом;
- подготовлены площадки для складирования элементов каркаса здания;
- завезены на строительную площадку требуемые пиломатериалы согласно спецификации и необходимые монтажные приспособления и оснастка;
- произведена разметка положения элементов каркаса в соответствии с проектом;
- места установки элементов должны быть очищены от грязи и мусора, а в зимнее время от снега и льда.

Установка в проектное положение элементов каркаса возможна как краном (крупными блоками), так и вручную (отдельными элементами).

3.2.2.2 Основные работы.

На фундамент укладывается 2 слоя гидроизоляции, после чего укладывается обвязочный брус (первый ряд брусьев) под все наружные, внутренние стены. Обвязочный брус перед укладкой обрабатывается антисептическим раствором, крепление выполняется по бетону анкерными болтами.

Далее выполняется монтаж черного пола. Лаги из досок выпиливают в брус первого венца. К нижней части лаг крепятся черепные бруски, на которые укладываются доски чернового пола. Далее укладывается слой гидроизоляции, плиты из минеральной ваты и пароизоляционная пленка. Поверх укладывают черновой пол из досок. Вентиляционный зазор предусмотрен между покрытием пола и теплоизоляции.

Затем ряды брусьев соединяются между собой нагелями.

После сборки сруба выполняется установка кровли. Стропильные ноги крепятся к мауэрлату строительными уголками с вырубкой на стропильных ногах. Поверх стропильных ног крепиться обрешетка под кровельный материал.

3.2.2.3 Заключительные работы.

Демонтаж технологического оборудования, уборка.

3.4 Калькуляция трудовых затрат

В таблице 3.1 представлена калькуляция трудовых затрат и машинного времени.

3.5 Ведомость необходимых машин, механизмов, оборудования, инструмента, инвентаря

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

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

Перечень основного необходимого оборудования, машин, механизмов, и инструментов для производства монтажных работ приведен в таблице на листе 5 графической части. Перечень технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений для производства монтажных работ приведен в таблице 3.2.

Наименование технологического процесса и его операции	Наименование технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений, тип, марка	Основная технологическая характеристика, параметр	Кол-во
Подача материалов	Строп 2СК – 2,0/2500	2,5 т	1
Подача материалов	Строп УСК – 2,0/4000	4 т	2
Монтаж конструкции	Молоток строительный	м = 450 кг	2

Окончание таблицы 3.2

Разметка поверхности	Отвес ОТ-60	1,2 м	1
Монтаж конструкции	Уровень строительный с рейкой	500х30	2
Монтаж конструкции	Рулетка измерительная металлическая	20 м	2
Безопасность	Очки защитные 03-3	-	2
Безопасность	Веревка монтажная	-	5
Безопасность	Каска	-	5

Таблица 3.1 – Калькуляция трудовых затрат и машинного времени

Обоснование (ЕНиР и др. нормативные документы)	Наименование работ	Объем работ		Состав звена	На единицу измерения		На объем работ	
		Ед. изм.	Кол-во		Норма времени рабочих, чел.-час	Норма времени машин, маш.-час	Затраты труда рабочих, чел.-час	Затраты времени машин, маш.-час
Е1-5	Разгрузка материалов	100 т	0,291	Машинист 4р-1 Такелажник 2р-2	5,4	2,7	1,57	0,79
Е6-6	Установка стен и массивного бруса	1 $м^2$	341	Плотник 5р-1, 4р-1, 2р-2, 3р-1	1,4	-	477,4	-
Е6-8	Установка лаг перекрытия	1 $м^2$	225,06	Плотник 5р-1, 4р-1, 2р-2, 3р-1	0,53	-	119,28	-
Е6-9	Установка стропил	100 $м^2$	4,02	Плотник 4р-1, 3р-1, 3р-1 подсоб.раб 1р-1	13	-	52,26	-
Е6-9	Установка обрешетки	100 $м^2$	4,02	Плотник 4р-1, 3р-1, 3р-1 подсоб.раб 1р-1	13,5	-	54,27	-
Е1-6	Подача материалов автоматическим краном	100 т	0,291	Машинист 4р-1 Такелажник 2р-2	5,4	2,7	1,57	0,79
Е1-19	Переноска материалов вручную	1 $м^3$	4,74	Подсоб.раб 1р-1	0,64	-	3,03	-

4 Организация строительного производства

4.1 Область применения строительного генерального плана

Объектный строительный генеральный план разработан на производство работ по возведение наземной части «Дом отдыха из профилированного массивного бруса».

Стройгенплан предназначен для определения состава и размещения объектов строительного хозяйства в целях максимальной эффективности их использования и с учетом соблюдения требований охраны труда.

Строительный генеральный план – важнейшая составляющая часть технической документации и основной документ, регламентирующий организацию площадки и обосновывающие отвод земли на период работ, объемы и затраты на временное строительство.

4.2 Выбор монтажных кранов и грузоподъемных механизмов, расчет и подбор установок производственного назначения

Подбор грузоподъемного механизма, в нашем случае, крана ведем по самому тяжелому элементу. Самым тяжелым элементом будет стропильная нога, массой 0,0312 т. Грузозахватным устройством принят: 2 стропа СК3,2/2500; 2 стропа УСК2-2,0/4000. Стропы поднимаются по 18 штук.

Монтажная масса $М_м$, т, определяется по формуле

$$М_м = М_э + М_г, \quad (4.1)$$

где $M_г$ – масса грузозахватного устройства, т;

$M_э$ − масса наиболее тяжелого элемента, т.

Принимаем: $М_э$ = 1,123 т; $М_г$ = 0,578 т.

$М_м$ = 1,123 + 0,578 = 1,71 т.

Монтажная высота подъема крюка $H_к$, м, находится по формуле

$$H_к = h_0 + h_з + h_э + h_г, \quad (4.2)$$

где h_0 − расстояние от уровня стоянки крана до опоры монтируемого элемента, м;

$h_з$ − запас по высоте, необходимый для перемещения монтируемого элемента над ранее смонтированными элементами и установки его в проектное положение, принимается по правилам техники безопасности, м;

$h_э$ − высота элемента в положении подъема, м;

$h_г$ − высота грузозахватного устройства (расстояние от верха монтируемого элемента до центра крюка крана), м.

Принимаем: h_0 = 6,6 м; $h_з$ = 2,3 м; $h_э$ = 0,2 м; $h_г$ = 2,5 м.

$H_к$ = 6,6 + 2,3 + 0,2 + 2,5 = 11,6 м.

Монтажный вылет l, м, находится по формуле

$$l = \frac{(b + b_1 + b_2)(H_к - h_ш)}{h_г + h_п} + b_3, \quad (4.3)$$

где b – минимальный зазор между стрелой и монтируемым элементом, м;

b_1 – расстояние от центра тяжести элемента до края элемента, приближенного к стреле, м;

b_2 – половина толщины стрелы на уровне верха монтируемого элемента, м;

$h_ш$ – расстояние от уровня стоянки крана до оси поворота стрелы, м;

b_3 – расстояние от оси вращения крана до оси поворота стрелы, м.

Принимаем: b = 0,5 м; b_1 = 0,1 м; b_2 = 0,5 м; $h_ш$ = 2 м.

$$l = \frac{(0,5 + 0,1 + 0,5)(11,6 - 2)}{0,05 + 2} = 5,15 \text{ м.}$$

Необходимая наименьшая длина стрелы L, м, определяется по формуле

$$L = \sqrt{(l - b_3)^2 + (H_к - h_ш)^2}, \quad (4.4)$$

где l – монтажный вылет, м;

b_3 – то же, что в формуле (4.3);

$H_к$ – то же, что в формуле (4.3);

$h_ш$ – то же, что в формуле (4.3).

$$L = \sqrt{(5,15 - 2)^2 + (11,6 - 2)^2} = 10,1 \text{ м.}$$

Получили следующие значения технических характеристик крана:

- грузоподъемность – 1,71 т;
- высота подъема крюка – 11,6 м;
- вылет стрелы – 10,1 м.

Принимаем кран автомобильный КС 2571Б.

Характеристики крана приведены в таблице 4.1

Таблица 4.1 – Характеристики крана башенного КС 2574.

Наименование параметра	Ед.изм.	КС 2574
Грузоподъемность максимальная	т	7
Грузовой момент максимальный	тм	23,1
Вылет максимальный	м	12,3
Высота подъема максимальная	м	12,8

4.3 Привязка монтажных кранов и грузоподъемных механизмов

Привязку механизма выполняют в следующем порядке:

- производят поперечную и продольную привязку крана и подкрановых путей с уточнением конструкции подкрановых путей;
- рассчитывают зоны действия крана;
- выявляют условия работ и при необходимости вводят ограничения в зону действия крана.

Поперечная привязка кранов производится с учетом необходимости соблюдения безопасного расстояния между зданием и краном.

Расстояние от здания до оси поворотной до ближайшей выступающей части В, м, определяем по формуле

$$\text{В} \geq R_{\text{пов}} + l_{\text{без}}, \tag{4.5}$$

где $R_{\text{пов}}$ - радиус поворотной платформы крана, м;

$l_{\text{без}}$ - безопасное расстояние, м.

Принимаем: $R_{\text{пов}}$ = 5 м; $l_{\text{без}}$ = 1 м.

Подставим значения в формулу (4.5), получаем

$$\text{В} = 5 + 1 = 6 \text{ м}.$$

4.4 Определение зон действия монтажных кранов и грузоподъемных механизмов с учетом реальных условий строительства, проектирование ограничений действия кранов при строительстве в стесненных условиях

При размещении строительного крана следует установить опасные для людей зоны, в пределах которой могут постоянно действовать опасные производственные факторы.

К зонам постоянно действующих производственных факторов, связанных с работой монтажных кранов, относятся места, где происходит перемещение грузов.

В целях создания условий безопасного ведения работ, действующие нормативы предусматривают зоны: монтажную зону, зону обслуживания крана, опасную зону работы крана, зону перемещения груза.

Монтажная зона $R_{\text{мз}}$, м, определяется по формуле

$$R_{\text{мз}} = l_{\text{г}} + \text{x}, \tag{4.6}$$

где $l_{\text{г}}$ – наибольший габарит временно закрепленного элемента, м;

x – расстояние отлета при падении временно закрепленного элемента со здания, м.

Принимаем: $l_{\text{г}}$ = 5,85 м; x = 3,5 м.

Подставим значения в формулу (4.6), получаем

$R_{мз}$ = 5,85 + 3,5 = 9,35 м.

Зона обслуживания крана – пространство, находящееся в пределах линии, описываемой крюком крана.

Радиус рабочей зоны R_p, м, равен максимальному вылету крюка $R_{к_{max}}$,м

$R_p = R_{к_{max}}$ = 12,3 м.

Зоной перемещения груза $R_{пг}$, м, определяется по формуле

$$R_{пг} = R_р + 0{,}5 \cdot l_г, \quad (4.7)$$

где $R_р$- максимальный рабочий вылет стрелы, м;

$l_г$ – то же, что и в формуле (4.6).

Принимаем: $R_р$ = 12,3 м; $l_г$ = 5,85 м.

$R_{пг}$ = 12,3 + 0,5 · 5,85 = 15,2 м.

Радиус опасной зоны вокруг здания $R_{оп}$, м, определяется по формуле

$$R_{оп} = R_р + 0{,}5 \cdot b_г + l_г + x, \quad (4.8)$$

где $R_р$ – то же, что и в формуле (4.7);

$b_г$ – ширина перемещаемого груза, м;

$l_г$– то же, что и в формуле (4.6);

x – расстояние отлета при падении груза при перемещении его краном, м.

Принимаем: $R_р$ = 12,3 м; $b_г$ = 0,2 м; $l_г$ = 5,85 м; x = 4 м.

Подставим значения в формулу (4.8), получаем

$$R_{оп} = 12{,}3 + 0{,}5 \cdot 0{,}2 + 5{,}85 + 4 = 22{,}25 \text{ м.}$$

Ограничение зон действия крана не требуется.

4.5 Проектирования временных дорог и проездов

Временные дороги и проезды используются в основным автомобильным транспортом.

Схема движения транспорта и расположение дорог в плане обеспечивает подачу в сторону действия монтажных и погрузочно-разгрузочных механизмов, к складам и бытовым помещениям.

При трассировке дорог соблюдаются минимальные расстояния:

- между дорогой и складской площадкой − 1 м;
- между дорогой и забором, ограждающим строит. площадку − 1,5 м.

В зоне выгрузки и складирования материалов ширина дороги увеличивается до 6 м, длина участка уширения 18 м.

Дорога с однополосным движением, ширина проезжей части − 3,5 м.

4.6 Проектирование складского хозяйства: обоснование размеров и оснащение площадок для складирования материалов, конструкций, оборудования, укрупненных модулей и стендов для их сборки

Необходимый запас материалов на складе $P_{скл}$, находится по формуле

$$P_{скл} = \frac{P_{общ}}{T} \cdot Т_н \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (4.10)$$

где $P_{общ}$ – количество материалов, деталей и конструкций, требуемых для выполнения плана строительства на расчетный период;

T − продолжительность расчетного периода, дн;

$T_н$ − норма запаса материала, дн;

K_1 − коэффициент неравномерности поступления материала на склад;

K_2 − коэффициент неравномерности производственного потребления материала в течении расчетного периода.

Полезная площадь F, м^2, склада определяется по формуле

$$F = \frac{P}{V}, \quad (4.11)$$

где P – общее количество хранимого на складе материала;

V – количество материала, укладываемого на 1 м^2 площади склада.

Общая площадь склада S, м^2, определяется по формуле

$$S = \frac{F}{\beta}, \quad (4.12)$$

где β – коэффициент использования склада;

F– то же, что и в формуле (4.11).

Необходимый запас строительных материалов приведен в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Необходимый запас строительных материалов

Наименование	Тип склада	Ед. изм.	$P_{общ}$	Т, дн.	$Т_н$, дн	Коэффициенты		P	V	F	ß	S, м^2
						K_1	K_2					
Лесоматериал	н	м^3	29,84	5	12	1,1	1,3	16,07	1	16,07	0,6	9,64
Железобетонные конструкции	о	м^3	432	10	5	1,1	1,3	295,75	1,2	246,6	0,6	208,76
Материалы кровельные	о	т	6,84	3	5	1,1	1,3	13,93	2,2	6,33	0,6	10,56

Окончание таблицы 4.4

Оконные и дверные блоки	з	м^2	49,51	5	8	1,1	1,3	113,28	20	5,66	0,7	8,09
ИТОГО:												237,05

Для складирования кровельных материалов, железобетонных конструкций используем открытые склады; оконных и дверных блоков проектируем закрытые склады; для лесоматериалов – навес.

Лесоматериал на складе укладываются в штабеля высотой максимум 3 м. Между штабелями предусматриваются проходы шириной 2 м. Нижний ряд изделий в штабелях укладывают на деревянные подкладки 250х250 мм, а последующие ряд - на прокладки из брусьев 100х50 мм.

Оконные и дверные проемы – штабелем в вертикальном положении.

Неравномерность потребления на строительной площадке различных материалов в течение периода строительства позволяет отказаться от складирования одновременно всех строительных материалов. Площадь открытых складов будет определяться площадью, необходимой для хранения 1/4 объема строительных материалов.

Принимаем:

- площадь открытых складов – 102,69 м^2;
- площадь навесов – 10 м^2;
- площадь закрытых складов – 10 м^2.

4.7 Проектирование бытового городка: обоснование потребности строительства в кадрах, временных зданиях и сооружениях

Для расчета временных зданий нам необходимо знать число работающих на строительной площадке. Число рабочих кадров по строительной площадке, что составляет 8 человек (85 %). Всего работающих – 10 человека (100 %).

Потребность в строительных кадрах представлена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Потребность в строительных кадрах

Категории работающих	Всего		В наиболее многочисленную смену	
	уд.вес, %	кол-во, чел	уд.вес, %	кол-во, чел
Рабочие	85	8	70	7
ИТР	12	2	80	8
ПСО	3	1	80	8
$\sum$	100	33	100	10

Требуемая площадь $F_{тр}$, м^2, определяется по формуле

$$F_{тр} = N \cdot F_{н}, \quad (4.9)$$

где N – общая численность рабочих (работающих), чел;

$F_{н}$ – норма площади на одного рабочего (работающего), м^2.

Определение площадей временных зданий приведено в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Определение площади временных зданий

Номер	Наименование помещения	Ед. изм	Норма на 10 человек	Требуемая площадь
1	Гардеробная	м^2	9	9
2	Помещения для обогрева и сушки одежды рабочих	м^2	10	10
3	Душевая	м^2	43	43
4	Туалет	м^2	7	7
5	Столовая	м^2	6	6
6	Медпункт	м^2	20 на 300	20
7	Прорабская	место/ м^2	24 на 5	24
8	КПП	место/ м^2	0,7	7
9	Мойка колес	-	-	1

4.8 Расчет потребности в электроэнергии на период строительства, выбор источника и проектирование схемы электроснабжения строительной площадки

Расчет мощностей, необходимый для обеспечения строительной площадки электроэнергией

$$P = \alpha \left(\sum \frac{K_1 \cdot P_c}{cos\,\varphi} + \sum \frac{K_2 \cdot P_т}{cos} + \sum K_3 \cdot P_{осв} + \sum K_4 \cdot P_н \right), \quad (4.10)$$

где P – расчетная нагрузка потребителей, кВт;

α – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети и зависящий от ее протяженности, сечения (1,05 – 1,1);

K_1 - коэффициент спроса, определяемые числом потребителей и несовпадений по времени их работы;

K_2 - коэффициент спроса, определяемые числом потребителей и несовпадений по времени их работы;

K_3 - коэффициент спроса, определяемые числом потребителей и несовпадений по времени их работы;

K_4 – коэффициент спроса, определяемые числом потребителей и несовпадений по времени их работы;

P_c – мощности силовых потребителей, кВт;
P_m – мощности, требуемые для технологических нужд, кВт;
$P_{осв}$ – мощности, требуемые для внутреннего освещения, кВт;
$cos\ \varphi$ – коэффициент мощности в сети.

$$P = 1{,}1 \cdot (25{,}93 + 4{,}82) = 33{,}83 \text{ кВт}.$$

Потребность во временной электроснабжении и освещении приведена в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Потребность во временном электроснабжении и освещении

Вид потребителя	Наименование потребителя	Ед. изм.	Кол-во	Удельная мощность на единицу измерения, кВт	Коэф- спроса, K_c	Коэф-т мощности cosφ	Р, кВт
Внутренне освещение	Отделочные работы	м^2	6590,0	0,015	0,8	1	23,34
	Конторские и быт. помещения	м^2	238,35	0,015	0,8	1	2,08
	Душевые и уборные	м^2	55,4	0,003	0,8	1	0,06
	Закрытые склады	м^2	44,25	0,015	0,8	1	0,45
	Открытые склады, навесы	м^2	693,22	0,003	0,8	1	0,94
						Итого:	25,93
Наружное освещение	Территория строительства	м^2	12897,30	0,0002	1	1	1,92
	Основные проходы и проезды	км	0,55	5	1	1	1,5
	Охранное освещение	км	0,38	1,5	1	1	0,42
	Аварийное освещение	км	0,38	3,5	1	1	0,98
						Итого:	4,82

Выбираем трансформаторную подстанцию КТП-100/6(10)/0,4 с размерами в плане 1,5х3 м.

Требуемое количество прожекторов для строительной площадки, n, шт определим по формуле

$$n = \frac{P \cdot E \cdot S}{P_л}, \tag{4.11}$$

где P – удельная мощность, Вт/м^2;

E – освещенность, лк;

S – площадь, подлежащая освещению, м^2;

$P_л$ – мощность лампы прожектора, Вт.

Принимаем: P = 0,3 Вт/м^2; E = 1,5 лк; S = 155,67 м^2; $P_л$ = 300 Вт.

$$n = \frac{0{,}3 \cdot 1{,}5 \cdot 155{,}67}{300} = 1 \text{ шт.}$$

Принимаем для освещения строительной площадки 4 прожектора. Наиболее экономичным источником электроснабжения являются районные сети высокого напряжения. В подготовительный период строительства сооружают ответвление от существующей высоковольтной сети на площадку и трансформаторную подстанцию, мощностью 320 кВт. Разводящую сеть на строительной площадке устраиваем по смешанной схеме.

4.9 Расчет потребности в воде на период строительства, выбор источника и проектирование схемы водоснабжения строительной площадки

Суммарный расход воды $Q_{общ}$, л/с, находится по формуле

$$Q_{общ} = Q_{пр} + Q_{маш} + Q_{хоз.быт} + Q_{пож}, \quad (4.12)$$

где $Q_{пр}$ – расход воды на производство, л/с;

$Q_{маш}$ – расход воды на охлаждение двигателей строительных машин, л/с;

$Q_{хоз.быт}$ – расход воды на хозяйственно-бытовые нужды, л/с;

$Q_{пож}$ – расход воды на противопожарные нужды, л/с.

Расход воды на производственные нужды $Q_{пр}$, л/с определим по формуле

$$Q_{пр.} = 1{,}2 \cdot \sum \frac{V \cdot q_1 \cdot K_ч}{t \cdot 3600} \text{ л/с.} \quad (4.13)$$

где 1,2 – коэффициент, учитывающий потери воды;

q_1 – норма удельного расхода воды на единицу потребителя, л/с;

t – потребитель воды;

V - объём строительно-монтажных работ, количество работ, установок;

$K_ч$ – коэффициент часовой неравномерности потребления воды в течение смены (суток) для данной группы потребителей;

t – количество часов потребления в смену (сутки).

Расход на производственные нужды представлен в таблицу 4.6

Таблица 4.6 – Расход воды на производственные нужды

Наименование нужды	Ед.изм.	Норма уд. расхода воды, q	Коэф-т часовой неравномерности, Кч	Объем работ, V($N^{см}$)	Расход воды, Q
Оштукатуривание	$м^3$	5	1,6	38,91	0,013
Приготовление холодных бетонов	маш.-сут.	550	1,6	291,79	4,86
				Итого:	4,873

Расход воды на охлаждение двигателей строительных машин $Q_{маш}$, л/с определяем по формуле

$$Q_{маш} = \frac{W \cdot q_2 \cdot K_ч}{3600}, \quad (4.14)$$

где W – количество машин, шт;

q_2 – норма удельного расхода воды, л;

$K_ч$ – коэффициент часовой неравномерности потребления воды.

Принимаем: W = 1 шт; q_2 = 500 л; $K_ч$ = 2.

$$Q_{маш} = \frac{1 \cdot 500 \cdot 2}{3600} = 0{,}28 \text{ л/с}.$$

Расход воды на хозяйственно-бытовые нужды $Q_{хоз.-быт.}$, л/с находим по формулам

$$Q_{хоз.-быт.} = Q_{хоз.-пит.} + Q_{душ.};$$

$$Q_{хоз.-пит.} = N_{см}^{max} \cdot \frac{q_3 \cdot K_ч}{8 \cdot 3600};$$

$$Q_{душ.} = N_{см}^{max} \cdot \frac{q_4 \cdot K_п}{t_{душ.} \cdot 3600}, \quad (4.15)$$

где $N_{см}^{max}$ - максимальное количество рабочих в смену, чел;

q_3 – норма потребления воды на 1 человека в смену, л;

$K_п$ – коэффициент, учитывающий число пользующихся душем (0,3 - 0,4);

$K_ч$ – коэффициент часовой неравномерности для группы потребителей;

$t_{душ}$ – продолжительность пользования душем (0,5 - 0,7 ч).

Принимаем: $N_{см}^{max}$ = 8 чел; q_3 = 30 л; $K_п$ = 0,4; $K_ч$ = 3; $t_{душ}$ = 0,5 ч.

$$Q_{хоз.-быт.} = 0{,}025 + 0{,}05 = 0{,}075 \text{ л/с};$$

$$Q_{хоз.-пит.} = 8 \cdot \frac{30 \cdot 3}{8 \cdot 3600} = 0{,}025 \text{ л/с};$$

$$Q_{\text{душ.}} = 8 \cdot \frac{30 \cdot 0{,}4}{0{,}5 \cdot 3600} = 0{,}05 \text{ л/с.}$$

Расход воды на противопожарные нужды $Q_{\text{пож}}$, л/с, принимается в соответствии с установленными нормами. На объектах до 10 Га застройки расход воды составляет 20 л/с. Следовательно:

$Q_{\text{пож}}$ = 20 л/с.

Расчётный расход воды $Q_{\text{расч}}$, л/с, определяем по формуле

$Q_{\text{расч}}$ = 20 + 0,5 · (6,493 + 0,833 + 0,46) = 23,89 л/с.

Так как $Q_{пож}$.> $Q_{пр.}$ + $Q_{хоз\text{-}быт.,}$ то расчёт ведётся только при учёте противопожарных нужд, т.е. $Q_{расч.}$= $Q_{пож.}$.

Диаметр магистрального ввода временного водопровода D, мм, определяем по расчётному расходу воды

$$D = 63{,}25 \sqrt{\frac{Q_{\text{расч}}}{\pi \upsilon}}, \qquad (4.16)$$

где $Q_{\text{расч.}}$ − расчётный расход воды;

v − скорость воды в трубах (для труб малого диаметра 0,7 - 1,2 м/с).

$$D = 63{,}25 \sqrt{\frac{20}{3{,}14 \cdot 1{,}2}} = 145{,}72 \text{ мм.}$$

По сортаменту круглого проката (ГОСТ 8732-78* «Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Сортамент») подбираем трубу диаметром 146 мм.

В качестве источника водоснабжения принимаем постоянный водопровод.

Схема размещения временного водопровода - тупиковая.

Пожарные гидранты размещаются на расстоянии не более 100 м друг от друга. Рекомендуется их размещать не ближе 5 м и не далее 50 м от объекта, а также не далее 2 м от края автомобильной дороги.

4.10 Мероприятия по охране труда и технике безопасности

Мероприятия, который относятся к работам с монтажными механизмами, для каждого отдельного механизма и случая должны быть согласованы с участниками строительного производства, а также службами техники безопасности.

Скорость движения автотранспорта по строительной площадке, на поворотах, а также в рабочих зонах крана должна быть не более 5 км/ч.

При проведении работ на строительной площадке должны быть

организованы противопожарные инструктажи и обучение работников пожарно-техническому минимуму в соответствии с правилами пожарной безопасности. Также должны производиться работы по организации пожарных постов с противопожарными средствами, а также работы по определению опасных зон в пожарном отношении и режимов работы в пределах этих зон.

Все материалы, необходимые для строительства складировать с соблюдением определенных правил. При укладке изделий в штабеля, прокладки между ними располагают строго друг под другом. Сечение прокладок и подкладок обычно квадратное со стороной 6…8 см. Размеры подбирают с таким расчетом, чтобы вышестоящие сборные элементы не опирались на монтажные петли.

Легковоспламеняющиеся и горячие материалы завозить на строительную площадку в требуемом объеме одной рабочей смены.

На въезде и выезде строительной площадки установлены ворота, работает сторожевая охрана, размещены временные здания.

В ночное время строительная площадка со всех сторон освещается прожекторами.

При составлении строительного генерального плана учитываются следующие основные мероприятия и требования:

- обозначены опасные зоны;
- установлены безопасные пути для пешеходов и автомобильного транспорта;
- временные и административно-хозяйственные здания размещены вне зоны действия монтажных кранов;
- созданы безопасные условия труда, которые исключают возможность поражения электрическим током;
- предусмотрено освещение строительной площадки, проходов и рабочих мест;
- обозначены места размещения пожарных постов, оборудованных инвентарем для пожаротушения.

4.11 Мероприятия по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов

Процесс организации строительно-монтажных работ следует составлять с с учетом наименьшего воздействия факторов, которые оказывают влияние на окружающую природную среду.

Генеральный подрядчик следить за соблюдением чистоты на строительной площадке, а также на территории в пределах 10 метров по периметру за её ограждением, проводить работы по очистке от снега, опавших листьев и мусора. Мусор собирать в контейнеры. Все автомобили, которые переводят сыпучие, пылящиеся, жидкие грузы, должны быть обеспечены брезентом для укрытия кузовов.

Обслуживание уборных должна осуществлять специализированная организация.

Строительные отходы нужно вывозить с территории строительства для дальнейшей утилизации. Запрещается делать «захоронения» бракованных конструкций, бетонного раствора, кирпича или рулонных материалов.

Строительные отходы необходимо вывозить своевременно. Строительную площадку обеспечить мусопроводами закрытого типа. В сухую погоду дорожное покрытие поливать водой для подавления пыли.

В бытовых вагончиках установить умывальники и ведра для грязной воды. Грязную воду выливать в дренаж на мойке колес, а в зимний период в яму для слива воды из умывальников.

На выезде со строительной площадки организована площадка для мойки колес транспорта.

Необходимо исключить ослепление окон существующих зданий прожекторами, а также при проведении сварочных работ.

4.12 Расчет технико-экономических показателей стройгенплана

Определяем продолжительность строительства «Дома отдыха из профилированного массивного бруса».

Общая площадь жилой части здания 155,67 м^2.

Продолжительность строительства объекта определяется методом экстраполяции, исходя из имеющихся в нормах жилых двухэтажных зданий минимальной общей площадью 250 м^2 с продолжительностью строительства 5,5 мес.

Уменьшение мощности составит

$$\frac{250 - 155{,}67}{250} \cdot 100 = 38\ \%.$$

Уменьшение нормы продолжительности строительства равно

$$38 \cdot 0{,}3 = 11{,}5\ \%.$$

Продолжительность строительства Т, мес., с учетом экстраполяции будет равна

$$T = 5{,}5 \cdot \frac{100 - \quad ,5}{100} = 4{,}8 \text{ мес.} \approx 5 \text{ мес.}$$

Т.к. нормы продолжительности строительства зданий до четырех этажей включительно определены для строительства в сельских населенных пунктах, то при строительстве этих зданий в городах и поселках городского типа к нормам применяется коэффициент 0,7.

Продолжительность строительства Т, мес., учетом коэффициента будет равна

$$T = 5 \cdot 0{,}7 = 3{,}5 \text{ мес.}$$

5 Экономика строительства

5.1 Составление локального сметного расчета на монтаж каркаса здания

Основным методическим документом в строительстве выступает приказ министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 04.08.2020 № 421/пр «Методика определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объекта капитального строительства, работ по сохранению объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации".

Сметная документация составляется с использованием ФЕР 2001 г. При определении сметной стоимости был применен базисно-индексный метод. Индекс 1 квартала 2021 года для строительства жилых домов в Красноярском крае равен 8,46 принят в соответствии с [26, прил.1]. Накладные расходы и сметная прибыть приняты по [27, прил. 4] и [28, п. 2.1] соответственно. Прочие лимитированные затраты по видам строительства временных зданий и сооружений – 2,3 % [25, прил. 1], дополнительные затраты при производстве СМР в зимнее время – 2,5 % [24, табл. 4], резерв средств на непредвиденные работы и затраты – 2 % [29, п. 4.96]. Налог на добавленную стоимость составляет 20 %.

Локальный сметный расчет на монтаж каркаса здания представлен в приложении Б.

5.2. Анализ структуры сметной стоимости монтажа каркаса здания

Структура локального сметного расчета на строительные работы по составным элементам приведена в таблице 5.1 и проиллюстрирована на рисунке 5.1 в виде круговой диаграммы.

Таблица 5.1 – Структуры локального сметного расчета на монтаж каркаса здания по составным элементам

Элементы	Сумма, руб.		Удельный вес, %
	Базисный уровень	Текущий уровень	
Прямые затраты, всего	32741,59	276993,85	43,78
в том числе:			
- материалы	16746,92	141678,94	22,39
- эксплуатация машин	2237,7	18930,94	2,99
- оплата труда рабочих	13756,92	116383,54	18,4
Накладные расходы	16611,27	140531,34	22,21

Окончание таблицы 5.1

Сметная прибыль	8915,72	75426,99	11,92
Лимитированные затраты, всего	4052,38	34283,13	5,42
НДС	12464,19	105447,05	16,67
Итого	**74785,15**	**632682,35**	**100,00**

По результатам анализа таблицы 5.1, делаем вывод, что наибольший удельный вес приходится на прямые затраты – 43,78 %, а именно материалы (22,39 %). Наименьший удельный вес – лимитированные затраты (5,42 %).

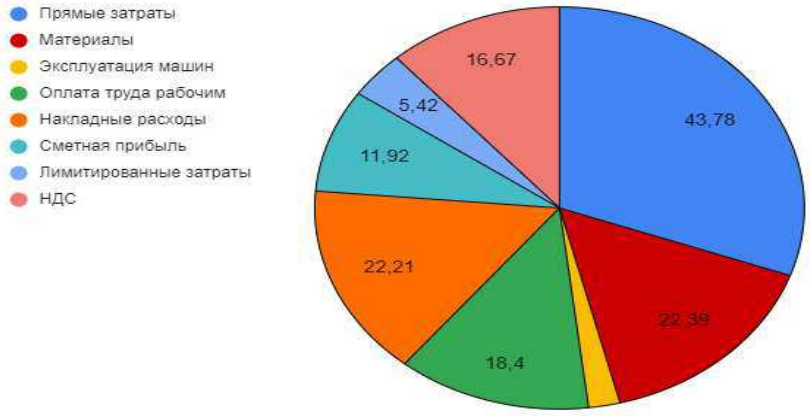


Рисунок 5.1 – Структура локального сметного расчета на монтаж каркаса здания

5.3 Расчет стоимости объекта строительства по укрупненным показателям

В данном пункте выполняется расчет прогнозной стоимости строительства объекта для обоснования потребности в инвестициях на основаниях укрупнённых сметных нормативов.

Стоимость строительства одноэтажное с мансардой из профилированного массивного бруса в г. Красноярск (без учета стоимости наружных инженерных сетей) используем укрупненные нормативы цены строительства «Государственные сметные нормативы. Укрупненные нормативы цены строительства НЦС 81-02-2021»

Укрупненные нормативы цены строительства предназначены для определения потребности в финансовых ресурсах, необходимых для создания единицы мощности строительной продукции, оценки эффективности использования средств, направляемых на капитальные вложения, подготовки технико-экономических показателей в задании на проектирование, планирования инвестиций (капитальных вложений), иных целей, установленных законодательством Российской Федерации. Показатели НЦС рассчитаны в уровне цен по состоянию на 01.01.2021 для базового района (Московская область).

Расчет прогнозной стоимости выполнен на основе методики разработки и применения УНЦС, утвержденной приказом Минстроя России № 314/пр от 29.05.2019 г. Учитывая функциональное назначение планируемого объекта строительства и его мощностные характеристики, для определения стоимости строительства выбран норматив НЦС 81-02-01-2021 «Жилые здания», утвержденный приказом Минстроя России от 11 марта 2011 года № 125/пр.

Определение прогнозной стоимости планируемого к строительству объекта в региональном разрезе $С_{ПР}$, рекомендуется осуществлять с применением коэффициентов, учитывающих регионально-экономические, регионально-климатические, инженерно-геологические и другие условия осуществления строительства по формуле

$$С_{ПР} = [(\sum_{i=1}^{N} НЦС_i \cdot М \cdot К_{пер} \cdot К_{пер/зон} \cdot К_{рег} \cdot К_с) + З_р] \cdot И_{пр} + НДС, \qquad (5.1)$$

где $НЦС_i$ - показатель, принятый по сборнику Показателей с учетом функционального назначения объекта и его мощностных характеристик, для базового района в уровне цен сборника Показателей, определенный при необходимости с учетом корректирующих коэффициентов, приведенных в технической части принятого сборника Показателей;

N - общее количество используемых Показателей;

М - мощность планируемого к строительству объекта (общая площадь, количество мест, протяженность и т.д.);

$К_{пер}$ - коэффициент перехода от цен базового района к уровню цен субъектов Российской Федерации (частей территории субъектов Российской Федерации), учитывающий затраты на строительство объекта капитального строительства, расположенных в областных центрах субъектов Российской Федерации (центр ценовой зоны, 1 ценовая зона), сведения о величине которого приводятся в технических частях сборников Показателей;

$К_{пер/зон}$ - определяется по виду объекта капитального строительства как отношение величины индекса изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, рассчитанного для такой ценовой зоны и публикуемого Министерством, к величине индекса изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, рассчитанного для 1 ценой зоны соответствующего субъекта Российской Федерации и публикуемого Министерством;

$К_{рег}$ - коэффициент, учитывающий регионально - климатические условия осуществления строительства в субъекте Российской Федерации (части территории субъекта Российской Федерации) по отношению к базовому району, сведения о величине которого приводятся в технических частях сборников Показателей;

$К_С$ - коэффициент, характеризующий удорожание стоимости строительства в сейсмических районах Российской Федерации по отношению к базовому району, сведения о величине которого приводятся в технических частях сборников Показателей;

$З_р$ - дополнительные затраты, не предусмотренные в Показателях,

определяемые по отдельному расчету;

$И_{ПР}$ - индекс-дефлятор, определенный по отрасли «Инвестиции в основной капитал (капитальные вложения)», публикуемый Министерством экономического развития Российской Федерации для прогноза социально-экономического развития Российской Федерации;

НДС - налог на добавленную стоимость.

Так как параметры объекта отличаются от указанного в таблице 01-01-001 НЦС 81-02-01-2021, то показатель $П_B$, рассчитываем согласно п.42 технической части НЦС путем интерполяции по формуле

$$П_В = П_{C.} - (с - в) \cdot \frac{П_c - П_a}{c - a}, \quad (5.2)$$

где $П_В$ – рассчитываемый показатель;

$П_С$ – пограничный показатель из таблицы 01-01-001 сборника НЦС 81-02-01-2021;

$П_а$ – пограничный показатели из таблицы 01-01-001 сборника НЦС 81-02-01-2021;

а – параметр для пограничного показателя из таблицы 01-01-001 сборника НЦС 81-02-01-2021;

с – параметр для пограничного показателя из таблицы 01-01-001 сборника НЦС 81-02-01-2021;

в – параметр для определяемого показателя, а < в < с.

Для строительства жилого дома выбираем показатели НЦС 53,79 тыс. руб. 1 м^2 общей площади жилого дома [23, раздел 1, табл. 01-01-001].

Показатель, умножаем на мощность объекта строительства и на поправочные коэффициенты, учитывающие особенности осуществления строительства:

155,67 · 53,79 = 8373,49 тыс. руб. (без НДС).

Производим приведение к условиям субъекта Российской Федерации – Красноярский край.

С = 8373,49 · 0,91 · 1,03 · 1 = 7 848,47 тыс. руб. (без НДС),

где $К_{пер}$ – коэффициент перехода от стоимостных показателей базового района (Московская область) к уровню цен Красноярского края;

$К_{пер1}$ – коэффициент, учитывающий изменение стоимости строительства на территории субъекта Российской Федерации – Красноярский край, связанный с регионально-климатическими условиями;

$К_{пер2}$ – коэффициент, учитывающий мероприятия по снегоборьбе, в разрезе температурных зон Российской Федерации.

Принимаем: $К_{пер}$ = 0,91; $К_{пер1}$ = 1,03; $К_{пер2}$ = 1.

Сметный расчет стоимости строительства объекта с использованием НДС

представлен в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Прогнозная стоимость строительства деревянного жилого дома в г. Красноярск

Наименование объекта строительства	Обоснование	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость единицы по НЦС в уровне цен на 01.01.2020, тыс. руб.	Стоимость всего, тыс. руб.
Одноэтажный с мансардой жилой дом в г. Красноярск	Показатель НЦС № 01-01-001-01	$м^2$ общей площади жилого дома	155,67	53,79	8373,49
Регионально-климатический коэффициент	Техническая часть сборника НЦС №81-02-01-2021, пункт № 32			1,03	
Коэффициент, учитывающий мероприятия по снегоборьбе	Техническая часть сборника НЦС №81-02-01-2021, пункт № 33			1,00	
Поправочный коэффициент перехода от базового района к уровню цен Красноярского края (I зона)	Техническая часть сборника НЦС №81-02-01-2021, пункт № 31			0,91	
				Итого	7848,47
Продолжительность строительства		мес.	3,5		
Начало строительства					
Окончание строительства					
Перевод в прогнозный уровень цен	Индекс-дефлятор Минэкономразвития России		1,043		
				Итого	8185,95
НДС		%	20		1637,19
				Всего с НДС	9823,14

Прогнозная стоимость строительства одноэтажного с мансардой дома в г. Красноярск по УНЦС составляет 9 823 147,78 тыс. руб.

5.4 Технико-экономические показатели проекта

Технико-экономические показатели являются обоснованием технических, технологических, планировочных и конструктивных решений и составляют основу каждого проекта. Технико-экономические показатели служат основанием для решения вопроса о целесообразности строительства объекта при запроектированных параметрах и утверждения проектной документации для строительства.

Определим планировочный и объемный коэффициенты, сметную себестоимость монтажа каркаса здания, приходящуюся на 1 м^2 площади, и сметную рентабельность производства:

- Планировочный коэффициент $К_{пл}$,определяется по формуле

$$К_{пл} = \frac{S_{жил}}{S_{общ}} = \frac{112,53}{155,67} = 0,72, \quad (5.3)$$

где $S_{жил}$ – жилая площадь, м^2;

$S_{общ}$ – полезная площадь, м^2.

- Объемный коэффициент $К_{об}$, определяется по формуле

$$К_{об} = \frac{V_{стр}}{S_{жил}} = \frac{203,01}{112,53} = 1,8, \quad (5.4)$$

где $V_{стр}$ – строительный объем, м^3;

$S_{жил}$ – то же, что в формуле (5.3).

Эти коэффициенты являются относительными. Уменьшение этих показателей приводит к увеличения размеров жилой площади за счет вспомогательной, то есть ухудшению бытовых условий проживания в таком здании.

Удельные показатели прогнозной стоимости определяются путем деления общей прогнозной стоимости строительства соответственно на жилую площадь, общую площадь и строительный объем здания.

- Сметная себестоимость монтажа каркаса здания, приходившаяся на 1 м^2 площади С/с, руб., определяется по формуле

$$С/с = \frac{ПЗ + НР + ЛЗ}{S_{общ}} = \frac{32741,59+16611,27+34283,1}{155,67} = 537,26 \text{ руб.} \quad (5.5)$$

где ПЗ – величина прямых затрат по смете;

НР – величина накладных расходов по смете;

ЛЗ – величина лимитированных затрат по смете.

- Сметная рентабельность производства $R_з$, % определяется по формуле

$$R_з = \frac{СП}{ПЗ + НР + ЛЗ} \cdot 100\ \% = \frac{8915,72}{32741,59+16611,27+34283,1} = 10,7\ \%, \quad (5.6)$$

где СП – величина сметной прибыли по локальному сметному расчету;

ПЗ – то же, что в формуле (5.5);
НР – то же, что в формуле (5.5);
ЛЗ – то же, что в формуле (5.5).

Технико-экономические показатели дома отдыха из профилированного массивного бруса приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Технико-экономические показатели дома отдыха из профилированного массивного бруса

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
1. Объемно-планировочные показатели		
Площадь застройки	$м^2$	102,92
Этажность	эт.	1
Материал стен		Профилированный брус
Высота этажа	м	2,7
Строительный объем, всего, в том числе	$м^3$	203,01
надземной части	$м^3$	203,01
подземной части	$м^3$	-
Общая площадь	$м^2$	155,67
Жилая площадь	$м^2$	112,53
Объемный коэффициент		1,8
Планировочный коэффициент		0,72
2. Стоимостные показатели		
Прогнозная стоимость строительства объекта (УНЦС)	руб.	9 823,14
Прогнозная стоимость 1 $м^2$ площади (общей)	руб.	63 102,38
Прогнозная стоимость 1 $м^2$ площади (жилой)	руб.	87 293,59
Прогнозная стоимость 1 $м^3$ строительного объема	руб.	48 387,51
Сметная себестоимость 1$м^2$ площади монтажа каркаса здания	руб.	537,26
Сметная рентабельность монтажа каркаса здания	%	10,7
3. Прочие показатели проекта		
Продолжительность строительства	мес.	3,5

Технико-экономические показатели имеют положительный результат и свидетельствуют о целесообразности строительства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа на тему «Дом -отдыха из профилированного массивного бруса в микрорайоне Удачный, г. Красноярск, Красноярский край» разработана в соответствии с заданием.

В архитектурно-строительном разделе было проработано и обосновано объемно-панировочное решение здания.

В расчетно-конструктивной части были выполнены статический и конструктивный расчеты основных элементов и узлов.

В технологии строительного производства была разработана технологическая карта на возведение каркаса здания. При разработке технологической карты учтена последовательность проведения работ, проработаны и применены требования безопасности при проведении строительно-монтажных работ.

В организации строительного производства была определена продолжительность строительства здания на основании Части II, СНиП 1.04.03-85* «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений», разработан строительный генеральный план на основной период строительства.

В квалификационной работе разработаны мероприятия по обеспечению соблюдения всех требований техники безопасности и охраны труда в соответствии с нормативными документами.

В экономическом разделе был произведен и проанализирован локальный сметный расчет на каркас здания, рассчитаны технико-экономические показатели.

Выпускная квалификационная работа была разработана на основании действующих нормативных документов, справочной и учебной литературы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений». Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* (с Изменениями N 1, 2, 3) / Свод правил от 16 декабря 2016 г. / подготовлен к утверждению Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. – Введ. 2017 г. – М. : Минстрой России. – 228 с.

2 СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах» Актуализированная редакция СНиП II-7-81* / подготовлен к утверждению Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. – Введ. 2018г. – М. : Минстрой России. – 122 с.

3 СП 131.13330.2018 «Строительная климатология». Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменениями N 1, 2) / подготовлен к утверждению Департаментом архитектуры, строительства и градостроительной политики. – Введ. с 2019 г. – М. : Минрегион России. – 109 с.

4 СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия». Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменением N 1) / подготовлен к утверждению Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. – Введ. 2017 г. – М. : Минстрой России. – 104 с.

5 СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* – М. : Минстрой России, 2016, – 106 с.

6 СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий». – Взамен СП 23-101-2000; введ. 01.06.2004. - М. : ФГУП ЦПП, 2004. – 140 с.

7 СП 64.13330.2017 « Деревянные конструкции ». Актуализированная редакция СНиП II-25-80 (с Изменениями N 1, 2) - М. : Стандартинформ, 2019 – 90 с.

8 Карпиловский, В.С. SCAD Office. Вычислительный комплекс SCAD : учебное пособие / В.С. Карпиловский, Э.З Криксунов , А.А. Маляренко, А.В Перельмутер, М.А Перельмутер. – Москва : Изд-во АСВ, 2007. – 590 с.

9 СП 12-135-2003 «Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые инструкции по охране труда. - М. : Госстрой России, 2003. - 156 с.

10 СП 48.13330.2019 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 – М. : Минрегион России, 2010, 25 с.

11 Горбунов-Посадов М.И., «Основания и фундаменты, подземные сооружения» / М.И. Горбунов- Посадов, В.А. Ильичев, В.И. Крутов и др.; Под общей редакцией Е.А. Сорочана и Ю.Г. Трофименкова. – М. : Стройиздат, 1985. – 480 с., ил. - (Справочник проектировщика).

12 Проектирование фундаментов в особых условиях: Методические указания к дипломному проектированию / сост. Козаков Ю.Н. – Красноярск, 2004. 72 с.

13 СП 2.13130.2012 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. [Электронный ресурс] : Взамен СП 2.13130.2009; введ. 01.01.2013. // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа : http://docs.cntd.ru. (дата обращения 10.05.2021 г).

14 ГОСТ 20022.0-16 Защита древесины. Параметры защищенности. – Введ. 02.04.2018. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 20 с.

15 ГОСТ 9.316 Единая система защиты от коррозии и старения. – Введ. 01.07.2007. – Москва : Стандартинформ, 2020. – 90 с.

16 ГОСТ 8486-86 Пиломатериалы хвойных пород. – Введ. 01.01.1988. – Москва : Стандартинформ, 2007. – 26 с.

17 ГОСТ 30674-99 Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия. – Введ. 01.01.2001. – Москва : Стандартинформ, 2001. – 26 с.

18 Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование : учебное пособие для студентов строит. Вузов / С.К. Хамзин [и др.] – М. : ООО «Бастет», 2007. – 216 с.

19 ЕНиР: Комплект / Госстрой СССР – М. : Стройиздат, 1987.

20 Градостроительный кодекс Российской Федерации. [Электронный ресурс] : федер. закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ ред. от 30.09.2017. // Справочная правовая система «КонсультантПлюс» – Режим доступа: http://www.consultant.ru.

21 Методические указания по разработке типовых технологических карт в строительстве. – М. : ЦНИИОМПТ Госстроя СССР, 1987. – 40 с.

22 СП 48.13330.2011 Организация строительства. М. 2011 г. Госстрой РФ.

23 НЦС 81-02-01-2021 Укрупненные нормативы цены строительства. // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Техэксперт». – Режим доступа: https://minstroyrf.gov.ru/docs/54244/.

24 ГСН 81-05-02-2007 Сборник сметных норм дополнительных затрат при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время. // Сайт minstroyrf.gov.ru. – Режим доступа: https://minstroyrf.gov.ru/docs/10587/.

25 Приказ министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 19.06.2020 №332/пр «Об утверждении методики определения затрат на строительство временных зданий и сооружений, включаемых в сводный сметный расчет стоимости строительства объектов капитального строительства». Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/542672440/.

26 Минстрой России [Электронный ресурс] : письмо Минстроя России от 12.11.2020 №45484-ИФ/09 «О рекомендуемой величине индексов изменения сметной стоимости строительства в I квартале 2021 года, в том числе величине индексов изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ,

индексов изменения сметной стоимости пусконаладочных работ, индексов изменения сметной стоимости прочих работ и затрат, индексов изменения сметной стоимости оборудования». - Режим доступа: https://minstroyrf.gov.ru/docs/17977/.

27 МДС 81-33.2004 Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве. – Введ. 12.01.2004 – Москва : Госстрой России, ГУ МЦЦС Госстроя России, 2004. – 33 с.

28 МДС 81-25.2001 Методические указания по определению величины сметной прибыли в строительстве. – Введ. 2001-02-28. // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: http://www.consultant.ru.

29 Приказ министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 04.08.2020 №421/пр «Об утверждении методики определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объекта капитального строительства, работ по сохранению объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации». - Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/565649004/.

30 СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 (с Опечаткой, с Изменениями N 1, 2, 3). – Введ. 20.05.2011. – М. ; Минрегион России, 2011. – 90с.

31 СП 1.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы (с Изменением N 1). – Введ. 01.05.2009. – М. ; ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 47с.

32 Технический регламент о безопасности зданий и сооружений [Электронный ресурс] : федер. Закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ ред. От 02.07.2013 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: http://www.consultant.ru.

33 ГОСТ Р 21.1101-2013 Основные требования к проектной и рабочей документации. – Введ. 11.06.2013 – Москва : ОАО «ЦНС», 2013. – 59с.

34 Либерман, И.А. Проектно-сметное дело и себестоимость строительства. / И.А. Либерман. – М. : ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д. : Изд. Центр «МарТ», 2008.

35 СНиП 1.04.03-85* С.2. Нормы продолжительности строительства и заделов в строительстве предприятий, зданий и сооружений.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Теплотехнический расчет

Теплотехнический расчет наружной стены.

Расчет производится в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»; СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий». Актуализированная редакция СНиП II-35-76.

Исходные данные для расчета приняты по СП 131.13330.2018 для г. Красноярск, состав ограждающих конструкций, учитываемые в расчете отображены в таблице А1 и проиллюстрирована на рисунке А.1.

Таблица А1− Теплофизические характеристики материала стены

Номер слоя	Наименование	Толщина слоя δ, м	Коэффициент теплопроводности, λ_A, Вт/м · ^{0}С
1	Брус из сосны	0,19	0,15
2	Утеплитель	x	0,047
3	Воздушный зазор	0,03	-
4	Отделочная доска	0,03	0,15

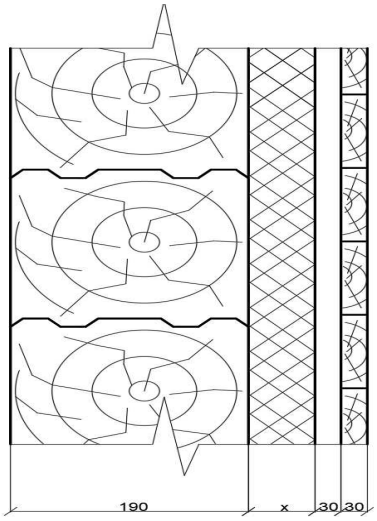


Рисунок А.1 – Конструкция стены

Принимаем температуру внутреннего воздуха в помещениях +21 °С с относительной влажностью воздуха 55 %.

Теплофизические характеристики утеплителя берем в соответствии с СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

Градусо-сутки отопительного периода, ГСОП, °С · сут/год, определяют по формуле

$$ГСОП = (t_в - t_от) \cdot z_от, \quad (А.1)$$

где $t_{от}$ - средняя температура наружного воздуха, °С;

$z_{от}$ – средняя продолжительность, сут/год, отопительного периода, °С;

$t_{в}$ – расчетная температура внутреннего воздуха здания, °С.

Принимаем: $t_{от}$ = -6,5; $z_{от}$ = 235; $t_{в}$ = 21.

Подставляем значения в формулу А.1, получаем

ГСОП = (21 - (- 6,5)) · 235 = 6462,5 °С · сут.

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче наружной стены $R_0^{тр}$, м^2 · °С/Вт, определяется по формуле

$$R_0^{тр} = a \cdot ГСОП + b, \quad (А.2)$$

где ГСОП – то же, что и в формуле А.1;

a – коэффициент, значения которого следует принимать по данным СП 50.13330.2012;

b – коэффициенты, значения которых следует принимать по данным СП 50.13330.2012.

Принимаем: a = 0,00035; b = 1,4.

Подставляем значения в формулу А.2, получаем

$R_0^{тр}$ = 0,00035 · 6462,5 + 1,2 = 3,5 м^2 · °С/Вт.

Сопротивление теплопередаче R_0, м^2 · °С/Вт, ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R_0 = 1/\alpha_в + R_к + 1/\alpha_н, \quad (А.3)$$

где $\alpha_в$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций;

$\alpha_н$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающих конструкций;

R_k – термическое сопротивление ограждающей конструкции, м^2 · °С/Вт, определяемое по формуле для однородной конструкции

$$R_k = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (А.4)$$

где δ – толщина слоя, м;

λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/м · °С.

Принимаем: $\alpha_в$ = 8,7; $\alpha_н$ = 23.

Преобразуем формулу А.3, получим

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \cdots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_н} \quad (А.5)$$

где $\alpha_{в}$ – то же, что в формуле А.3;

$\alpha_{н}$ – то же, что в формуле А.3;

δ – то же, что в формуле А.4;

λ – то же, что в формуле А.4.

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,19}{0,15} + \frac{x}{0,047} + \frac{0,03}{0,15} + \frac{1}{23} = 3,75 \text{ м}^2 \cdot °\text{C/Вт} \geq R_0^{тр} = 3,5 \text{ м}^2 \cdot °\text{C/Вт}.$$

Условие выполняется.

Теплотехнический расчет покрытия

Исходные данные для расчета приняты по СП 131.13330.2018 для г. Красноярск, состав ограждающих конструкций, учитываемые в расчете отображены в таблице А.2 и проиллюстрировано на рисунке А.2.

Таблица А.2 − Теплофизические характеристики материала покрытия

Номер слоя	Наименование	Толщина слоя, δ, м	Коэффициент теплопроводности, λ, Вт/(м · °С)
1	Лист металлочерепицы	0,005	0,049
2	Обрешетка, доска 25х100	0,025	0,15
3	Гидроизоляция	0,001	0,17
4	Утеплитель	х	0,047
5	Пароизоляция	0,001	0,17
6	Доска обшивочная	0,03	0,15

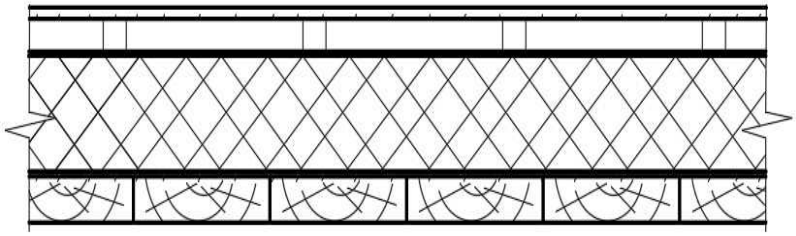


Рисунок А.2 – Конструкция кровли

Принимаем температуру внутреннего воздуха в помещениях +21 °С с относительной влажностью воздуха 55 %.

Согласно приложению В СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», г. Красноярск относится к влажной зоне влажности.

Согласно таблице 2 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», условия эксплуатации ограждающих конструкций – А.

Теплофизические характеристики утеплителя берем в соответствии с СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

Градусо-сутки отопительного периода, ГСОП , °С · сут/год, определяют по формуле А.1, подставив значения получаем

ГСОП = (21 - (- 10,7)) · 235 = 6462,5 °С · сут.

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче $R_0^{тр}$, м^2 · °С/Вт, определяется по формуле А.2, подставив значения получаем

$R_0^{тр}$ = 0,0003 · 6462,5 + 1,2 = 3,43 м^2 · °С/Вт.

Сопротивление теплопередаче R_0, м^2·°С/Вт, ограждающей конструкции следует определять по формуле А.5, подставив значения получаем

$$3{,}43 = \frac{1}{8{,}7} + \frac{0{,}005}{0{,}049} + \frac{0{,}025}{0{,}015} + \frac{0{,}001}{0{,}17} + \frac{x}{0{,}047} + \frac{0{,}001}{0{,}17} + \frac{0{,}03}{0{,}15} + \frac{1}{23}$$

Выразим толщину слоя утеплителя х

х = 0,047 · (3,43 – 0,115 – 1,102 – 1,67 – 0,006 – 0,006 – 0,2 – 0,04) = = 0,13677 м = 136,77 мм.

Принимаем толщину слоя утеплителя равной 150 мм.
Проверка:

$$R_0 = \frac{1}{8{,}7} + \frac{0{,}005}{0{,}049} + \frac{0{,}025}{0{,}015} + \frac{0{,}001}{0{,}17} + \frac{0{,}15}{0{,}047} + \frac{0{,}001}{0{,}17} + \frac{0{,}03}{0{,}15} + \frac{1}{23} = 6{,}3 \text{ м}^2 \cdot {}^\circ\text{С/Вт}$$

R_0= 6,3 м^2 · °С/Вт > R_{red} = 4,0 м^2 · °С/Вт

Условие выполняется.
Теплотехнический расчет светопрозрачных конструкций
Градусо-сутки отопительного периода, ГСОП , °С · сут/год, определяют по формуле А.1, подставив значения получаем

ГСОП = (21 - (- 10,7)) · 235 = 6462,5 °С · сут.

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче $R_0^{тр}$, м^2 · °С/Вт, определяется по формуле А.2, подставив значения получаем

$R_0^{тр}$ = 0,00005 · 6462,5 + 0,2 = 0,57 м^2 · °С/Вт.

В соответствии с ГОСТ 30674-99 «Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия принимаем оконный блок из ПВХ профиля с двухкамерным стеклопакетом с теплоотражающим покрытием 4М$_1$-8Ar-4М$_1$-8Ar-К4. Требуемое сопротивление теплопередаче конструкции равно $R_0^{тр}$ = 0,63 м² · °С/Вт. По показателю приведенного сопротивления передаче класс - В2.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Дом отдыха из массивного профилированного бруса в г. Красноярск
(наименование строки)

Дом отдыха из массивного профилированного бруса в г. Красноярск
(наименование объекта капитального строительства)

ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ №02-01-01

на каркас здания
(наименование конструктивного решения)

Составлен базисно-индексным методом
Составлен(а)в текущем (базисном) уровне цен 1 кв. 2021
Основание шифр проекта
Сметная стоимость 632682,35 тыс.руб.
Средства на оплату труда рабочих 13756,92 тыс.руб.

№ п/п	Обоснование	Наименование работ и затрат	Ед. изм.	Кол.	Сметная стоимость в базисном уровне цен, руб			Индекс	Сметная стоимость в текущем уровне цен, руб
					на единицу	коэффициенты	всего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Раздел 1. Стены и перегородки								
1	ФЕР 10-02-024-03	Сборка брусьев толщиной до 200мм (за вычетом проемов)	100м^2	2,98					
	1	ОТ			2047,37		6101,2		
	2	ЭМ			554,75		1653,2		
	3	В т.ч Отм			(68,09)		(202,9)		
	4	М			2393,46		7132,5		

Продолжение ЛСР № 02-01-01

		Итог по расценке			4995,58		14886,9		
		ФОТ					6304,1		
	МДС 81-33.2004	Накладные расходы	%	118			7438,8		
	МДС81-25.2001	Сметная прибыль	%	63			3971,6		
		Всего позиции					**26297,3**		
2	ФЕР 10-02-024-02	Сборка брусьев толщиной до 150мм (за вычетом проемов)	$100м^2$	0,43					
	1	ОТ			2018,4		867,9		
	2	ЭМ			464,04		199,5		
	3	В т.ч Отм			(57,16)		(24,58)		
	4	М			2013,78		865,93		
		Итог по расценке			4496,22		1933,33		
		ФОТ					892,48		
	МДС 81-33.2004	Накладные расходы	%	118			1053,13		
	МДС81-25.2001	Сметная прибыль	%	63			563,26		
		Всего позиции					**3549,72**		
Итого прямые затраты по разделу 1 «Стены и перегородки» (в базисном уровне цен) (ОТ+ЭМ+М)							15195,06		
В том числе:									
Оплата труда							6969,1		
Эксплуатация машин и механизмов							227,48		
Материальные ресурсы							7998,43		
Итого ФОТ (в базисном уровне цен)							7196,58		
Итого накладные расходы (в базисном уровне цен)							8491,93		
Итого сметная прибыль (в базисном уровне цен)							4534,86		
Итого по разделу (в базисном уровне цен) (ПЗ+НР+СП)							28221,9		
Всего по разделу 1 «Стены и перегородки» (в базисном уровне цен с пересчетом в текущий уровень) ($И_{смр}$=8,46) Письмо Минстроя от 12.11.2020№45484-ИФ/09 Жилые дома деревянные Красноярский край 1 зона							28221,9	8,46	238757,27

Продолжение ЛСР № 02-01-01

	Раздел 2. Перекрытия								
3	ФЕР 10-02-007-02 1 2 3 4	Сборка цокольных перекрытий по лагам с дощатыми полами ОТ ЭМ В т.ч Отм М	$м^3$	1,78	 1097,13 119,03 (17,44) 381,15		 1952,89 211,87 (31,04) 678,45		
		Итог по расценке			1597,31		2843,21		
		ФОТ					1983,93		
	МДС 81-33.2004	Накладные расходы	%	118			2341,04		
	МДС81-25.2001	Сметная прибыль	%	63			1249,88		
		Всего позиции					**6434,13**		
Итого прямые затраты по разделу 2 «Перекрытия» (в базисном уровне цен) (ОТ+ЭМ+М) *В том числе:* Оплата труда Эксплуатация машин и механизмов Материальные ресурсы							2843,21 1952,89 211,87 678,45		
Итого ФОТ (в базисном уровне цен)							1983,93		
Итого накладные расходы (в базисном уровне цен)							2341,04		
Итого сметная прибыль (в базисном уровне цен)							1249,88		
Итого по разделу (в базисном уровне цен) (ПЗ+НР+СП)							6434,13		
Всего по разделу 2 «Перекрытия» (в базисном уровне цен с пересчетом в текущий уровень) ($И_{смр}$=8,46) Письмо Минстроя от 12.11.2020№45484-ИФ/09 Жилые дома деревянные Красноярский край 1 зона							6434,13	8,46	54432,74

Продолжение ЛСР № 02-01-01

	Раздел 3. Стропильная система								
4	ФЕР 10-01-002-01 1 2 3 4	Установка стропил ОТ ЭМ В т.ч Отм М	$м^3$	40,2	 109,7 35,98 (2,03) 154,95		 4409,94 1446,4 (81,61) 6229		
		Итог по расценке			300,63		12085,3		
		ФОТ					4491,6		
	МДС 81-33.2004	Накладные расходы	%	118			5300,09		
	МДС81-25.2001	Сметная прибыль	%	63			2829,71		
		Всего позиции					**20215,1**		
5	ФЕР 12-01-034-02 1 2 3 4	Установка обрешётки ОТ ЭМ В т.ч Отм М	100 $м^2$	4,02	 105,72 87,55 (13,24) 457,97		 424,99 351,95 (53,22) 1841,04		
		Итог по расценке			651,24		2617,98		
		ФОТ					478,21		
	МДС 81-33.2004	Накладные расходы	%	118			564,29		
	МДС81-25.2001	Сметная прибыль	%	63			301,27		
		Всего позиции					**3483,54**		

Продолжение ЛСР № 02-01-01

Итого прямые затраты по разделу 3 «Стропильная система» (в базисном уровне цен) (ОТ+ЭМ+М) *В том числе:* Оплата труда Эксплуатация машин и механизмов Материальные ресурсы							14703,32 4834,93 1798,35 8070,04		
Итого ФОТ (в базисном уровне цен)							6475,53		
Итого накладные расходы (в базисном уровне цен)							5778,3		
Итого сметная прибыль (в базисном уровне цен)							3130,98		
Итого по разделу (в базисном уровне цен) (ПЗ+НР+СП)							23612,6		
Всего по разделу 3 «Стропильная система» (в базисном уровне цен с пересчетом в текущий уровень) ($И_{смр}$=8,46) Письмо Минстроя от 12.11.2020№45484-ИФ/09 Жилые дома деревянные Красноярский край 1 зона							23612,6	8,46	199762,6
ИТОГО ПО СМЕТЕ									
Итого прямые затраты по смете (в базисном уровне цен) (ОТ+ЭМ+М) *В том числе:* Оплата труда Эксплуатация машин и механизмов Материальные ресурсы							32741,59 13756,92 2237,7 16746,92		
Итого ФОТ (в базисном уровне цен)							9180,52		
Итого накладные расходы (в базисном уровне цен)							**16611,27**		
Итого сметная прибыль (в базисном уровне цен)							**8915,72**		
Итого по разделу (в базисном уровне цен) (ПЗ+НР+СП)							**58268,58**		

Окончание ЛСР № 02-01-01

Всего по СМЕТЕ (в базисном уровне цен с пересчетом в текущий уровень) ($И_{смр}$=8,46) Письмо Минстроя от 12.11.2020№45484-ИФ/09 Жилые дома деревянные Красноярский край 1 зона	58268,58	8,46	**492952,19**
Временные здания и сооружения (Приказ от 19.06.2020 №332/пр прил.1 п.54) 2,3%	1340,18		11337,9
Итого с временными	**59608,76**		**504290,09**
Производство работ в зимнее время ((ГСН-81-05-02-2007 п.11.3) 2,5%	1490,22		12607,25
Итого с зимним удорожанием	**61098,98**		**516897,34**
Непредвиденные затраты (Приказ от 4.08.2020 № 421/пр п.179)2%	1221,98		10337,95
Итого с непредвиденными	**62320,96**		**527235,29**
НДС (НК РФ) 20%	12464,19		105447,06
ВСЕГО ПО СМЕТЕ	**74785,15**		**632682,35**

Составил_____

[должность, подпись (инициалы, фамилия)]

Проверил_____

[должность, подпись (инициалы, фамилия)]

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт

Строительные конструкции и управляемые системы
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ С.В. Деордиев
подпись инициалы, фамилия
« 28 » 06 2021 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

в виде проекта
проекта, работы

08.03.01 «Строительство»
код, наименование направления

Дом-отрока из профилированного
тема
массивного бруса в микрорайоне
Удачный, г. Красноярск, Красноярский край

Руководитель 28.06.2021 доцент, к.т.н. Н.И. Лях
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник 28.06.2021 В.Н. Прокатьева
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2021 г.

Продолжение титульного листа БР по теме Дом отдыха из профилированного клеенного бруса в микрорайоне Урочный, г. Красноярск, Красноярский край

Консультанты по разделам:

архитектурно-строительный		25.06.21	Е.В. Козакова
наименование раздела		подпись, дата	инициалы, фамилия
расчетно-конструктивный		25.06.21	Н.И. Лях
		подпись, дата	инициалы, фамилия
фундаменты		23.06.21	Р.Н. Иванова
		подпись, дата	инициалы, фамилия
технология строит. производства		28.06.2021	
		подпись, дата	инициалы, фамилия
организация строит. производства		28.06.2021	
		подпись, дата	инициалы, фамилия
экономика строительства		28.06.2021	
		подпись, дата	инициалы, фамилия

Нормоконтролер 28.06.2021 Н.И. Лях

подпись, дата инициалы, фамилия