# **План строительства моста через реку Лена**

# ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ

## **ВВЕДЕНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА**

### **Актуальность и необходимость проекта**

Строительство совмещенного железнодорожно-автомобильного мостового перехода через реку Лена на участке Транссибирской магистрали федерального значения является крупнейшим инфраструктурным проектом, имеющим стратегическое значение для развития Дальнего Востока, Сибири и экономики Российской Федерации в целом. Реализация данного объекта обусловлена комплексом накопившихся транспортно-логистических, экономических и социальных проблем, сдерживающих интеграцию региона в национальную и мировую экономическую систему. Проект направлен на преодоление ключевого инфраструктурного барьера – отсутствия круглогодичной надежной переправы через одну из крупнейших рек мира, что кардинально изменит транспортную схему всего макрорегиона.

### **Транспортно-логистические проблемы региона**

В настоящее время переправа через реку Лена является узким местом Транссибирской магистрали и федеральной автомобильной трассы. Существующая инфраструктура не отвечает современным требованиям грузо- и пассажиропотока. Основные проблемы заключаются в следующем:

* **Сезонная зависимость:** В период ледостава и ледохода действующая паромная переправа полностью прекращает работу, что приводит к транспортному коллапсу. Грузовые и пассажирские потоки вынуждены следовать длинным объездным маршрутам, теряя время и увеличивая стоимость перевозок.
* **Низкая пропускная способность:** Мощности паромной переправы и существующих подъездных путей ограничены и не способны обеспечить растущие потребности экономики. Это создает «бутылочное горло» на критически важной для страны транспортной артерии.

Таблица 1

Таблица чего-то там

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| название | Параметр 1 | Параметр 2 |
| aaa | 23 | 34 |
| bbb | 45 | 56 |

* **Логистические издержки и риски:** Необходимость использования паромов, зависимость от погодных условий и ледовой обстановки приводят к значительным задержкам, повышению себестоимости перевозок и рискам срыва поставок. Это негативно сказывается на конкурентоспособности региональной продукции.
* **Отсутствие единого бесперебойного сообщения:** Транспортный разрыв разделяет регион на две части, затрудняя межмуниципальное и межрегиональное взаимодействие, ограничивая мобильность населения и возможности для бизнеса.

### **Экономическое обоснование**

Строительство моста через реку Лена обладает высокой экономической эффективностью и окупаемостью на макроэкономическом уровне.   
Таблица 2 показывает результаты расчетов. Расчеты показывают, что реализация проекта приведет к следующим положительным эффектам:

* **Снижение логистических издержек:** Ликвидация паромной переправы и переход на круглогодичное бесперебойное движение позволят сократить затраты на перевозку грузов и пассажиров на 25-30% за счет исключения затрат на перевалку, ожидание и удлиненные маршруты.
* **Стимулирование региональной экономики:**Мост откроет доступ к разработке новых месторождений полезных ископаемых, расположенных в ранее труднодоступных районах, и обеспечит надежный выход на

**Таблица** 2

Результаты расчетов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| название | Параметр 1 | Параметр 2 |
| ccc | 67 | 78 |
| ddd | 89 | 90 |

сельскохозяйственной и промышленной продукции на общероссийские и экспортные рынки.

* **Развитие транзитного потенциала:** Усиление пропускной способности Транссиба повысит его конкурентоспособность как ключевого маршрута международных транзитных коридоров «Восток-Запад».
* **Мультипликативный эффект:** Реализация проекта создаст спрос на продукцию смежных отраслей промышленности (металлургия, машиностроение, производство стройматериалов) и стимулирует создание новых предприятий в сфере сервиса и логистики вдоль транспортного коридора.

### **Социальная значимость**

Проект обладает высокой социальной ценностью, направленной на улучшение качества жизни населения прилегающих территорий:

* **Обеспечение транспортной доступности:** Население получит круглогодичную, независимую от погодных условий связь, что улучшит доступ к объектам социальной инфраструктуры (медицина, образование, культура).
* **Развитие туризма:** Создание надежной транспортной связи откроет новые туристические маршруты и повысит привлекательность региона.
* **Создание рабочих мест:** На этапе строительства будет задействовано более 60 бригад, работающих в 2-3 смены круглосуточно, что обеспечит занятость тысяч специалистов. После ввода объекта в эксплуатацию создадутся постоянные рабочие места в сфере эксплуатации и обслуживания моста и сопутствующей инфраструктуры.
* **Повышение безопасности:** Ликвидируются риски, связанные с использованием паромов в сложных гидрометеорологических условиях, а также необходимость использования ледовых переправ.

## **ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА**

### **Стратегические цели**

* Ликвидация ключевого инфраструктурного ограничения на Транссибирской магистрали и федеральной автомобильной трассе.
* Интеграция отдаленных районов в экономическое пространство региона и страны.
* Стимулирование долгосрочного социально-экономического развития Дальнего Востока и Сибири.
* Укрепление транспортного суверенитета и обороноспособности Российской Федерации на восточных рубежах.

### **Тактические задачи**

* Спроектировать и построить современный, надежный и безопасный совмещенный железнодорожно-автомобильный мостовой переход через реку Лена, отвечающий всем требованиям технических регламентов и рассчитанный на многолетнюю эксплуатацию в сложных климатических условиях.
* Обеспечить синхронное развитие примыкающих участков автомобильных и железных дорог для исключения образования новых «узких мест».
* Организовать эффективную систему управления проектом, обеспечивающую соблюдение сроков, бюджета и качества работ.
* Минимизировать воздействие строительства на окружающую среду и водные биоресурсы реки Лена.
* Создать необходимую временную инфраструктуру (временные дороги, причалы, вертолетную площадку, производственные базы на обоих берегах) для обеспечения бесперебойного ведения работ.

### **Ожидаемые результаты**

* Ввод в эксплуатацию мостового перехода проектной мощностью.
* Обеспечение круглогодичного бесперебойного движения поездов и автомобильного транспорта через реку Лена.
* Снижение среднего времени транзита грузов через регион на 8-12 часов.
* Рост грузопотока по Транссибирской магистрали на 10-15% в течение первых 5 лет после ввода объекта.
* Создание благоприятных условий для привлечения частных инвестиций в экономику региона.

## **ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЕКТА**

### **Технические параметры моста**

* **Тип сооружения:** Совмещенный железнодорожно-автомобильный мост балочно-арочной или вантовой системы.
* **Протяженность:** Ориентировочно 2.5 – 3.5 км (с учетом подходов и эстакад).
* **Железнодорожная часть:** 1 путь (с возможностью расширения), обеспечивающий пропуск всех видов грузовых и пассажирских поездов.
* **Автомобильная часть:** 4 полосы движения (по 2 в каждом направлении).
* **Габариты судоходного пролета:** Обеспечивают беспрепятственный проплав судов в период навигации.
* **Основные используемые материалы:** Бетон (общий объем ~120 000 м³), предварительно напряженные конструкции, металлоконструкции (пролетные строения), арматурная сталь (общий объем ~15 000 тонн).

### **Сроки реализации**

* **Подготовительный этап (проектирование, экспертиза, подготовка территории):** 12 месяцев.
* **Основной этап строительства:** 48 месяцев.
* **Пусконаладочные работы и ввод в эксплуатацию:** 3 месяца.
* **Общий срок реализации проекта:** 63 месяца.

Для соблюдения столь сжатых сроков планируется организация работ в 2-3 смены круглосуточно, с одновременным развертыванием деятельности на левом и правом берегах реки, а также в центральной части (монтаж пролетных строений). Критическими процессами, определяющими общую продолжительность, являются непрерывное бетонирование массивных опор и монтаж пролетов.

### **Бюджет проекта**

Бюджет проекта формируется на основе сметной стоимости и включает в себя прямые затраты на строительно-монтажные работы, приобретение оборудования, создание временной инфраструктуры, проектно-изыскательские работы, а также резервы на управление рисками и непредвиденные расходы. Финансирование будет осуществляться за счет средств федерального бюджета и внебюджетных источников в рамках государственно-частного партнерства. Масштаб проекта требует привлечения значительных ресурсов, включая более 60 высокопрофессиональных строительных бригад и парк специализированной техники, в том числе 6 башенных и 12 гусеничных кранов большой грузоподъемности.

## **ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ РАЗВИТИЯ РЕГИОНА**

### **Влияние на экономику**

Мост станет катализатором экономического роста, обеспечив:

* **Интеграцию рынков:** Объединение разрозненных рынков товаров, труда и капитала по обе стороны реки Лена.
* **Новые инвестиционные проекты:** Снижение транспортных издержек сделает экономически целесообразными ранее нерентабельные проекты в горнодобывающей, перерабатывающей и агропромышленной отраслях.
* **Развитие портовой инфраструктуры:** Усиление связей с морскими портами региона.

### **Социальные эффекты**

* **Повышение мобильности населения:** Упрощение поездок к родственникам, на учебу, к местам отдыха.
* **Улучшение снабжения:** Стабильное и своевременное обеспечение населенных пунктов товарами первой необходимости, медикаментами, топливом.
* **Снижение социальной изоляции:** Вовлечение жителей отдаленных поселков в активную социальную и экономическую жизнь.

### **Перспективы развития**

Строительство моста через реку Лена – это не изолированный проект, а первый шаг в создании новой, более эффективной транспортной карты региона. В перспективе он позволит:

* Рассмотреть возможность строительства дублирующих мостовых переходов при дальнейшем росте нагрузки.
* Стимулировать развитие придорожного сервиса, логистических хабов и промышленных парков вдоль транспортного коридора.
* Заложить основу для создания высокоскоростной магистрали в будущем.

Реализация данного проекта является императивом для преодоления инфраструктурных барьеров, раскрытия экономического потенциала Восточной Сибири и Дальнего Востока и обеспечения долгосрочного устойчивого развития Российской Федерации.

## ****ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ****

### **Общая схема организационной структуры**

Организационная структура управления проектом строительства железнодорожно-автомобильного моста через реку Лена представляет собой линейно-функциональную матричную систему, адаптированную для управления масштабными, территориально-распределенными объектами с высокой интенсивностью работ. Данная структура обеспечивает четкое распределение прав, ответственности и взаимосвязей между всеми участниками, что является критически важным для координации деятельности более 60 бригад, работающих в круглосуточном режиме на объектах, рассредоточенных по обоим берегам реки и в ее акватории.

#### **Иерархия управления проектом**

Иерархия управления проектом выстроена по трехступенчатой системе, обеспечивающей стратегическое, оперативное и непосредственное управление на местах.

1. **Стратегический уровень (Высшее руководство):**
   * **Руководитель проекта (Генеральный директор):** Осуществляет общее стратегическое руководство проектом, несет ответственность за его реализацию в установленные сроки, в рамках утвержденного бюджета и в соответствии с требованиями качества и безопасности. Взаимодействует с заказчиком, инвесторами и органами государственной власти.
   * **Технический директор:** Отвечает за всю техническую политику проекта, выбор технологий, утверждение проектной документации и основных технических решений.
   * **Финансовый директор:** Управляет бюджетом проекта, финансированием, контролирует затраты и экономическую эффективность.
2. **Тактический уровень (Управленческий аппарат проекта):**
   * **Главный инженер проекта (ГЭП):** Ключевая фигура в оперативном управлении. Организует всю производственно-техническую и хозяйственную деятельность на объекте. Координирует работу заместителей, начальников участков и функциональных служб.
   * **Заместители главного инженера проекта по направлениям:** (по производству, по капитальному строительству, по логистике, по безопасности). Являются связующим звеном между стратегическим уровнем и производственными подразделениями, трансформируя стратегические задачи в конкретные оперативные планы.
3. **Оперативный уровень (Производственный):**
   * **Начальники производственных участков (5 человек):** Несут полную ответственность за работы на вверенных им территориях (Левобережный, Правобережный, Центральная часть и т.д.).
   * **Производители работ (прорабы), мастера:** Осуществляют непосредственное руководство бригадами на своих участках в рамках одной смены.
   * **Бригадиры:** Руководят отдельными бригадами, являются прямыми организаторами работ для исполнителей.

#### **Принципы организационного построения**

* **Принцип единоначалия:** Каждый сотрудник подчиняется только одному непосредственному руководителю, что исключает двойственность распоряжений и повышает персональную ответственность.
* **Принцип территориальной ответственности:** Каждый производственный участок (левый/правый берег, центральная часть) имеет собственного руководителя, который полностью отвечает за все процессы на своей территории.
* **Принцип функциональной специализации:** Созданы специализированные службы (ПТО, снабжение, ОТ и ПБ), которые обеспечивают поддержку всех производственных подразделений по своим направлениям.
* **Принцип сменности и преемственности:** Управление на оперативном уровне дублируется по сменам (начальник смены, сменные прорабы), обеспечивая круглосуточный контроль. Система сменных планерок и журналов смены гарантирует передачу информации.
* **Принцип централизованного управления при децентрализованном исполнении:** Стратегические решения, финансирование, снабжение ключевыми ресурсами централизованы. Оперативные решения, требующие быстрой реакции, принимаются на уровне начальников участков и сменных инженеров.

#### **Зоны ответственности уровней управления**

* **Высшее руководство:** Ответственно за проект в целом: сроки, бюджет, контрактные обязательства, имидж проекта.
* **Главный инженер проекта и его заместители:** Ответственны за выполнение календарного плана, соблюдение технологии и качества, безопасность, ресурсное обеспечение, координацию между участками и службами.
* **Начальники участков:** Ответственны за выполнение работ на своей территории в срок, качество выполняемых на участке работ, расход материалов, соблюдение графика работ своими бригадами, безопасность на своем участке.
* **Прорабы и мастера:** Ответственны за организацию работ в своей смене на вверенном участке, за соблюдение технологической последовательности, ежедневную выдачу заданий бригадам, учет выработки.
* **Бригадиры:** Ответственны за выполнение конкретного рабочего задания своей бригадой, за качество и безопасность непосредственных работ.

### **Руководящий состав проекта**

#### **Руководитель проекта (генеральный директор)**

Является высшим должностным лицом, несущим полную ответственность перед Заказчиком и Акционерами за успешную реализацию проекта. Определяет стратегические цели и приоритеты. Утверждает основные плановые документы (календарный план, бюджет, ППР). Представляет проект во внешних инстанциях. Принимает окончательные решения по всем ключевым вопросам, выходящим за компетенцию Главного инженера проекта.

#### **Технический директор**

Обеспечивает техническую состоятельность проекта. Утверждает рабочую документацию, спецификации, выбирает и утверждает основные технологии и материалы. Контролирует соблюдение требований проектной документации и нормативных актов на всех этапах. Координирует взаимодействие с генеральным проектировщиком и авторским надзором.

#### **Главный инженер проекта**

Является единоличным руководителем на строительной площадке. Организует всю текущую деятельность по проекту:

* Разрабатывает и контролирует выполнение календарных графиков и ППР.
* Руководит работой производственных участков и функциональных служб.
* Обеспечивает взаимодействие и координацию между всеми подразделениями.
* Контролирует соблюдение сроков, качества, сметной дисциплины и требований охраны труда.
* Ежедневно анализирует отчеты от начальников участков и служб, принимает оперативные решения по корректировке работ.
* Проводит еженедельные оперативные совещания со всем руководящим составом.

#### **Заместители по направлениям**

* **Заместитель ГЭП по производству:** Курирует работу всех пяти производственных участков. Основная задача – обеспечение бесперебойного и ритмичного выполнения графика производства работ. Разрешает текущие производственные конфликты между участками, контролирует работу сменного персонала.
* **Заместитель ГЭП по капитальному строительству (Главный инженер):** Отвечает за точное соблюдение проектных решений, ведение исполнительной документации, работу с геодезической службой, внедрение новых технологий. Курирует службы ПТО и ОКК.
* **Заместитель ГЭП по логистике и снабжению:** Отвечает за бесперебойное обеспечение строительства материалами, конструкциями, оборудованием. Управляет работой служб снабжения, логистики, складского хозяйства.
* **Заместитель ГЭП по охране труда, промышленной и экологической безопасности:** Несет ответственность за состояние всей системы охраны труда, проведение инструктажей, расследование инцидентов, соблюдение экологических норм. Имеет право приостанавливать работы, нарушающие требования безопасности.

### **Производственные подразделения**

#### **Управление производственными участками**

Производственная структура разделена на 5 территориально-технологических участков, каждый во главе с начальником участка, подчиняющимся напрямую Заместителю ГЭП по производству и Главному инженеру проекта.

1. **Участок №1 «Левобережные работы»:** Ответственен за возведение опор и пролетных строений на левом берегу, строительство левобережных подходов, эстакад.
2. **Участок №2 «Правобережные работы»:** Аналогичные работы на правом берегу.
3. **Участок №3 «Центральная часть моста»:** Наиболее сложный участок. Ответственен за монтаж русловых опор и центральных пролетов. Работы ведутся с плавсредств, требуют особой координации с метеослужбой и речным флотом.
4. **Участок №4 «Подходы и инфраструктура»:** Строительство автомобильных и железнодорожных подходов, дорожной развязки, временной и постоянной инфраструктуры.
5. **Участок №5 «Инженерные системы»:** Монтаж и пусконаладка всех систем моста: освещение, освещенность, связь, мониторинг, противогололедные системы и т.д.

#### **Структура бригад и смен**

Для обеспечения круглосуточной работы введена 2-х и 3-х сменная работа.

* **Смена А (дневная):** 08:00-20:00. Основная производственная смена, на которой выполняются наиболее сложные и ответственные работы, требующие максимального контроля (бетонирование ответственных конструкций, монтаж). Работают все руководящие сотрудники.
* **Смена Б (вечерняя):** 20:00-08:00. Выполняет работы по графику, подготовительные и вспомогательные операции, непрерывные технологические процессы (например, выдержка бетона). Руководство сменой осуществляет сменный инженер (прораб) и сменный мастер.
* **Смена В (для отдельных видов работ):** Вводится на критических направлениях для ускорения работ (например, укрупнительная сборка металлоконструкций, работы в кессонах).

Каждый участок укомплектован 10-15 бригадами различной специализации (арматурщики, бетонщики, монтажники, опалубщики, электросварщики и др.). Бригада состоит из 10-15 человек во главе с бригадиром. График работы бригад скользящий, утверждается на месяц вперед.

#### **Взаимодействие между производственными зонами**

Взаимодействие между участками, особенно между лево- и правобережным, является критическим.

* **Технологическая взаимосвязь:** Работы на центральной части (Участок 3) не могут начаться без готовности определенных отметок на береговых опорах (Участки 1 и 2). Увязка обеспечивается Главным инженером проекта через жесткий календарный график.
* **Координация ресурсов:** Краны большой грузоподъемности, спецтехника (например, бетононасосы) могут перемещаться между участками по утвержденному графику, который координирует Заместитель ГЭП по производству.
* **Обмен информацией:** Ежедневно в 07:30 проводится планерка у ГЭП, где начальники участков докладывают о состоянии дел и координируют совместные действия на предстоящие сутки. Используется единая система оперативной связи (рации) с выделенными каналами для смежных участков.
* **Геодезическое обеспечение:** Геодезическая служба работает по единому для всего объекта обоснованию, обеспечивая точную привязку всех элементов моста с обоих берегов.

### **Функциональные службы и отделы**

#### **Технические службы (ПТО, ОКК, геодезия)**

* **Производственно-технический отдел (ПТО):** Разрабатывает проекты производства работ (ППР), технологические карты, осуществляет технический надзор за соблюдением технологий. Ведет всю рабочую и исполнительную документацию. Согласовывает проектные изменения.
* **Отдел технического контроля качества (ОТК):** Осуществляет входной контроль материалов и конструкций, операционный контроль всех ключевых процессов, приемку скрытых работ. Имеет право наложить вето на продолжение работ до устранения несоответствий. Тесно взаимодействует с лабораторией бетона и грунта.
* **Геодезическая служба:** Выполняет разбивочные работы, исполнительную съемку на всех этапах, обеспечивает точность геометрических параметров моста. Круглосуточно ведет мониторинг деформаций существующих конструкций и возводимых опор.

#### **Службы снабжения и логистики**

* **Отдел снабжения:** Осуществляет планирование, заказ, заключение договоров и поставку всех материальных ресурсов. Ведет реестр поставщиков.
* **Отдел логистики:** Планирует и управляет цепями поставок. Отвечает за доставку грузов на объект, включая сложные и негабаритные перевозки. Координирует работу речного и автомобильного транспорта. Управляет складским хозяйством.
* **Служба механизации:** Управляет парком строительной техники (краны, экскаваторы, бульдозеры и пр.), обеспечивает ее техническую исправность, планирует ее использование по заявкам начальников участков.

#### **Экономические и финансовые отделы**

* **Планово-экономический отдел (ПЭО):** Формирует бюджет проекта, калькулирует себестоимость, ведет оперативный учет затрат, анализирует отклонения от сметы, проводит тендеры среди субподрядчиков.
* **Финансовый отдел:** Осуществляет кассовое планирование, расчеты с поставщиками и субподрядчиками, ведет бухгалтерский и налоговый учет по проекту.
* **Сметный отдел:** Составляет и проверяет сметную документацию, готовит коммерческие предложения, участвует в согласовании актов выполненных работ.

#### **Кадровая служба и отдел охраны труда**

* **Отдел кадров (ОК):** Осуществляет подбор персонала, ведение кадрового делопроизводства, организацию обучения и аттестации сотрудников.
* **Отдел охраны труда и промышленной безопасности (ОТ и ПБ):** Возглавляется Заместителем ГЭП по ОТ и ПБ. Разрабатывает инструкции, проводит все виды инструктажей, investigates несчастные случаи, организует медицинские осмотры, осуществляет постоянный контроль за соблюдением правил безопасности на объекте.

### **Службы обеспечения и инфраструктуры**

#### **Медицинская служба**

На площадке развернут круглосуточный медицинский пункт, укомплектованный врачами и фельдшерами. Служба обеспечивает:

* Оказание первой и неотложной медицинской помощи.
* Профилактические осмотры.
* Контроль за санитарно-гигиеническими условиями в бытовых городках.
* Дежурство бригады скорой помощи на время производства особо опасных работ.

#### **Служба бытового обслуживания**

Отвечает за создание и функционирование бытовых городков на левом и правом берегах.

* **Служба питания:** Организация работы столовых по сменам, обеспечение работников горячим питанием.
* **Административно-хозяйственная часть (АХЧ):** Обслуживание бытовок, душевых, прачечных, комнат отдыха, поддержание чистоты на территории городков.

#### **Транспортная и хозяйственная службы**

* **Транспортная служба персонала:** Организует доставку работников от мест проживания к объектам и обратно по утвержденным маршрутам и графикам, согласованным со сменностью.
* **Хозяйственная служба:** Обеспечивает объекты хозяйственным инвентарем, проводит уборку территории, вывоз ТБО.

#### **Энергетическая служба и коммуникации**

* **Энергетическая служба:** Обеспечивает объект электроэнергией от временных и постоянных источников, обслуживает электрические сети, обеспечивает бесперебойную работу на критических участках с помощью дизель-генераторов.
* **Служба связи:** Организует проводную и радиосвязь на всей территории строительства, обеспечивает доступ в интернет для управления и отчетности.

### **Система взаимодействия и координации**

#### **Ежедневное оперативное управление**

* **Утренняя планерка у ГЭП (07:30):** Участвуют все начальники участков, заместители ГЭП, ключевые руководители служб. Обсуждаются итоги прошедших суток, план на текущий день, проблемы и потребности в ресурсах.
* **Сменные планерки на участках:** Проводятся за 15 минут до начала смены с участием прорабов, мастеров и бригадиров. Доводятся задачи, проводятся целевые инструктажи по безопасности.
* **Ежедневные оперативные отчеты:** К 18:00 начальники участков и служб предоставляют ГЭП отчет о выполнении дневного задания, проблемах и прогнозе на следующую смену.

#### **Плановые совещания и отчетность**

* **Еженедельное оперативное совещание:** Проводится ГЭП в понедельник. Подводятся итоги за неделю, детализируются задачи на новую неделю, решаются межфункциональные вопросы. Присутствует весь руководящий состав.
* **Технические совещания:** Проводятся Главным инженером по мере необходимости для решения сложных технических задач с привлечением проектировщиков и специалистов.
* **Месячный отчет:** Формируется сводный отчет по проекту для высшего руководства с анализом выполнения графика, затрат, качества и безопасности.

#### **Управление в нештатных ситуациях**

Разработана и внедрена система оперативного реагирования на нештатные ситуации (авария, поломка техники, ЧП).

1. **Сигнал:** Любой работник немедленно сообщает о происшествии бригадиру или непосредственному руководителю.
2. **Реакция на месте:** Бригадир/прораб принимает меры по локализации ситуации, обеспечивает безопасность людей.
3. **Оповещение:** Руководитель немедленно оповещает ГЭП, начальника участка и Заместителя ГЭП по ОТ и ПБ.
4. **Создание оперативного штаба:** В зависимости от масштаба, ГЭП или его заместитель создает оперативный штаб для ликвидации последствий и принятия решений.
5. **Коммуникация:** Назначенный представитель осуществляет коммуникацию с внешними службами (МЧС, полиция) и информирование персонала.

#### **Взаимодействие с субподрядными организациями**

Все субподрядные организации интегрируются в общую организационную структуру.

* **Единые требования:** Они обязаны соблюдать единые для проекта правила по ОТ и ПБ, качеству, отчетности и системе взаимодействия.
* **Кураторство:** За каждого субподрядчика закрепляется куратор из числа сотрудников генерального подрядчика (например, начальник участка), который координирует его работу.
* **Планирование:** Работы субподрядчиков включены в общий календарный график, их представители участвуют в еженедельных оперативках.
* **Контроль:** Приемка работ субподрядчиков осуществляется с участием ОТК и технических служб генподрядчика.

## **ОБЩИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ**

Настоящий раздел содержит систематизированные технико-экономические показатели проекта строительства железнодорожно-автомобильного мостового перехода через реку Лена. Показатели отражают комплексный подход к проектированию, организации строительства и экономическому обоснованию одного из крупнейших инфраструктурных объектов в Сибирском регионе, характеризующегося значительными капитальными вложениями, высокой технологической сложностью и стратегической важностью.

### **Сводные технико-экономические показатели**

Данный подраздел представляет собой консолидированную сводку ключевых параметров проекта, дающую общее представление о его масштабах, стоимости, сроках и ресурсной потребности.

#### **Основные технические параметры мостового перехода**

Мостовой переход представляет собой совмещенный железнодорожно-автомобильный мост балочно-неразрезной системы. Его основные параметры разработаны с учетом судоходных требований, сейсмичности района (7 баллов), ледовой нагрузки и интенсивности транспортных потоков.

* **Общая длина мостового перехода:** 1245 м.
* **Длина подмостового судоходного пролета:** 220 м.
* **Количество пролетов:** 9 (включая судоходный пролет).
* **Конструкция пролетных строений:** Неразрезные сталежелезобетонные балки с ортотропной плитой проезжей части.
* **Количество опор:** 8 промежуточных (№2-№9) и 2 устоя (№1, №10).
* **Габариты проезжей части:**
  + Автомобильная часть: 4 полосы (2х2) общей шириной 15.0 м.
  + Железнодорожная часть: 2 пути для грузового и пассажирского движения.
  + Общая ширина моста: 34.5 м (с учетом пешеходных тротуаров и барьерных ограждений).
* **Высота пролета над расчетным уровнем воды (РУВВ):** 22.5 м (обеспечивает габарит судоходства 16x180 м).
* **Расчетная нагрузка:**
  + Автомобильная: А-14 (нормативная нагрузка НК-120).
  + Железнодорожная: С14 (по классификации ЦПИ-4).
* **Срок службы:** 100 лет.

#### **Сметная стоимость строительства**

Сметная стоимость строительства определена на основе укрупненных показателей стоимости (УПСС) с учетом поправочных коэффициентов на район строительства (для Дальнего Востока и Сибири - 1.25), зимнее удорожание (1.15) и инфляционный прогноз (в среднем 5.5% годовых).

* **Общая сметная стоимость проекта:** 48 750 млн рублей (в ценах 2024 года).
* **Стоимость строительно-монтажных работ (СМР):** 36 200 млн рублей (74.3% от общей стоимости).
* **Стоимость оборудования, мебели и инвентаря (ОМИ):** 7 500 млн рублей (15.4%).
* **Проектно-изыскательские работы (ПИР):** 2 500 млн рублей (5.1%).
* **Резерв средств на непредвиденные работы и затраты:** 2 550 млн рублей (5.2%).

#### **Трудоемкость и сроки реализации**

Общая трудоемкость строительства рассчитана на основе ведомостей объемов работ и действующих норм времени (ЕНиР, ГЭСН).

* **Общая трудоемкость строительства:** 1 850 000 чел.-час.
* **Среднегодовая численность рабочих основного производства:** 620 человек.
* **Максимальная численность персонала на пике строительства (2026 г.):** 1250 человек.
* **Общий срок строительства:** 48 месяцев (4 года).
* **Подготовительный период:** 6 месяцев (I-II кварталы 2024 года).
* **Основной период строительства:** 36 месяцев (III кв. 2024 – II кв. 2027).
* **Пуско-наладочные работы и ввод в эксплуатацию:** 6 месяцев (III-IV кв. 2027 года).

#### **Ключевые ресурсные показатели**

Потребность в основных материально-технических ресурсах определена проектом организации строительства (ПОС).

* **Бетон и железобетон:** 122 000 м³.
* **Арматурная сталь:** 15 800 тонн.
* **Стальные конструкции пролетных строений:** 8 200 тонн.
* **Высокопрочный крепеж:** 185 тонн.
* **Оборудование (осветительное, системы мониторинга, СЦБ):** 7 500 млн рублей.

**ТАБЛИЦА 1.3.1: Сводные технико-экономические показатели**

| Показатель | Ед. изм. | Значение | Примечания |
| --- | --- | --- | --- |
| **1. Технические показатели** |  |  |  |
| Общая длина моста | м | 1245 |  |
| Ширина моста | м | 34.5 |  |
| Количество автомобильных полос | шт. | 4 |  |
| Количество ж/д путей | шт. | 2 |  |
| Количество опор | шт. | 10 | 8 промежуточных, 2 устоя |
| Срок службы | лет | 100 |  |
| **2. Экономические показатели** |  |  |  |
| Общая сметная стоимость | млн руб. | 48 750 | в ценах 2024 г. |
| Стоимость СМР | млн руб. | 36 200 |  |
| Резерв на непредвиденные работы | млн руб. | 2 550 |  |
| **3. Трудовые показатели** |  |  |  |
| Общая трудоемкость | тыс. чел.-час | 1 850 |  |
| Среднегодовая численность | чел. | 620 |  |
| Максимальная численность | чел. | 1 250 | на пике в 2026 г. |
| **4. Ресурсные показатели** |  |  |  |
| Бетон и ЖБИ | м³ | 122 000 |  |
| Арматурная сталь | т | 15 800 |  |
| Стальные конструкции | т | 8 200 |  |

### **ДЕТАЛИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

#### **Параметры мостовых пролетов и опор**

* **Пролетные строения:**
  + Схема разбивки на пролеты: 85 + 110 + 4x135 + 220 (судоходный) + 135 + 85 м.
  + Судоходный пролет (220 м): цельносварное стальное пролетное строение коробчатого сечения.
  + Стандартные пролеты (85, 110, 135 м): предварительно напряженные железобетонные балки таврового сечения, монолитируемые на месте.
  + Масса самого тяжелого элемента пролетного строения: 380 тонн (секция судоходного пролета).
* **Опора и фундаменты:**
  + Промежуточные опоры (№2-№9): монолитные железобетонные оболочки диаметром 4.5 м, заполненные бетоном.
  + Фундаменты опор: буронабивные сваи диаметром 1.5 м, длиной до 28 м, с ростверком.
  + Общий объем буронабивных свай: 18 500 м³.
  + Устои: массивные железобетонные конструкции с обратными стенками, общий объем бетона на устоях – 12 000 м³.

#### **Характеристики проезжей части и путей**

* **Автомобильная проезжая часть:**
  + Дорожная одежда: Монолитная железобетонная плита толщиной 250 мм.
  + Гидроизоляция: Двухслойная рулонная изоляция.
  + Дорожное покрытие: Литой асфальтобетон толщиной 60 мм.
  + Ограждение: Металлическое барьерное ограждение 11-го класса ударной прочности.
* **Железнодорожная часть:**
  + Подрельсовое основание: Железобетонные балки с балластным слоем (щебень фракции 25-60 мм).
  + Рельсы: Р65 термически упрочненные.
  + Шпалы: Железобетонные.
  + Система сигнализации и связи: Автоблокировка с централизацией.

#### **Показатели инженерных систем и оборудования**

* **Освещение:** 180 светодиодных прожекторов мощностью 400 Вт каждый.
* **Система мониторинга:** 45 датчиков (тензометрических, акселерометров, датчиков температуры и ветра).
* **Противообледенительная система:** Кабельная система обогрева на подходах к мосту.
* **Водоотвод:** Линейный водоотвод с подогревом.
* **Молниезащита:** Заземляющий контур по всей длине моста.

#### **Эксплуатационные характеристики**

* **Пропускная способность (авто):** 45 000 автомобилей/сутки.
* **Пропускная способность (ж/д):** 75 пар поездов/сутки.
* **Расчетная скорость:**
  + Автотранспорт: 120 км/ч.
  + Железнодорожный транспорт: 100 км/ч (грузовые), 120 км/ч (пассажирские).
* **Класс надежности:** КН-1 (повышенный).
* **Система технического обслуживания:** Планово-предупредительный ремонт с ежегодным техническим освидетельствованием.

### **СТРУКТУРА КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ**

#### **Распределение затрат по видам работ**

* **Подготовительные работы:** 2 100 млн руб. (5.8% от СМР).
* **Устройство фундаментов и опор:** 14 500 млн руб. (40.1%).
* **Изготовление и монтаж пролетных строений:** 11 800 млн руб. (32.6%).
* **Устройство проезжей части и путей:** 3 600 млн руб. (9.9%).
* **Монтаж инженерных систем и благоустройство:** 2 400 млн руб. (6.6%).
* **Пуско-наладочные работы:** 1 800 млн руб. (5.0%).

#### **Стоимость основных материалов и конструкций**

* **Бетон и растворы:** 7 320 млн руб. (1500 руб./т \* 122 000 м³ \* 4 т/м³ усредненно).
* **Арматурная сталь:** 948 млн руб. (60 000 руб./т \* 15 800 т).
* **Стальные конструкции:** 4 100 млн руб. (500 000 руб./т \* 8 200 т).
* **Готовые железобетонные изделия (балки, плиты):** 3 050 млн руб.
* **Дорожное покрытие и гидроизоляция:** 1 150 млн руб.

#### **Затраты на механизацию и оборудование**

* **Аренда и эксплуатация строительных машин:** 5 430 млн руб. (15% от СМР).
* **Основные механизмы:**
  + Башенные краны грузоподъемностью 25 т – 6 ед.
  + Гусеничные краны грузоподъемностью 250-400 т – 12 ед.
  + Сваебойные установки – 4 ед.
  + Бетононасосы – 8 ед.
  + Автопарк (самосвалы, тягачи) – 45 ед.

#### **Накладные расходы и инфраструктура**

* **Накладные расходы:** 7 240 млн руб. (20% от стоимости прямых затрат).
* **Временные здания и сооружения (стройбаза, бытовки):** 1 200 млн руб.
* **Подъездные пути и временные дороги:** 850 млн руб.
* **Энергоснабжение строительной площадки:** 450 млн руб.

**ТАБЛИЦА 1.3.2: Структура капитальных вложений по годам (млн руб.)**

| Наименование затрат | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | **Итого** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Подготовительные работы** | 2 100 | 0 | 0 | 0 | **2 100** |
| **Фундаменты и опоры** | 2 500 | 5 800 | 5 200 | 1 000 | **14 500** |
| **Пролетные строения** | 500 | 3 500 | 5 500 | 2 300 | **11 800** |
| **Проезжая часть и пути** | 0 | 500 | 1 800 | 1 300 | **3 600** |
| **Инженерные системы** | 0 | 200 | 1 200 | 1 000 | **2 400** |
| **Пуско-наладочные работы** | 0 | 0 | 500 | 1 300 | **1 800** |
| **Итого СМР** | **5 100** | **10 000** | **14 200** | **6 900** | **36 200** |
| **Оборудование (ОМИ)** | 500 | 2 000 | 3 500 | 1 500 | **7 500** |
| **Прочие затраты (ПИР, резерв)** | 1 500 | 1 000 | 1 500 | 1 050 | **5 050** |
| **ВСЕГО за год** | **7 100** | **13 000** | **19 200** | **9 450** | **48 750** |
| **Накопленным итогом** | **7 100** | **20 100** | **39 300** | **48 750** |  |

### **РЕСУРСНЫЕ И ТРУДОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ**

#### **Потребность в основных материалах**

**ТАБЛИЦА 1.3.3: Ведомость потребности в основных материалах**

| Наименование материала | Ед. изм. | Общее количество | В т.ч. на опоры | В т.ч. на пролетные строения |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Бетон В35 (М450) | м³ | 85 000 | 78 000 | 7 000 |
| Бетон В25 (М350) | м³ | 37 000 | 25 000 | 12 000 |
| Арматура А500С | т | 12 500 | 11 000 | 1 500 |
| Арматура А1200 (напрягаемая) | т | 3 300 | 0 | 3 300 |
| Сталь листовая (10ХСНД) | т | 6 500 | 0 | 6 500 |
| Высокопрочные болты | т | 185 | 50 | 135 |
| Щебень | тыс. м³ | 85 | 60 | 25 |

#### **Трудоемкость по основным видам работ**

* **Устройство фундаментов:** 450 000 чел.-час.
* **Возведение опор:** 380 000 чел.-час.
* **Монтаж пролетных строений:** 520 000 чел.-час.
* **Устройство проезжей части и путей:** 280 000 чел.-час.
* **Монтаж инженерных систем:** 150 000 чел.-час.
* **Прочие и вспомогательные работы:** 70 000 чел.-час.

#### **Численность персонала по категориям**

На пиковый период строительства (2026 год):

* **Рабочие основного производства:** 980 чел.
  + Бетонщики-арматурщики: 320 чел. (16 бригад по 20 чел.).
  + Монтажники металлоконструкций: 240 чел. (12 бригад).
  + Мостостроители-универсалы: 300 чел. (15 бригад).
  + Дорожники-путейцы: 120 чел. (6 бригад).
* **Машинисты строительных машин:** 150 чел.
* **Инженерно-технические работники (ИТР):** 80 чел.
* **Служащие и обслуживающий персонал:** 40 чел.
* **ИТОГО:** 1250 чел.

#### **Показатели использования техники**

* **Коэффициент сменности работы кранов:** 1.8.
* **Среднегодовая выработка на 1 крановщика:** 12 500 м³ смонтированного бетона/металла.
* **Норма расхода топлива на механизмы:** 1 850 тыс. литров дизельного топлива в год (на пике).
* **Производительность труда:** Выработка на одного рабочего в год составляет 1.95 млн руб. (в сметных ценах).

### **КАЛЕНДАРНЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ**

#### **Общий календарный график проекта**

* **2024 г. (I-II кв.):** Подготовительный период. Создание стройбазы, геодезическая разбивка, мобилизация техники.
* **2024 г. (III-IV кв.) – 2025 г.:** Устройство фундаментов опор №2-№5 с левого берега и №6-№9 с правого берега. Начало возведения опор.
* **2026 г. (пиковый год):** Завершение возведения всех опор. Параллельный монтаж пролетных строений с двух берегов. Начало устройства монолитной плиты проезжей части.
* **2027 г. (I-II кв.):** Завершение монтажа всех пролетных строений, включая замыкание в судоходном пролете. Устройство ж/д путей и дорожной одежды.
* **2027 г. (III-IV кв.):** Монтаж инженерных систем, освещения, ограждений. Пуско-наладочные работы, комплексные испытания, сдача в эксплуатацию.

#### **Поквартальное распределение финансирования**

**ТАБЛИЦА 1.3.4: Поквартальный план финансирования (млн руб.)**

| Год | I кв. | II кв. | III кв. | IV кв. | **Итого за год** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **2024** | 1 500 | 2 100 | 1 800 | 1 700 | **7 100** |
| **2025** | 2 800 | 3 200 | 3 500 | 3 500 | **13 000** |
| **2026** | 4 200 | 4 800 | 5 100 | 5 100 | **19 200** |
| **2027** | 2 300 | 2 500 | 2 400 | 2 250 | **9 450** |
| **Итого** | **10 800** | **12 600** | **12 800** | **12 550** | **48 750** |

#### **Показатели экономической эффективности**

Расчеты эффективности основаны на сопоставлении инвестиционных затрат с ожидаемыми доходами от эксплуатации (платный проезд, железнодорожные тарифы).

* **Чистый дисконтированный доход (NPV):** 8 200 млн руб. (при ставке дисконтирования 12%).
* **Внутренняя норма доходности (IRR):** 14.8%.
* **Срок окупаемости (PP):**
  + Дисконтированный: 18 лет.
  + Простой: 16 лет.
* **Индекс доходности (PI):** 1.17.
* **Годовой экономический эффект от сокращения логистических издержек для региона:** 3.5 млрд руб./год.

#### **Ожидаемые эксплуатационные показатели**

* **Расчетный срок службы до первого капитального ремонта:** 25 лет.
* **Годовые эксплуатационные расходы:** 280 млн руб./год (включая техобслуживание, энергоснабжение, зарплату персонала).
* **Доходы от платного проезда (авто):** 1 200 млн руб./год (при средней ставке 300 руб. с легкового автомобиля и 40% загрузке пропускной способности).
* **Доходы от железнодорожных тарифов:** 900 млн руб./год.
* **Экологический эффект:** Снижение выбросов CO2 на 45 000 тонн/год за счет сокращения длины транспортных плеч.

## **СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА**

### **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА**

#### **Цели и задачи системы контроля качества**

**Целью** создания и функционирования Системы контроля качества (СКК) при строительстве железнодорожно-автомобильного моста через реку Лена является гарантированное обеспечение соответствия всех выполняемых работ, применяемых материалов и конструкций требованиям проектной документации, действующих строительных норм, правил, стандартов и технических регламентов. Это направлено на достижение ключевых параметров объекта: высочайшей надежности, безопасности, долговечности (не менее 100 лет) и эксплуатационной пригодности.

**Основные задачи СКК:**

* **Предупреждение** возникновения дефектов и несоответствий на всех стадиях строительства за счет превентивного контроля.
* **Своевременное выявление** и устранение отклонений от установленных требований.
* **Документирование** всех процессов контроля, подтверждающее соответствие качества.
* **Обеспечение** прослеживаемости применяемых материалов и оборудования от поставщика до места монтажа.
* **Координация** деятельности всех участников строительства (подрядчиков, субподрядчиков, поставщиков) в области качества.
* **Поддержание** постоянной обратной связи с производственными подразделениями для оперативного устранения недостатков.
* **Формирование** достоверной отчетности для Заказчика и надзорных органов.

#### **Нормативная и методическая база**

Деятельность СКК регламентируется следующими документами:

* **Федеральное законодательство:** Градостроительный кодекс РФ, Федеральный закон № 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений".
* **Строительные нормы и правила (СНиП, СП):**
  + СП 48.13330.2019 "Организация строительства"
  + СП 70.13330.2012 "Несущие и ограждающие конструкции" (в части монтажа)
  + СП 63.13330.2018 "Бетонные и железобетонные конструкции"
  + СП 16.13330.2017 "Стальные конструкции"
  + СП 28.13330.2017 "Защита строительных конструкций от коррозии"
  + СП 46.13330.2012 "Сооружения транспорта. Мосты и трубы"
  + СНиП 3.01.03-84 "Геодезические работы в строительстве"
  + СНиП 3.03.01-87 "Несущие и ограждающие конструкции"
* **Государственные стандарты (ГОСТ):** Комплекс стандартов на материалы (цемент, арматура, металлопрокат, сварочные материалы), методы испытаний бетона, сварных соединений, защитных покрытий.
* **Проектная и рабочая документация:** Раздел ПОС, проектные решения, рабочие чертежи.
* **Внутренние документы:** Регламенты СКК, технологические карты, инструкции по контролю, утвержденные на предприятии.

#### **Принципы организации контроля качества**

1. **Непрерывность и системность:** Контроль осуществляется на всех этапах строительного процесса – от входного контроля материалов до сдачи объекта в эксплуатацию.
2. **Всеобщность:** Контролю подлежат все без исключения виды работ, материалы, конструкции и технологические процессы.
3. **Независимость:** Служба Отдела технического контроля (ОТК) организационно и функционально независима от производственных подразделений и подчиняется непосредственно Главному инженеру проекта.
4. **Компетентность:** Персонал, осуществляющий контроль, обладает необходимой квалификацией, опытом и регулярно проходит аттестацию.
5. **Документированность:** Все результаты контроля фиксируются в установленных формах журналов, актов, протоколов.
6. **Ответственность:** Персональная ответственность за качество работ возлагается на непосредственных исполнителей (бригадиров, мастеров, прорабов), а ОТК осуществляет проверку и надзор.

### **ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА**

#### **Руководство и координация системы качества**

Общее руководство СКК осуществляет **Главный инженер проекта (ГИП)**. Он утверждает регламенты, планы-графики контроля, принимает окончательные решения по устранению критических несоответствий. Координацию текущей деятельности СКК выполняет **Начальник Отдела технического контроля (ОТК)**, который подчиняется ГИПу.

#### **Отдел технического контроля (ОТК)**

ОТК является центральным звеном системы. Структура ОТК включает:

* **Группа общестроительного контроля:** Инженеры по контролю, закрепленные за производственными участками (левый/правый берег, центральная часть, подходы).
* **Группа специализированного контроля:** Специалисты по сварке, геодезии, лабораторным испытаниям.
* **Группа документации:** Обработка и архивирование журналов, актов, протоколов.

**Функции ОТК:**

* Проведение приемочного контроля всех критических и скрытых работ.
* Выполнение выборочного операционного контроля.
* Анализ результатов лабораторных испытаний.
* Ведение журналов ОТК и оформление актов освидетельствования.
* Инициирование корректирующих действий.

#### **Производственный контроль (внутрибригадный)**

Является первой и основной ступенью контроля. Осуществляется:

* **Исполнителями работ (рабочими):** Самоконтроль после выполнения каждой операции.
* **Бригадирами/Мастерами:** Сплошной или выборочный контроль в течение смены. Проверка соответствия чертежам и технологии.
* **Производителями работ (прорабами):** Ежесменный контроль всех работ на своем участке, оформление журналов производства работ.

#### **Внешний и независимый контроль**

* **Технический надзор Заказчика:** Постоянный контроль со стороны представителя Заказчика.
* **Государственный строительный надзор (Госстройнадзор):** Проведение плановых и внеплановых проверок.
* **Независимые экспертные и лабораторные центры (ИЛ):** Проведение комплексных испытаний конструкций (например, статические и динамические испытания пролетных строений), экспертиза особо ответственных сварных соединений.

### **ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ**

#### **Входной контроль материалов и оборудования**

**Цель:** Не допустить поступление в производство некачественных материалов.

* **Процедура:** Все материалы и оборудование, поступающие на стройплощадку, сопровождаются паспортами, сертификатами, протоколами заводских испытаний. ОТК проводит визуальный осмотр, сверку маркировки, отбирает пробы/образцы для лабораторных испытаний.
* **Ответственный:** Специалист ОТК совместно с представителем отдела снабжения.
* **Критические материалы:** Цемент, арматура, стальной прокат, высокопрочные болты, сварочные материалы, элементы пролетных строений, гидроизоляционные материалы.
* **Документирование:** Журнал входного контроля, акты отбора проб.

#### **Операционный контроль в процессе производства работ**

**Цель:** Своевременно выявить отклонения в технологическом процессе.

* **Процедура:** Осуществляется мастерами и прорабами в течение всей смены. Инженеры ОТК проводят выборочные проверки. Особое внимание – соблюдение последовательности операций, режимов, применению правильного инструмента.
* **Пример:** Контроль температуры бетонной смеси при укладке, контроль силы натяжения в болтах, контроль подготовленных кромок под сварку.
* **Документирование:** Журналы производства работ (бетонных, сварочных, монтажных и т.д.).

#### **Приемочный контроль завершенных работ**

**Цоль:** Окончательное подтверждение соответствия выполненной работы требованиям НД.

* **Процедура:** Проводится ОТК после завершения комплекса работ и получения уведомления от производителя работ. Визуальный осмотр, инструментальные проверки геометрических параметров. Для скрытых работ (армирование, закладные детали) проводится освидетельствование до их закрытия (бетонированием).
* **Ответственный:** Инженер ОТК, представитель технического надзора Заказчика.
* **Документирование:** Акт освидетельствования скрытых работ, Акт приемки ответственных конструкций.

#### **Лабораторный контроль и испытания**

**Цель:** Получение объективных количественных данных о качестве материалов и конструкций.

* **Процедура:** Строительная лаборатория (собственная или привлеченная) проводит:
  + Испытания бетонной смеси (подвижность, температура, воздухововлечение).
  + Изготовление и испытание контрольных образцов бетона на прочность.
  + Испытания грунтов и дорожных материалов.
  + Контроль защитных покрытий (толщина, адгезия).
* **Ответственный:** Лаборант, инженер-химик. Отбор проб – совместно с ОТК.
* **Документирование:** Протоколы лабораторных испытаний.

### **МЕТОДЫ И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ**

#### **Геодезический контроль**

* **Методы:** Спутниковые измерения (GPS/ГЛОНАСС), тахеометрическая съемка, нивелирование, лазерное сканирование.
* **Контролируемые параметры:** Положение осей и отметки опор, пролетных строений, точность монтажа.
* **Периодичность:**
  + Разбивка осей – однократно с контролем.
  + Положение опор в плане и по высоте – после каждого цикла бетонирования, перед монтажом.
  + Монтаж пролетных строений – непрерывный контроль в режиме реального времени.
* **Ответственный:** Геодезист участка, проверка – главный геодезист проекта.

#### **Контроль сварных соединений**

* **Методы:**
  + **Визуальный и измерительный (ВИК):** 100% контроль всех швов.
  + **Ультразвуковой контроль (УЗК):** 100% контроль основных соединений пролетных строений и опор.
  + **Капиллярный контроль (ПВК):** Контроль поверхностных дефектов.
* **Ответственный:** ВИК – мастер/бригадир; УЗК/ПВК – аттестованные специалисты-дефектоскописты лаборатории неразрушающего контроля.
* **Документирование:** Журналы сварочных работ, протоколы УЗК и ПВК.

#### **Контроль бетонных и железобетонных работ**

* **Методы:** Контроль опалубки (геометрия, жесткость), контроль арматурных каркасов (диаметр, шаг, защитный слой), контроль бетонной смеси (лаборатория), контроль температурного режима твердения бетона.
* **Средства:** Штангенциркули, рулетки, термометры, термопары для мониторинга температуры в массиве.
* **Ответственный:** Прораб, мастер, лаборант. Контроль защитного слоя – ОТК.

#### **. Неразрушающий и разрушающий контроль**

* **Неразрушающий контроль (НК):**
  + **Ультразвуковой метод (УЗК):** Для контроля прочности бетона (скорость ультразвука) и сварных швов.
  + **Метод ударного импульса (склерометр):** Для ориентировочной оценки прочности бетона на поверхности.
  + **Радиографический контроль (РК):** Для особо ответственных сварных соединений (по решению экспертизы).
* **Разрушающий контроль (ИК):**
  + **Испытание контрольных образцов бетона** на сжатие и изгиб в возрасте 7, 28 и 90 суток.
  + **Испытание сварных соединений** на технологических образцах.

### **ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ И ОТЧЕТНОСТЬ**

#### **Журналы производства работ**

Ведутся по каждому виду работ (общестроительные, сварочные, монтажные, бетонные). Заполняются ежесменно прорабом, подписываются мастером. Содержат дату, описание работ, применяемые материалы, данные операционного контроля, подписи исполнителей.

#### **1.4.5.2. Акты освидетельствования скрытых работ**

Составляются на каждый закрываемый элемент (арматура, закладные детали, анкеры) перед бетонированием. Подписываются представителем подрядчика, ОТК и Технического надзора Заказчика. Являются основанием для производства последующих работ.

#### **Протоколы испытаний**

Формируются лабораторией на основании проведенных испытаний. Содержат дату, место отбора, наименование материала/конструкции, результаты испытаний и заключение о соответствии.

#### **Отчетность по качеству**

Еженедельные и ежемесячные отчеты ОТК для руководства проекта. Содержат статистику по выявленным несоответствиям, данным входного и приемочного контроля, результатам испытаний, перечень корректирующих действий.

### **УПРАВЛЕНИЕ НЕСООТВЕТСТВИЯМИ И КОРРЕКТИРУЮЩИЕ ДЕЙСТВИЯ**

#### **Выявление и регистрация несоответствий**

Несоответствие фиксируется в «Журнале регистрации несоответствий» с присвоением номера. Оформляется «Акт о выявленном несоответствии» с указанием: что обнаружено, где, когда, кем. Акт передается начальнику ОТК и производителю работ.

#### **Анализ причин несоответствий**

Проводится комиссией в составе: начальник ОТК, производитель работ, мастер, представитель бригады. Цель – установить коренную причину (человеческий фактор, неисправное оборудование, некачественный материал, ошибочная технология).

#### **Разработка и реализация корректирующих действий**

На основании анализа комиссия разрабатывает план корректирующих действий: переделать, исправить, демонтировать. Указываются сроки и ответственные. ОТК контролирует исполнение.

#### **Профилактические мероприятия**

Для предотвращения повторения:

* Внеочередной инструктаж бригад.
* Уточнение технологических карт.
* Внесение изменений в регламенты контроля.
* Проведение внеплановых проверок смежных операций.

### **КРИТИЧЕСКИЕ КОНТРОЛИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ**

#### **Критические точки контроля для мостовых опор**

* **Погружение свай/устройство буронабивных свай:** Отклонение от оси, глубина, несущая способность (по динамическим или статическим испытаниям).
* **Бетонирование тела опоры:** Марка/класс бетона, температура укладки и твердения, однородность бетонирования, виброуплотнение.
* **Геометрические параметры опор:** Отметки верха, положение в плане, вертикальность.

#### **Контроль качества пролетных строений**

* **Завод-изготовитель:** Входной контроль на стройплощадке (геометрия, качество сварки, окраски).
* **Монтаж:** Контроль положения в проектном положении (геодезический), контроль соединений (болтовых, сварных).

#### **Контроль монтажа и сварки**

* **Стыковые швы пролетных строений:** 100% УЗК и ВИК.
* **Монтажные соединения на высокопрочных болтах:** Контроль момента затяжки динамометрическим ключом (выборочно не менее 10%).
* **Сварка закладных деталей:** ВИК 100%.

#### **Контроль защитных покрытий и гидроизоляции**

* **Подготовка поверхности:** Степень очистки (до Sa 2.5 для металла), влажность бетона.
* **Нанесение покрытий:** Толщина мокрого и сухого слоя (магнитный или ультразвуковой толщиномер), адгезия (метод решетчатых надрезов или отрыв).
* **Гидроизоляция деформационных швов:** Сплошность швов, отсутствие протечек после монтажа.

**ТАБЛИЦА 1.4.1: Периодичность контроля основных процессов**

| Процесс | Вид контроля | Периодичность | Ответственный |
| --- | --- | --- | --- |
| **Бетонирование опор** | Контроль опалубки и арматуры | Перед укладкой каждой захватки | Прораб, ОТК |
|  | Контроль температуры бетона | Каждые 2 часа во время укладки и 1 раз в 8 часов в течение 7 суток | Лаборант, Мастер |
|  | Контроль прочности бетона | Испытание образцов в 7, 28, 90 суток | Лаборатория |
| **Сварка монтажных стыков** | ВИК | 100% всех швов | Мастер сварщиков, ОТК |
|  | УЗК | 100% швов 1-й категории | Дефектоскопист ЛНК |
| **Монтаж пролетных строений** | Геодезический контроль | Непрерывно в процессе монтажа, окончательный – после установки | Геодезист, Гл. геодезист |
|  | Контроль болтовых соединений | Не менее 10% от каждого узла | ОТК, Мастер монтажников |
| **Устройство гидроизоляции** | Контроль толщины покрытия | Не менее 3 замеров на 100 м² | ОТК |
|  | Контроль адгезии | 1 испытание на 500 м² | Лаборатория |
| **Входной контроль арматуры** | Визуальный, сверка доков | Каждая партия | ОТК, Отдел снабжения |
|  | Лабораторные испытания | 1 проба на партию до 50т | Лаборатория |

# ИНФРАСТРУКТУРА ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ

### **2.1. ЖИЛОЙ КОМПЛЕКС И БЫТОВЫЕ УСЛОВИЯ**

Настоящий раздел описывает организацию жилого комплекса и бытовых условий для персонала, задействованного на строительстве железнодорожно-автомобильного моста через реку Лена. В связи с применением вахтового метода работы, удаленностью локации и суровыми климатическими условиями, создание автономного, комфортного и полностью укомплектованного поселка является критически важным для обеспечения производственного процесса, сохранения здоровья и поддержания высокой трудоспособности персонала. Проектом предусматривается создание вахтового поселка модульного типа, рассчитанного на единовременное размещение до 2000 человек с полным циклом жизнеобеспечения.

#### **2.1.1. ВАХТОВЫЙ ПОСЕЛОК РАЗМЕЩЕНИЕ**

##### **2.1.1.1. Общая концепция и планировка вахтового поселка**

Концепция вахтового поселка основана на принципах функционального зонирования, компактности, безопасности и обеспечения санитарно-гигиенических норм в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».

* **Тип застройки:** Модульный (блочно-модульный). Использование быстровозводимых зданий полной заводской готовности (контейнерного типа) позволяет минимизировать сроки строительства самого поселка и адаптировать его к сложным грунтовым условиям.
* **Архитектурно-планировочное решение:** Поселок проектируется по линейно-центрической схеме с четким разделением на зоны:
  + **Жилая зона:** Располагается с наветренной стороны по отношению к производственным объектам. Состоит из общежитий коридорного типа, сгруппированных в кампусы.
  + **Административно-бытовая зона:** Располагается в центре, включает столовую, медицинский пункт, административный корпус, узел связи.
  + **Рекреационная зона:** Включает спортивный комплекс, зоны отдыха, библиотеку. Зонирование выполнено с учетом обеспечения звукоизоляции и отдыха персонала.
  + **Хозяйственная зона:** Располагается с подветренной стороны, включает банно-прачечный комплекс, котельную, склады, гараж, очистные сооружения.
* **Инженерная подготовка:** Территория поселка планируется с организацией поверхностного стока вод. Устраиваются дороги с твердым покрытием, тротуары, наружное освещение. Расстояние между зданиями не менее 1.5 высоты противостоящего здания для обеспечения инсоляции и противопожарных разрывов.
* **Безопасность:** По периметру жилой и административной зон устанавливается ограждение с контролируемыми въездами. Организуется круглосуточная охрана и видеонаблюдение. Разрабатывается и реализуется план противопожарной защиты с системой оповещения, пожарными гидрантами и щитами.

##### **2.1.1.2. Типы жилых модулей и их оснащение**

Для размещения персонала используются модульные здания на основе металлокаркаса с сэндвич-панелями толщиной не менее 150 мм, обеспечивающими расчетное сопротивление теплопередаче R₀ ≥ 4.5 м²×°С/Вт для условий Якутии.

* **Жилой модуль на 4 человека (основной тип):**
  + **Площадь:** 24 м² (6 м² на человека).
  + **Оснащение:** Четыре односпальные кровати (с ортопедическими матрасами), четыре прикроватные тумбы, четыре индивидуальных шкафа для одежды и личных вещей, рабочий стол со стульями, полки для книг.
  + **Инженерное обеспечение:** Электрическое отопление (дублируемое центральной системой), розетки 220В (по 2 на человека), энергосберегающее освещение, Wi-Fi.
* **Жилой модуль на 2 человека (для ИТР и руководящего состава):**
  + **Площадь:** 18 м² (9 м² на человека).
  + **Оснащение:** Две односпальные кровати, два рабочих места с ПК, два шкафа, мини-диван, кофейный столик.
  + **Дополнительно:** Санузел (душ, туалет, умывальник) в блоке на два таких модуля.
* **Оснащение всех типов модулей:** Установлены кондиционеры для работы в летний период, противопожарная сигнализация с датчиками дыма, сейф для документов и ценностей.

##### **2.1.1.3. Зонирование территории и инфраструктура**

Территория поселка делится на функциональные зоны, связанные сетью дорог и пешеходных тротуаров.

* **Жилая зона (40% территории):** 8 кампусов по 4 общежития в каждом. В каждом кампусе – бытовой блок (кулер с водой, микроволновые печи, зона для курения).
* **Общественно-административная зона (25% территории):**
  + Столовая на 600 посадочных мест.
  + Медицинский пункт.
  + Административный корпус (офисы прорабов, ПТО, отдел кадров).
  + КПП и проходная.
* **Рекреационная зона (20% территории):**
  + Крытый спортивный комплекс (тренажерный зал, зал для игр).
  + Открытые спортивные площадки (футбол, волейбол, workout).
  + Библиотека с интернет-центром.
  + «Зеленая зона» с малыми архитектурными формами (в летний период).
* **Инженерно-хозяйственная зона (15% территории):**
  + Котельная (газовая или дизельная).
  + Банно-прачечный комплекс.
  + Автономная очистная станция.
  + Складские помещения.
  + Гараж для спецтехники и автобусов.

##### **2.1.1.4. Вместимость и расчет потребности в местах**

Расчет потребности ведется исходя из максимальной численности персонала в 2000 человек и 2-сменного графика работы с учетом 20% резерва на пиковые нагрузки и подменный состав.

**ТАБЛИЦА 2.1.1: Расчет потребности в жилых местах**

| Категория персонала | Количество человек | Норма площади на чел. (СанПиН) | Тип модуля | Количество модулей | Общая площадь, м² | Примечание |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Рабочие основные | 1600 | 6 м² | 4-местный | 400 | 9600 | Расчет: 1600 чел. / 4 чел./модуль = 400 модулей |
| ИТР, руководство | 300 | 9 м² | 2-местный | 150 | 2700 | Расчет: 300 чел. / 2 чел./модуль = 150 модулей |
| Резерв/гости | 100 | 6 м² | 4-местный | 25 | 600 | Резерв на 5% от общей численности |
| **ИТОГО:** | **2000** |  |  | **575** | **12900** |  |

С учетом 20% резерва на пиковую нагрузку и оборачиваемости, общее количество жилых модулей составит **575 \* 1.2 ≈ 690 модулей**.

##### **2.1.1.5. Система размещения по сменам и бригадам**

Организация размещения привязана к сменному графику и бригадной структуре для минимизации пересечений и обеспечения качественного отдыха.

* **Принцип «Смена в смену не въезжает»:** Каждая смена (до 1000 человек) размещается в закрепленных за ней кампусах. В момент пересменки, приезжающая смена занимает заранее подготовленные (уборка, смена белья) модули, освобожденные убывающей сменой.
* **Бригадный принцип:** В пределах смены, бригады (25-35 человек) размещаются компактно, в соседних модулях одного кампуса. Это способствует сплоченности и упрощает управление.
* **График заселения/выселения:** Согласован с графиком вахтовых авиарейсов или автоколонн. За 2 дня до прибытия новой смены администрация формирует списки размещения. Выбывающая смена обязана освободить помещения за 6 часов до отъезда, сдать постельное белье.
* **Управление:** В каждом жилом корпусе назначается старший по корпусу из числа ИТР, отвечающий за порядок и взаимодействие с администрацией.

#### **2.1.2. СТОЛОВЫЕ И ПИЩЕБЛОКИ**

##### **2.1.2.1. Организация системы питания**

Организация питания осуществляется по принципу централизованного пищеблока (столовой) с конвейерной системой раздачи и предварительным накрытием столов для оптимизации времени приема пищи. Питание 4-разовое (завтрак, обед, полдник, ужин) по системе «шведский стол» с элементами заказного меню. Стоимость питания частично компенсируется компанией-заказчиком.

##### **2.1.2.2. Производственные мощности пищеблоков**

Пищеблок представляет собой модульное здание, состоящее из нескольких блок-контейнеров, объединенных в единый комплекс.

* **Производственные цеха:**
  + **Цех первичной обработки:** Овощной, мясо-рыбный.
  + **Горячий цех:** 2 линии приготовления.
  + **Холодный цех.**
  + **Кондитерский цех.**
  + **Моечные кухонной и столовой посуды.**
* **Складская группа:**
  + Отапливаемые склады для сухих продуктов и овощей.
  + Холодильные камеры (низкотемпературные -18°С и среднетемпературные 0...+5°С) общей емкостью 40 м³.
* **Оборудование:** Укомплектовано профессиональным технологическим оборудованием (плиты, жарочные шкафы, пароконвектоматы, котлы, овощерезательные машины, тестомесы) из расчета производства 2000 рационов в сутки.

##### **2.1.2.3. График питания по сменам**

График питания строго регламентирован и привязан к производственным сменам для равномерной нагрузки на пищеблок.

**ТАБЛИЦА 2.1.2: График работы столовой**

| Смена | Завтрак | Обед | Полдник | Ужин |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1-я (Дневная) | 06:00 - 07:00 | 13:00 - 14:00 | - | 19:00 - 20:00 |
| 2-я (Вечерняя) | 14:00 - 15:00 | 20:00 - 21:00 | 00:00 - 00:30 | 03:00 - 04:00\* |
| 3-я (Ночная)\* | 22:00 - 23:00 | 04:00 - 05:00 | - | 08:00 - 09:00 |

\*Примечание: Для ночной смены ужин является основным приемом пищи перед сном. \*Введение 3-й смены – опция при необходимости.\*

##### **2.1.2.4. Нормы питания и рационы**

Рацион разрабатывается с учетом высоких энергозатрат (4000-4500 ккал/сутки для рабочих основных профессий в условиях Крайнего Севера), норм СанПиН 2.3/2.4.3590-20 и принципов сбалансированного питания.

* **Примерное суточное меню (зимний период):**
  + **Завтрак:** Каша гречневая/овсяная, омлет, колбасные изделия, хлеб, масло, сыр, чай/кофе.
  + **Обед:** Салат из свежих овощей, суп на мясном бульоне, гарнир (крупа/макароны/карт. пюре), мясное/рыбное блюдо (гуляш, котлета, жареная рыба), хлеб, компот/морс.
  + **Полдник:** Выпечка, йогурт, фрукты.
  + **Ужин:** Гарнир, блюдо из птицы/рыбы, овощи тушеные, чай.
* **Учет:** Разработано 10-дневное цикличное меню с сезонной корректировкой. Предусмотрено диетическое и вегетарианское питание по заявкам.

##### **2.1.2.5. Система снабжения продуктами**

Снабжение осуществляется на основе долгосрочных контрактов с поставщиками из г. Якутск и других регионов.

* **Логистика:** Централизованные поставки автотранспортом в зимний период (по зимникам) и в навигационный период (по реке). Критически важные продукты (молочные, хлеб) могут поставляться авиатранспортом.
* **Накопительные запасы:** Создается неснижаемый запас продуктов длительного хранения (крупы, макароны, консервы, сахар) на 30 суток для обеспечения автономности в случае срыва поставок из-за погодных условий.
* **Контроль:** Входной контроль качества всех поступающих продуктов, ведение журналов бракеража сырой и готовой продукции.

#### **2.1.3. БАННО-ПРАЧЕЧНЫЙ КОМПЛЕКС**

##### **2.1.3.1. Банно-душевой комплекс**

Комплекс размещен в отдельном утепленном модуле, разделен на мужскую и женскую секции.

* **Вместимость:** Расчет – 10% от численности самой многочисленной смены (1000 чел.) = 100 человек одновременного приема.
* **Оснащение:** 50 душевых кабин (25 муж., 25 жен.), 30 санитарных приборов (унитазы, писсуары), 50 умывальников. Предбанивая с раздевалками, оснащенными индивидуальными запирающимися шкафчиками. Комната для сушки волос.
* **Водоснабжение:** Обеспечивается бесперебойная подача горячей воды с температурой не ниже 60°С на входе в комплекс.

##### **2.1.3.2. Прачечная и сушильный блок**

Прачечная предназначена для централизованной стирки постельного белья (комплект 1 раз в 7 дней), полотенец (1 раз в 3-4 дня) и спецодежды (по мере загрязнения, но не реже 1 раза в неделю).

* **Оборудование:** 4 промышленные стиральные машины фронтальной загрузки емкостью 25 кг каждая, 2 сушильные машины аналогичной производительности, 2 каландровые машины для глажки постельного белья.
* **Производительность:** Расчетная производительность – 400 кг белья в смену. При двухсменной работе прачечная обеспечивает потребности всего персонала.
* **Режим стирки:** Для спецодежды используется специальный режим с применением моющих средств для удаления сложных производственных загрязнений.

##### **2.1.3.3. График работы и обслуживания**

* **Банно-душевой комплекс:** Круглосуточно, 7 дней в неделю. С 08:00 до 24:00 – дежурный банщик/уборщица. Технические перерывы для санитарной обработки – 2 раза в сутки по 1 часу (например, 04:00-05:00 и 14:00-15:00).
* **Прачечная:** Работа в 2 смены (08:00-20:00, 20:00-08:00). Прием белья от бригад – по графику. Срочная стирка спецодежды для дежурных бригад – по заявке.

##### **2.1.3.4. Санитарные нормы и контроль**

Ежедневная влажная уборка всех помещений с применением дезинфицирующих средств. Генеральная уборка – 1 раз в неделю. Контроль за санитарным состоянием осуществляется медработником по графику. Расход дезсредств и моющих веществ нормируется.

#### **2.1.4. МЕДИЦИНСКИЙ ПУНКТ И АПТЕКА**

##### **2.1.4.1. Структура и оснащение медпункта**

Медпункт развертывается в виде модульного здания площадью 150-200 м², включающего:

* **Приемное отделение:** Кабинет врача, процедурный кабинет.
* **Стационар:** 5-10 изоляторов для временного размещения больных с температурой, ОРВИ, отравлениями (до эвакуации).
* **Диагностика:** Манипуляционный кабинет, лабораторный пост (экспресс-анализы крови, мочи), кабинет функциональной диагностики (ЭКГ).
* **Оснащение:** Электрокардиограф, дефибриллятор, аппараты ИВЛ и ингаляционного наркоза, набор хирургических инструментов, перевязочные материалы, носилки, шины.

##### **2.1.4.2. Штат медицинских работников**

* Врач-терапевт – 2 штатные единицы (работа посменно).
* Фельдшер – 3 штатные единицы (круглосуточное дежурство).
* Медицинская сестра – 2 штатные единицы.
* Санитарка – 2 штатные единицы.

##### **2.1.4.3. Режим работы и оказание экстренной помощи**

* **Плановый прием:** С 08:00 до 20:00.
* **Дежурный режим:** Круглосуточно, без выходных.
* **Экстренная помощь:** Оказывается немедленно дежурным фельдшером/врачом. Наличие выделенного санитарного транспорта (УАЗ «Фермер» с системой «климат-контроль») для транспортировки в стационар в г. Якутск (при необходимости). Организована система экстренной эвакуации вертолетом.

##### **2.1.4.4. Аптечное обеспечение и медикаменты**

При медпункте организуется аптека первого стола для отпуска лекарств по назначению врача. Сформирован неснижаемый запас медикаментов и перевязочных средств для оказания неотложной помощи и лечения распространенных заболеваний на 3 месяца. Ведется строгий учет сильнодействующих и наркотических средств.

##### **2.1.4.5. Система санитарно-эпидемиологического контроля**

* Ежедневный контроль качества питьевой воды и пищи.
* Проведение плановых профилактических прививок (грипп, клещевой энцефалит и др.).
* Противоэпидемические мероприятия в сезонный подъем ОРВИ.
* Контроль за санитарным состоянием общежитий, столовой, банно-прачечного комплекса.

#### **2.1.5. ПОМЕЩЕНИЯ ОТДЫХА И ДОСУГА**

##### **2.1.5.1. Комнаты отдыха и психологической разгрузки**

В каждом жилом кампусе предусмотрена комната отдыха площадью 50 м², оснащенная мягкой мебелью, телевизором, настольными играми (шахматы, шашки, нарды). Отдельно организуется кабинет психолога с зоной релаксации для проведения индивидуальных и групповых сеансов.

##### **2.1.5.2. Спортивные сооружения и площадки**

* **Крытый спортивный зал (24x12 м):** Оснащен тренажерами (силовые рамы, кардио-зона), разметкой для мини-футбола, волейбола, баскетбола.
* **Открытые площадки:** Комплексная спортивная площадка с искусственным покрытием для игр в летний период. Полоса воркаута.
* **Соревнования:** Ежемесячное проведение спартакиад между бригадами и сменами.

##### **2.1.5.3. Библиотека и интернет-центр**

Организована библиотека с фондом художественной, специальной и учебной литературы (1000+ томов). Интернет-центр на 20 рабочих мест с ПК и зона Wi-Fi для видеосвязи с семьями. Пропускная способность канала связи – не менее 100 Мбит/с.

##### **2.1.5.4. Организация культурно-массовых мероприятий**

Планируется ежемесячное проведение культурных мероприятий: просмотры фильмов в кинозале, празднование государственных и профессиональных праздников, творческие вечера, конкурсы. Привлекаются выездные артистические бригады.

##### **2.1.5.5. Зоны релаксации и зеленые территории**

В летний период организуются зоны отдыха с газонами, малыми архитектурными формами (скамейки, беседки). В зимний период – сооружение ледяных скульптур и фотозон. В административном корпусе и медпункте созданы «зеленые уголки» с растениями для визуальной релаксации.

## ****2.2. АДМИНИСТРАТИВНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС****

Административно-хозяйственный комплекс (АХК) является ключевым элементом инфраструктуры проекта, обеспечивающим непрерывное и эффективное управление строительством, жизнеобеспечение персонала, содержание и ремонт техники, а также бесперебойное снабжение материальными ресурсами. В условиях удаленной локации, сурового климата и масштабов проекта (2000 человек, 300+ единиц техники), АХК проектируется как автономный, резервированный и функционально завершенный комплекс, способный функционировать в круглосуточном режиме.

### **2.2.1. ОФИСЫ УПРАВЛЕНИЯ**

Офисные помещения предназначены для размещения управленческого, инженерно-технического персонала, диспетчерских служб и проведения плановых и оперативных совещаний. Учитывая протяженность объекта и количество производственных участков, применяется распределенная структура управления.

#### **2.2.1.1. Центральный офис управления проектом**

Центральный офис является мозговым центром строительства, где сосредоточены ключевые руководители и специалисты. Здание проектируется в капитальном исполнении (сборно-разборный модуль повышенной комфортности или каркасное утепленное здание) с системой автономного отопления, электроснабжения и связи.

* **Расчет площади:** Исходя из норматива 6 м² на одного сотрудника для ИТР и 10-12 м² для руководителей высшего звена, при штате управленческого персонала в 50 человек (дирекция, ПТО, ОКС, отдел снабжения, бухгалтерия, ОТиПБ) общая требуемая площадь составляет **400 м²**.
  + Кабинет директора проекта: 20 м².
  + Кабинеты заместителей (4 чел.): по 15 м² = 60 м².
  + Открытое планировочное пространство для отделов (35 чел.): 35 \* 6 м² = 210 м².
  + Переговорная комната: 40 м².
  + Серверная: 15 м².
  + Холл, ресепшен, копи-рум, санузлы: 55 м².
* **Оснащение:** Компьютерная техника, оргтехника, система видеоконференцсвязи, выделенные каналы интернет-связи, система резервного электропитания (ИБП и ДГУ), меблировка.

#### **2.2.1.2. Офисы производственных участков (5 участков)**

Каждый из 5 производственных участков оснащается собственным офисным модулем, расположенным в непосредственной близости от места производства работ. Конструкция – быстровозводимые модульные здания (блок-контейнеры).

* **Расчет площади:** Штат ИТР на участке – 15-20 человек. Норматив – 5 м²/чел. Площадь одного офиса участка: 20 \* 5 = **100 м²**. На 5 участков – **500 м²**.
* **Оснащение:** Стандартные рабочие места с компьютерами, принтерами, средствами связи, мебелью. Каждый офис имеет отдельный выход на радиосеть проекта.

#### **2.2.1.3. Диспетчерские и ситуационные центры**

Для координации круглосуточных работ создаются две центральные диспетчерские:

1. **Производственная диспетчерская** (в составе Центрального офиса): координирует работу техники, бригад, поставку материалов на объекты.
2. **Логистическая диспетчерская** (на территории автопарка): управляет движением автотранспорта, отслеживает поставки, ведет учет ГСМ.

* **Площадь:** Каждая диспетчерская – **40 м²**.
* **Оснащение:** Многоэкранные видеостены для вывода данных с систем GPS/ГЛОНАСС-мониторинга транспорта, графиков производства работ, метеоданных. Стационарные и носимые радиостанции, телефонные станции, компьютеры с доступом к системам управления проектом (ERP). Рабочие места организованы в 3 смены.

#### **2.2.1.4. Помещения для совещаний и переговоров**

Помимо переговорной в Центральном офисе, предусматривается отдельный многофункциональный конференц-зал для проведения общих собраний, инструктажей, встреч с subcontractors.

* **Площадь:** Исходя из необходимости единовременного размещения до 50 человек (начальники участков, прорабы, мастера). Норма – 1.5 м²/чел. Общая площадь зала: **75 м²**.
* **Оснащение:** Проектор, экран, система озвучивания, модульная мебель.

#### **2.2.1.5. Технические помещения и серверные**

Главная серверная расположена в Центральном офисе. Ее задача – обеспечение бесперебойной работы локальной вычислительной сети, телефонии, систем видеонаблюдения и контроля доступа.

* **Площадь:** **15 м²** (рассчитана на размещение 3-4 серверных стоек, коммутационного оборудования).
* **Оснащение:** Серверы, активное сетевое оборудование, система бесперебойного питания (ИБП) с автономией не менее 4 часов, прецизионный кондиционер для поддержания температуры и влажности, система автоматического газового пожаротушения.

### **2.2.2. СКЛАДЫ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТОВАРОВ**

Складская система спроектирована с учетом удаленности от основных поставщиков и сезонных ограничений логистики, что требует создания значительных страховых запасов.

#### **2.2.2.1. Центральный складской комплекс**

Представляет собой отапливаемое капитальное здание ангарного типа, предназначенное для хранения критически важных и дорогостоящих материалов, а также товаров, требующих особых условий.

* **Расчет площади:** Полезный объем хранения определяется исходя из 15-дневного запаса материальных ресурсов для обеспечения 2000 человек и непрерывного производства работ. Расчетный показатель – 0.7 м² складской площади на одного работающего. Итого: 2000 \* 0.7 = **1400 м²**.
* **Конструкция:** Здание из сэндвич-панелей с утеплением, бетонными полами, системой отопления (до +10°C), приточной вентиляцией, системой стеллажного хранения и противопожарной сигнализацией.

#### **2.2.2.2. Специализированные склады по категориям товаров**

Для оптимизации логистики создаются отдельные склады:

* **Склад металлоконструкций и арматуры:** Открытая укрепленная площадка площадью **2500 м²**.
* **Склад ГСМ:** Резервуарный парк с 4 емкостями по 20 м³ (дизель, бензин АИ-92, АИ-95, масла) и площадкой для хранения канистр. Общая площадь – **600 м²**.
* **Склад цемента и сыпучих материалов:** Закрытый силосный парк (2 силоса по 50 т) для предотвращения слеживания.
* **Склад ЛКМ и химии:** Изолированное, неотапливаемое, хорошо вентилируемое помещение **100 м²**.
* **Склад СИЗ и спецодежды:** Отапливаемое помещение **150 м²**.

#### **2.2.2.3. Система складского учета и логистики**

Внедряется автоматизированная система складского учета на основе штрихкодирования. Каждый материальный ресурс при поступлении получает уникальный код. Данные о приходе, перемещении и расходе вносятся в ERP-систему с помощью терминалов сбора данных. Это позволяет в режиме реального времени отслеживать остатки, формировать заявки и минимизировать «человеческий фактор».

#### **2.2.2.4. Оборудование и технологии складирования**

* **Стеллажные системы:** Палетные и консольные стеллажи (для длинномерных грузов).
* **Погрузочная техника:** 3 вилочных погрузчика (2 дизельных, 1 электрический для работы внутри помещений), 2 кран-балки грузоподъемностью 3 и 5 т.
* **Упаковка и паллетирование:** Все штучные грузы хранятся на паллетах.

#### **2.2.2.5. Площадки временного хранения материалов**

Расположены в непосредственной близости от каждого из 5 производственных участков. Представляют собой уплотненные грунтовые площадки с твердым покрытием (ж/б плиты) площадью **200-300 м²** каждая. Используются для хранения суточного/сменного запаса материалов, что минимизирует внутриплощадочные перевозки.

### **2.2.3. РЕМОНТНЫЕ МАСТЕРСКИЕ**

Для поддержания парка техники в работоспособном состоянии в условиях интенсивной эксплуатации и низких температур создается многоуровневая система ремонта и обслуживания.

#### **2.2.3.1. Центральная ремонтная мастерская**

ЦРМ – это главное инженерное подразделение АХК, оснащенное стационарным оборудованием для проведения всех видов ремонта, кроме капитального.

* **Расчет площади:** Исходя из габаритов и количества одновременно ремонтируемых единиц тяжелой техники (3-4 единицы). Общая площадь цеха – **1200 м²**.
* **Конструкция:** Утепленный ангар с мостовым краном грузоподъемностью 20 т, высотой потолков не менее 8 м. Отапливается до +15°C.

#### **2.2.3.2. Специализированные цеха и участки**

В составе ЦРМ выделены:

* **Слесарно-механический цех:** Станки (токарный, фрезерный, сверлильный, заточной), гильотина для резки металла.
* **Агрегатный цех:** Стенды для ремонта двигателей, КПП, гидронасосов.
* **Шиномонтажный участок:** Станок для монтажа/демонтажа шин крупных размеров, станок вулканизации.
* **Участок ремонта гидравлики:** Стенд для проверки гидроцилиндров и насосов высокого давления, станок для промывки гидросистем.
* **Аккумуляторный участок:** Зарядная станция, ремонтная зона. Оснащен принудительной вентиляцией.
* **Участок сварочных работ:** 5 стационарных постов, оснащенных сварочными аппаратами (в т.ч. для аргонодуговой сварки), газовыми баллонами.

#### **2.2.3.3. Передвижные ремонтные бригады**

Для оперативного устранения неисправностей на удаленных участках или непосредственно на объекте созданы 3 передвижные ремонтные бригады на базе автомобилей УАЗ или ГАЗон NEXT с КУНГом. Каждая бригада укомплектована:

* Передвижной сварочным аппаратом (бензиновым/дизельным).
* Компрессором.
* Комплектом слесарно-монтажного инструмента.
* Аварийным запасом часто выходящих из строя запчастей (ремни, шланги, фильтры, датчики).

#### **2.2.3.4. Система планово-предупредительного ремонта**

Внедряется система ППР с жестким регламентом обслуживания по наработке моточасов. Для каждой единицы техники заводится электронный паспорт, в который вносятся данные о всех проведенных ТО и ремонтах. Система автоматически формирует график очередных обслуживаний, заявки на запчасти и планирует загрузку ЦРМ.

#### **2.2.3.5. Учет и списание запасных частей**

Учет запчастей ведется в рамках общей ERP-системы. На складе запчастей (в составе ЦРМ, площадь **200 м²**) организовано адресное хранение. Списание происходит на основании дефектных ведомостей, подписанных механиком и мастером участка. Для дорогостоящих узлов (например, двигателей) практикуется восстановление по технологии ремоторизации.

### **2.2.4. ГАРАЖИ И АВТОПАРК**

Автопарк проектируется как единый технологический комплекс, обеспечивающий хранение, обслуживание, заправку и мойку всего парка транспортных средств и спецтехники.

#### **2.2.4.1. Закрытые отапливаемые гаражи**

Предназначены для хранения легкового транспорта, автобусов, а также для ночного отстоя и «разогрева» критически важной спецтехники (например, кранов) в зимний период.

* **Площадь:** Исходя из габаритов: 1 автобус – 40 м², 1 легковой автомобиль – 15 м². Для 15 автобусов и 25 легковых автомобилей: (15\*40) + (25\*15) = **975 м²**. С учетом проездов и постов ТО общая площадь гаража – **1200 м²**.
* **Оснащение:** Отапливаемый бокс с системой ворот, системой принудительной вентиляции для отвода выхлопных газов, постами для ежесменного осмотра.

#### **2.2.4.2. Открытые площадки для техники**

Основная часть тяжелой и грузовой техники размещается на открытых, освещенных и укрепленных щебеночно-асфальтовых покрытиях.

* **Площадь:** Норматив на 1 единицу тяжелой техники – 50 м², на грузовик – 30 м². Для 36 ед. тяжелой техники и 60 грузовиков: (36\*50) + (60\*30) = **3600 м²**. С учетом маневрирования и резерва общая площадь – **4500 м²**.

#### **2.2.4.3. Посты технического обслуживания**

Расположены на выезде с территории автопарка. Представляют собой 2 линии (для грузового и легкового транспорта) с осмотровыми канавами и подъемниками.

* **Оснащение:** Стационарные компрессоры для подкачки шин, станции для заправки систем охлаждения и омывателя, пункт контроля давления в шинах.

#### **2.2.4.4. Мойки и очистные сооружения**

Для поддержания санитарных норм и сохранения ресурса техники предусмотрены 2 типа моек:

1. **Проходная автоматическая мойка** для легкового транспорта и автобусов.
2. **Пост мойки колесной и гусеничной техники** с высоким давлением.  
   Сточные воды с моек проходят систему очистки (песко-маслоуловители, отстойники) перед сбросом. В зимний период используется подогретая вода.

#### **2.2.4.5. Топливо-заправочный комплекс**

Ключевой объект обеспечения непрерывности работ. Включает:

* **Резервуарный парк:** 4 емкости по 20 м³ (дизель – 2 емкости, бензин АИ-92, АИ-95).
* **Заправочные колонки:** 4 колонки (2 на дизель, 2 на бензин).
* **Систему учета:** Автоматические счетчики, интегрированные с системой логистики. Заправка по талонам/картам.
* **Меры безопасности:** Ограждение, молниезащита, система пожаротушения, поддены для сбора разливов.

#### **2.2.4.6. Система диспетчеризации транспорта**

Все транспортные средства оснащаются терминалами GPS/ГЛОНАСС-мониторинга. Система позволяет:

* Отслеживать местоположение и маршруты в реальном времени.
* Контролировать расход топлива и моточасы.
* Пресекать несанкционированные использование техники.
* Оптимизировать маршруты и планировать загрузку.  
  Диспетчерская автопарка работает в тесной связке с производственной диспетчерской.

**ТАБЛИЦА 2.2.1: Расчет площадей административно-хозяйственного комплекса**

| Наименование объекта | Требуемая площадь, м² | Количество помещений/единиц | Ключевое оснащение и примечания |
| --- | --- | --- | --- |
| **2.2.1. ОФИСЫ УПРАВЛЕНИЯ** |  |  |  |
| Центральный офис | 400 | 1 здание | Система ВКС, серверная, ДГУ |
| Офисы производственных участков | 500 (5x100) | 5 модулей | Рабочие места, радиосвязь |
| Диспетчерские | 80 (2x40) | 2 центра | Видеостена, радиостанции, 3 смены |
| Конференц-зал | 75 | 1 | Проектор, звук, на 50 человек |
| Серверная | 15 | 1 | ИБП, газовое пожаротушение, кондиционер |
| **2.2.2. СКЛАДЫ** |  |  |  |
| Центральный склад | 1400 | 1 здание | Отапливаемый, стеллажи, погрузчики |
| Склад металлоконструкций | 2500 | 1 площадка | Открытая, укрепленная |
| Склад ГСМ | 600 | 1 комплекс | 4 емкости по 20м³, АЗС |
| Спец. склады (химия, СИЗ) | 250 | 2 помещения | Вентилируемые, отапливаемые |
| Площадки на участках | 1250 (5x250) | 5 площадок | Временное хранение |
| **2.2.3. РЕМОНТНЫЕ МАСТЕРСКИЕ** |  |  |  |
| ЦРМ (здание) | 1200 | 1 ангар | Мостовой кран 20т, отапливаемый |
| Склад запчастей | 200 | 1 | Адресная система хранения |
| Передвижные бригады | - | 3 бригады | Автомобиль с КУНГом, инструмент |
| **2.2.4. ГАРАЖИ И АВТОПАРК** |  |  |  |
| Закрытый отапливаемый гараж | 1200 | 1 здание | Для легкового, автобусов, критичной техники |
| Открытые площадки | 4500 | 1 комплекс | Укрепленное покрытие, освещение |
| Топливо-заправочный комплекс | 600 | 1 | Резервуары, колонки, система учета |
| Мойки и очистные | 200 | 2 поста | Автоматическая, высокого давления |
| **ИТОГО ОБЩАЯ ПЛОЩАДЬ АХК** | **~13,870 м²** |  | Без учета дорог и вспомогательных зон |

**Вывод:** Предложенная структура Административно-хозяйственного комплекса полностью соответствует масштабу и сложности проекта строительства моста через р. Лена. Комплекс обеспечивает надежное управление, бесперебойное снабжение, техническую готовность парка и жизнеобеспечение персонала в экстремальных климатических условиях и условиях удаленной логистики за счет создания автономной, резервированной и технологически оснащенной инфраструктуры.

# ИНЖЕНЕРНАЯ ПОДГОТОВКА И ЛОГИСТИКА

## ****3.1. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ****

Инженерно-геодезические работы являются основополагающим и непрерывным процессом, обеспечивающим точность, надежность и безопасность строительства железнодорожно-автомобильного моста через реку Лена. Сложность рельефа берегов, наличие водной преграды, значительные линейные размеры объекта (~1200 м) и высокие требования к точности (±1-3 мм) диктуют применение современных геодезических технологий, строгое соблюдение нормативных документов (СП 47.13330.2016, СП 126.13330.2017, ГОСТ Р 51872-2019) и создание надежной геодезической основы на всех этапах строительства.

### **3.1.1. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ**

Данный этап направлен на создание высокоточного и устойчивого геодезического обоснования для всех последующих проектных, разбивочных и контрольно-исполнительных работ.

#### **3.1.1.1. Создание опорной геодезической сети**

Для обеспечения единства измерений на всей территории строительства создается специальная геодезическая сеть в виде триангуляционно-трилатерационной сети или линейно-угловых ходов. Сеть включает в себя:

* **Пункты планового обоснования:** Не менее 8 стабильных пунктов, расположенных на обоих берегах реки Лена за пределами зон возможных деформаций и строительных работ. Пункты закрепляются железобетонными монолитами или грунтовыми реперами глубиной заложения не менее 2,0 метров.
* **Пункты высотного обоснования:** Создается система из 10-12 нивелирных реперов, объединенных в ходы I и II класса точности. Реперы устанавливаются на устойчивых геологических структурах.
* **Специфика для мостового перехода:** Для непосредственной привязки осей моста создается частная сеть в виде "мостового треугольника" для каждой пары опор, что позволяет высокоточными методами передать проектное направление и расстояние на монтажный горизонт.

**Точность:** Плановое положение пунктов определяется с СКП не хуже ±2 мм. Высотное положение реперов – с СКП не хуже ±1 мм. Все измерения выполняются с учетом поправок за центровку и редукцию.

#### **3.1.1.2. Привязка к государственным геодезическим пунктам**

Созданная опорная сеть жестко привязывается не менее чем к 3 пунктам Государственной геодезической сети (ГГС) 3-4 класса точности. Это обеспечивает:

* Приведение координат и высот к единой государственной системе координат (СК-2011) и Балтийской системе высот 1977 года.
* Легализацию геодезических работ и их соответствие требованиям законодательства.
* Возможность интеграции с данными других изысканий и инфраструктурных объектов.

Привязка выполняется методами спутниковых определений (GNSS) в статическом режиме с одновременными наблюдениями на пунктах ГГС и вновь созданных пунктах опорной сети.

#### **3.1.1.3. Разбивка основных осей мостового перехода**

На основе проекта производится вынос в натуру и закрепление главных осей сооружения:

* **Продольная ось моста:** Определяется и закрепляется створами или координатами на обоих берегах.
* **Оси промежуточных опор и устоев:** Точки пересечения осей опор с осью моста выносятся с точностью ±3 мм. Закрепление производится с помощью стальных шпилек, кернения на бетонных монолитах или специальных инвентарных знаков.
* **Контроль:** Положение всех вынесенных точек контролируется многократными измерениями углов и линий.

#### **3.1.1.4. Создание планово-высотного обоснования**

Для непосредственного обеспечения геодезических работ на рабочих местах создается сеть съемочного обоснования. Это система точек (тахеометрических ходов, полигонометрии 4-го класса), с которых будет производиться съемка, разбивка и контроль. Пункты обоснования располагаются с учетом удобства работы и прямой видимости на объекты, их плотность обеспечивает выполнение работ без накопления ошибок.

### **3.1.2. ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ**

Изыскания направлены на получение актуальной и точной информации о рельефе и ситуации местности для проектирования и строительства.

#### **3.1.2.1. Топографическая съемка территории**

Выполняется крупномасштабная съемка (масштаб 1:500) всей полосы отвода, включая подходы к мосту, зоны будущих временных сооружений и карьеров.

* **Метод:** Комбинированный – аэрофотосъемка с БПЛА (для охвата больших площадей) с последующей наземной тахеометрической съемкой для детализации подземных коммуникаций, крутых склонов и других сложных участков.
* **Оборудование:** БПЛА с камерой высокого разрешения (20+ Мп), RTK-модулем для точной геопривязки; роботизированные тахеометры.
* **Точность:** Плановое положение контуров и характерных точек рельефа – не менее 0.2 м на открытой местности; высотная точность – 0.1 м.

#### **3.1.2.2. Нивелирование береговой полосы**

Выполняется высокоточное нивелирование для проектирования устоев, подпорных стенок и подходов.

* **Метод:** Геометрическое нивелирование I и II класса.
* **Плотность:** Создается сеть высотных пикетов с шагом 10-20 м вдоль береговой линии и по створам будущих сооружений.
* **Связь с речным режимом:** Все реперы и пикеты привязываются к уровню воды в реке (нулю графика поста) для учета колебаний уровня.

#### **3.1.2.3. Батиметрическая съемка дна реки**

Критически важный вид работ для проектирования опор в русловой части.

* **Метод:** Гидрографическая съемка с использованием многолучевого эхолота (MBES) или однолучевого эхолота с высокой частотой излучения, совмещенного с GNSS-приемником в режиме RTK для мгновенного определения координат и глубин.
* **Плотность съемки:** Густая сетка галсов (маршрутов движения судна) с перекрытием 20-30% для полного покрытия дна.
* **Результат:** Цифровая модель рельефа дна (ЦМР) с точностью по глубине ±0.1 м и плановой точностью ±0.2 м. Выявление локальных неровностей, скальных выходов, затонувших объектов.

#### **3.1.2.4. Мониторинг деформаций берегов**

Ввиду сложного рельефа и возможной неустойчивости берегов организуется систематическое наблюдение.

* **Метод:** Установка марок-реперов на бровках и склонах берегов. Их положение контролируется методами высокоточного GNSS-наблюдения (статический метод) или электронного тахеометра с периодичностью 1 раз в месяц, а также после паводков и значительных осадков.
* **Цель:** Своевременное выявление оползневых процессов и смещений, опасных для строительства.

### **3.1.3. ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА**

Непрерывный операционный контроль на всех стадиях возведения подземной и надземной частей опор.

#### **3.1.3.1. Разбивка осей опор и устоев**

Детальная разбивка геометрических осей каждого фундамента и тела опоры.

* **Процесс:** От основных осей моста с помощью тахеометра или GNSS-оборудования выносятся и закрепляются на обноске или монтажном горизонте оси всех конструктивных элементов (стен кессона, граней опоры и т.д.).
* **Точность:** Относительное плановое положение разбивочных элементов ±3 мм.

#### **3.1.3.2. Контроль положения кессонов и шпунта**

При погружении кессонов и шпунтового ограждения котлованов ведется постоянный контроль их вертикальности и проектного положения.

* **Метод:** Использование двух высокоточных тахеометров, расположенных под прямым углом, для измерения смещений верха конструкции от вертикали. Дополнительно применяются гидростатические или инклинометрические системы для независимого контроля.
* **Периодичность:** Контроль на каждом метре погружения.

#### **3.1.3.3. Геодезический контроль бетонирования опор**

При возведении монолитных железобетонных опор производится:

* **Контроль опалубки:** Проверка правильности установки опалубки по осям, высотным отметкам верха бетонирования и вертикальности.
* **Контроль тела опоры:** Исполнительная съемка готовой опоры для подтверждения соответствия ее геометрических параметров проектным значениям.

#### **3.1.3.4. Вынос высотных отметок на опоры**

На смонтированные опоры передаются высотные отметки, которые служат основой для монтажа пролетных строений.

* **Метод:** Геометрическое нивелирование I класса от ближайших реперов высотного обоснования.
* **Закрепление:** На каждой опоре фиксируется не менее двух реперных марок (на противоположных гранях) для взаимного контроля и обеспечения надежности.

### **3.1.4. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ МОНТАЖА ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ**

Наиболее ответственный этап, определяющий итоговое геометрическое положение сооружения.

#### **3.1.4.1. Контроль положения монтажных элементов**

Пооперационный контроль положения каждого монтируемого блока (сегмента "коробки" или фермы) до его окончательного закрепления.

* **Метод:** Использование роботизированных тахеометров, которые по заранее заданным 3D-координатам контролируют положение монтажных петель, граней и отверстий элемента в реальном времени. Данные передаются прорабу и монтажникам на планшет.
* **Точность:** ±2 мм от проектного положения.

#### **3.1.4.2. Выверка монтажа пролетных строений**

Контроль геометрии собранного пролетного строения в целом.

* **Параметры контроля:** Отметки по осям опор, отметки в середине пролета, стрела подъема (или провиса), положение в плане (отклонение от прямой или кривой).
* **Метод:** Нивелирование высокого точности по заранее намеченным точкам на конструкции. Плановый контроль – тахеометрическая съемка или GNSS-метод.

#### **3.1.4.3. Контроль деформаций конструкций**

На время монтажа и после его завершения устанавливаются системы мониторинга для контроля возможных деформаций (прогибов, закручивания, температурных перемещений).

* **Оборудование:** Устанавливаются автоматизированные тахеометры (роботы), либо системы, основанные на волоконно-оптических датчиках или спутниковых приемниках, передающие данные в режиме 24/7.

#### **3.1.4.4. Исполнительная геодезическая съемка**

После завершения монтажа всех элементов пролетного строения выполняется полная исполнительная съемка.

* **Цель:** Фиксация фактического положения всех элементов конструкции и создание "цифрового двойника" сооружения.
* **Результат:** Исполнительные чертежи и 3D-модель, которые являются основанием для сдачи объекта в эксплуатацию.

### **3.1.5. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ**

#### **3.1.5.1. Используемое геодезическое оборудование**

* **Спутниковые GNSS-системы:** 4-х частотные приемники (GPS/GLONASS/Galileo/BeiDou) для построения опорных сетей (в статическом режиме) и выполнения разбивочных работ (в режиме RTK). Пример: Leica GS18 T, Trimble R12i.
* **Электронные тахеометры:** Роботизированные модели с автоматическим поиском и слежением за целью, безотражательным режимом. Пример: Leica TS60, Trimble S9.
* **Цифровые нивелиры:** Высокоточные нивелиры с штрих-кодными рейками. Пример: Leica DNA03, Sokkia SDL30.
* **Гидроакустическое оборудование:** Многолучевой эхолот для батиметрии.
* **Беспилотные летательные аппараты (БПЛА):** Квадрокоптеры или самолетного типа с камерами высокого разрешения и LiDAR-сканерами для топосъемки и мониторинга объемов.

#### **3.1.5.2. Методы и технологии измерений**

* **Спутниковые методы:** Статический, Fast-Static, RTK, PPK (Пост-обработочная кинематика).
* **Трилатерация и полигонометрия:** Для построения плановых сетей.
* **Геометрическое и тригонометрическое нивелирование.**
* **3D-сканирование:** Для сложных архитектурных элементов и исполнительной документации.

#### **3.1.5.3. Системы спутникового позиционирования**

Используется комбинированная система GNSS для повышения надежности и точности за счет увеличения количества видимых спутников. Обязательное использование поправок от сетевых RTK-решений (через VRS-сеть) или собственной базовой станции проекта.

#### **3.1.5.4. Программное обеспечение обработки данных**

* **Для обработки GNSS-измерений:** Leica Geo Office, Trimble Business Center.
* **Для обработки тахеометрических данных и нивелирования:** CREDO, АВТОКАД/CREDO.
* **Для обработки данных БПЛА:** Pix4Dmapper, Agisoft Metashape.
* **Для управления строительством:** \*Специализированные BIM-платформы (например, Autodesk BIM 360), куда интегрируются геодезические данные.\*

### **3.1.6. ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ**

#### **3.1.6.1. Структура геодезической службы**

Геодезическая служба представляет собой отдел в составе Общестроительного Управления (ОСУ) проекта. Возглавляет службу **Главный геодезист проекта**. В подчинении находятся:

* **Старшие инженеры-геодезисты (2 чел.):** Ответственные за подготовительный этап, изыскания и общее методическое руководство.
* **Инженеры-геодезисты (6 чел.):** Закреплены за конкретными зонами (русловые опоры, береговые опоры, монтаж пролетных строений).
* **Техники-геодезисты (12 чел.):** Вспомогательный персонал для выполнения измерений и обеспечения работы.

#### **3.1.6.2. График работ и сменность**

Работы ведутся в 2 смены, в соответствии с общим графиком строительства. На критических этапах (монтаж опор, пролетных строений) организуется круглосуточное геодезическое дежурство.

#### **3.1.6.3. Документирование и отчетность**

Ведется в строгом соответствии с требованиями ГОСТ Р 51872-2019 "Исполнительная производственная документация...". По каждому виду работ формируется:

* **Журналы работ** (разбивочных, нивелирования, контроля).
* **Исполнительные схемы и чертежи.**
* **Акты на скрытые работы.**
* **Ежедекадные отчеты** для руководства проекта о соответствии строительства проектным параметрам.

#### **3.1.6.4. Взаимодействие с производственными бригадами**

Каждой из 60+ производственных бригад назначается курирующий инженер-геодезист. Взаимодействие строится по схеме: **"Заявка от прораба -> Выполнение разбивки/контроля -> Подписание акта/схемы"**. Используется система оперативной радиосвязи и мессенджеров для координации. Все разбивочные данные передаются прорабу в виде эскизов и цифровых моделей на планшетах.

**Заключение**  
Предложенный комплекс инженерно-геодезических работ, основанный на современных технологиях и строгой организации, является гарантией точного соответствия возводимого мостового перехода проектным решениям, что в конечном итоге определяет его долговечность, надежность и безопасность эксплуатации.

## ****3.2. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ****

### **3.2.1. ПРОГРАММА И ОБЪЕМ ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ РАБОТ**

#### **3.2.1.1. Цели и задачи инженерно-геологических изысканий**

Основной целью инженерно-геологических изысканий является получение комплексной и достоверной информации о геологическом строении, гидрогеологических, мерзлотных и инженерно-геологических условиях площадки строительства железнодорожно-автомобильного моста через р. Лена для разработки технически и экономически обоснованных проектных решений, обеспечивающих надежность и долговечность сооружения.

**Задачи изысканий:**

1. Выявление пространственной изменчивости геологического строения района в пределах мостового перехода.
2. Определение литологического состава, условий залегания и мощности инженерно-геологических элементов (ИГЭ).
3. Изучение физико-механических и фильтрационных свойств грунтов в талом и мерзлом состоянии.
4. Исследование криогенного строения толщи, определение глубины сезонного протаивания/промерзания (СП/СПП), характеристик многолетнемерзлых грунтов (ММГ) и подземных льдов.
5. Изучение гидрогеологического режима, химического состава и агрессивности подземных и поверхностных вод к материалам фундаментов и конструкций.
6. Выявление и оценка развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов (термоэрозия, термокарст, солифлюкция, оползневые явления, подмыв берегов, сейсмические воздействия).
7. Проведение сейсмического микрорайонирования для уточнения балльности площадки.
8. Разработка прогноза изменения инженерно-геологических условий в период строительства и эксплуатации объекта.
9. Формирование рекомендаций по проектированию оснований и фундаментов, инженерной защите территории и организации мониторинга.

#### **3.2.1.2. Нормативная база и технические требования**

Работы выполняются в строгом соответствии с требованиями следующих основных нормативных документов:

* СП 47.13330.2016 "Инженерные изыскания для строительства. Основные положения".
* СП 11-105-97 "Инженерно-геологические изыскания для строительства" (части I-V).
* ГОСТ 20522-2012 "Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний".
* ГОСТ 25100-2020 "Грунты. Классификация".
* СП 116.13330.2012 "Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов".
* СП 14.13330.2018 "Строительство в сейсмических районах".
* Рекомендации по изысканиям и проектированию оснований и фундаментов зданий и сооружений на вечномерзлых грунтах.

Технические требования предусматривают обеспечение необходимой детализации условий строительства, достоверности определения расчетных характеристик грунтов с заданной вероятностью и учетом сейсмических воздействий 6-7 баллов.

#### **3.2.1.3. Объем и методы изыскательских работ**

Для достижения поставленных целей запланирован комплексный объем работ, включающий:

* **Полевые работы:** Буровые, геофизические, опытно-фильтрационные работы, полевые испытания грунтов.
* **Лабораторные работы:** Исследование физико-механических, химических и коррозионных свойств грунтов и вод.
* **Камеральная обработка:** Систематизация, анализ данных, прогнозные расчеты, составление отчетной документации.

**Методы работ:**

* Бурение инженерно-геологических скважин колонковым и шнековым способами с отбором монолитов грунта.
* Статическое и динамическое зондирование.
* Штамповые испытания для определения деформационных характеристик.
* Геофизические методы (сейсморазведка, электроразведка) для прослеживания кровли ММГ, выявления тектонических нарушений и зон разуплотнения.
* Стационарные наблюдения за температурой ММГ и уровнем подземных вод.
* Комплексные лабораторные испытания.

#### **3.2.1.4. Сроки проведения изысканий**

Учитывая суровые климатические условия и сезонные особенности р. Лена (ледостав, ледоход, паводок), изыскания планируется проводить в два этапа:

1. **Зимний этап (декабрь - март):** Бурение скважин с поверхности льда, геофизические исследования, статическое зондирование. Это позволяет получить доступ к русловой части реки.
2. **Летний этап (июнь - сентябрь):** Бурение скважин на береговых участках, детальные исследования береговой линии, наблюдения за гидрологическим режимом, отбор проб воды и грунта.

Общая продолжительность полевого этапа – 6 месяцев. Камеральная обработка и составление отчета – 2 месяца.

### **3.2.2. ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

#### **3.2.2.1. Бурение инженерно-геологических скважин**

Запланировано бурение 48 инженерно-геологических скважин по створу моста и на участках подходов и устоев. Буровые работы являются основным методом изучения геологического разреза.

**Технология бурения:**

* На береговых участках и в зоне переменного уровня воды – бурение установками УГБ-50М на базе автомобиля ЗИЛ-131 с применением колонкового способа (твердосплавные коронки) и промывкой технической водой или буровым раствором.
* В русловой части со льда (в зимний период) – бурение установками МБУ-ГНБ на гусеничном ходу с использованием термостабилизированных промывочных жидкостей для предотвращения протаивания мерзлых грунтов в стенках скважины.
* Глубина скважин: от 25 м на береговых участках до 60 м в русловой части, с целью вскрытия подошвы многолетнемерзлых грунтов и погружения в надежный скальный или крупнообломочный массив не менее чем на 10 м.

**Обеспечение сохранности структуры грунта:**

* Отбор монолитов ненарушенного сложения из талых и мерзлых грунтов производится с помощью пробоотборников Джумаева, ТР-4М (для мерзлых грунтов) и Shelby tubes.
* Для предотвращения оттаивания мерзлых образцов используется термоконтейнеры с хладагентами.

**ТАБЛИЦА 3.2.1: Программа бурения скважин**

| Номер скважины | Местоположение | Глубина, м | Назначение | Сроки |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| СКВ-1 - СКВ-8 | Левый берег | 25-30 | Изучение берегового массива, оползневой опасности | Июнь-Июль |
| СКВ-9 - СКВ-20 | Левая пойма | 35-40 | Изучение пойменных отложений, кровли ММГ | Декабрь-Февраль |
| СКВ-21 - СКВ-28 | Русло реки | 55-60 | Изучение глубоких слоев, несущих пластов под опоры | Декабрь-Февраль |
| СКВ-29 - СКВ-40 | Правая пойма | 35-40 | Изучение пойменных отложений, кровли ММГ | Декабрь-Февраль |
| СКВ-41 - СКВ-48 | Правый берег | 25-30 | Изучение берегового массива, сейсмических свойств | Июнь-Июль |

#### **3.2.2.2. Штамповые испытания грунтов**

Запланировано проведение 10 штамповых испытаний для непосредственного определения модуля деформации (E) грунтов в естественном залегании. Испытания проводятся в шурфах глубиной до 3-5 м на береговых участках и в донных грунтах (со льда в зимний период) с использованием штампов площадью 5000 см² и 10000 см².

**Оборудование:** Гидравлические домкраты ДГ-150, измерительные системы на базе тензодатчиков и прогибомеров.  
**Цель:** Получение достоверных деформационных характеристик для расчета осадок фундаментов опор моста.

#### **3.2.2.3. Статическое и динамическое зондирование**

Запланировано 20 точек статического зондирования (СЗ) для оперативного и детального расчленения разреза, оценки однородности грунтов и получения косвенных данных о их физико-механических свойствах.

**Оборудование:** Установка статического зондирования С-979 на автомобильном шасси.  
**Параметры:** Глубина зондирования до 20 м. Измерение сопротивления грунта под наконечником (qc) и по муфте трения (fs).  
**Динамическое зондирование** будет применяться локально для оценки плотности песчаных отложений в зоне подходов.

#### **3.2.2.4. Полевые методы определения характеристик грунтов**

* **Испытания на прессиометр** в скважинах для определения деформационных свойств на глубине.
* **Срез целиков грунта в шурфах** для определения угла внутреннего трения и сцепления.
* **Полевые определения фильтрационных коэффициентов** методом налива воды в шурфы и откачек из опытных скважин.

#### **3.2.2.5. Геофизические исследования**

Геофизические работы на площади 50 га являются ключевыми для межскважинной интерполяции и выявления неоднородностей.

* **Сейсморазведка** методом преломленных волн (МПВ) и многоканальным анализом поверхностных волн (MASW) для построения скоростных моделей разреза, картирования кровли коренных пород и выделения зон с пониженной прочностью.
* **Электроразведка** методом сопротивлений и вызванной поляризации (ВП) для прослеживания границ вечномерзлых грунтов, выявления таликов и зон повышенной обводненности.
* **Георадарное профилирование** для детального изучения верхней части разреза (до 10-15 м), выявления ледяных жил и линз.

### **3.2.3. ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГРУНТОВ**

#### **3.2.3.1. Отбор и консервация образцов грунта**

Отобрано и направлено в аккредитованную лабораторию более 250 монолитов грунта ненарушенного сложения. Мерзлые образцы транспортируются в рефрижераторах при температуре не выше -10°C. Талые образцы консервируются парафинированием. Ведется журнал отбора проб с указанием глубины, даты и условий.

#### **3.2.3.2. Определение физических свойств грунтов**

Проводится не менее 200 определений по стандартным методикам:

* Для дисперсных грунтов: влажность, плотность, границы текучести и раскатывания, гранулометрический состав.
* Для мерзлых грунтов: общая влажность, льдистость, относительная льдистость по массе и объему.

#### **3.2.3.3. Определение механических свойств грунтов**

Испытания проводятся на приборах одноосного и трехосного сжатия, сдвижных приборах.

* **Для талых грунтов:** Удельное сцепление (C), угол внутреннего трения (φ), модуль деформации (E), коэффициент Пуассона.
* **Для мерзлых грунтов:** Прочность на одноосное сжатие в мерзлом состоянии, длинная прочность (ползучесть) при различных температурах (-2°C, -5°C, -10°C). Это критически важно для прогноза поведения мерзлых оснований при оттаивании.

#### **3.2.3.4. Химический анализ грунтов и вод**

* **Анализ грунтов:** Определение содержания легко- и среднерастворимых солей, органического вещества, pH.
* **Анализ вод (подземных и речных):** Определение pH, минерализации, содержания агрессивных компонентов: ионов SO₄²⁻ (сульфатная агрессия), Mg²⁺ (магнезиальная), CO₂ (углекислотная), pH (кислотность). Оценка агрессивности к бетону и металлам по ГОСТ 9.602-2016.

### **3.2.4. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

#### **3.2.4.1. Изучение режима подземных вод**

В 5 пьезометрических скважинах, оборудованных фильтрами на разных горизонтах, устанавливаются датчики автоматического мониторинга уровня и температуры воды. Проводятся замеры в период полевых работ для построения карт гидроизогипс и оценки гидравлической связи подземных вод с р. Лена.

#### **3.2.4.2. Оценка агрессивности подземных вод**

Проводится на основе химического анализа (п. 3.2.3.4). Устанавливается, что воды обладают слабощелочной средой и умеренной сульфатной агрессией, что требует применения сульфатостойкого цемента марки ПЦ 500-Д0-Н.

#### **3.2.4.3. Исследование фильтрационных свойств грунтов**

Определяется коэффициент фильтрации (Kf) песчаных и супесчаных отложений лабораторным (прибор Каменского) и полевым методами (откачки, наливы). Полученные данные необходимы для расчета фильтрации под сооружением и оценки суффозионной опасности.

#### **3.2.4.4. Прогноз изменения гидрогеологических условий**

Прогнозируется подпор грунтовых вод в береговых массивах после возведения опор моста и изменения русла, а также возможное увеличение агрессивности вод в зоне строительства.

### **3.2.5. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕРЗЛОТНЫХ УСЛОВИЙ**

#### **3.2.5.1. Изучение криогенного строения толщи**

Проводится по керну буровых скважин и данным георадара. Выявляются сильнольдистые грунты с текстурной (решетчатой) и слоистой криотекстурой, а также массивно-ледяные включения (линзы, жилы). Составляются криогенно-литологические колонки.

#### **3.2.5.2. Определение температуры многолетнемерзлых грунтов**

В 10 скважинах на разных геоморфологических элементах устанавливаются термометрические трубки с датчиками (логгерами) для круглогодичного мониторинга температуры ММГ на разных глубинах. Установлено, что среднегодовая температура ММГ составляет от -1.5°C до -3.5°C.

#### **3.2.5.3. Оценка опасности криогенных процессов**

Дана оценка развития:

* **Термокарста:** Высокий риск в зонах распространения залежных льдов.
* **Термоэрозии:** Высокий риск на береговых склонах, сложенных льдистыми грунтами.
* **Пучения:** Актуально для сезонно-талого слоя в зимний период.

#### **3.2.5.4. Прогноз изменения мерзлотных условий**

На основе математического моделирования (с использованием программного комплекса "Frost") прогнозируется деградация ММГ под тепловым влиянием сооружения (эффект "тепловой тени") и изменение глубины СТС. Даются рекомендации по устройству термостабилизирующих устройств (сезонно-действующих охлаждающих устройств - СДОУ).

### **3.2.6. ОЦЕНКА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ**

#### **3.2.6.1. Опасные геологические процессы**

Выявлены и оценены:

* **Подмыв берегов:** Интенсивность до 1-2 м/год на отдельных участках.
* **Оползневые явления:** На левом берегу выявлен оползень-оплывина.
* **Криогенные процессы:** См. п. 3.2.5.3.
* **Сейсмичность:** Площадка относится к 7-балльной зоне по MSK-64.

#### **3.2.6.2. Оценка устойчивости берегов**

Проведен расчет устойчивости береговых откосов в естественном состоянии и при возможном подпоре воды. Рекомендовано укрепление берегов габионами и шпунтовым ограждением на критических участках.

#### **3.2.6.3. Сейсмическое микрорайонирование**

На основе сейсмоакустических исследований и анализа грунтовых условий выполнено сейсмическое микрорайонирование. Установлено, что в связи с наличием рыхлых обводненных отложений в пойме реки, сейсмический эффект может быть усилен на 0.5 балла. Для данных участков при проектировании необходимо учитывать сейсмические воздействия, эквивалентные 7.5 баллам.

##### **3.2.6.4. Рекомендации по инженерной защите**

* Применение свайных фундаментов, заглубленных в скальный массив, с обустройством вентилируемого подполья для сохранения ММГ.
* Устройство противофильтрационных завес для регулирования фильтрационного режима.
* Берегоукрепительные мероприятия.
* Организация системы мониторинга за деформациями сооружения и температурным режимом ММГ.

### **3.2.7. КАМЕРАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА И ОТЧЕТНОСТЬ**

#### **3.2.7.1. Систематизация и анализ полученных данных**

Все полученные данные систематизируются в специализированном ПО (например, CREDO). Проводится статистическая обработка характеристик грунтов по ГОСТ 20522-2012 с определением нормативных и расчетных значений.

#### **3.2.7.2. Построение инженерно-геологических разрезов**

Строятся детальные инженерно-геологические разрезы по створу моста и на подходах, на которые наносятся данные о lithology, свойствах грунтов, уровне подземных вод, температурном поле ММГ.

#### **3.2.7.3. Составление технического отчета**

Составляется технический отчет в 3-х томах, соответствующий требованиям СП 47.13330.2016 и включающий все разделы, графические приложения и результаты испытаний.

#### **3.2.7.4. Рекомендации для проектирования**

Сформулированы основные рекомендации:

1. **Тип фундаментов:** Рекомендованы буронабивные сваи большого диаметра с заглублением в коренные породы не менее чем на 8 м.
2. **Принцип использования ММГ:** Рекомендован **I принцип** (сохранение ММГ в основании в мерзлом состоянии) для русловых опор с применением СДОУ. Для береговых опор возможен **II принцип** (предстроительное оттаивание или допущение оттаивания в период эксплуатации с учетом потери прочности).
3. **Расчетные характеристики:** Предоставлены таблицы нормативных и расчетных значений прочностных и деформационных характеристик для всех ИГЭ.
4. **Коэффициенты условий работы:** Учтены коэффициенты, учитывающие работу грунтов в условиях вечной мерзлоты и сейсмических воздействий.
5. **Необходимость мониторинга:** Обязательная организация геотехнического мониторинга на всех этапах строительства и эксплуатации.

## **3.3. ПОДГОТОВКА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ**

Подготовка строительной площадки для возведения железнодорожно-автомобильного моста через реку Лена является комплексной и критически важной задачей, определяющей успех всего проекта. Специфика удаленной местности, сложный рельеф, наличие вечномерзлых грунтов (ВМГ) и строгие экологические требования обуславливают необходимость применения специальных технологий и тщательной организации работ. Общая площадь подготовки составляет ~50 га на обоих берегах реки. Подготовительные работы запланированы на 4 месяца (с 1 июня по 30 сентября 2024 года) для использования наиболее благоприятного летне-осеннего периода. Общий объем земляных работ на этапе подготовки оценивается в 150 000 м³.

### **3.3.1. ОБЩАЯ ПОДГОТОВКА ТЕРРИТОРИИ**

Общая подготовка территории является первым этапом, направленным на создание безопасных и организованных условий для последующих работ. Она включает освобождение территории от мешающей растительности и сооружений, ее предварительную планировку и обозначение границ.

#### **3.3.1.1. Расчистка и планировка территории**

Работы по расчистке и планировке территории проводятся в границах стройгенплана. На начальном этапе выполняется геодезическая разбивка границ площадки, зон работ и трасс временных коммуникаций. Расчистка включает удаление кустарника, валунов и мусора. Для этого применяется бульдозерное звено в составе: бульдозеры Caterpillar D6R (2 ед.) и колесные погрузчики Volvo L150 (2 ед.). Собранная древесно-кустарниковая растительность и мелкие камни складируются во временные отвалы для последующего использования (биотермические клетки для укрепления откосов) или утилизации. Предварительная планировка выполняется бульдозерами для обеспечения базового уровня поверхности с заданными уклонами для организации стока. Общий объем работ по расчистке и предварительной планировке составляет 50 га.

#### **3.3.1.2. Снос существующих сооружений (при наличии)**

В границах отвода в районе подхода мостовых переходов и зон размещения временной инфраструктуры идентифицировано 3 неэксплуатируемых объекта (заброшенные склады времен советской геологоразведки). Снос будет производиться с применением гидромолота, установленного на экскаватор-разрушитель Volvo EC350E. Все материалы сноса (железобетон, металлоконструкции, кирпич) подлежат сортировке. Железобетонные обломки дробятся в щебень фракции 20-40 мм с помощью мобильной дробильной установки Metso Lokotrack LT106 для последующего использования в отсыпке временных дорог. Металлолом прессуется и вывозится для утилизации. Объем работ по сносу: 1200 м³ строительных конструкций.

#### **3.3.1.3. Вырубка леса и корчевка пней**

Территория частично покрыта лиственничным редколесьем. Лесосечные работы выполняются в соответствии с порубочным билетом. Валка деревьев производится валочно-пакетирующими машинами John Deere 753J. Трелевка хлыстов к верхним складам осуществляется колесными трелевочными тракторами. Деловая древесина складируется и вывозится для использования в проекте (изготовление опалубки, временных сооружений) или реализации. Корчевка пней производится корчевателями-собирателями на базе бульдозеров Cat D8T. Пни и порубочные остатки измельчаются мульчером Seppi M для получения технической щепы, которая будет использована для укрепления грунтов на временных проездах в период распутицы. Площадь вырубки: 15 га. Объем заготовленной древесины: 4500 м³.

#### **3.3.1.4. Устройство временных ограждений и знаков**

По периметру строительной площадки и вокруг особо опасных зон (котлованы, складирование материалов) устанавливается временное ограждение. Применяется инвентарное модульное ограждение типа "Гит" из сварных металлических панелей высотой 2,0 м с сигнальной окраской. На участках, прилегающих к линии существующих дорог, устанавливается ограждение из бетонных барьерных блоков. Въезды и выезды оборудуются шлагбаумами, КПП и знаками 3.1 "Въезд запрещен", 3.2 "Движение запрещено", 5.21 "Жилая зона". Устанавливаются информационные щиты с данными об объекте, заказчике, подрядчике и контактными телефонами. Общая протяженность ограждения: 5000 м.

### **3.3.2. ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПЛАНИРОВКА**

Вертикальная планировка направлена на создание проектных отметок поверхности, обеспечивающих нормальную эксплуатацию объектов, безопасное движение техники и организацию поверхностного стока.

#### **3.3.2.1. Срезка и подсыпка грунта**

Работы выполняются на основе картограммы земляных масс. На участках с превышающими отметками производится срезка растительного грунта (см. п. 3.3.5.1) и последующая разработка мерзлых или талых грунтов. Разработка талых грунтов ведется экскаваторами-планировщиками Hitachi ZX350 с объемом ковша 1,8 м³ с погрузкой в самосвалы Howo 371. Разработка мерзлых грунтов (на глубину до 1,5 м) осуществляется рыхлителями на базе bulldozer'а Cat D9T. Подсыпка грунта в проектные отметки выполняется послойно (толщина слоя 0,3-0,5 м) с разравниванием бульдозерами и уплотнением грунтовыми катками. Общий объем срезки грунта: 90 000 м³. Общий объем подсыпки: 60 000 м³.

#### **3.3.2.2. Устройство постоянных и временных откосов**

Откосы выемок и насыпей устраиваются с крутизной, предусмотренной проектом, с учетом мерзлотных условий. Для постоянных откосов устоев моста и подходных эстакад крутизна составляет 1:1,5. Для временных откосов котлованов и насыпей – 1:1. Укрепление откосов производится путем посева многолетних трав по георешетке (постоянные) или укладки железобетонных плит (временные, в зонах интенсивной эрозии). Для предотвращения термокарста на откосах из сильнольдистых мерзлых грунтов применяется термоизоляция из пенополистирольных плит толщиной 100 мм с защитным слоем из геотекстиля и камня.

#### **3.3.2.3. Планировка площадок под объекты инфраструктуры**

Площадки под АБК, склады, производственные базы планируются с устройством грунтовой подушки толщиной 0,8 м из песчано-гравийной смеси (ПГС) с послойным уплотнением. Уклоны площадок назначаются 5-10‰ в сторону проектируемых ливневых лотков. Площадки для монтажа кранов и складирования тяжелых конструкций (см. п. 3.3.4.3, 3.3.4.4) планируются с особыми требованиями к несущей способности основания.

#### **3.3.2.4. Организация поверхностного стока вод**

Для отвода атмосферных осадков устраивается система временного поверхностного водоотвода: нагорные канавы выше площадки для перехвата воды, водоотводные канавы по периметру площадок и водосборные лотки вдоль дорог. Лотки выполняются из сборных железобетонных элементов или отсыпаются из щебня. Вода отводится в отстойники-септики, где проходит очистку перед сбросом в естественные водоемы. Общая протяженность временных канав и лотков: 12 000 м.

### **3.3.3. ИНЖЕНЕРНАЯ ПОДГОТОВКА ГРУНТОВ**

Инженерная подготовка грунтов направлена на придание основаниям необходимых прочностных и деформационных характеристик, особенно в сложных мерзлотных условиях.

#### **3.3.3.1. Уплотнение грунтов в зонах строительства**

Уплотнение грунтов является ключевой операцией. Применяется послойное уплотнение грунтовыми виброкатками Bomag BW213 (4 ед.) и гладковальцовыми катками. Контроль плотности ведется динамическим плотномером каждые 200 м². Требуемый коэффициент уплотнения для оснований под фундаменты – 0,98, под дороги – 0,95. В зимних условиях применяется подсыпка из непромерзающих материалов (ПГС) с противоморозными добавками (хлорид кальция).

#### **3.3.3.2. Устройство грунтовых подушек**

Грунтовые подушки устраиваются под все капитальные и временные сооружения. Толщина подушки варьируется от 0,5 м (под временные здания) до 1,5 м (под опоры кранов, тяжелые конструкции). Материал – песок средней крупности или обогащенная ПГС. Уплотнение ведется послойно, толщина уплотняемого слоя 0,3 м. Общий объем устройства грунтовых подушек: 40 000 м³.

#### **3.3.3.3. Мероприятия по стабилизации вечномерзлых грунтов**

Принято решение о сохранении ВМГ в мерзлом состоянии в течение всего срока эксплуатации для обеспечения стабильности оснований. Для этого применяются следующие мероприятия:

* **Создание сезонно-действующего охлаждающего слоя (СДОС):** Устройство насыпей из каменных материалов крупных фракций (галька, щебень 40-70 мм) толщиной 1,5-2,0 м. Такая насыпь работает как теплоизолятор зимой и предотвращает прогрев летом за счет конвекции.
* **Термостабилизаторы (теплосифоны):** Устанавливаются в основаниях опор моста и критически важных сооружений. Это герметичные трубы, заполненные хладагентом, которые отводят тепло из грунта в холодный период, предотвращая оттаивание.
* **Теплоизоляция:** Укладка экструдированного пенополистирола (XPS) толщиной 100-150 мм под фундаментными плитами и под насыпями подходов к мосту для уменьшения теплового потока в массив ВМГ.

#### **3.3.3.4. Дренирование переувлажненных участков**

На участках выхода верховодки и в зонах сезонного протаивания устраивается закрытый дренаж. Применяются дренажные трубы диаметром 200 мм в оболочке из геотекстиля, укладываемые в траншеи на глубину 1,8-2,0 м с обратной засыпкой щебнем. Дрены соединяются с коллекторами и отводят воду в водосборные колодцы. Протяженность временной дренажной сети: 3500 м.

### **3.3.4. ПОДГОТОВКА ЗОН РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ**

Подготовка специализированных зон осуществляется в соответствии со стройгенпланом, обеспечивая логистическую эффективность и соблюдение норм технологического проектирования.

#### **3.3.4.1. Площадки под административно-бытовой комплекс**

Под АБК отводится участок площадью 1,5 га на левом берегу, вблизи основного въезда. Площадка планируется с подсыпкой ПГС толщиной 0,8 м и уплотнением. Устраивается сборное плитное основание под быстровозводимые модульные здания. Организуются пешеходные дорожки, места для отдыха, площадка для стоянки легкового транспорта. Обеспечивается подключение к временным сетям электроснабжения, водоснабжения и канализации.

#### **3.3.4.2. Зоны складирования материалов и конструкций**

Под зоны складирования отводится 8 га. Площадки делятся на секторы:

* **Сектор металлоконструкций:** Усиленное основание из ж/б плит для хранения балок, элементов пролетных строений.
* **Сектор инертных материалов:** Открытые площадки с твердым покрытием из уплотненного щебня, огражденные бордюрами для предотвращения расползания.
* **Сектор цемента и химии:** Закрытые склады-ангары на подготовленных плитах.
* **Сектор арматуры и проката:** Стеллажные площадки с козырьками.  
  Все площадки имеют подъездные пути для погрузо-разгрузочной техники (мостовые краны, автопогрузчики).

#### **3.3.4.3. Площадки для монтажа и сборки конструкций**

Под монтажные площадки отводится 4 га в непосредственной близости от оси моста. Это зоны для укрупнительной сборки пролетных строений. Основания данных площадок усилены: толщина грунтовой подушки 1,2 м из ПГС, сверху уложена армогеорешетка и слой щебня фракции 20-40 мм толщиной 0,3 м, уплотненный до коэффициента 0,98. Устраиваются фундаменты под монтажные краны грузоподъемностью до 400 т.

#### **3.3.4.4. Участки для размещения тяжелой техники**

Под стоянки и техобслуживание тяжелой техники (экскаваторы, краны, бульдозеры) отводится 3 га. Покрытие – уплотненный щебень фракции 40-70 мм. Устраиваются навесы для проведения ТО, пункт мойки колес, площадки для слива масел и ОЖ (сбор в специальные емкости).

### **3.3.5. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Мероприятия направлены на минимизацию ущерба уникальной экосистеме реки Лена и соблюдение природоохранного законодательства.

#### **3.3.5.1. Снятие и сохранение плодородного слоя почвы**

На всех участках, подлежащих нарушению, производится снятие плодородного слоя почвы (гумусированной супеси) толщиной 0,2-0,3 м. Срезка ведется бульдозерами и скреперами. Снятый грунт складируется в специально отведенных временных кавальерах высотой не более 3 м. Кавальеры засеваются многолетними травами для защиты от эрозии. По окончании строительства грунт будет использован для рекультивации нарушенных земель. Объем снимаемого грунта: 30 000 м³.

#### **3.3.5.2. Устройство временных сооружений для защиты от эрозии**

Для предотвращения водной и ветровой эрозии устраиваются:

* **Вдоль временных откосов и кавальеров:** Укрепление геоматами с немедленным посевом трав.
* **По границам площадок:** Установка снегозадерживающих щитов в зимний период.
* **На участках с неустойчивым грунтом:** Укрытие геотекстилем или мульчирование щепой.

#### **3.3.5.3. Меры по защите водных ресурсов реки Лена**

Устанавливается 50-метровая водоохранная зона, в которой запрещены любые работы, кроме непосредственно связанных с сооружением мостовых переходов. Запрещены мойка техники, заправка, слив любых жидкостей в непосредственной близости от уреза воды. Все стоки с площадки (ливневые, хозяйственно-бытовые) направляются в локальные очистные сооружения (ЛОС) типа "ЮНИЛОС" или в отстойники с боновыми заграждениями. Регулярно проводится мониторинг качества воды выше и ниже по течению от стройплощадки.

#### **3.3.5.4. Организация мест временного хранения отходов**

Создаются специализированные площадки для сбора и временного хранения отходов:

* **Площадка ТКО:** Контейнеры для сбора бытовых отходов.
* **Площадка промышленных отходов:** Отдельные контейнеры для лома черных и цветных металлов, отработанных покрышек, древесных отходов.
* **Площадка опасных отходов:** Герметичные емкости для обтирочных материалов, отработанных масел, аккумуляторов, ламп. Эта площадка имеет твердое покрытие и ограждение.  
  Вывоз отходов осуществляется по графику лицензированными организациями.

### **3.3.6. ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПЛОЩАДКЕ**

Организация безопасности направлена на создание условий для безаварийного ведения работ и оперативной эвакуации в случае чрезвычайной ситуации.

#### **3.3.6.1. Устройство временных дорог и проездов**

Создается кольцевая схема движения для исключения встречных потоков. Устраивается 8 км внутриплощадочных дорог шириной 6 м. Конструкция дороги: срезка растительного грунта -> подстилающий слой из песка 0,3 м -> основание из щебня фракции 40-70 мм толщиной 0,4 м -> покрытие из щебня фракции 20-40 мм толщиной 0,2 м. На крутых поворотах и въездах устраивается асфальтобетонное покрытие. Устанавливаются знаки приоритета, ограничения скорости (20 км/ч), указатели направлений.

#### **3.3.6.2. Организация освещения строительной площадки**

Для работы в темное время суток и в условиях полярной ночи устанавливается система общего освещения. Монтируются 50 инвентарных металлических опор освещения высотой 12 м с прожекторами светодиодными мощностью 400 Вт. Освещенность основных проездов и зон производства работ – не менее 10 лк. Опоры устанавливаются на бетонные фундаменты с учетом ветровых нагрузок. Питание – от передвижных дизельных электростанций и центральной временной электросети.

#### **3.3.6.3. Установка предупреждающих знаков и ограждений**

Помимо периметрального ограждения, устанавливаются локальные ограждения и знаки:

* По границам котлованов и траншей – защитные ограждения высотой 1,1 м.
* В зонах работы кранов – сигнальная оградительная лента.
* Установлены знаки: "Опасная зона", "Проход запрещен", "Работает кран", "Надеть каску".
* Все ограждения и знаки имеют световозвращающую окраску.

#### **3.3.6.4. Создание зон безопасности и эвакуации**

Определены и обозначены зоны безопасности, где запрещено нахождение персонала, не занятого на конкретных работах (например, под грузом, поднимаемым краном). Разработан и вывешен на видных местах план эвакуации при ЧС (пожар, паводок). Определены места сбора людей. Созданы медицинские пункты на обоих берегах, укомплектованные аптечками и средствами для оказания первой помощи.

### **3.3.7. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

Контроль качества обеспечивает соответствие выполненных работ проектным решениям и требованиям нормативных документов.

#### **3.3.7.1. Геодезический контроль планировки**

Геодезический контроль осуществляется на всех этапах. Выполняется:

* Вынос в натуру границ площадки, осей сооружений, проектных отметок.
* Исполнительная съемка планировки (порезельефная съемка) для определения объемов работ и контроля проектных уклонов.
* Мониторинг деформаций откосов и насыпей с помощью тахеометров и GNSS-оборудования.

#### **3.3.7.2. Лабораторный контроль качества грунтов**

Полевая и лабораторная служба проводит:

* Отбор проб грунта для определения гранулометрического состава, влажности, плотности.
* Контроль плотности грунта в насыпях методом режущего кольца или динамическим плотномером.
* Контроль качества применяемых материалов (песок, щебень, ПГС).
* Контроль температуры ВМГ в скважинах-термометрирах.

#### **3.3.7.3. Исполнительная документация**

По окончании каждого вида работ составляются исполнительные схемы, акты на скрытые работы (уплотнение грунта, устройство дренажа), акты испытаний грунтов. Ведется общий журнал работ.

#### **3.3.7.4. Акт приемки подготовленной площадки**

После завершения всех подготовительных работ и устранения выявленных недостатков составляется сводный акт приемки подготовленной строительной площадки. Акт подписывается представителями Заказчика, Генподрядчика и авторского надзора. С момента подписания акта площадка считается готовой к началу основных строительно-монтажных работ.

**ТАБЛИЦА 3.3.1: Объемы подготовительных работ**

| Вид работ | Ед. изм. | Объем | Сроки исполнения | Ответственный |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Расчистка территории | га | 50 | 01.06.24 - 30.06.24 | Начальник участка ПТО |
| Снос сооружений | м³ | 1200 | 05.06.24 - 15.06.24 | Производитель работ (ПРОР) 1 |
| Вырубка леса | га | 15 | 01.06.24 - 25.06.24 | ПРОР 2 |
| Устройство ограждения | м | 5000 | 01.06.24 - 20.06.24 | ПРОР 3 |
| Срезка грунта | м³ | 90 000 | 15.06.24 - 31.08.24 | ПРОР 1, 2 |
| Подсыпка грунта | м³ | 60 000 | 20.06.24 - 20.09.24 | ПРОР 1, 2 |
| Устройство грунтовых подушек | м³ | 40 000 | 01.07.24 - 15.09.24 | ПРОР 4 |
| Устройство временных дорог | км | 8 | 10.06.24 - 10.08.24 | ПРОР 3 |
| Снятие плодородного слоя | м³ | 30 000 | 10.06.24 - 10.07.24 | ПРОР 2 |
| Устройство дренажа | м | 3500 | 01.07.24 - 01.09.24 | ПРОР 4 |

## 3.4. ЛОГИСТИЧЕСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

Логистическая инфраструктура проекта строительства железнодорожно-автомобильного моста через реку Лена представляет собой комплекс взаимосвязанных объектов и систем, обеспечивающих круглогодичное снабжение строительной площадки материальными ресурсами, перемещение техники и персонала в условиях значительной удаленности от основных транспортных узлов и выраженной сезонности. Ее проектирование и функционирование основано на принципах многомодальности, бесперебойности, резервирования и максимального использования благоприятных климатических периодов для накопления ресурсов. Инфраструктура рассчитана на обслуживание контингента численностью до 2000 человек, парка из более чем 100 единиц тяжелой техники и бесперебойную поставку свыше 120 000 м³ бетона.

### **3.4.1. ВРЕМЕННЫЕ АВТОДОРОГИ И ПОДЪЕЗДЫ**

Организация дорожной сети является основой логистики проекта, обеспечивая связь строительной площадки с существующей автомобильной инфраструктурой и внутреннее перемещение грузов и техники. Общая протяженность временных дорог составляет 15 км, из которых 7 км – подъездные пути от магистральной дороги федерального значения, и 8 км – внутриплощадочные дороги и технологические проезды.

#### **3.4.1.1. Схема внутриплощадочных дорог**

Внутриплощадочная дорожная сеть спроектирована по кольцевой схеме с дублирующими съездами, что исключает встречные потоки и минимизирует простои транспорта. Схема включает:

* **Главное технологическое кольцо** шириной 10 м, огибающее основные объекты (склады, монтажные площадки, бетонный узел).
* **Второстепенные радиальные дороги** шириной 6 м, связывающие кольцо с периферийными объектами (пристань, вертолетная площадка, бытовой городок).
* **Тупиковые ответвления** шириной 6 м для подъезда к стационарным объектам (например, к дизельной электростанции).
* **Разворотные площадки** диаметром 25 м на конечных точках тупиковых дорог и с интервалом 300 м на кольцевых маршрутах для маневрирования автопоездов длиной до 20 м.

Все дороги запроектированы с учетом требований СП 34.13330.2021 "Автомобильные дороги". Продольный уклон не превышает 60‰, радиусы закруглений – не менее 20 м. Дороги освещаются в темное время суток с помощью передвижных дизельных прожекторных установок на мачтах высотой 15 м, установленных с шагом 50 м.

#### **3.4.1.2. Устройство временных подъездных путей**

Подъездные пути предназначены для связи строительной площадки с существующей дорожной сетью, расположенной в 100 км. Устройство путей выполнено в две стадии:

1. **Стадия 1 (Нулевой цикл):** Профилирование и укрепление существующего грунтового пути (зимника) с устройством дорожной одежды переходного типа из песчано-гравийной смеси (ПГС) толщиной 30 см.
2. **Стадия 2 (Основной период):** Усиление дорожной одежды до капитального типа. Конструкция включает:
   * Верхний слой: Щебень фракции 20-40 мм, толщина 15 см.
   * Нижний слой: Щебень фракции 40-70 мм, толщина 20 см.
   * Основание: Уплотненный грунт, обработанный вяжущим.

Для отвода поверхностных вод предусмотрены кюветы трапецеидального сечения глубиной 0.5 м и шириной по дну 0.4 м. На участках с высоким уровнем грунтовых вод укладываются дренажные трубы диаметром 200 мм.

#### **3.4.1.3. Строительство зимников и ледовых переправ**

В период с декабря по март эксплуатация грунтовых подъездных путей становится невозможной из-за снежных заносов. Основная логистическая нагрузка переходит на зимники и ледовые переправы.

* **Зимник:** Трасса зимника длиной 95 км проложена по кратчайшему маршруту по льду реки Лена и ее протоков. Толщина льда для безопасного движения контролируется ежедневно и должна составлять не менее 60 см для пропуска автотранспорта грузоподъемностью до 40 тонн. Проезжая часть зимника шириной 15 м обозначена вешками с интервалом 50 м. Скорость движения ограничена 25 км/ч.
* **Ледовая переправа:** Через основное русло реки Лена в районе строительства устраивается ледовая переправа шириной 20 м. Ее устройство начинается при достижении льдом толщины 50 см. Для усиления ледяного покрова производится намораживание воды (заливка) с целью увеличения толщины до 80 см. Расчетная нагрузка на переправе – 70 тонн (многоосные тяжеловозы). Движение осуществляется в одном направлении с диспетчерским регулированием.

#### **3.4.1.4. Организация движения и развязок**

Для управления потоками транспорта внедрена централизованная система диспетчеризации. Все транспортные единицы оснащены ГЛОНАСС-трекерами.

* **Развязки:** На пересечении главного технологического кольца с подъездными путями и дорогами к пристани устроены кольцевые развязки с внешним диаметром 35 м, обеспечивающие беспрепятственное движение.
* **Регулирование:** На ключевых узлах (въезд/выезд, входы на склады, причал) установлены светофоры и посты регулировщиков. В период пиковых нагрузок (с 08:00 до 12:00 и с 14:00 до 18:00) движение грузового транспорта по главному кольцу является приоритетным.
* **Знаки и разметка:** Установлены временные дорожные знаки по ГОСТ Р 52290-2004, нанесена временная разметка термопластиком.

#### **3.4.1.5. Содержание и ремонт дорог**

Содержание дорог осуществляется круглосуточно силами дорожно-ремонтного подразделения, оснащенного автогрейдером, катками, асфальтоукладчиком и погрузчиком.

* **Летний период:** Ежедневная поливка дорог водой для подавления пыли. Ямочный ремонт гравийных покрытий.
* **Зимний период:** Круглосуточная очистка дорог от снега с помощью роторных снегоочистителей. Обработка противогололедными реагентами (техническая соль с песком).
* **Весенне-осенняя распутица:** Ограничение движения для транспорта свыше 10 тонн. Усиление наиболее проблемных участков дорожными плитами.

**ТАБЛИЦА 3.4.1: Параметры временных автодорог**

| Участок дороги | Длина, км | Ширина, м | Покрытие | Грузоподъемность, т | Освещение |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Подъездной путь (стадия 2) | 7.0 | 8.0 | Щебень | 50 | Да |
| Главное технологическое кольцо | 4.5 | 10.0 | Щебень | 70 | Да |
| Второстепенные радиальные дороги | 2.0 | 6.0 | ПГС | 30 | Да |
| Подъезды к складам | 1.5 | 8.0 | Железобетонные плиты | 100 | Да |
| Зимник (по льду реки) | 95.0 | 15.0 | Лед (усиленный) | 40 | Нет (вешки) |

#### **3.4.2. ПЛОЩАДКИ ХРАНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ**

Складское хозяйство общей площадью 5 га организуется для обеспечения непрерывности строительства с учетом сезонных перебоев в поставках. Его структура и оснащение позволяют аккумулировать запасы материалов на период навигации и зимников.

#### **3.4.2.1. Организация складского хозяйства**

Складской комплекс разделен на зоны:

* **Зона приема и экспедиции:** Расположена у въезда на площадку, оборудована весами для взвешивания грузовых автомобилей, постами приемки и таможенного оформления (для импортного оборудования).
* **Зона открытого хранения (3 га):** Для металлоконструкций, труб, железобетонных изделий, инертных материалов.
* **Зона закрытого хранения (2 га):** Склады-ангары для цемента, химических продуктов, запасных частей, электрооборудования, средств связи.
* **Зона навесного хранения:** Для пиломатериалов, изделий, требующих защиты от прямых солнечных лучей.
* **Специализированные площадки:** Для хранения горюче-смазочных материалов (ГСМ) и баллонов с газами, удаленные от основных складов на 200 м и огороженные противопожарными дамбами.

#### **3.4.2.2. Специализированные площадки хранения**

* **Металлоконструкции:** Площадка с бетонным основанием, оборудованная инвентарными опорами-подкладками для хранения балок и ферм в вертикальном положении. Площадь – 8000 м².
* **Арматура и прокат:** Оснащена стеллажами сортового типа. Площадь – 5000 м².
* **Инертные материалы (песок, щебень):** Раздельные карьеры-накопители с подпорными стенками из железобетонных плит. Объем каждого – 15 000 м³.
* **Цемент:** Закрытый склад с силосными установками типа СМ-60 (объем 60 м³) в количестве 8 штук. Общий запас цемента – 480 т.
* **ГСМ:** Станция слива-налива с 5 резервуарами РГС-50 (емкость 50 м³ каждый) для дизельного топлива и 2 резервуарами для масла. Оснащена противопожарными системами.

#### **3.4.2.3. Система складирования и штабелирования**

Применяется паллетное и беспаллетное складирование.

* **Высота штабеля:** Для металлоконструкций – не более 2.5 м; для железобетонных изделий – не более 3.0 м; для пиломатериалов – не более 4.0 м.
* **Проходы:** Главные проезды между штабелями – 4.5 м; рабочие проходы – 1.5 м.
* **Маркировка:** Все места хранения и единицы продукции имеют бирки с QR-кодами, содержащими информацию о наименовании, партии, дате поступления.

#### **3.4.2.4. Оборудование для погрузо-разгрузочных работ**

Для обслуживания складов задействованы:

* **Вилочные погрузчики:** 5 ед. (грузоподъемность 3-5 т).
* **Козловые краны:** 2 ед. (грузоподъемность 16 т, пролет 22 м) на площадке металлоконструкций.
* **Автопогрузчики:** 4 ед. (грузоподъемность 7 т).
* **Боковые погрузчики (ричтраки):** 2 ед. для работы в узких проходах складов.
* **Автомобильные краны:** 2 ед. (грузоподъемность 25 т) для разгрузки негабаритных грузов.

#### **3.4.2.5. Учет и инвентаризация материалов**

Внедрена автоматизированная система складского учета (WMS). Поступление, перемещение и списание материалов фиксируется с помощью терминалов сбора данных. Еженедельно проводится выборочная инвентаризация, ежемесячно – полная. Отчеты по остаткам формируются в режиме реального времени и доступны руководству проекта.

**ТАБЛИЦА 3.4.2: Характеристики складского хозяйства**

| Тип склада | Площадь, м² | Емкость/Запас | Основное оборудование | Охранные системы |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Открытая площадка (металл) | 8000 | 5000 т | Козловой кран (16т) | Видеонаблюдение, ограждение |
| Закрытый склад (тарные грузы) | 5000 | 10000 паллетомест | Вилочные погрузчики (5т) | Видеонаблюдение, АПС, охрана |
| Силосный парк (цемент) | 1000 | 480 т | Пневмотранспорт | Датчики уровня, АПС |
| Площадка инертных материалов | 15000 | 15000 м³ | Фронтальный погрузчик | Ограждение |
| Склад ГСМ | 2000 | 250 м³ | Насосы, КИП | АПС, датчики утечки, ограждение |

### **3.4.3. КРАНОВЫЕ ПУТИ И МОНТАЖНЫЕ ПЛОЩАДКИ**

Организация грузоподъемных работ является ключевой для монтажа пролетных строений и опор моста. Инфраструктура включает стационарные крановые пути и мобильные площадки.

#### **3.4.3.1. Устройство крановых путей для башенных кранов**

Для шести башенных кранов (типа KB-1000 или аналогов грузоподъемностью до 64 т) запроектировано 2.5 км крановых путей.

* **Конструкция пути:** Ширина колеи – 10.5 м. Основание – песчано-гравийная подушка толщиной 30 см, уплотненная до коэффициента 0.98. Верхнее строение – железнодорожные рельсы типа Р50, уложенные на деревянные шпалы (1600 шт./км) и балласт из щебня фракции 25-60 мм толщиной 20 см.
* **Фундаменты:** Крановые пути опираются на сборные железобетонные фундаментные балки. Уклон путей не превышает 2‰.
* **Электроснабжение:** Вдоль путей проложен кабельный канал с токоприемниками для питания кранов (380 В).

#### **3.4.3.2. Площадки для гусеничных и автомобильных кранов**

Площадки для мобильных кранов (2 гусеничных крана грузоподъемностью 250 т, 3 автомобильных крана грузоподъемностью 100 т) представляют собой усиленные железобетонными плитами размером 6x2 м зоны с ровным асфальтобетонным покрытием.

* **Грунтовое основание:** Уплотненный грунт с модулем деформации не менее 30 МПа.
* **Дренаж:** Уклон площадок 5‰ для отвода воды.
* **Зоны работы:** Радиусы работы кранов рассчитаны и размечены на местности, исключая нахождение персонала в опасной зоне.

#### **3.4.3.3. Зоны сборки и предмонтажной подготовки**

Для снижения времени работы кранов над монтажным горизонтом организованы две зоны предмонтажной сборки:

* **Зона сборки пролетных строений:** Площадка размером 60x40 м с бетонным покрытием, оснащенная сборочными кондукторами и стендами. Здесь производится укрупнительная сборка металлических блоков пролетного строения в монтажные элементы массой до 200 т.
* **Зона подготовки опор:** Площадка у основания каждой опоры для раскладки и подготовки элементов опалубки, арматурных каркасов.

#### **3.4.3.4. Обеспечение безопасности крановых работ**

Реализован комплекс мер безопасности:

* **Документация:** На каждый кран имеется паспорт и разрешение на эксплуатацию. Разработаны и согласованы проекты производства работ (ППР) на каждый вид монтажных операций.
* **Ограждение:** Рабочие зоны кранов ограждены сигнальной лентой и знаками "Опасная зона".
* **Связь:** Все крановщики и стропальщики оснащены портативными рациями для дублированной связи.
* **Контроль:** Ежесменный осмотр кранов, ежемесячное техническое обслуживание. Контроль напряжения в сети.

#### **3.4.3.5. Обслуживание и перемещение кранов**

Для обслуживания и перемещения кранов задействованы:

* **Автомобиль техобслуживания:** Оснащен комплектом инструментов, запчастями.
* **Автокран грузоподъемностью 50 т:** Для выполнения ремонтных работ и помощи в монтаже/демонтаже кранового оборудования.
* **График перемещения:** Перемещение башенных кранов по путям осуществляется в нерабочую смену по утвержденному графику с обязательным участием инженера-механика.

### **3.4.4. ПРИСТАНЬ ДЛЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА**

Водный транспорт является основным каналом доставки негабаритных и тяжеловесных грузов в период навигации (июнь-октябрь). Временная пристань обеспечивает перевалку грузов с судов на автомобильный транспорт.

#### **3.4.4.1. Устройство временной причальной стенки**

Устроена причальная стенка большого типа длиной 150 м, обеспечивающая одновременную швартовку двух судов грузоподъемностью до 3000 т.

* **Конструкция:** Стенка представляет собой ряжевую конструкцию из деревянных клетей, заполненных камнем. Глубина у стенки – 4 м, что позволяет принимать суда класса "река-море" с осадкой до 3.5 м.
* **Швартовые устройства:** Установлены 10 швартовых тумб грузоподъемностью 15 т каждая и 8 кнехтов.
* **Отбойные устройства:** По всей длине стенки закреплены деревянные отбойные брусья.

#### **3.4.4.2. Грузовой район и площадки для перевалки**

Причал обслуживает два грузовых района:

* **Район навалочных грузов:** Для разгрузки песка, щебня. Оснащен ленточным конвейером длиной 50 м и приемным бункером.
* **Район генеральных грузов:** Для разгрузки металлоконструкций, оборудования, контейнеров. Имеет покрытие из железобетонных плит и оснащен двумя портальными кранами грузоподъемностью 16 т.

#### **3.4.4.3. Подходные каналы и акватория**

Акватория порта разделена на зоны:

* **Водный подход длиной 500 м и шириной 100 м.** Глубина дноуглубления – 4.5 м.
* **Операционная акватория шириной 150 м** вдоль причального фронта.
* **Зона рейда**, где суда ожидают подхода к причалу.  
  Дноуглубительные работы выполняются земснарядом в начале каждой навигации.

#### **3.4.4.4. Оборудование для обработки судов**

Для обработки судов используется:

* **Портальные краны:** 2 ед. (грузоподъемность 16 т, вылет стрелы 25 м).
* **Автомобильные краны:** 2 ед. (грузоподъемность 50 т) для тяжеловесных грузов.
* **Вилочные погрузчики:** 3 ед. для работы с контейнерами и паллетированными грузами.
* **Насосная станция:** Для перекачки дизельного топлива из танкеров в резервуары склада ГСМ.

#### **3.4.4.5. Навигационное обеспечение и безопасность**

* **Ограждение:** Акватория и подходной канал ограждены буями и бакенами.
* **Связь:** Диспетчерская пристани оснащена УКВ-рацией для связи с капитанами судов.
* **Аварийное реагирование:** На пристани размещены противопожарные посты с мотопомпами и боновые заграждения для локализации разливов ГСМ.

**ТАБЛИЦА 3.4.3: Пропускная способность пристани**

| Тип судна | Время обработки, ч | Грузооборот за операцию, т | Максимальное кол-во операций в сутки |
| --- | --- | --- | --- |
| Сухогруз (5000 т) | 12 | 3000 | 2 |
| Баржа-площадка (2500 т) | 8 | 1500 | 3 |
| Танкер (1000 т) | 6 | 1000 | 4 |

### **3.4.5. ВЕРТОЛЕТНАЯ ПЛОЩАДКА**

Вертолетная площадка (вертодром) обеспечивает срочную доставку персонала, мелкогабаритных грузов, запчастей и медицинскую эвакуацию в периоды, когда другие виды транспорта недоступны (межсезонье, срочные операции).

#### **3.4.5.1. Выбор и подготовка площадки**

Площадка расположена на расстоянии 500 м от основного строительного городка с подветренной стороны.

* **Размеры:** Основная посадочная площадка 60x60 м. Размеры обеспечивают безопасное обслуживание вертолетов типа Ми-8.
* **Покрытие:** Искусственное покрытие из армированного бетона класса В30 толщиной 20 см. Поверхность выдерживает нагрузку от вертолета Ми-8 (максимальная взлетная масса 12 т).
* **Маркировка:** Площадка маркирована в соответствии с требованиями Росавиации: обозначен посадочный круг диаметром 25 м, буква "Н" в центре, указатели направления ветра.

#### **3.4.5.2. Оборудование и средства навигации**

* **Огни ограждения:** По периметру установлены 16 световых маяков синего цвета.
* **Посадочные огни:** Огни переменного белого и зеленого цвета для обозначения зоны приземления.
* **Указатель ветра:** Конусовидный указатель ветра с подсветкой.
* **Средства связи:** Стационарная УКВ-радиостанция для связи с экипажами вертолетов.

#### **3.4.5.3. Организация пассажирских и грузовых операций**

* **Терминал:** Временное здание терминала (24x12 м) включает зал ожидания, диспетчерскую, комнату для досмотра грузов.
* **Грузовой район:** Оснащен грузовыми тележками и весами.
* **Процедуры:** Регистрация пассажиров и грузов осуществляется за 1 час до вылета. Погрузка/разгрузка производятся только при выключенных несущих винтах вертолета.

#### **3.4.5.4. Меры безопасности и аварийного реагирования**

* **Противопожарное оснащение:** На площадке дежурит пожарный расчет на автомобиле АРС-14. Установлены огнетушители ОП-50.
* **Ограждение:** Площадка ограждена забором высотой 2 м, контролируется охраной.
* **План ликвидации аварий:** Разработан и согласован план, проводятся регулярные учения.

#### **3.4.5.5. Связь и метеообеспечение**

* **Метеостанция:** Автоматическая метеостанция передает данные о ветре, видимости, облачности и температуре.
* **Связь:** Диспетчерская вертодрома имеет прямую связь с диспетчерской стройплощадки и региональным центром ЕС ОрВД.

**ТАБЛИЦА 3.4.4: Режим работы и пропускная способность логистических объектов**

| Объект | Режим работы | Расчетная пропускная способность | Примечания |
| --- | --- | --- | --- |
| Подъездные автодороги | Круглосуточно | 200 ед/сутки | Контроль веса на въезде |
| Пристань | 16 часов/сутки (две смены) | 2000 т/сутки | Только в период навигации |
| Вертолетная площадка | Светлое время суток | 10 взлет-посадок/день | Полеты по ПВП |
| Складской комплекс | 24/7 (в 3 смены) | 500 т/смена на погрузку/разгрузку | - |

**ВЫВОД:**  
Запроектированная логистическая инфраструктура полностью обеспечивает потребности строительства моста через реку Лена в ресурсах, учитывая его масштаб, удаленность и сложные климатические условия. Многомодальный подход, включающий автомобильный, водный и воздушный транспорт, а также создание резервных маршрутов (зимники), гарантирует бесперебойность поставок и минимизацию рисков срыва строительных работ.

## ****3.5. ВРЕМЕННЫЕ КОММУНИКАЦИИ****

Организация надежных и бесперебойных временных коммуникаций является критически важным элементом для успешной реализации проекта строительства моста через реку Лена. Удаленная локация, экстремальный климатический диапазон, значительная площадь территории и масштаб человеческих ресурсов требуют создания автономной, резервированной и устойчивой инфраструктуры энергоснабжения, водоснабжения, связи и отопления. Настоящий подраздел описывает комплекс инженерных решений, предназначенных для обеспечения всех производственных и бытовых нужд стройплощадки.

### 3.5.1. ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ СТРОЙПЛОЩАДКИ

Система энергоснабжения спроектирована для круглосуточного обеспечения пиковой нагрузки в 3 МВт с учетом резервирования на 100% для критически важных объектов. Учтены требования ПУЭ 7-го издания и суровые климатические условия.

#### 3.5.1.1. Источники энергоснабжения и схема электроснабжения

Энергоснабжение осуществляется по комбинированной схеме «Внешняя сеть + Резервные ДГУ». Основным источником является ВЛ-10 кВ, подключаемая к существующей распределительной сети в п. Жатай (расстояние ~12 км). Резервным и аварийным источником являются четыре дизель-генераторные установки (ДГУ) суммарной мощностью 2 МВт, способные обеспечить все жизненно важные объекты стройплощадки. Схема электроснабжения – радиально-магистральная, с разделением на независимые фидеры для производственной зоны, жилого вахтового поселка, систем связи и освещения.

#### **3.5.1.2. Временные ЛЭП и трансформаторные подстанции**

От точки подключения до стройплощадки возводится временная воздушная ЛЭП 10 кВ на деревянных опорах с усиленной изоляцией для работы при низких температурах. На территории площадки размещены **2 комплектные трансформаторные подстанции (КТП) 10/0.4 кВ** мощностью по 1600 кВА каждая (например, КТП-1600/10/0.4). Одна КТП обслуживает производственную зону (бетонный узел, мастерские, опорные конструкции), вторая – вахтовый поселок и административный блок. КТП оснащены системами обогрева шкафов и АВР (Автоматический Ввод Резерва).

#### **3.5.1.3. Резервные источники питания (дизель-генераторы)**

Резервирование энергии обеспечивают **4 дизель-генераторные установки Caterpillar C500 D5** мощностью по 500 кВт каждая. ДГУ размещены в утепленных контейнерах с системами подогрева охлаждающей жидкости и масла для гарантированного пуска при температуре до -45°C. Топливный запас (до 100 000 литров дизельного топлива марки «А» для низких температур) хранится в двух резервуарах-танках. Система АВР обеспечивает автоматический запуск ДГУ и переключение нагрузки при пропадании напряжения в основной сети в течение 30-60 секунд.

#### **3.5.1.4. Распределительные сети и электрощитовые**

Распределительная сеть 0.4 кВ выполнена кабелем АВВГзнг-LS 4х120 и 4х50 мм², проложенным по эстакадам на опорах для исключения повреждений техникой. Установлено **8 распределительных пунктов (РП)** и **25 групповых осветительных щитков (ЩО)**. Все электрощитовые оборудованы устройствами защитного отключения (УЗО), автоматическими выключателями (ABB, Schneider Electric), и приборами учета электроэнергии.

#### **3.5.1.5. Меры электробезопасности и заземления**

Выполнено повторное заземление нейтрали и защитное заземление всех электроустановок. Сопротивление заземляющего устройства не превышает 4 Ом. Все металлические корпуса оборудования, опоры ЛЭП и КТП заземлены. Установлены предупреждающие знаки и ограждения. Персонал проходит обязательный инструктаж по электробезопасности.

### 3.5.2. ВОДОСНАБЖЕНИЕ И КАНАЛИЗАЦИЯ

Система водоснабжения и канализации обеспечивает хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды в объеме 200 м³/сутки.

#### 3.5.2.1. Источники водоснабжения и водоподготовка

Основным источником являются **3 артезианские скважины** глубиной 120-150 метров, оборудованные погружными насосами Grundfos SP. Вода проходит полный цикл водоподготовки на двух модульных станциях «Аквафор-Пром» производительностью 50 м³/час каждая, включающий: обезжелезивание, умягчение, двухступенчатую фильтрацию и обеззараживание ультрафиолетом. Качество воды контролируется еженедельно и соответствует СанПиН 2.1.4.1074-01.

#### 3.5.2.2. Временные водопроводные сети и насосные станции

Водопроводная сеть выполнена из утепленных труб ПНД диаметром 110 и 63 мм, проложенных в коробах с пенополиуретановой изоляцией ниже глубины промерзания. Работают **2 насосные станции второго подъема** Wilo BL с частотным регулированием, поддерживающие постоянное давление в сети 3-4 атм.

#### 3.5.2.3. Системы канализации и очистные сооружения

Применена раздельная система канализации. Хозяйственно-бытовые стоки направляются на локальные очистные сооружения (ЛОС) «ТОПАС-150» производительностью 150 м³/сутки и «ЮНИЛОС-Астра 50» производительностью 50 м³/сутки. После биологической очистки стоки обеззараживаются и сбрасываются на рельеф или используются для технических нужд.

#### 3.5.2.4. Хозяйственно-питьевое и противопожарное водоснабжение

Водоснабжение объединенное. На сети установлено 15 пожарных гидрантов надземного типа с сухотрубами. В административных и жилых модулях размещены внутренние пожарные краны. Емкость резервуара пожарного запаса воды составляет 100 м³.

#### 3.5.2.5. Утилизация сточных вод

Производственные стоки (от мойки техники, бетонного узла) собираются в отстойники, где проходят механическую очистку. Осадки и шламы вывозятся на специализированный полигон по договору.

### ОТОПЛЕНИЕ БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Система отопления обеспечивает поддержание комфортной температуры в жилых и административных помещениях при температуре наружного воздуха до -45°C.

#### Системы отопления вахтового поселка

Применена воздушная система отопления на базе тепловых пушек и водяная система с использованием водогрейных котлов. Вахтовые модули отапливаются автономными тепловыми пушками Master BV 290. Административные здания и столовые – водяной системой отопления от центральных котельных.

#### Котельные и теплогенерирующие установки

Развернуты **2 модульные котельные** мощностью по 1.5 МВт каждая, работающие на дизельном топливе. Котельные укомплектованы котлами Buderus Logano G125, горелками Weishaupt, системами автоматики и насосными группами Grundfos. Каждая котельная способна работать в автономном режиме до 7 суток.

#### Тепловые сети и распределение тепла

Тепловые сети выполнены по двухтрубной схеме из предварительно изолированных труб ППУ в ПЭ оболочке (трубы «труба в трубе») общей протяженностью 5 км. Прокладка – надземная по эстакадам. В каждом здании установлен индивидуальный тепловой пункт (ИТП) с теплообменником и узлом учета.

#### Теплоснабжение производственных помещений

Производственные помещения (мастерские, склады) отапливаются системами воздушного отопления с помощью теплогенераторов Tropic T 120, работающих на дизельном топливе.

#### **Резервные системы отопления**

Каждая котельная имеет 100% резервирование по горелочному устройству. Кроме того, все критически важные объекты (ЦУС, медпункт) оснащены независимыми электрическими тепловыми пушками и масляными радиаторами, подключенными к системе АВР ДГУ.

**ТАБЛИЦА 3.5.3.1: Распределение средств связи по производственным участкам**

| Участок | Радиостанции портативные | Радиостанции стационарные | Телефоны IP | Точки Wi-Fi | Ответственный |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Левобережный производственный (зона 1) | 15 | 5 (техника) | 10 | 2 | Старший прораб Иванов А.С. |
| Левобережный вахтовый поселок (зона 2) | 5 | 2 (охрана) | 40 | 8 | Начальник хозяйственного отдела Петрова Л.К. |
| Правобережный производственный (зона 3) | 15 | 5 (техника) | 10 | 2 | Старший прораб Сидоров В.И. |
| Правобережный карьер и БСУ (зона 4) | 10 | 5 (техника) | 5 | 2 | Механик Карпов Д.М. |
| Акватория и мост (зона 5) | 5 | 3 (плавсредства) | 0 | 0 | Производитель работ по мосту Федоров Е.П. |
| Административный корпус и ЦУС | 0 | 0 | 35 | 6 | Начальник смены связи |
| **ИТОГО:** | **50** | **20** | **100** | **20** |  |

## ****ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СВЯЗИ****

### Общая концепция и архитектура системы связи

Принята гибридная трехуровневая архитектура связи:

1. **Уровень ядра:** Центр управления связью (ЦУС) с серверным оборудованием, спутниковыми терминалами и магистральным коммутатором.
2. **Уровень распределения:** Опорная сеть из 5 вышек связи с ретрансляторами, соединенных магистральной ВОЛС, создающая единое радиопокрытие и точки доступа Wi-Fi.
3. **Уровень доступа:** Абонентские терминалы (рации, IP-телефоны, смартфоны, планшеты).

Концепция предполагает наличие основного канала связи (спутниковый интернет + радиосвязь) и двух резервных (дублирующий спутниковый канал и выделенная радиолиния УКВ-диапазона через реку).

### **Центр управления связью и диспетчеризации**

ЦУС расположен в административно-бытовом корпусе и оснащен:

* Серверными стойками (2 шт.) с коммутаторами L3 уровня (Cisco Catalyst 9300).
* Станцией спутниковой связи (VSAT) с антенной 1.8 м.
* Диспетчерским пультом на 4 рабочих места с ПО «Цифра-Диспетчер» для управления радиосвязью, записи переговоров и мониторинга инженерных систем.
* Станционной УКВ-радиостанцией Vertex VXR-7000.
* Системой громкой связи и оповещения RUP-100 «Старт».  
  ЦУС работает в круглосуточном режиме.

### **Зонирование системы связи по участкам**

Территория разбита на 5 зон радиопокрытия, соответствующих расположению вышек:

* Зона 1: Левый берег, производственная зона.
* Зона 2: Левый берег, вахтовый поселок.
* Зона 3: Правый берег, производственная зона.
* Зона 4: Правый берег, карьер и БСУ.
* Зона 5: Акватория реки и зона мостостроения.  
  Каждая зона обслуживается своим ретранслятором, что исключает взаимные помехи и обеспечивает четкую связь.

### **Режим работы службы связи**

Служба связи работает в режиме 24/7/365. График сменности – 12 часов. Штат службы: 8 человек (4 диспетчера, 3 инженера, 1 начальник смены). Основные задачи: мониторинг состояния системы, техническая поддержка пользователей, ведение журналов связи, управление системой оповещения.

### ВИДЫ И СРЕДСТВА СВЯЗИ

**3.5.3.2.1. Радиосвязь (УКВ/КВ диапазоны, TETRA/DMR системы)**

В качестве основной технологии выбрана цифровая система радиосвязи стандарта **DMR (Digital Mobile Radio) Tier III**, как оптимальная по соотношению цена/качество/функциональность для объектов такого масштаба.

* **Система:** На базе ретрансляторов Motorola MTR3000 (3 шт.), установленных на вышках.
* **Абонентские терминалы:** 50 портативных радиостанций Motorola DP4800 (взрывозащищенные модели для производственных зон) и 20 стационарных Motorola DM4600 для транспорта и диспетчерских.
* **Функционал:** Групповой и индивидуальный вызов, передача данных (телеметрия, GPS-трекинг), кнопка экстренного вызова, шифрование переговоров.  
  Для связи между берегами и в каньонах, где УКВ неэффективна, развернута резервная система КВ-связи (радиомостик) Barrett 2050.

#### **Телефонная связь (стационарная, IP-телефония, VoIP)**

В административных зданиях и жилых модулях развернута локальная АТС на 100 номеров на базе IP-АТС Panasonic KX-NS700. Пользователям предоставлены IP-телефоны Panasonic KX-NT500. Все внутренние звонки бесплатны. Выход на городскую и междугороднюю связь осуществляется через VoIP-шлюз Mediatrix 4402 по спутниковому каналу.

#### **Спутниковая связь (интернет, телефония, данные)**

Основной и резервный каналы связи с "большой землей" обеспечивают две спутниковые станции VSAT:

* **Основной канал:** Hughes HT1100, антенна 1.8м, скорость до 50 Мбит/с (исходящий) / 100 Мбит/с (входящий).
* **Резервный канал:** Gilat SkyEdge II-c, антенна 1.2м, скорость до 20/50 Мбит/с.  
  Спутниковые каналы используются для интернета, телефонии, передачи данных геодезистов и видео-мониторинга.

#### **Система оповещения и громкой связи**

Развернута централизованная система речевого оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) «ОКС-СТ» на базе процессора БОКС. Установлено 40 громкоговорителей уличного исполнения (типа ГР-30) на территории всего поселка и производственных зон. Система позволяет передавать как текстовые сообщения (через сирену), так и речевые команды от диспетчера. Интегрирована с системой пожарной сигнализации.

#### **Видеоконференцсвязь и удаленный доступ**

Для проведения совещаний с головным офисом и подрядчиками оборудована комната ВКС на базе комплекта Cisco Webex Board 70. Также предоставлен облачный сервис Webex для удаленных участников. Инженеры и руководители имеют защищенный удаленный доступ (VPN) к внутренним сетевым ресурсам и системе управления проектом (ПО «1С:СМК»).

### ИНФРАСТРУКТУРА СВЯЗИ

#### **Вышки связи и ретрансляторы (5 вышек высотой 25-40 м)**

Возведены 5 сборных металлических вышек-мачт высотой 25, 30 (2 шт.), 35 и 40 метров. Вышка 40м расположена на левом берегу для организации радиомостика через реку. Все вышки заземлены, оснащены системой молниезащиты и маркировочными огнями для авиации. На вышках размещены ретрансляторы DMR, антенны Wi-Fi, КВ- и УКВ-радиостанции.

#### **Волоконно-оптические линии связи (8 км ВОЛС)**

Проложена кольцевая магистраль ВОЛС протяженностью 8 км, соединяющая ЦУС и все вышки связи. Использован бронированный кабель ОКЛК-02 с 24 волокнами, проложенный подземным способом (в траншее) и по эстакадам. Это обеспечивает высокоскоростной и защищенный от помех обмен данными между узлами связи.

#### **Коммутационное и серверное оборудование**

Ядро сети построено на оборудовании Cisco: 2 коммутатора агрегации уровня L3 Catalyst 9300-24T, 8 коммутаторов доступа уровня L2 Catalyst 2960-X. Серверная стойка включает: контроллер DMR-системы, сервер IP-АТС, сервер видеонаблюдения (Milestone XProtect), файловый сервер и сервер САПР.

#### **Системы беспроводного доступа Wi-Fi (20 точек доступа)**

Развернута сеть Wi-Fi для доступа к корпоративным ресурсам и интернету в административных зданиях и жилых модулях. Установлено **20 точек доступа Cisco Meraki MR46** с внешними антеннами для улучшения покрытия. Сеть разделена на гостевую и корпоративную (с авторизацией по логину/паролю).

#### **Мобильные и портативные средства связи**

Для оперативного реагирования и работы аварийных бригад созданы **2 передвижных комплекта связи (ПКС)**. Каждый ПКС включает: автомобильный ретранслятор DMR, портативную спутниковую станцию Inmarsat IsatPhone 2, 4 портативные радиостанции, ноутбук с VPN-доступом и портативную точку доступа Wi-Fi.

### РЕЖИМ РАБОТЫ И ОБСЛУЖИВАНИЕ

#### **Круглосуточная диспетчерская служба связи**

Диспетчерская служба осуществляет постоянный мониторинг каналов связи, фиксацию всех переговоров (согласно регламенту), прием заявок на техническую поддержку и управление системой оповещения.

#### **График технического обслуживания и ремонтов**

Установлен регламент ТО:

* Ежедневно: Визуальный осмотр ЦУС, проверка журналов ошибок.
* Еженедельно: Проверка работоспособности ДГУ для ЦУС, тестирование резервных каналов связи.
* Ежемесячно: Профилактический осмотр и чистка оборудования на вышках, проверка заземления.
* Ежеквартально: Комплексные испытания системы оповещения.

#### **Аварийно-восстановительные бригады связи**

Сформирована аварийно-восстановительная бригада из 4 человек (2 инженера, 2 техника), укомплектованная автомобилем УАЗ-«Фермер» с комплектом инструментов и ЗИП. Время реагирования на аварию – не более 30 минут в пределах стройплощадки.

#### **Система приоритетов и экстренной связи**

В системе DMR реализована система приоритетов:

* Уровень 1 (Наивысший): Диспетчер, начальник строительства, служба безопасности – кнопка экстренного вызова.
* Уровень 2 (Высокий): Прорабы, механики.
* Уровень 3 (Обычный): Бригадиры и рабочие.  
  При нажатии кнопки экстренного вызова все другие переговоры в группе блокируются.

### **Обучение персонала работе со средствами связи**

Разработана и утверждена программа обучения на 4 академических часа. Проводится инструктаж по правилам радиообмена, использованию кнопки экстренного вызова и мерам безопасности. Планируется обучить **не менее 200 ключевых сотрудников** (руководители, прорабы, бригадиры, водители спецтехники).

# ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

## **УСТРОЙСТВО ОПОР МОСТА**

Введение к подразделу

Устройство опор моста через реку Лена является одним из наиболее сложных и ответственных этапов строительства, что обусловлено комплексом неблагоприятных природно-климатических и инженерно-геологических факторов. К ним относятся: большая глубина реки (до 15 м), значительные сезонные колебания уровня воды (8-10 м), высокая скорость течения (1.5-2.0 м/с), наличие вечномерзлых грунтов и сейсмичность района строительства в 7 баллов. Конструкция моста включает 8 промежуточных опор высотой до 40 м и 2 устоя. Общий объем бетонных работ составляет 18000 м³, масса арматурных изделий – 2200 тонн. Производство работ запроектировано с применением специализированных бригад, работающих в 3 смены, с использованием высокопроизводительной техники: 4 буровых установки, 8 кранов грузоподъемностью до 250 тонн, 6 бетононасосов. Для минимизации воздействия на окружающую среду и обеспечения безопасности предусмотрены временные перемычки, шпунтовые ограждения котлованов и работы с плавсредств. Все решения разработаны в строгом соответствии с требованиями СП 63.13330.2018, СП 46.13330.2012, СП 28.13330.2017 и учитывают необходимость повышенной сейсмостойкости и долговечности сооружения.

### **ФУНДАМЕНТЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОПОР**

#### **Конструктивные решения фундаментов**

Фундаменты промежуточных опор запроектированы в виде высокого монолитного железобетонного ростверка, опирающегося на буронабивные сваи-столбы большого диаметра. Данное решение обусловлено необходимостью передачи значительных нагрузок от пролетных строений на глубокозалегающие несущие слои грунта, минуя слабые и пучинистые поверхностные отложения, а также вечномерзлые грунты с переменными свойствами.

Каждая из 8 промежуточных опор опирается на свой собственный фундамент, состоящий из 8 буронабивных свай диаметром 1.5 м или 2.0 м, расположенных в 2 ряда по 4 сваи. Глубина погружения свай варьируется от 20 до 25 м и назначается по результатам контрольного бурения для каждой опоры отдельно, с целью достижения коренных скальных или крупнообломочных грунтов с расчетным сопротивлением не менее 1500 кПа. Сваи объединяются монолитным железобетонным ростверком прямоугольного сечения размерами в плане 12x6 м и высотой 3.5 м. Ростверк служит для равномерного распределения нагрузки от тела опоры на свайное поле и обеспечения пространственной жесткости фундамента в условиях сейсмических воздействий.

Конструкция фундамента предусматривает:

* **Заделку голов свай в ростверк** на глубину 0.5 м, что обеспечивает совместную работу свай и ростверка.
* **Сейсмические пояса** в теле ростверка и в местах сопряжения с опорой в виде дополнительного объемного армирования из стержней класса Ат800.
* **Термостабилизирующие устройства** в виде вертикальных термосвай вокруг периметра фундамента для предотвращения деградации вечной мерзлоты под ростверком.
* **Обетонированную подготовку** толщиной 200 мм из бетона В15 под ростверком для выравнивания основания и организации рабочего места.

#### **Устройство шпунтового ограждения котлованов**

Для обеспечения сухого рабочего пространства при устройстве фундаментов в условиях сильного течения и переменного уровня воды применяется двойной контур шпунтового ограждения котлованов.

* **Внешний контур:** Сооружается из стального трубчатого шпунта Larsen V (LVP) длиной 24 м, образующего замкнутую перемычку вокруг места строительства каждой опоры. Шпунт погружается на 3-5 м ниже дна реки в устойчивый глинистый слой для обеспечения водонепроницаемости. Погружение осуществляется с плавучего крана-копра с использованием вибромолота в верхних слоях и дизель-молота для достижения проектной отметки.
* **Внутренний контур:** Сооружается внутри внешнего контура из шпунта Larsen III (LIII) для непосредственного ограждения котлована под ростверк. Это позволяет осушать и вести работы в зоне фундамента независимо от колебаний уровня в межконтурном пространстве.
* **Водопонижение:** В пространстве между контурами устанавливаются 4 иглофильтровые установки типа ЛИУ-5, которые обеспечивают понижение уровня грунтовых вод на 6-8 м ниже дна котлована. Внутренний контур осушается с помощью открытого водоотлива насосами типа ГНОМ.
* **Усиление распорками:** Оба контура шпунта усиливаются системой распорок из двутавровых балок №40, образующих ярусную систему крепления. Нижний ярус распорок монтируется сразу после откопки котлована на 2 м.

#### **Бурение буронабивных свай (диаметр 1.5-2.0 м, глубина до 25 м)**

Бурение скважин под буронабивные сваи выполняется через дно защищенного внутренним шпунтом котлована. Применяются самоходные буровые установки на гусеничном ходу Bauer BG 28 или аналогичные, обладающие моментом вращения не менее 250 кНм и усилием подачи 1800 кН, что позволяет вести бурение в твердых и мерзлых грунтах.

Технологический цикл устройства одной сваи включает:

1. **Установка обсадной трубы:** Перед началом бурения устанавливается направляющая обсадная труба диаметром 1520 мм или 2020 мм и длиной 6-8 м для предотвращения обрушения устья скважины.
2. **Бурение скважины:** Бурение ведется методом непрерывного шнека (CFA) с одновременной подачей в скважину бентонитового раствора плотностью 1.15-1.20 г/см³ для поддержания стенок и выноса шлама. Для прохождения мерзлых грунтов и валунов применяются шарошечные долота. Параметры бурения (обороты, осевое усилие, расход раствора) контролируются в режиме реального времени.
3. **Оголовок скважины:** По достижении проектной отметки выполняется калибровка дна скважины и проверка ее чистоты с помощью телеинспекционной системы.
4. **Армирование:** В подготовленную скважину опускается заранее собранный пространственный арматурный каркас. Каркас состоит из 16-20 стержней рабочей арматуры класса А500С диаметром 32 мм, объединенных спиральной арматурой класса А240 диаметром 12 мм с шагом 200 мм. Для обеспечения сейсмостойкости в верхней части сваи (5 м) шаг спирали уменьшается до 100 мм. Каркас устанавливается на фиксаторы толщиной 80 мм для создания защитного слоя бетона.
5. **Бетонирование:** Укладка бетонной смеси марки М400 по прочности на сжатие (В30), с показателями водонепроницаемости W8 и морозостойкости F300, ведется методом ВПТ (вертикально перемещаемой трубы). Бетононасос подает смесь в полую трубу, опущенную на дно скважины. По мере заполнения скважины бетоном труба медленно и непрерывно извлекается, обеспечивая постоянное погружение ее конца в бетонную смесь. Это исключает обрушение стенок и обеспечивает высокое качество ствола сваи.

#### **Устройство ростверков и плит фундаментов**

После устройства всех 8 свай и срезки их оголовков до проектной отметки производится устройство ростверка.

1. **Подготовка основания:** На дне котлована устраивается щебеночно-песчаная подготовка толщиной 300 мм с послойным трамбованием виброплитами.
2. **Устройство бетонной подготовки:** Укладывается слой бетона В15 толщиной 200 мм, который служит выравнивающим слоем и основанием для монтажа опалубки и арматуры ростверка.
3. **Гидроизоляция:** По бетонной подготовке расстилается рулонная гидроизоляция (2 слоя стеклоизола) с заведением на шпунтовое ограждение.
4. **Монтаж опалубки:** Применяется крупнощитовая стальная опалубка (щиты размером 3x6 м) с ребрами жесткости. Опалубка собирается краном Liebherr LR 1250 и стягивается винтовыми стяжками.
5. **Армирование:** Арматурный каркас ростверка состоит из нижней и верхней арматурных сеток, собранных из стержней А500С диаметром 36 мм с шагом 150 мм, и вертикальных конструктивных хомутов из арматуры А240 диаметром 16 мм. В зонах сопряжения со сваями и будущей опорой устанавливаются дополнительные Г-образные и П-образные элементы из арматуры Ат800 для восприятия сейсмических нагрузок. Все стыки арматуры выполняются на механических муфтах.
6. **Заливка бетона:** Бетонная смесь М400 W8 F300 подается бетононасосом и укладывается слоями толщиной не более 0.5 м с обязательным виброуплотнением глубинными вибраторами.

#### **Бетонирование фундаментов (марка бетона М400, W8, F300)**

Бетонирование фундаментов (свай и ростверков) выполняется с соблюдением строгих требований к составу и технологии укладки смеси.

* **Состав бетона:** Применяется тяжелый бетон класса В30 (М400) на портландцементе ЦЕМ I 42.5Н с низкой экзотермией. Для обеспечения водонепроницаемости W8 в состав вводится гидрофобизирующая добавка «Пенетрон Адмикс». Для достижения морозостойкости F300 применяется воздухововлекающая добавка «СНВ». В/Ц отношение не превышает 0.45.
* **Доставка и укладка:** Бетонная смесь доставляется к месту укладки автобетоносмесителями объемом 9 м³, которые разгружаются в приемный бункер бетононасоса Putzmeister BSA 2100 HPD. Укладка ведется методом «восходящего слоя» с постоянной скоростью, исключающей образование холодных швов.
* **Уход за бетоном:** После укладки поверхность бетона укрывается влагоудерживающими матами и полиэтиленовой пленкой. В течение 7 суток поддерживается температура +20±5°C. В случае угрозы заморозков применяется электропрогрев с помощью греющих проводов ПНСВ, уложенных в верхнем слое бетона.

#### **Гидроизоляция и противоморозная защита**

Для защиты фундаментов от агрессивного воздействия речной воды и температурных деформаций в условиях вечной мерзлоты предусмотрен комплекс мер:

* **Обмазочная гидроизоляция:** Вертикальные поверхности ростверка и оголовки свай покрываются в 2 слоя битумно-полимерной мастикой «Технониколь №24».
* **Рулонная гидроизоляция:** По верху ростверка, перед возведением тела опоры, укладывается 2 слоя армированной гидроизоляции «Техноэласт ТЕР».
* **Термостабилизация:** Вокруг фундамента на расстоянии 2 м устраивается засыпка из крупного щебня, в которую вертикально погружаются термосваи – замкнутые медные трубы, заполненные хладагентом, которые отводят тепло от грунта под фундаментом, предотвращая его оттаивание.
* **Дренаж:** По периметру внешнего шпунтового ограждения после его извлечения устраивается дренажная призма из скального грунта для отвода поверхностных вод.

**ТАБЛИЦА 4.1.1: Параметры фундаментов промежуточных опор**

| Номер опоры | Количество свай | Диаметр свай, м | Глубина, м | Объем бетона ростверка, м³ | Объем бетона свай, м³ |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Опора №1 | 8 | 1.5 | 20 | 250 | 285 |
| Опора №2 | 8 | 2.0 | 22 | 250 | 440 |
| Опора №3 | 8 | 2.0 | 25 | 250 | 500 |
| Опора №4 | 8 | 2.0 | 24 | 250 | 480 |
| Опора №5 | 8 | 2.0 | 25 | 250 | 500 |
| Опора №6 | 8 | 2.0 | 23 | 250 | 460 |
| Опора №7 | 8 | 1.5 | 21 | 250 | 300 |
| Опора №8 | 8 | 1.5 | 20 | 250 | 285 |
| **Итого:** | **64** | **-** | **-** | **2000** | **3250** |

### **ФУНДАМЕНТЫ УСТОЕВ**

#### **Особенности конструкций устоев**

Устои моста, расположенные на обоих берегах реки Лена, представляют собой массивные железобетонные конструкции, выполняющие функции торцевых опор и подпорных стенок для подходных насыпей. Их конструкция рассчитана на восприятие значительных горизонтальных нагрузок от давления грунта насыпи, а также сейсмических воздействий. Фундаменты устоев запроектированы массивными, цельными, с развитой подошвой для обеспечения устойчивости против опрокидывания и сдвига. Объем бетона одного устоя составляет до 1500 м³.

#### **Устройство котлованов с креплением откосов**

Котлованы под устои разрабатываются в береговой зоне с учетом естественного уклона и наличия обводненных грунтов.

* **Разработка:** Разработка грунта ведется экскаваторами обратная лопата Volvo EC480E с погрузкой в автосамосвалы. Глубина котлованов составляет 8-10 м от поверхности земли.
* **Крепление откосов:** В связи с нестабильностью песчаных и супесчаных грунтов откосы котлованов укрепляются путем устройства шпунтового ограждения из трубчатого шпунта Larsen V по периметру котлована. Вместо распорок применяется анкерное крепление: буроинъекционные анкера длиной 12 м, установленные с шагом 2.5 м в два яруса.
* **Водоотведение:** По контуру котлована устраивается нагорная канава для перехвата поверхностных вод. Для осушения дна котлована используются иглофильтры.

#### **Фундаменты массивного типа (объем до 1500 м³)**

Фундаменты устоев выполняются в виде массивных железобетонных блоков ступенчатой формы.

1. **Подготовка основания:** Дно котлована уплотняется вибротрамбованием, устраивается щебеночная подготовка толщиной 400 мм.
2. **Опалубка:** Применяется крупнощитовая стальная опалубка с усиленными ребрами жесткости, способная выдержать давление большого объема бетона.
3. **Армирование:** Арматурный каркас состоит из сеток, собранных из стержней А500С диаметром 32 мм. В зонах концентрации напряжений (углы, сопряжения) применяется арматура Ат800. Шаг армирования 150x150 мм.
4. **Бетонирование:** Бетонирование ведется ярусами высотой не более 1.5 м с перерывами, не превышающими времени схватывания бетона. Для предотвращения термоударов применяется бетон с низкотермичным цементом.

#### **Анкерные устройства и связи с подходными насыпями**

Для связи устоя с насыпью и восприятия распора применяются анкерные устройства:

* **Анкерные плиты:** В тыловой части устоя устанавливаются предварительно напряженные анкерные тяги из канатов диаметром 32 мм, которые заанкериваются в массивных железобетонных плитах, забетонированных в теле насыпи.
* **Дренаж:** За задней гранью устоя устраивается обратный фильтр из щебня и геотекстиля для отвода воды из тела насыпи и снижения гидростатического давления.

#### **Бетонирование устоев (непрерывное, с температурным контролем)**

Бетонирование массивных фундаментов устоев требует специальных мер по борьбе с тепловыделением.

* **Температурный контроль:** В тело бетона на стадии укладки устанавливаются термопары для мониторинга температуры в реальном времени. Максимально допустимый перепад температуры между ядром и поверхностью конструкции не должен превышать 20°C.
* **Охлаждение:** Для отвода тепла применяется система охлаждающих труб (змеевиков), уложенных между арматурными каркасами. По трубам циркулирует охлажденная вода.
* **Уход за бетоном:** Поверхность бетона после схватывания покрывается термоизолирующими матами, что позволяет использовать эффект "термоса" – сохранение тепла для равномерного остывания.

#### **Устройство деформационных швов и компенсаторов**

В местах сопряжения устоя с пролетным строением и с подходами устраиваются деформационные швы типа "Мастер-Джойнт" шириной 100 мм, позволяющие компенсировать температурные и сейсмические перемещения. Швы заполняются эластомерами на основе неопрена и защищаются металлическими компенсаторами.

### **ТЕЛО ОПОР И УСТОЕВ**

#### **Возведение монолитных железобетонных опор**

Тела промежуточных опор высотой до 40 м возводятся методом подъемно-переставной опалубки. Конструкция опор – полая, прямоугольного сечения с наружными размерами 5x3 м и толщиной стенок 500 мм. Внутренняя полость используется для размещения коммуникаций и обеспечения доступа для осмотра.

#### **Устройство опалубки (крупнощитовая, самоподъемная)**

Для возведения высоких опор применяется самоподъемная опалубка типа "Скайкрафт" грузоподъемностью 150 кН.

* **Принцип работы:** Опалубка закреплена на уже отстроенной части опоры с помощью гидравлических домкратов, которые, опираясь на анкерные устройства, поднимают всю конструкцию на следующий ярус (высотой 4.5 м) после бетонирования предыдущего.
* **Преимущества:** Позволяет вести работы без использования кранов на большой высоте, обеспечивает высокую точность геометрии и безопасность.

#### **Армирование опор (арматура класса А500С, Ат800)**

Армирование тела опор выполняется объемными каркасами, собираемыми из стержней:

* **Рабочая арматура:** Вертикальные стержни А500С диаметром 28 мм.
* **Конструктивная арматура:** Горизонтальные хомуты А500С диаметром 16 мм с шагом 200 мм. В сейсмических поясах (верх и низ опоры, каждые 10 м по высоте) шаг хомутов уменьшается до 100 мм, а также применяется арматура Ат800 для вертикальных стержней.

#### **Бетонирование тела опор (ярусное, с виброуплотнением)**

Бетонирование ведется ярусами по 4.5 м (высота одного подъема опалубки).

* **Подача бетона:** Бетонная смесь М400 W8 F300 подается бетононасосом с распределительной стрелой непосредственно в опалубочное пространство.
* **Уплотнение:** Уплотнение производится глубинными вибраторами с гибким валом. Время вибрирования на каждой позиции 20-30 секунд, признак достаточного уплотнения – прекращение оседания бетона и выделение пузырьков воздуха.

#### **Устройство опорных частей и анкерных устройств**

На верхней части опор монтируются стальные опорные части каткового типа, позволяющие компенсировать температурные деформации пролетных строений. Опорные части крепятся к телу опоры с помощью анкерных болтов диаметром 48 мм, заделанных в специальные стаканы на этапе бетонирования последнего яруса опоры.

#### **Отделочные работы и защитные покрытия**

После распалубки поверхность бетона затирается для устранения мелких раковин. На всю поверхность опоры наносится защитное покрытие – гидрофобизирующая пропитка на основе силанов, предотвращающая проникновение влаги и защищающая от воздействия агрессивной речной воды и ультрафиолета.

## **ИЗГОТОВЛЕНИЕ И МОНТАЖ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ**

Данный подраздел регламентирует процессы изготовления, сборки и монтажа сталежелезобетонных пролетных строений комбинированной системы, учитывая уникальные условия проекта: значительные пролеты (110-140 м), большой вес конструкций (до 250 т на монтажный блок), работы на высоте 25-40 м над водной поверхностью и сложные климатические условия. Технология разработана в соответствии с требованиями СП 16.13330.2017, СП 70.13330.2012, СП 53-101-98, ГОСТ 23118-2012 и других нормативных документов.

### ИЗГОТОВЛЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

#### **Производство на заводе-изготовителе**

Изготовление металлических конструкций (стоек, балок, элементов ферм) осуществляется на специализированном заводе, имеющем сертификаты на производство мостовых металлоконструкций. Для проекта применяется сталь марок **345ХС и 390ХС**, соответствующая требованиям ГОСТ 6713-91 "Прокат низколегированный конструкционный для мостостроения. Технические условия" . Основные технологические процессы включают:

* **Раскрой и обработка кромок:** Механизированная резка листового и фасонного проката на станках с ЧПУ с последующей строжкой кромок под сварку.
* **Сборка и сварка:** Сборка элементов в сборочно-сварочных кондукторах, обеспечивающих точность геометрии. Автоматическая и полуавтоматическая сварка в среде защитных газов. Для ответственных соединений применяется электрошлаковая сварка.
* **Контроль геометрии:** Проверка размеров и формы элементов с использованием лазерного сканирования и электронных тахеометров. Допуски на изготовление устанавливаются на 20% строже нормативных, чтобы компенсировать возможные отклонения при монтаже.

#### **Контроль качества изготовления (сварка, геометрия)**

Контроль качества на всех этапах производства ведется независимой заводской лабораторией и представителями технического надзора Заказчика.

* **Входной контроль:** Проверка сертификатов и механических свойств стали (испытания на растяжение, ударный изгиб по ГОСТ 9454-78) .
* **Операционный контроль:** Визуальный и измерительный контроль сборки, проверка параметров сварки.
* **Приемочный контроль:** Неразрушающий контроль сварных швов (ультразвуковой и радиографический методы) на 100% соединений. Проведение измерений готовых элементов для создания "паспорта геометрии".

#### **Заводская антикоррозионная защита**

После приемки металлоконструкции подвергаются дробеструйной очистке поверхности до степени Sa 2½ по ISO 8501-1. Наносится комплексная система антикоррозионной защиты:

1. Грунт-эпоксидное покрытие, толщиной 60-80 мкм.
2. Эпоксидное промежуточное покрытие, толщиной 120-150 мкм.
3. Финишное полиуретановое покрытие, толщиной 50-70 мкм.  
   Общая толщина покрытия составляет не менее 250 мкм. Монтажные стыки (прилегающие к ним 100-150 мм) защищаются цинкнаполненным грунтом, совместимым с системой заводского покрытия.

#### **Транспортировка к месту монтажа**

Транспортировка осуществляется большегрузным речным и автомобильным транспортом. Для перевозки используются специальные тралы и баржи. Каждый монтажный элемент крепится с помощью инвентарных такелажных приспособлений, предотвращающих смещение и повреждение. Маршруты и график движения согласовываются с дорожными и речными службами.

#### **Временное складирование на стройплощадке**

На береговых участках с уплотненным грунтом и укрепленным покрытием организуются площадки для временного складирования. Элементы укладываются на инвентарные деревянные или железобетонные подкладки высотой не менее 200 мм. Стеллажирование производится с учетом последовательности монтажа. Установлены зоны для хранения, оснащенные средствами пожаротушения и ограждением.

### ПРЕДМОНТАЖНАЯ ПОДГОТОВКА И СБОРКА

#### **Сборка монтажных блоков на стендах**

На береговых площадках монтируются сборочные стенды, представляющие собой инвентарные опоры, обеспечивающие устойчивое и точное положение элементов. На них производится сборка крупных монтажных блоков массой до 250 тонн из более мелких элементов, доставленных с завода.

#### **Укрупнительная сборка на береговых площадках**

Для пролетов, монтируемых надвижкой или плавучими системами, на береговых площадках выполняется укрупнительная сборка целых пролетных строений или их крупных секций. Сборка ведется в проектном положении на технологических опорах.

#### **Контрольная сборка и подгонка элементов**

Перед началом монтажа выборочно производится контрольная сборка узлов и элементов для проверки совпадения монтажных отверстий и геометрии. При необходимости выполняется пригонка элементов механизированным инструментом.

#### **Нанесение заключительных защитных покрытий**

После сборки и контроля на монтажные стыки, с которых было удалено временное защитное покрытие, наносится полная система антикоррозионной защиты, идентичная заводской. Работы проводятся в специально оборудованных укрытиях с контролем температуры и влажности.

#### **Подготовка монтажной оснастки и такелажа**

Перед монтажом проверяется и испытывается вся монтажная оснастка: стропы, траверсы, лебедки, домкраты. Такелажное оборудование подбирается с коэффициентом запаса прочности не менее 3 для стальных канатов и 6 для стропов.

### **МОНТАЖ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ**

Для проекта применяется комбинация методов монтажа, оптимальных для разных участков моста.

#### **Схемы и методы монтажа (навесной, надвижка, плавучие системы)**

* **Навесной монтаж:** Применяется для средних и русловых пролетов. Монтаж ведется с опор симметричными или асимметричными консолями с постоянным геодезическим контролем. Для уравновешивания конструкций могут применяться временные оттяжки или противовесы .
* **Надвижка:** Используется для береговых пролетов. Пролетное строение собирается на берегу и надвигается по временным или постоянным опорам с помощью гидравлических домкратов .
* **Монтаж плавучими системами:** Для установки пролетных строений в русловой части применяются плавучие краны грузоподъемностью до 350 тонн или системы понтонов. Работы планируются в период минимальной водности и слабой ледовой обстановки .

#### **Монтаж с опор (использование опорных площадок)**

Монтаж начинается с установки элементов на постоянные опорные части. Для распределения нагрузки и обеспечения устойчивости на опорах оборудуются монтажные площадки. Временное крепление элементов осуществляется с помощью инвентарных связей.

#### **Навесной монтаж с постепенным наращиванием**

Элементы (блоки, отрезки балок) последовательно наращиваются от опоры к середине пролета. На время монтажа обеспечивается продольная и поперечная устойчивость конструкции с помощью временных связей. Сварка или клепка монтажных стыков производится сразу после выверки положения.

#### **Устройство монтажных стыков и соединений**

Стыки металлоконструкций выполняются на высокопрочных болтах с контролируемым натяжением. Альтернативно применяется монтажная сварка. Последовательность затяжки болтов или сварки стыков разрабатывается в ППР и строго соблюдается для исключения возникновения нерасчетных напряжений.

#### **Выверка положения пролетных строений**

Геодезический контроль положения монтируемых элементов ведется непрерывно с использованием электронных тахеометров и систем спутникового позиционирования (GPS/ГЛОНАСС). Замеры производятся в утренние часы для минимизации влияния температурных деформаций. Допустимые отклонения не превышают значений, установленных СП 70.13330.2012.

### **СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ ПРИ МОНТАЖЕ**

#### **Технологии монтажной сварки**

Для монтажной сварки применяется ручная дуговая сварка покрытыми электродами и механизированная сварка в среде защитных газов. Для каждого типа соединений и марки стали разработаны Технологические Регламенты, которые прошли производственную аттестацию.

#### **Контроль качества сварных соединений**

100% сварных монтажных соединений подвергается неразрушающему контролю (НК):

* **Ультразвуковой контроль (УЗК):** Основной метод для выявления внутренних дефектов.
* **Радиографический контроль (РК):** Применяется для сложных узловых соединений и выборочно для контроля качества УЗК.  
  Дефектные участки маркируются и подлежат исправлению.

#### **Сварка в полевых условиях (защита от ветра, осадков)**

Все сварочные работы в полевых условиях ведутся внутри инвентарных мобильных укрытий (сварочных постов), обеспечивающих защиту от ветра, осадков и сквозняков. Температура в зоне сварки поддерживается не ниже -5°C (при сварке с предварительным подогревом). Сварщики обеспечиваются средствами индивидуальной защиты.

#### **Ультразвуковой и радиографический контроль**

Контроль проводится сертифицированными специалистами-дефектоскопистами. Результаты фиксируются в журналах и протоколах контроля. При выявлении неустранимых дефектов принимается решение о вырезке дефектного участка и замене его на новый.

#### **Исправление дефектов сварки**

Дефекты (трещины, непровары, поры) удаляются механическим путем (шлифовка, строжка) с последующей подваркой. Каждый исправленный участок подвергается повторному контролю теми же методами НК.

### **УСТРОЙСТВО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЫ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ**

#### **Установка опалубки и арматурных каркасов**

После завершения монтажа металлоконструкций и приемки монтажных стыков устанавливается инвентарная подвесная опалубка. Монтируются заранее собранные объемные арматурные каркасы из стержневой арматуры классов Ас-II и A-III (Ст.25Г2С) по ГОСТ 5781-82 . Толщина защитного слоя обеспечивается пластиковыми фиксаторами.

#### **Бетонирование плиты проезжей части**

Бетонирование плиты толщиной 250 мм из бетона М350 (В25) с показателями водонепроницаемости W10 и морозостойкости F300 ведется захватками, начиная от опор к середине пролета. Подача бетонной смеси осуществляется бетононасосами. Уплотнение производится глубинными вибраторами.

#### **Уход за бетоном и обеспечение набора прочности**

После укладки бетона поверхность укрывается влагоудерживающим материалом (брезент, пленка) для предотвращения испарения влаги. В зимнее время применяется электропрогрев или метод "термоса" в утепленной опалубке. Распалубка производится после набора бетоном 70% проектной прочности, что контролируется испытаниями контрольных образцов.

#### **Устройство деформационных швов**

По окончании набора прочности бетоном монтируются деформационные швы, соответствующие расчетным перемещениям пролетных строений. Швы обеспечивают водонепроницаемость и плавность проезда.

#### **Гидроизоляция железобетонной плиты**

Поверхность железобетонной плиты тщательно очищается и высушивается. Наносится обмазочная или наплавляемая рулонная гидроизоляция, обеспечивающая защиту плиты и металлоконструкций от коррозии. Далее устраивается защитная стяжка и слои дорожного покрытия.

### **ОСНАСТКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МОНТАЖА**

#### **Грузоподъемные механизмы (краны, лебедки, тали)**

На объекте задействованы:

* **Самоходные стреловые краны** грузоподъемностью 100-350 т (3 ед.).
* **Плавучие краны** грузоподъемностью 250-350 т (2 ед.).
* **Домкраты** грузоподъемностью 100-500 т (20 ед.) для надвижки и юстировки.
* **Лебедки электрические** тяговым усилием 5-10 т (10 ед.).

#### **Монтажные platforms и подмости**

Для безопасного ведения работ на высоте используются инвентарные подвесные люльки, самоходные подмости (вышки) и специально смонтированные технологические platforms с ограждениями высотой 1,1 м .

#### **Такелажное оборудование и строповочные устройства**

Применяются стальные канатные стропы, траверсы балансирного типа для равномерного распределения нагрузки, и инвентарные захваты. Все такелажные приспособления имеют паспорта и маркировку с указанием грузоподъемности.

#### **Геодезические приборы для контроля монтажа**

Используются высокоточные электронные тахеометры, нивелиры, GNSS-приемники, а также системы лазерного сканирования для исполнительной съемки смонтированных конструкций.

#### **Средства безопасности при работах на высоте**

Все работы на высоте ведутся с строгим соблюдением "Правил по охране труда при работе на высоте" . Применяются:

* **Удерживающие системы** для предотвращения падения.
* **Страховочные системы** для остановки падения.
* **Стационарные анкерные линии**, устанавливаемые вдоль монтируемых конструкций.
* Все работники, выполняющие работы на высоте, проходят специальное обучение и имеют соответствующие группы по безопасности .

**ТАБЛИЦА 4.2.1: Параметры пролетных строений и методы монтажа**

| Номер пролета | Длина, м | Высота, м | Вес металлоконструкций, т | Основной метод монтажа | Дополнительный метод/оборудование |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1-2 | 110 | 3.5 | 1600 | Надвижка | Сборка на береговой площадке |
| 3-7 | 140 | 4.5 | 5200 | Навесной | С плавучих средств для подачи блоков |
| 8-9 | 120 | 4.0 | 1200 | Надвижка/с опор | Самоходные стреловые краны |
| **Итого:** | **1200** |  | **8000** |  |  |

Примечание: Окончательный выбор метода монтажа для каждого пролета уточняется в Рабочем проекте на основе данных инженерных изысканий и результатов тендеров на поставку оборудования.

## **УСТРОЙСТВО ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ**

### **4.3.1. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ**

#### **4.3.1.1. Компоновка проезжей части**

Проезжая часть комбинированного мостового перехода через р. Лена общей шириной 28.5 м запроектирована как раздельная конструкция, состоящая из двух независимых в эксплуатационном отношении частей:

* **Автодорожная часть:** шириной 19.5 м, предназначена для движения автотранспорта в 4 полосы (по 2 в каждом направлении) с шириной полосы 3.75 м. Габарит проезжей части составляет 2x7.5 м. По краям предусмотрены укрепительные полосы шириной 1.0 м и тротуары шириной 1.5 м с барьерными ограждениями.
* **Железнодорожная часть:** шириной 9.0 м, размещена на самостоятельном несущем пролетном строении и включает два пути для движения железнодорожного транспорта (габарит «С» по ГОСТ 9238-2013). Между автодорожной и железнодорожной частями предусмотрен разделительный конструктивный зазор шириной 50 мм, заполненный эластичным материалом, для исключения передачи динамических воздействий и обеспечения независимой работы конструкций.

Продольный уклон проезжей части принят 10‰, поперечный уклон – 15‰ для обеспечения эффективного водоотвода. Компоновка обеспечивает безопасное и независимое движение всех видов транспорта в условиях интенсивных нагрузок и сурового климата.

#### **4.3.1.2. Конструкции ортотропной плиты и балластного корыта**

* **Ортотропная плита автодорожной части** является неотъемлемой частью главных балок пролетного строения. Она состоит из стального настила толщиной 16 мм в зоне повышенных нагрузок (над опорами) и 12 мм в средней части пролетов. Для обеспечения совместной работы настил усилен системой продольных ребер жесткости закрытого типа (трапециевидного сечения) высотой 250 мм, приваренных с шагом 300 мм, и поперечными балками (диафрагмами) высотой 1200 мм, установленными с шагом 4.0 м. Такая конструкция обеспечивает высокую несущую способность при минимальной собственной массе, что критически важно для большепролетных конструкций.
* **Балластное корыто железнодорожной части** выполнено из монолитного железобетона класса В35 по прочности и F300 по морозостойкости. Толщина днища корыта составляет 200 мм. По периметру предусмотрены борта высотой 600 мм, обеспечивающие удержание балластной призмы. В днище корыта выполнены дренажные отверстия диаметром 50 мм с шагом 1.5 м. Поверхность корыта покрыта обмазочной гидроизоляцией на основе полиуретановых смол толщиной 3 мм для защиты бетона от влаги и противогололедных реагентов.

#### **4.3.1.3. Система водоотвода и дренажа**

Система водоотвода запроектирована как комплексная, включающая:

* **Поверхностный водоотвод:** Обеспечивается продольными (15‰) и поперечными (10‰) уклонами. Вода с автодорожной части отводится к лоткам, установленным за барьерным ограждением, а с железнодорожной – через дренажные отверстия в балластном корыте.
* **Водоотводные лотки и трубы:** По длине моста установлены продольные лотки из коррозионностойкой стали сечением 150x150 мм. Через каждые 50 м вода отводится с помощью поперечных трубопроводов из ПНД диаметром 200 мм, размещенных в теле конструкции.
* **Водоприемные колодцы и выпуски:** В местах пересечения продольных и поперечных траков водоотвода установлены водоприемные колодцы с пескоуловителями. Сброс воды осуществляется через организованные выпуски в русло реки с учетом требований экологического законодательства.

#### **4.3.1.4. Теплотехнические решения для сурового климата**

Для минимизации воздействия значительных температурных колебаний (-45°C до +35°C) применены следующие решения:

* **Терморасширяемые швы:** Использованы модульные деформационные швы с компенсационной способностью ±200 мм, оснащенные элементами подогрева для предотвращения обледенения в зимний период.
* **Морозостойкие материалы:** Все бетонные и асфальтобетонные элементы запроектированы с повышенной морозостойкостью (не ниже F200).
* **Теплоизоляция в зоне опор:** В местах сопряжения пролетного строения с опорами уложены слои теплоизоляции из экструдированного пенополистирола толщиной 100 мм для снижения тепловых мостов и предотвращения морозного пучения.

#### **4.3.1.5. Противогололедные системы и обогрев**

Для обеспечения безопасности в зимний период на автодорожной части предусмотрена автоматическая система электрообогрева:

* **Греющие кабели:** Использованы саморегулирующиеся кабели мощностью 30 Вт/м, уложенные в верхнем слое защитно-дренирующего асфальтобетона змейкой с шагом 200 мм.
* **Зоны обогрева:** Система разбита на зоны (полосы движения, пешеходные тротуары, температурные швы). Площадь обогрева автодорожной части составляет约 23 400 м².
* **Автоматика:** Система управляется метеостанцией, которая включает обогрев при одновременном наличии на проезжей части влаги и температуры воздуха ниже +1°C. Питание системы – 380 В.  
  Для железнодорожной части применяется система пневмоочистки путей от снега и локальный электрообогрев стрелочных переводов.

### **4.3.2. УСТРОЙСТВО АВТОДОРОЖНОЙ ЧАСТИ**

#### **4.3.2.1. Монтаж ортотропной плиты**

Монтаж ортотропной плиты осуществляется в заводских условиях на специализированном предприятии. Стальные листы настила толщиной 12-16 мм раскраиваются на станках с ЧПУ. Приварка продольных и поперечных ребер выполняется автоматической и полуавтоматической сваркой под флюсом. После сварки производится дробеструйная очистка поверхности до степени Sa 2½ по ГОСТ 9.402 для обеспечения высокой адгезии последующих покрытий. Сборка и сварка крупных блоков (отправочных марок) производится в кондукторах, обеспечивающих точность геометрии. Готовые блоки доставляются на объект тяжеловозным транспортом и монтируются с помощью крана грузоподъемностью 250 т.

#### **4.3.2.2. Устройство гидроизоляционного слоя**

Перед устройством гидроизоляции поверхность ортотропной плиты тщательно очищается от пыли и обезжиривается. Наносится праймер на эпоксидной основе для улучшения сцепления. Гидроизоляция выполняется из армированной полимерной мембраны толщиной 4 мм на основе модифицированного битума (СБС-модификатор). Мембрана наплавляется с помощью газовых горелок с нахлестом полотнищ не менее 100 мм. Особое внимание уделяется узлам примыкания к парапетам, деформационным швам и водоотводным элементам, где устраивается дополнительный слой гидроизоляции. Производится визуальный и приборный контроль (искровой дефектоскоп) на отсутствие пробоев.

#### **4.3.2.3. Укладка защитно-дренирующего слоя**

Защитно-дренирующий слой служит для защиты гидроизоляции от механических повреждений и отвода попавшей под покрытие влаги. Укладывается плотный асфальтобетон типа Б марки I на битуме БНД 60/90 с добавкой противусадочных волокон толщиной 40 мм. Укладка ведется асфальтоукладчиком с электронной системой нивелирования. Температура смеси при укладке должна быть не ниже 150°C. Уплотнение осуществляется комбинацией гладковальцовых и вибрационных катков за 5-7 проходов по одному следу. В данном слое производится укладка греющих кабелей противогололедной системы в специально подготовленные штрабы.

#### **4.3.2.4. Устройство выравнивающего слоя**

Выравнивающий слой толщиной 30 мм выполняется из литого асфальтобетона. Литой асфальт готовится на месте с использованием модифицированного полимерами битума (ПМБ 60/90-80) с повышенным содержанием минерального порошка (20-22%). Смесь транспортируется в кохерах, поддерживающих температуру 220-250°C. Укладка производится специальным укладчиком для литых смесей, обеспечивающим равномерное распределение без необходимости уплотнения катками. Слой обладает высокой герметичностью и стойкостью к образованию колеи.

#### **4.3.2.5. Укладка верхнего слоя покрытия**

Верхний слой покрытия толщиной 50 мм устраивается из щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА-16) на модифицированном битуме с добавкой целлюлозных волокон. ЩМА обладает высокой шероховатостью, сопротивлением сдвигу и долговечностью. Укладка производится асфальтоукладчиком VÖGELE Super 1900-3i с системой нивелирования. Температура смеси при укладке 160-170°C. Уплотнение осуществляется только гладковальцовыми катками в статическом режиме за 2-3 прохода для сохранения структуры щебня. Контроль температуры укладки и уплотнения обязателен.

**ТАБЛИЦА 4.3.1: Конструктивные слои автодорожной части**

| Слой | Материал | Толщина, мм | Технология укладки | Контроль качества |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Верхний слой покрытия | ЩМА-16 на модифицированном битуме | 50 | Асфальтоукладчик, уплотнение гладковальцовыми катками в статическом режиме | Измерение температуры смеси, контроль ровности (профилограф), проверка шероховатости (поршневой прибор) |
| Выравнивающий слой | Литой асфальтобетон | 30 | Спецукладчик, уплотнение не требуется | Измерение температуры смеси, визуальный контроль ровности и герметичности |
| Защитно-дренирующий слой | Плотный асфальтобетон типа Б, марка I | 40 | Асфальтоукладчик, уплотнение комбинированными катками | Контроль толщины (ультразвуковой дефектоскоп), испытание кернов на плотность |
| Гидроизоляционный слой | Полимерная мембрана на СБС-основе | 4 | Наплавление газовыми горелками | Визуальный контроль сплошности, испытание искровым дефектоскопом |
| Основание | Ортотропная плита (стальной настил) | 12-16 | Заводская сборка и сварка, монтаж на объекте | Ультразвуковой контроль сварных швов, измерение геометрии |

### **4.3.3. УСТРОЙСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ЧАСТИ**

#### **4.3.3.1. Монтаж балластного корыта с гидроизоляцией**

Монтаж сборных железобетонных плит балластного корыта производится краном грузоподъемностью 50 т. Стыки между плитами замоноличиваются бетоном класса В30. После набора прочности бетоном поверхность корыта тщательно очищается и наносится обмазочная гидроизоляция в два слоя (общая толщина 3 мм) методом безвоздушного распыления. Качество покрытия контролируется толщинометром.

#### **4.3.3.2. Укладка балластного слоя**

Балластный слой толщиной 350 мм выполняется из щебня горных пород фракции 25-60 мм по ГОСТ 7392-2014, 1-го класса. Отсыпка щебня производится путевыми машинами (хоппер-дозаторами). Разравнивание и предварительная подбивка осуществляются балласто-уплотнительными машинами. Производится промывка балласта для удаления пылевидных частиц.

#### **4.3.3.3. Устройство подрельсовых оснований**

Формирование балластной призмы под шпалами производится с помощью выправочно-подбивочно-отделочной машины (ВПО-3-3000). Обеспечивается точный профиль балластной призмы с поперечным уклоном 1:20 для водоотвода.

#### **4.3.3.4. Укладка железнодорожных путей**

Укладка пути производится путеукладочным краном УК-25/9-18. Применяются железобетонные шпалы Ш1-1 и рельсы типа Р65 по ГОСТ Р 51685-2013. Крепление рельсов к шпалам – раздельное болтовое типа КБ. Стыковые соединения рельсов – на шестиболтовых накладках. Монтаж ведется звеньевым способом с последуювой рихтовкой пути.

#### **4.3.3.5. Устройство стрелочных переводов и крестовин**

Установка стрелочных переводов типа Р65 марки 1/11 производится на железобетонных переводных брусьях. Монтаж осуществляется специализированной бригадой с использованием геодезической разбивки для обеспечения точности геометрических параметров. Электроприводы стрелок устанавливаются и подключаются в соответствии с проектом системы СЦБ.

### **4.3.4. СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ И ДРЕНАЖА**

#### **4.3.4.1. Устройство продольных и поперечных уклонов**

Продольные и поперечные уклоны формируются на этапе устройства несущих конструкций пролетного строения и корректируются при укладке балласта и асфальтобетонных слоев. Геодезический контроль уклонов осуществляется с использованием электронных тахеометров и нивелиров высокой точности.

#### **4.3.4.2. Монтаж водоотводных лотков и труб**

Лотки из нержавеющей стали крепятся к конструкции пролетного строения на кронштейнах. Стыки лотков герметизируются силиконовыми герметиками. Поперечные трубы из ПНД прокладываются в заранее предусмотренных гильзах. Уклон труб – не менее 20‰.

#### **4.3.4.3. Установка водоприемных колодцев и выпусков**

Водоприемные колодцы (из полимерно-песчаного композита) устанавливаются в пониженных точках тракта. Монтаж включает подключение к лоткам и трубам, устройство гидроизоляции примыканий и установку решеток.

#### **4.3.4.4. Система отвода воды с проезжей части**

Система является гравитационной и работает по принципу: проезжая часть → лотки → поперечные трубы → водоприемные колодцы → выпускные трубы → русло реки. Перед сбросом в реку вода проходит через пескоуловители.

#### **4.3.4.5. Противообледенительные мероприятия**

Помимо системы электрообогрева, предусмотрена обработка проезжей части противогололедными материалами (ПГМ) на основе ацетата калия, безопасного для конструкций и окружающей среды. Хранение и дозированная подача ПГМ осуществляется с помощью автоматизированной станции, расположенной в подходной насыпи.

### **4.3.5. ДОРОЖНАЯ РАЗМЕТКА И ОБУСТРОЙСТВО**

#### **4.3.5.1. Нанесение дорожной разметки**

Разметка наносится механизированным способом. Применяется термопластик толщиной 1.5 мм со световозвращающими микростеклошариками. Для горизонтальной разметки используется белый и желтый цвет. Вертикальная разметка наносится на элементы ограждений холодным пластиком.

#### **4.3.5.2. Установка дорожных знаков и указателей**

Знаки устанавливаются на опорах из гнутого металлического профиля. Крепление знаков производится с помощью плашечных соединений. Размещение и высота установки соответствуют ГОСТ Р 52289-2019 и ГОСТ Р 52290-2004.

#### **4.3.5.3. Монтаж ограждений и барьерных устройств**

Устанавливаются мостовые барьерные ограждения 11-го уровня удерживающей способности по ГОСТ Р 52766-2007. Ограждения монтируются на анкерных болтах с последующей заделкой цементно-песчаным раствором. Натяжение элементов ограждения производится динамометрическим ключом.

#### **4.3.5.4. Устройство освещения проезжей части**

Применяются консольные светильники с натриевыми лампами высокого давления, установленные на опорах высотой 12 м с шагом 40 м. Кабели прокладываются в каналах, предусмотренных в конструкции тротуаров.

#### **4.3.5.5. Обустройство пешеходных тротуаров и переходов**

Тротуары шириной 1.5 м покрыты рифлеными плитами из каменной крошки. Установлены перильные ограждения высотой 1.1 м. В зоне подходов к мосту предусмотрены пешеходные переходы, обозначенные разметкой и знаками.

### **4.3.6. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ИСПЫТАНИЯ**

#### **4.3.6.1. Контроль ровности покрытия**

Контроль производится с помощью высокоточного профилографа/профилометра в соответствии с ГОСТ 33037-2014. Измерения проводятся в двух направлениях по каждой полосе движения. Допустимый показатель ровности по международному индексу IRI – не более 2.0 м/км.

#### **4.3.6.2. Испытания на сцепные качества**

Коэффициент сцепления покрытия измеряется переносным динамическим прибором ПКРС-2 (поршневой прибор) по ГОСТ 30413-2012. Замеры производятся на сухом и мокром покрытии. Нормативное значение коэффициента сцепления в мокром состоянии – не менее 0.50.

#### **4.3.6.3. Контроль толщины слоев покрытия**

Контроль осуществляется с помощью ультразвукового толщиномера и путем отбора кернов диаметром 100 мм после устройства всех слоев. Отклонение от проектной толщины не должно превышать ±5 мм.

#### **4.3.6.4. Геодезический контроль продольных профилей**

Геодезический контроль выполняется на всех этапах работ. Используется электронный нивелир с точностью 0,4 мм на 1 км двойного хода. Составляются исполнительные схемы продольных и поперечных профилей.

#### **4.3.6.5. Исполнительная документация и акты приемки**

На каждую операцию составляется акт освидетельствования скрытых работ. Ведутся журналы производства работ. По завершении составляется исполнительный генеральный план, акты приемки конструкций и паспорт на сооружение, которые передаются заказчику и эксплуатирующей организации.

## **МОНТАЖ ПЕРИЛ И ОГРАЖДЕНИЙ**

Настоящий подраздел устанавливает требования к организации и производству работ по монтажу перил и ограждений автодорожной, пешеходной и железнодорожной частей мостового перехода через реку Лена. Учитывая значительную высоту расположения (25-40 м), протяженность (2400 пог. м) и экстремальные климатические условия (температуры от -45°C до +35°C, ветровые нагрузки до 25 м/с), к монтажу предъявляются повышенные требования безопасности, надежности и долговечности. Работы выполняются специализированными бригадами с применением средств подмащивания и систем канатной страховки.

### **4.4.1. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ**

#### **Типы и классы ограждений (автодорожные, пешеходные, ж/д)**

В проекте предусмотрено три основных типа ограждений:

1. **Автодорожные барьерные ограждения 11-го уровня усиления (H2 по ГОСТ Р 52766-2007, EN 1317):** Предназначены для удержания автомобилей при съезде с проезжей части. Устанавливаются по краям автодорожной части моста.
2. **Пешеходные ограждения:** Высотой 1.1 м с вертикальным заполнением (стоек). Обеспечивают безопасность пешеходов на тротуарах. Оснащены противолазовыми конструкциями (вертикальные элементы с просветом не более 100 мм).
3. **Железнодорожные ограждения:** Включают путевые ограждения, противосходные системы и ограждения обслуживающих переходов. Конструкции разработаны с учетом габаритов подвижного состава и требований безопасности на железнодорожном транспорте.

#### **Материалы ограждений (сталь оцинкованная, нержавеющая, алюминиевые сплавы)**

Основным материалом несущих элементов (стойки, балки) является сталь марки С255. Для обеспечения долговечности в условиях агрессивной среды все стальные элементы имеют антикоррозионное покрытие – горячее цинкование толщиной не менее 80 мкм. Поручни пешеходных перил изготавливаются из нержавеющей стали марки AISI 304. Декоративные элементы и элементы подсветки выполняются из коррозионностойких алюминиевых сплавов.

#### **Расчетные нагрузки и требования безопасности** Конструкции ограждений рассчитаны на восприятие следующих нагрузок:

* **Автодорожные:** Согласно ГОСТ Р 52766-2007, уровень H2 (испытательная нагрузка 200 кДж).
* **Пешеходные:** Горизонтальная нагрузка 1.5 кН/м, приложенная к поручню, и 0.5 кН/м, приложенная в середине заполнения.
* **Ветровые:** Расчетная ветровая нагрузка для элементов ограждения – 1.8 кПа.
* **Температурные воздействия:** Учтены температурные деформации от перепадов -45°C до +35°C.

#### **Антикоррозионная защита и долговечность** Для обеспечения срока службы не менее 50 лет применена комплексная система защиты:

1. **Горячее цинкование:** Основной метод защиты несущего каркаса.
2. **Лакокрасочное покрытие (дополнительное):** Наносится поверх оцинковки в целях эстетики и дополнительной защиты от ультрафиолета и механических повреждений. Система "грунт-эмаль" с суммарной толщиной сухого слоя 120 мкм.
3. **Изолирующие прокладки:** Используются в болтовых соединениях разнородных металлов (сталь-алюминий) для предотвращения электрохимической коррозии.

#### **Эстетические и архитектурные требования** Конструкции ограждений harmoniously интегрированы в архитектурный облик моста. Пешеходные перила имеют строгий, современный дизайн с возможностью интеграции встроенной светодиодной подсветки. Цветовое решение лакокрасочных покрытий согласовано с архитектурным проектом.

### **АВТОДОРОЖНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ**

#### Барьерные ограждения 11-го уровня усиления

Применяются двухволновые стальные балки барьерного ***ограждения высотой 310 мм и толщиной 3-4 мм. Ограждения*** предназначены для гашения **кинетической энергии и плавного изменения траектории автомобиля.**

#### **Монтаж опорных стоек и анкерных устройств** Опорные стойки из швеллера или двутавра устанавливаются с шагом 2.0-4.0 м в зависимости от кривизны моста. Крепление к монолитному парапету моста осуществляется с помощью химических анкеров М20. Перед установкой производится разметка и проверка геодезистами оси установки ограждения. Отверстия под анкеры бурятся алмазным бурением.

#### **Установка балок и элементов жесткости** Стальные балки ограждения монтируются последовательно секциями. Стыкование балок осуществляется с помощью специальных соединительных пластин на высокопрочных болтах М16 класса 10.9. Момент затяжки болтов контролируется динамометрическим ключом и составляет 300 Н·м для М16.

#### **Устройство концевых участков и переходных элементов** Концевые участки ограждений выполняются в виде улавливающих оголовков или отгонов, заглубленных в грунт, для безопасного гашения энергии. В местах примыкания к другим типам ограждений устанавливаются переходные элементы.

#### **Регулировочные устройства и компенсаторы** **В местах сопряжения с деформационными швами моста** устанавливаются компенсаторы, позволяющие ограждению воспринимать температурные деформации пролетного строения без потери прочности.

### **ПЕШЕХОДНЫЕ ПЕРИЛА И ОГРАЖДЕНИЯ**

***4.4.3.1. Перила высотой 1.1-1.2 м с вертикальными элементами***Конструкция включает стойки, установленные с шагом 1.2 м, верхний и нижний продольные ригели, а также вертикальные элементы заполнения (балясины) из круглой трубы диаметром 25-30 мм.

#### **4.4.3.2. Устройство противолазовых конструкций** Расстояние между вертикальными элементами заполнения не превышает 100 мм, что исключает возможность прохождения ребенка и предотвращает лазание.

#### **4.4.3.3. Монтаж поручней и handrail систем** Верхний поручень из нержавеющей стали диаметром 60 мм монтируется на стойки с помощью фланцевых соединений. Все соединения поручней должны быть гладкими, без заусенцев и перепадов высот.

#### **4.4.3.4. Ограждения смотровых площадок и зон отдыха** На смотровых площадках высота ограждения увеличена до 1.2 м. Конструкция усилена, заполнение может быть выполнено из закаленного стекла, установленного в стальные зажимные профили.

#### **4.4.3.5. Декоративные элементы и подсветка** В поручни может быть интегрирована светодиодная лента, обеспечивающая архитектурную подсветку в темное время суток. Монтаж электропроводки и светильников выполняется специализированной электромонтажной бригадой.

### **ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ**

***4.4.4.1. Путевые ограждения и сигнальные устройства***Устанавливаются сигнальные стойки с отражателями, обозначающие границу железнодорожного полотна. Конструкции минимально инвазивны, чтобы не создавать помех движению поездов.

#### **4.4.4.2. Противосходные системы и упоры** В зонах, критичных для схода подвижного состава, устанавливаются упругие или жесткие упоры. Крепление осуществляется к железобетонным конструкциям пути.

#### **4.4.4.3. Ограждения обслуживающих переходов** На переходах для обслуживающего персонала устанавливаются распашные ворота с самозакрывающимся механизмом и запирающими устройствами.

#### **4.4.4.4. Системы заземления и молниезащиты** Все металлические ограждения железнодорожной части заземляются в соответствии с ПУЭ для обеспечения электробезопасности и работы устройств СЦБ.

#### **4.4.4.5. Специализированные ж/д сигналы и знаки** Монтаж сигналов и знаков осуществляется по отдельному проекту силами специализированных организаций железнодорожного транспорта.

### **ТЕХНОЛОГИИ МОНТАЖА И КРЕПЛЕНИЯ**

#### **4.4.5.1. Методы установки в условиях мостового полотна** Монтаж ведется с автовышек, подъемников и подвесных монтажных люлек, перемещающихся по смонтированным участкам моста. Все работы ведутся поточным методом: за одной бригадой, выполняющей разметку и сверление, следует бригада по установке стоек, затем – бригада по монтажу балок/заполнения.

#### **4.4.5.2. Сварные и болтовые соединения (высокопрочные болты 10.9)** Основной метод соединения – болтовой на высокопрочных болтах М16-М20 класса 10.9. Сварка применяется ограниченно, только для неразъемных соединений, не указанных в проекте как болтовые. Сварные швы должны соответствовать категории К3 по СП 16.13330.2017.

#### **4.4.5.3. Химические анкеры и инжекционные системы** Для крепления стоек к бетонному парапету применяются химические анкеры М20. Технология монтажа:

1. Очистка отверстия от пыли промышленным пылесосом.
2. Заполнение отверстия двухкомпонентной химической смолой.
3. Установка анкерного стержня.
4. Выдержка до набора прочности (в соответствии с техническими условиями производителя смолы при фактической температуре воздуха).

#### **4.4.5.4. Температурные компенсаторы и демпфирующие устройства** Скользящие крепления балок к стойкам позволяют компенсировать температурные деформации. В местах, подверженных вибрационным нагрузкам, устанавливаются демпфирующие шайбы или упругие прокладки.

#### **4.4.5.5. Контроль моментов затяжки и качества соединений** Контроль момента затяжки болтов осуществляется выборочно, но не менее 10% от общего количества, динамометрическим ключом с записью в журнал работ. Визуально проверяется плотность прилегания соединяемых элементов.

### **СРЕДСТВА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ**

#### **4.4.6.1. Страховочные системы и средства коллективной защиты** Все рабочие на высоте используют систему удержания, состоящую из привязного страховочного снаряжения (пояса и стропы), карабинов и анкерных точек. По периметру зоны работ устанавливаются временные защитные ограждения высотой 1.1 м.

#### **4.4.6.2. Монтажные platforms и подвесные люльки** Для доступа к местам монтажа применяются подвесные люльки (2 шт.), прошедшие освидетельствование. Работа в люльках разрешена при скорости ветра не более 10 м/с. Автовышки (4 шт.) используются на участках с доступом с земли.

#### **4.4.6.3. Временные ограждения и сигнализация** Зона под монтажными работами ограждается сигнальной лентой и предупреждающими знаками "Опасная зона", "Ведутся работы на высоте".

#### **4.4.6.4. Противообледенительные мероприятия при работах** В зимний период перед началом работ производится очистка рабочих мест от снега и наледи. На рабочие площадки и проходы наносится противогололедный реагент. При угрозе обледенения работы приостанавливаются.

#### **4.4.6.5. Аварийные планы и средства эвакуации** Разработан и доведен до всех работников план эвакуации и спасательных работ. На местах размещены аптечки, а в люльках и на вышках – дополнительные страховочные устройства для спуска (спасательные устройства типа "Штырь" или "Когти").

### **КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ИСПЫТАНИЯ**

#### **4.4.7.1. Визуальный и инструментальный контроль монтажа** Производится проверка:

* Соответствия установленных элементов проектным размерам и маркировке.
* Каства сварных швов (визуально и, выборочно, УЗК).
* Отсутствия повреждений защитных покрытий.
* Геометрии установки ограждения (отклонение от вертикали стоек не более 3 мм на 1 м высоты).

#### **4.4.7.2. Испытания на ударную прочность и деформацию** Выборочно, на готовых участках, проводятся испытания автодорожных ограждений неразрушающим методом (ударным воздействием специальным стендом) для проверки жесткости крепления стоек.

#### **4.4.7.3. Контроль антикоррозионных покрытий (толщина, адгезия)** Толщина цинкового покрытия проверяется магнитным толщиномером не менее чем в 3 точках на элементе. Адгезия лакокрасочного покрытия проверяется методом решетчатого надреза.

#### **4.4.7.4. Проверка геометрических параметров и ровности** Ровность установки поручней пешеходных ограждений проверяется путем натяжения струны. Прогиб не должен превышать 5 мм на 3 м длины.

#### **4.4.7.5. Акты приемки и исполнительная документация** На каждую секцию ограждений составляется акт освидетельствования скрытых работ (на анкерные крепления) и акт приемки. Формируется исполнительная схема с привязкой установленных элементов к пикетажу моста.

**ТАБЛИЦА 4.4.1: Технические характеристики ограждений**

| Тип ограждения | Высота, м | Материал | Класс безопасности | Способ крепления |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Автодорожное барьерное | 0.75-0.85 | Сталь С255, оцинк. | H2 (11-й ур. усиления) | Хим. анкеры М20 к парапету |
| Пешеходное перильное | 1.1 | Стойки: С255 оцинк.; Поручень: нерж. сталь | Нагрузка 1.5 кН/м | Хим. анкеры М16 к парапету, фланцевые соединения |
| Железнодорожное путевое | 0.5-0.7 | Сталь С255, оцинк. | По ведомственным нормам | Анкеры к плите балласта/шпале |
| Смотровой площадки | 1.2 | Стойки: С255 оцинк.; Заполнение: стекло/сталь | Нагрузка 1.5 кН/м | Хим. анкеры М20, зажимные профили |

# СПЕЦИАЛЬНЫЕ РАБОТЫ И КОММУНИКАЦИИ

## 5.1. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ МОСТА

### 5.1.1. СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

#### 5.1.1.1. Источники питания и схема электроснабжения

Система электроснабжения мостового перехода реализована по схеме I категории надежности в соответствии с требованиями ПУЭ 7 издания. Основные источники питания - две независимые кабельные линии 10 кВ от подстанций "Левобережная" и "Правобережная", обеспечивающие взаимное резервирование.

**Основные характеристики:**

* Напряжение питания: 10 кВ ±10%
* Частота: 50 Гц ±5%
* Мощность трансформаторов: 2×630 кВА
* Коэффициент запаса по мощности: 1.4
* Схема АВР: двухстороннего действия с временем переключения не более 1.5 с

Распределительные устройства 10/0.4 кВ размещены в климатических исполнениях УХЛ1 по ГОСТ 15150 для работы при температурах от -45°C до +35°C. Используются комплектные трансформаторные подстанции КТП-630/10/0.4 с системой автоматического ввода резерва на базе микропроцессорных контроллеров Siemens SICAM.

#### 5.1.1.2. Кабельные трассы и распределительные устройства

Кабельная система выполнена с учетом климатических особенностей и требований к механической прочности. Основные трассы проложены в кабельных лотках из нержавеющей стали 12Х18Н10Т по ГОСТ 5632, размещенных на конструкциях моста с защитой от прямого воздействия атмосферных осадков и вибрационных нагрузок.

**Характеристики кабельных линий:**

* Силовые кабели 10 кВ: АВВГ-10(3×95) с медными жилами
* Силовые кабели 0.4 кВ: ВВГ-0.66(4×150) для основных магистралей
* Кабели управления: КВВГ-0.66(10×2.5) с экранированием
* Волоконно-оптические кабели: ОКЛ-02-8-0.22/3.5-1

Распределительные щиты 0.4 кВ выполнены на базе панелей ЩО-70 с автоматическими выключателями ВА47-29, ВА57-31 с электронными расцепителями. Установлены устройства защиты от импульсных перенапряжений ОПН-10 и ОПН-0.38.

#### 5.1.1.3. Резервное питание (дизель-генераторы, ИБП)

Резервная система питания включает дизель-генераторные установки и источники бесперебойного питания для критически важных систем.

**Дизель-генераторные установки:**

* Количество: 2 установки параллельной работы
* Мощность каждой: 400 кВт
* Двигатель: Cummins QSL9 с жидкостным охлаждением
* Генератор: Stamford HC4 с системой AVR
* Время запуска: не более 15 с
* Автономная работа: 48 часов при 75% нагрузке
* Топливные баки: 2×5000 л с системой подогрева

**Системы ИБП:**

* Мощность: 3×60 кВА для систем управления, связи и сигнализации
* Резервное время: 4 часа в дежурном режиме
* Технология: онлайновые ИБП Eaton 93PM с двойным преобразованием
* Аккумуляторы: свинцово-кислотные VRLA с подогревом при -40°C

#### 5.1.1.4. Системы заземления и молниезащиты

Система заземления выполнена по схеме TN-S с раздельными защитным и рабочим нулевыми проводниками. Сопротивление заземляющего устройства не превышает 0.5 Ом.

**Контур заземления:**

* Вертикальные электроды: стальные оцинкованные стержни диаметром 16 мм, длиной 3 м
* Горизонтальные соединители: полосовая сталь 40×4 мм
* Глубина заложения: 0.7 м от уровня земли
* Количество контуров: 8 по длине моста

**Молниезащита:**

* Молниеприемники: стержневые высотой 2 м через 30 м
* Токоотводы: медный провод сечением 50 мм²
* Зона защиты: 45 м по высоте, полное покрытие мостового полотна
* Уровень молниезащиты: I по СО 153-34.21.122-2003

#### 5.1.1.5. Автоматика и телемеханика электроснабжения

Система автоматики построена на базе программируемых логических контроллеров Siemens SIMATIC S7-1500 с распределенными модулями ввода-вывода ET200.

**Функциональные возможности:**

* Автоматический ввод резерва с контролем синхронизации
* Мониторинг параметров сети: U, I, P, Q, cosφ, гармоники
* Защита от асимметрии и перекоса фаз
* Учет электроэнергии с передачей данных в АСКУЭ
* Дистанционное управление коммутационными аппаратами
* Самодиагностика и прогнозирование отказов

**ТАБЛИЦА 5.1.1: Параметры системы электроснабжения**

| Параметр | Значение | Единица измерения | Примечания |
| --- | --- | --- | --- |
| Напряжение питания | 10 | кВ | от двух независимых источников |
| Мощность трансформаторов | 2×630 | кВА | сухие трансформаторы |
| Резервная мощность | 2×400 | кВт | дизель-генераторы |
| Мощность ИБП | 3×60 | кВА | онлайновые системы |
| Сопротивление заземления | ≤0.5 | Ом | для каждого контура |
| Время переключения АВР | ≤1.5 | с | на стороне 0.4 кВ |
| Автономная работа ДГУ | 48 | часов | при 75% нагрузке |

### 5.1.2. СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ

#### 5.1.2.1. Архитектурно-художественное освещение

Архитектурно-художественное освещение предназначено для визуального выделения моста в ночное время и создания эстетического облика. Система реализована на основе светодиодных прожекторов и линейных светильников с динамическим управлением цветом и интенсивностью.

**Оборудование:**

* Прожекторы заливающего света: Philips Color Kinetics eW Burst Powercore
* Линейные светильники: LEDLINE XL RGBW для подсветки конструкций
* Контроллеры управления: Color Kinetics iPlayer 3 с DMX-512
* Мощность системы: 35 кВт

**Режимы работы:**

* Ежедневный: белый свет 4000K с интенсивностью 70%
* Праздничный: динамические цветовые сценарии
* Экономичный: снижение интенсивности до 30% после 23:00

#### 5.1.2.2. Функциональное освещение проезжей части

Функциональное освещение обеспечивает нормируемую освещенность для безопасного движения транспорта. Светильники установлены на опорах высотой 12 м с шагом 30 м.

**Параметры освещения:**

* Средняя освещенность: 20-30 лк
* Равномерность освещения: не менее 0.4
* Показатель ослепленности: не более 50
* Цветовая температура: 4000K

**Оборудование:**

* Светильники: Philips SGP343 LED мощностью 150 Вт
* Опоры: стальные оцинкованные СФО-12
* Количество светильников: 80 шт для автодороги

#### 5.1.2.3. Аварийное и эвакуационное освещение

Аварийное освещение обеспечивает минимально необходимую освещенность при отказе основной системы. Эвакуационное освещение маршрутов эвакуации соответствует требованиям СП 52.13330.

**Характеристики:**

* Освещенность аварийного освещения: не менее 5 лк
* Освещенность эвакуационных путей: не менее 1 лк
* Время работы от аккумуляторов: не менее 3 часов
* Светильники: со встроенными АКБ и системой тестирования

#### 5.1.2.4. Система управления и автоматизации освещения

Система управления построена на базе программируемых контроллеров Siemens LOGO! с возможностью интеграции в общую систему управления мостом.

**Функции управления:**

* Автоматическое включение/выключение по astronomic таймеру
* Регулировка интенсивности по расписанию
* Ручное управление из диспетчерской
* Мониторинг состояния светильников и потребляемой мощности
* Формирование отчетов и статистики

#### 5.1.2.5. Энергоэффективные технологии (LED, smart lighting)

Применены современные энергоэффективные технологии, обеспечивающие снижение энергопотребления на 60% по сравнению с традиционными решениями.

**Технологии:**

* Светодиодные источники света с эффективностью 130 лм/Вт
* Адаптивное управление интенсивностью по датчикам движения
* Система мониторинга и управления энергопотреблением
* Датчики освещенности для коррекции работы в пасмурную погоду

**ТАБЛИЦА 5.1.2: Параметры системы освещения**

| Параметр | Значение | Единица измерения | Примечания |
| --- | --- | --- | --- |
| Общее количество светильников | 200 | шт | включая все типы |
| Установленная мощность | 45 | кВт | суммарная |
| Средняя освещенность проезжей части | 20-30 | лк | по СП 52.13330 |
| Мощность архитектурного освещения | 35 | кВт | динамическое управление |
| Срок службы светодиодов | 50000 | часов | L70 |
| Экономия энергии | 60 | % | по сравнению с ДНаТ |

## 5.2. СИСТЕМЫ СВЯЗИ И СИГНАЛИЗАЦИИ

### 5.2.1. ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

#### 5.2.1.1. Диспетчерская связь и громкоговорящая связь

Система диспетчерской связи обеспечивает надежную голосовую связь между диспетчерским центром и оперативным персоналом на мосту. Громкоговорящая связь используется для экстренного оповещения.

**Оборудование диспетчерской связи:**

* Цифровая АТС: Panasonic KX-NS500 на 200 портов
* Диспетчерские пульты: 6-канальные с приоритетным набором
* Абонентские устройства: взрывозащищенные телефоны TELANEX TP-10
* Резервирование: 100% горячее резервирование основных модулей

**Громкоговорящая связь:**

* Громкоговорители: TOA PC-486R с подогревом, 30 Вт
* Усилители: TOA A-2120AM, 120 Вт с резервированием
* Зоны оповещения: 8 независимых зон
* Дальность действия: 500 м в условиях шума 85 дБ

#### 5.2.1.2. Телефонная связь и переговорные устройства

Телефонная сеть включает проводные и беспроводные решения для обеспечения связи во всех зонах моста.

**Проводная телефонная сеть:**

* Количество точек подключения: 50
* Таксофоны экстренной связи: 15 шт с прямым выходом на диспетчера
* Телефоны в служебных помещениях: 35 шт

**Беспроводная связь:**

* Система DECT: базовые станции Siemens Gigaset C595, 8 шт
* Зона покрытия: вся протяженность моста и подходы
* Количество трубок: 25 шт

#### 5.2.1.3. Радиосвязь для служб эксплуатации

Система радиосвязи обеспечивает взаимодействие мобильных служб эксплуатации и аварийных бригад.

**Оборудование:**

* Базовые станции TETRA: Motorola Dimetra IP Compact, 2 шт
* Портативные радиостанции: Motorola MTP8500Ex, 40 шт
* Стационарные радиостанции в автомобилях: 15 шт
* Зона покрытия: мост + 5 км по берегам

**Частотные характеристики:**

* Диапазон: 380-400 МГц
* Количество каналов: 8
* Мощность передатчиков: 25 Вт (базовые), 1 Вт (портативные)

#### 5.2.1.4. Системы оповещения и трансляции

Система оповещения предназначена для передачи речевых сообщений и сигналов тревоги в нормальных и аварийных ситуациях.

**Компоненты системы:**

* Микропроцессорный контроллер оповещения: Bosch Praesideo
* Источники сигналов: микрофоны, проигрыватели, генераторы тона
* Усилительная аппаратура: 16 каналов по 250 Вт
* Громкоговорители: 120 шт равномерно по длине моста

**Функциональные возможности:**

* Автоматическое оповещение при авариях
* Ручное речевое оповещение из диспетчерской
* Трансляция фоновой музыки и объявлений
* Приоритетность сообщений (3 уровня)

### 5.2.2. СИГНАЛИЗАЦИЯ И МОНИТОРИНГ

#### 5.2.2.1. Автоматическая сигнализация нештатных ситуаций

Система автоматической сигнализации обнаруживает и классифицирует нештатные ситуации на мосту.

**Типы обнаруживаемых событий:**

* ДТП и заторы движения
* Превышение габаритов транспорта
* Обледенение проезжей части
* Пожары и задымления
* Сильные порывы ветра
* Сейсмические воздействия

**Оборудование обнаружения:**

* Детекторы incidents: 20 камер с аналитикой
* Датчики обледенения: 15 шт ROSEMOUNT 2410F
* Анемометры: 8 шт METEX M-3860D
* Сейсмодатчики: 4 шт Kinemetrics EpiSensor ES-T

#### 5.2.2.2. Системы контроля доступа и охраны

Система контроля доступа ограничивает доступ в служебные и технологические помещения моста.

**Компоненты СКУД:**

* Контроллеры доступа: PERCo-IC03, 25 шт
* Считыватели: proximity карт HID 5355, 50 шт
* Замки: электромеханические Abloy EL560, 40 шт
* Турникеты: PERCo-TB01, 8 шт

**Система видеонаблюдения:**

* Камеры: 20 шт AXIS Q6055-E PTZ с подогревом
* Разрешение: 4K, 25 кадров/с
* Ночное видение: до 100 м
* Аналитика: детекция оставленных предметов, подсчет людей

#### 5.2.2.3. Мониторинг параметров моста (деформации, вибрации)

Система структурного мониторинга отслеживает техническое состояние конструкций моста в реальном времени.

**Параметры мониторинга:**

* Деформации: тензометрические датчики HBM LY41, 60 шт
* Вибрации: акселерометры PCB 393B31, 30 шт
* Температуры: термопары типа K, 40 шт
* Смещения опор: инклинометры RST RST-INCL-02, 20 шт

**Система сбора данных:**

* Контроллеры: National Instruments cRIO-9035, 10 шт
* Частота опроса: 100 Гц для вибрационных датчиков
* Точность измерений: 0.1% от полной шкалы

#### 5.2.2.4. Метеорологический мониторинг

Метеорологическая система предоставляет актуальные данные о погодных условиях для управления эксплуатацией моста.

**Датчики метеопараметров:**

* Станции: Vaisala AWS810, 4 шт
* Измеряемые параметры: температура, влажность, давление, ветер, осадки
* Точность: температура ±0.1°C, ветер ±0.1 м/с
* Интервал измерений: 1 минута

**ТАБЛИЦА 5.2.1: Параметры систем связи и мониторинга**

| Параметр | Значение | Единица измерения | Примечания |
| --- | --- | --- | --- |
| Количество камер видеонаблюдения | 20 | шт | с аналитикой |
| Длина ВОЛС | 12 | км | одномодовое волокно |
| Количество точек доступа | 50 | шт | телефоны и СКУД |
| Количество датчиков мониторинга | 150 | шт | структурный мониторинг |
| Время работы системы оповещения | 3 | часа | от АКБ |
| Зона покрытия радиосвязи | мост+5км | - | по берегам |

## 5.3. ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

### 5.3.1. СИСТЕМЫ АКТИВНОГО ОБОГРЕВА

#### 5.3.1.1. Электрический обогрев проезжей части

Система электрического обогрева предотвращает образование льда на проезжей части и тротуарах моста. Общая площадь обогрева составляет 5000 м².

**Технические характеристики:**

* Удельная мощность: 300-500 Вт/м²
* Общая мощность системы: 300 кВт
* Напряжение питания: 380/220 В
* Тип нагревательных элементов: саморегулирующийся кабель Ebeco Frostop SRL

**Зоны обогрева:**

* Проезжая часть: 4000 м²
* Тротуары: 800 м²
* Критические узлы: 200 м² (деформационные швы, водостоки)

#### 5.3.1.2. Инфракрасные системы против обледенения

Инфракрасные обогреватели установлены в зонах, где применение кабельного обогрева затруднено - вертикальные поверхности, опоры, элементы конструкций.

**Оборудование:**

* Инфракрасные обогреватели: FRICO EVA240, 40 шт
* Мощность каждого: 2.4 кВт
* Длина волны: 2-6 мкм (средневолновое ИК-излучение)
* Зона покрытия: 15-20 м² на обогреватель

#### 5.3.1.3. Тепловые завесы в критических зонах

Тепловые завесы установлены в местах возможного обледенения от брызг и испарений - у опор, в зонах водосброса.

**Параметры тепловых завес:**

* Количество: 8 шт
* Производительность: 3000 м³/час
* Мощность: 15 кВт каждая
* Тип: электрические Tropic T-3.0

#### 5.3.1.4. Автоматическое управление системами обогрева

Система управления противобледенительными системами обеспечивает автоматическое включение и отключение обогрева в зависимости от метеоусловий.

**Компоненты управления:**

* Контроллеры: Siemens RWG70 с метеодатчиками
* Датчики температуры и влажности: 12 шт
* Датчики наличия осадков: 8 шт
* Программируемые сценарии работы

**Алгоритмы работы:**

* Предупредительный обогрев при t<+3°C и влажности >80%
* Интенсивный обогрев при обнаружении осадков
* Пониженная мощность в сухую морозную погоду
* Отключение при t>+5°C

### 5.3.2. ПАССИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

#### 5.3.2.1. Гидрофобные покрытия и материалы

На поверхности проезжей части и конструкциях моста применены гидрофобные покрытия, снижающие адгезию льда.

**Типы покрытий:**

* Проезжая часть: модифицированный асфальтобетон с добавкой EverGrip
* Металлические конструкции: покрытие NeverWet на основе наночастиц SiO₂
* Бетонные поверхности: пропитка SikaGard-720

**Эффективность:**

* Снижение силы сцепления льда: на 70-80%
* Срок службы покрытий: 5-7 лет
* Температурный диапазон: от -50°C до +60°C

#### 5.3.2.2. Конструктивные решения против обледенения

Конструктивные элементы моста спроектированы с учетом минимизации образования наледи.

**Решения:**

* Аэродинамический профиль балок, снижающий завихрения
* Уклон проезжей части 2% для стока воды
* Гладкие поверхности без выступов для накопления снега
* Защитные козырьки над опорами

#### 5.3.2.3. Системы сбора и отвода талой воды

Система сбора и отвода талой воды предотвращает повторное обледенение при перепадах температур.

**Компоненты:**

* Водосборные лотки: нержавеющая сталь 08Х18Н10, 1200 м
* Дренажные трубы: ПНД диаметром 200 мм, 800 м
* Коллекторы: 4 шт объемом 5 м³ каждый
* Насосы откачки: Grundfos SE1-40, 8 шт

#### 5.3.2.4. Противообледенительные реагенты и материалы

Для экстренной обработки в особо сложных условиях предусмотрено применение экологически безопасных реагентов.

**Реагенты:**

* Основной: ацетат калия (92% эффективность при -30°C)
* Резервный: хлорид магния (до -15°C)
* Норма расхода: 20-30 г/м²

**ТАБЛИЦА 5.3.1: Параметры противобледенительных систем**

| Параметр | Значение | Единица измерения | Примечания |
| --- | --- | --- | --- |
| Площадь обогрева | 5000 | м² | кабельная система |
| Установленная мощность | 300 | кВт | электрический обогрев |
| Количество ИК-обогревателей | 40 | шт | для вертикальных поверхностей |
| Эффективность гидрофобных покрытий | 70-80 | % | снижение адгезии льда |
| Температура работы систем | -45...+35 | °C | полный функционал |
| Время включения обогрева | 15 | минут | до начала осадков |

## 5.4. СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ

### 5.4.1. ПОВЕРХНОСТНЫЙ ВОДООТВОД

#### 5.4.1.1. Система лотков и водосборных воронок

Система поверхностного водоотвода собирает атмосферные осадки с проезжей части и тротуаров моста.

**Конструктивные элементы:**

* Водоотводные лотки: полимербетонные HAURATON 150×150 мм, 2400 м
* Водосборные воронки: чугунные с решетками DN150, 80 шт
* Уклон лотков: 1.5% в сторону воронок
* Пропускная способность: 12 л/с на 100 м

#### 5.4.1.2. Водоотводные трубы и коллекторы

Собранная вода отводится по системе трубопроводов к береговым очистным сооружениям.

**Параметры системы:**

* Трубы: ПНД диаметром 200 мм, 1600 м
* Коллекторы: стальные диаметром 500 мм, 400 м
* Ревизионные колодцы: 20 шт через 60 м
* Скорость течения: не менее 0.7 м/с

#### 5.4.1.3. Очистные сооружения поверхностных стоков

Очистные сооружения обеспечивают очистку поверхностных стоков перед сбросом в реку Лена.

**Технологическая схема:**

* Пескоотделители: 4 шт производительностью 10 л/с
* Нефтеуловители: 2 шт производительностью 20 л/с
* Сорбционные фильтры: угольные, 2 шт
* Контроль качества: автоматические пробоотборники

**Показатели очистки:**

* Взвешенные вещества: ≤3 мг/л
* Нефтепродукты: ≤0.05 мг/л
* БПК: ≤3 мгО₂/л

#### 5.4.1.4. Выпуски в реку и системы фильтрации

Очищенные стоки сбрасываются в реку через рассеивающие выпуски, обеспечивающие быстрое смешение.

**Конструкция выпусков:**

* Количество выпусков: 2 шт (по одному на каждый берег)
* Диффузоры: перфорированные трубы длиной 10 м
* Скорость истечения: 0.3 м/с
* Система обратных клапанов: предотвращает попадание речной воды

### 5.4.2. ДРЕНАЖНЫЕ СИСТЕМЫ

#### 5.4.2.1. Дренаж конструкций моста

Дренажная система отводит влагу из внутренних полостей конструкций моста, предотвращая коррозию и обледенение.

**Элементы системы:**

* Дренажные отверстия: диаметром 50 мм, 200 шт
* Влагосборники: 40 шт объемом 50 л
* Система трубопроводов: ПВХ диаметром 100 мм, 600 м

#### 5.4.2.2. Системы осушения опор и устоев

Опоры и устои оборудованы системами принудительного осушения для защиты от капиллярного подъема влаги.

**Оборудование:**

* Дренажные насосы: WILO-DRAINLIFT 40, 16 шт
* Датчики уровня: поплавковые, 32 шт
* Система управления: автоматический запуск при уровне воды 0.5 м

#### 5.4.2.3. Противофильтрационные завесы

Противофильтрационные завесы предотвращают проникновение грунтовых вод к фундаментам опор.

**Конструкция:**

* Материал: бентонитовые маты VOLTEX DS 20
* Глубина заложения: 8-12 м
* Площадь: 1200 м²
* Срок службы: не менее 50 лет

#### 5.4.2.4. Мониторинг дренажных систем

Система мониторинга контролирует работу дренажных систем и своевременно обнаруживает неисправности.

**Параметры контроля:**

* Уровень воды в дренажных колодцах
* Работоспособность насосов
* Расход дренажных вод
* Качество отводимой воды

**ТАБЛИЦА 5.4.1: Параметры систем водоотведения**

| Параметр | Значение | Единица измерения | Примечания |
| --- | --- | --- | --- |
| Длина водоотводных лотков | 2400 | м | полимербетон |
| Количество водосборных воронок | 80 | шт | чугунные |
| Производительность очистных сооружений | 20 | л/с | на каждый берег |
| Количество дренажных насосов | 16 | шт | для опор и устоев |
| Степень очистки стоков | 98 | % | по нефтепродуктам |
| Площадь противофильтрационных завес | 1200 | м² | бентонитовые маты |

## 5.5. АВТОДОРОЖНЫЕ КОММУНИКАЦИИ

### 5.5.1. СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

#### 5.5.1.1. Автоматизированная система управления движением

Автоматизированная система управления движением (АСУ ДД) обеспечивает безопасное и эффективное движение транспорта по мосту.

**Архитектура системы:**

* Центральный контроллер: Siemens TACTICS с резервированием
* Локальные контроллеры: 8 шт по длине моста
* Связь: волоконно-оптическая сеть с резервированием
* Интерфейсы: интеграция с региональными системами управления движением

**Функциональные возможности:**

* Адаптивное управление скоростными режимами
* Координация с светофорами подходов
* Управление информационными табло
* Обработка данных с детекторов транспорта

#### 5.5.1.2. Дорожные знаки и информационные табло

Система дорожных знаков и табло предоставляет водителям актуальную информацию о дорожной обстановке.

**Типы знаков:**

* Статические знаки: 40 шт по ГОСТ Р 52290
* Динамические табло: 10 шт Dambach LediSign Vario 4
* Высота установки: 5.5-7 м
* Угол обзора: не менее 30°

**Параметры табло:**

* Размер: 4000×2000 мм
* Разрешение: 32×16 светодиодов
* Яркость: регулируемая 5000-8000 кд/м²
* Дальность восприятия: 150 м

#### 5.5.1.3. Светофорное регулирование и детекторы транспорта

Светофорное регулирование установлено на подходах к мосту и в зонах возможного образования заторов.

**Оборудование:**

* Светофоры: 6 групп по 3 секции LED
* Детекторы транспорта: индукционные петлевые, 24 шт
* Альтернативные детекторы: радиолокационные Wavetronix SmartSensor 125, 8 шт

**Характеристики детекторов:**

* Точность измерения скорости: ±2 км/ч
* Определение длины транспортного средства: ±0.5 м
* Рабочая температура: -40°C до +85°C

#### 5.5.1.4. Системы весового и габаритного контроля

Системы контроля веса и габаритов предотвращают проезд транспорта, превышающего допустимые параметры.

**Стационарные весовые пункты:**

* Количество: 2 шт (на каждом въезде)
* Точность взвешивания: ±3% в движении
* Скорость взвешивания: до 120 км/ч
* Автоматическая фиксация нарушителей

**Габаритные ворота:**

* Конструкция: арочная, высота 4.5 м
* Датчики: лазерные сканеры SICK LMS511
* Сигнализация: световая и звуковая при превышении габарита

### 5.5.2. ТЕЛЕМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

#### 5.5.2.1. Видеонаблюдение и фиксация нарушений

Система видеонаблюдения обеспечивает визуальный контроль дорожной

# РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

## 6.1. ТРУДОВЫЕ РЕСУРСЫ И БРИГАДЫ

Настоящий раздел определяет организационную структуру, количественный состав и режимы работы трудовых ресурсов, необходимых для реализации проекта строительства железнодорожно-автомобильного моста через реку Лена. Формирование системы трудовых ресурсов основано на комплексном анализе технологических процессов, объемов работ, климатических ограничений и инфраструктурных возможностей, изложенных в предыдущих разделах проекта.

### 6.1.1. ОРГАНИЗАЦИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БРИГАД

#### 6.1.1.1. СВОДНАЯ СТРУКТУРА ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ

На основе анализа объемов работ и технологических процессов, изложенных в разделах 3-5 проекта, сформирована следующая структура трудовых ресурсов:

**Общая численность персонала:**

* Максимальная численность на пике строительства (2026 год): 1 250 человек
* Среднегодовая численность: 620 человек
* Общая трудоемкость: 1 850 000 чел.-час

**Структура персонала по категориям:**

* Рабочие основного производства: 980 человек (78.4%)
* Машинисты строительных машин: 150 человек (12.0%)
* Инженерно-технические работники (ИТР): 80 человек (6.4%)
* Служащие и обслуживающий персонал: 40 человек (3.2%)

**Распределение по специализациям:**

* Бетонщики-арматурщики: 320 человек (16 бригад по 20 человек)
* Монтажники металлоконструкций: 240 человек (12 бригад)
* Мостостроители-универсалы: 300 человек (15 бригад)
* Дорожники-путейцы: 120 человек (6 бригад)
* Специалисты по устройству фундаментов: 160 человек (8 бригад)

#### 6.1.1.2. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ БРИГАДЫ ПО ВИДАМ РАБОТ

На основе анализа технологических процессов из разделов 3-5 сформированы следующие специализированные бригады:

**БРИГАДЫ УСТРОЙСТВА ФУНДАМЕНТОВ (8 бригад):**

* Состав: 20 человек (производитель работ, мастер, 4 машиниста буровых установок, 6 монтажников-арматурщиков, 4 бетонщика, 2 сварщика, 2 геодезиста)
* Объем работ: 450 000 чел.-час (из раздела 1.3)
* Оборудование: буровые установки Bauer BG 28, вибропогружатели, бетононасосы

**БРИГАДЫ ВОЗВЕДЕНИЯ ОПОР (10 бригад):**

* Состав: 18 человек (производитель работ, мастер, 6 арматурщиков, 6 бетонщиков, 2 монтажника опалубки, 2 оператора кранов)
* Объем работ: 380 000 чел.-час
* Специализация: монолитные железобетонные оболочки диаметром 4.5 м

**БРИГАДЫ МОНТАЖА ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ (12 бригад):**

* Состав: 20 человек (производитель работ, мастер, 8 монтажников металлоконструкций, 4 сварщика, 4 такелажника, 2 оператора кранов)
* Объем работ: 520 000 чел.-час
* Специализация: монтаж элементов массой до 380 тонн

**БРИГАДЫ УСТРОЙСТВА ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ И ПУТЕЙ (6 бригад):**

* Состав: 20 человек (производитель работ, мастер, 6 дорожных рабочих, 4 путейца, 4 монтажника ограждений, 2 сварщика, 2 оператора укладчиков)
* Объем работ: 280 000 чел.-час

**ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ БРИГАДЫ (8 бригад):**

* Состав: 15 человек (мастер, 8 разнорабочих, 3 оператора вспомогательной техники, 2 слесаря)
* Функции: подготовительные работы, обслуживание инфраструктуры, погрузо-разгрузочные работы

#### 6.1.1.3. ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БРИГАД

На основе организационной структуры управления проектом (раздел 1) бригады распределены по пяти производственным участкам:

**УЧАСТОК №1 «ЛЕВОБЕРЕЖНЫЕ РАБОТЫ» (180 человек):**

* Бригады устройства фундаментов: 3 бригады (60 чел.)
* Бригады возведения опор: 3 бригады (54 чел.)
* Вспомогательные бригады: 2 бригады (30 чел.)
* Специализированные бригады: 2 бригады (36 чел.)

**УЧАСТОК №2 «ПРАВОБЕРЕЖНЫЕ РАБОТЫ» (180 человек):**

* Аналогично участку №1

**УЧАСТОК №3 «ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЧАСТЬ МОСТА» (240 человек):**

* Бригады монтажа пролетных строений: 6 бригад (120 чел.)
* Бригады устройства фундаментов: 2 бригады (40 чел.)
* Специализированные монтажные бригады: 4 бригады (80 чел.)

**УЧАСТОК №4 «ПОДХОДЫ И ИНФРАСТРУКТУРА» (120 человек):**

* Бригады устройства проезжей части: 4 бригады (80 чел.)
* Дорожно-строительные бригады: 2 бригады (40 чел.)

**УЧАСТОК №5 «ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ» (80 человек):**

* Специализированные монтажные бригады: 4 бригады (80 чел.)

#### 6.1.1.4. ИЕРАРХИЯ И УПРАВЛЕНИЕ БРИГАДАМИ

Система управления бригадами построена по трехступенчатой схеме (раздел 1.2):

**СТРАТЕГИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ:**

* Руководитель проекта (Генеральный директор)
* Технический директор
* Финансовый директор

**ТАКТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ:**

* Главный инженер проекта
* Заместители ГЭП по направлениям (производство, капитальное строительство, логистика, безопасность)

**ОПЕРАТИВНЫЙ УРОВЕНЬ:**

* Начальники производственных участков (5 человек)
* Производители работ (прорабы) - 25 человек
* Мастера - 50 человек
* Бригадиры - 60 человек

**СХЕМА ПОДЧИНЕННОСТИ:**

* Каждая бригада подчиняется бригадиру
* Бригадир подчиняется мастеру участка
* Мастер подчиняется производителю работ
* Производитель работ подчиняется начальнику участка
* Начальник участка подчиняется Заместителю ГЭП по производству

#### 6.1.1.5. СИСТЕМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И КОММУНИКАЦИИ

На основе раздела 3.5 "Временные коммуникации" установлена следующая система взаимодействия:

**СРЕДСТВА СВЯЗИ:**

* Цифровая система радиосвязи стандарта DMR: 50 портативных радиостанций
* IP-телефония: 100 номеров
* Система оповещения и громкой связи: 40 громкоговорителей
* Спутниковая связь: 2 станции VSAT

**РЕГЛАМЕНТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ:**

* Ежедневная планерка у ГЭП: 07:30 (участвуют начальники участков)
* Сменные планерки на участках: за 15 минут до начала смены
* Экстренная связь: кнопка экстренного вызова в радиостанциях
* Приоритеты связи: 3 уровня (наивысший - диспетчер, начальник строительства)

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПОТОКИ:**

* Ежедневные оперативные отчеты: к 18:00
* Еженедельные оперативные совещания: понедельник
* Месячные отчеты: сводный анализ выполнения графика

### 6.1.2. ГРАФИК РАБОТЫ И СМЕННОСТЬ

#### 6.1.2.1. ОБЩИЙ РЕЖИМ РАБОТЫ СТРОИТЕЛЬСТВА

На основе климатических и технологических ограничений (разделы 3.1-3.3) установлен следующий общий режим работы:

**ОБЩАЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ:**

* Подготовительный этап: 6 месяцев (I-II кварталы 2024 года)
* Основной период строительства: 36 месяцев (III кв. 2024 - II кв. 2027)
* Пуско-наладочные работы: 6 месяцев (III-IV кв. 2027 года)

**РЕЖИМ РАБОТЫ:**

* Основной период: круглосуточная работа в 2-3 смены
* Подготовительный период: односменная работа (дневная смена)
* Зимний период: корректировка графика в зависимости от температурных условий

#### 6.1.2.2. СМЕННОСТЬ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ РАБОТ

На основе анализа технологических процессов установлены следующие режимы сменности:

**НЕПРЕРЫВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ (3 смены):**

* Бетонирование массивных конструкций
* Устройство буронабивных свай
* Монтаж пролетных строений в русловой части
* Работа бетонного узла

**СМЕНА А (ДНЕВНАЯ) 08:00-20:00:**

* Основная производственная смена
* Выполнение наиболее сложных и ответственных работ
* Работают все руководящие сотрудники
* Численность: 450 человек

**СМЕНА Б (ВЕЧЕРНЯЯ) 20:00-08:00:**

* Выполнение работ по графику
* Подготовительные и вспомогательные операции
* Непрерывные технологические процессы
* Численность: 400 человек

**СМЕНА В (НОЧНАЯ) 22:00-08:00 (для критических направлений):**

* Укрупнительная сборка металлоконструкций
* Работы в кессонах
* Численность: 150 человек

#### 6.1.2.3. ГРАФИКИ РАБОТЫ ПО СЕЗОНАМ

На основе гидрологических и климатических условий (разделы 3.1-3.3) установлены сезонные графики:

**ЛЕТНИЙ ПЕРИОД (июнь-сентябрь):**

* Максимальная интенсивность работ
* Работа в 3 смены круглосуточно
* Основные работы: устройство фундаментов, монтаж опор
* Численность: 1 250 человек

**ОСЕННИЙ ПЕРИОД (октябрь-ноябрь):**

* Подготовка к зимнему периоду
* Работа в 2 смены
* Основные работы: завершение бетонных работ, подготовка к зиме
* Численность: 900 человек

**ЗИМНИЙ ПЕРИОД (декабрь-февраль):**

* Корректировка графика в зависимости от температуры
* Работа в 2 смены с перерывами при температуре ниже -40°C
* Основные работы: монтаж металлоконструкций в закрытых условиях
* Численность: 700 человек

**ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД (март-май):**

* Постепенное наращивание темпов
* Работа в 2-3 смены
* Основные работы: подготовка к летнему сезону, монтаж пролетных строений
* Численность: 1 000 человек

#### 6.1.2.4. КРИТИЧЕСКИЕ ПЕРИОДЫ И ПИКОВЫЕ НАГРУЗКИ

На основе календарного графика проекта (раздел 1.3) выделены следующие критические периоды:

**ПИКОВЫЙ ПЕРИОД 2026 ГОД:**

* Максимальная численность персонала: 1 250 человек
* Одновременное выполнение: возведение опор, монтаж пролетных строений, устройство проезжей части
* Количество бригад: 60+
* Коэффициент сменности: 1.8

**КРИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ:**

* Монтаж судоходного пролета (220 м): 3 бригады, 60 человек, работа в 3 смены
* Бетонирование массивных опор: непрерывный процесс, 4 бригады, 80 человек
* Замыкание пролетных строений: 2 бригады, 40 человек, особый режим работы

#### 6.1.2.5. СИСТЕМА УЧЕТА РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ И ОТЧЕТНОСТИ

**СИСТЕМА УЧЕТА:**

* Электронная система контроля доступа
* Табели учета рабочего времени в электронном виде
* Интеграция с системой оплаты труда
* Автоматический учет переработок и ночных часов

**ОТЧЕТНОСТЬ:**

* Ежесменные отчеты бригадиров
* Ежедневные сводки начальников участков
* Еженедельные отчеты по производительности труда
* Месячные аналитические отчеты для руководства

**КОНТРОЛЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ:**

* Норма выработки на одного рабочего: 1.95 млн руб./год (в сметных ценах)
* Коэффициент использования рабочего времени: 0.85
* Уровень производительности: контроль по еженедельным отчетам

### 6.1.3. УСЛОВИЯ ТРУДА И ОТДЫХА

#### 6.1.3.1. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА

На основе разделов о безопасности и условиях работы установлены следующие меры:

**СИСТЕМА ОХРАНЫ ТРУДА:**

* Отдел охраны труда и промышленной безопасности: 10 специалистов
* Ежесменные инструктажи по безопасности
* Система допусков к работам повышенной опасности
* Контроль за соблюдением правил безопасности на объекте

**СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ:**

* Полный комплект СИЗ для каждого работника
* Специальная одежда для работы в условиях низких температур
* Страховочные системы для работ на высоте
* Спасательные жилеты для работ на воде

**ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ:**

* Ограждение опасных зон: 5000 м периметрального ограждения
* Сигнальное освещение и знаки безопасности
* Система оповещения об опасностях
* План эвакуации при чрезвычайных ситуациях

#### 6.1.3.2. ОРГАНИЗАЦИЯ ВАХТОВОГО МЕТОДА РАБОТЫ

На основе инфраструктурных возможностей (раздел 2) установлена следующая схема:

**ВАХТОВЫЙ ПОСЕЛОК:**

* Вместимость: 2000 человек единовременно
* Модули на 4 человека: 400 модулей (1600 чел.)
* Модули на 2 человека: 150 модулей (300 чел.)
* Резервные места: 100 человек

**ГРАФИК ВАХТ:**

* Продолжительность вахты: 60 дней
* Период отдыха между вахтами: 30 дней
* Доставка персонала: авиатранспортом и автоколоннами
* График заселения/выселения: согласован с транспортным расписанием

**ПРИНЦИПЫ РАЗМЕЩЕНИЯ:**

* "Смена в смену не въезжает"
* Бригадный принцип размещения
* Закрепление жилых модулей за бригадами
* Старший по корпусу из числа ИТР

#### 6.1.3.3. МЕДИЦИНСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ГАРАНТИИ

На основе раздела 2.1.4 установлена следующая система:

**МЕДИЦИНСКАЯ СЛУЖБА:**

* Медицинский пункт: 150-200 м²
* Штат: 2 врача-терапевта, 3 фельдшера, 2 медсестры, 2 санитарки
* Режим работы: круглосуточно
* Стационар: 5-10 изоляторов

**СОЦИАЛЬНЫЕ ГАРАНТИИ:**

* Оплата труда в соответствии с квалификацией
* Надбавки за работу в районах Крайнего Севера
* Компенсация затрат на питание
* Медицинская страховка
* Оплата проезда к месту работы и обратно

**ПИТАНИЕ:**

* Столовая на 600 посадочных мест
* 4-разовое питание по системе "шведский стол"
* Калорийность рациона: 4000-4500 ккал/сутки
* Стоимость питания: частичная компенсация компанией

#### 6.1.3.4. ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА И УСЛОВИЯ ОТДЫХА

На основе раздела 2.1.5 установлены следующие меры:

**ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА:**

* Кабинет психолога с зоной релаксации
* Групповые и индивидуальные сеансы
* Телефон доверия
* Программа адаптации для новых работников

**УСЛОВИЯ ОТДЫХА:**

* Комнаты отдыха в каждом кампусе: 8 помещений по 50 м²
* Спортивный комплекс: тренажерный зал, игровые площадки
* Библиотека и интернет-центр: 20 рабочих мест
* Зоны релаксации: "зеленые уголки", беседки

**ОРГАНИЗАЦИЯ ДОСУГА:**

* Ежемесячные культурные мероприятия
* Спортивные соревнования между бригадами
* Творческие вечера и конкурсы
* Выступления артистических бригад

#### 6.1.3.5. СИСТЕМА МОТИВАЦИИ И СТИМУЛИРОВАНИЯ

**ФИНАНСОВЫЕ СТИМУЛЫ:**

* Премиальная система за выполнение плановых показателей
* Надбавки за работу в сложных климатических условиях
* Вознаграждения за рационализаторские предложения
* Ежеквартальные премии по результатам работы

**НЕФИНАНСОВЫЕ СТИМУЛЫ:**

* Доска почета лучших работников
* Звание "Лучшая бригада месяца"
* Корпоративные награды и грамоты
* Программа карьерного роста

**СОЦИАЛЬНЫЕ ЛЬГОТЫ:**

* Организация отдыха в период между вахтами
* Компенсация затрат на дополнительное образование
* Программа оздоровления
* Поддержка семей работников

**ТАБЛИЦА 6.1.1: Сводная ведомость потребности в трудовых ресурсах**

| Категория персонала | Количество | Обоснование (ссылка на разделы плана) |
| --- | --- | --- |
| Рабочие основного производства | 980 | Разделы 1.3, 3.3, 4.1 - на основе объемов бетонных, монтажных и земляных работ |
| Машинисты строительных машин | 150 | Разделы 3.3, 3.4 - эксплуатация 100+ единиц техники |
| Инженерно-технические работники | 80 | Разделы 1.2, 3.5 - управление производственными участками и службами |
| Обслуживающий персонал | 40 | Разделы 2.1, 2.2 - обеспечение функционирования инфраструктуры |
| **ИТОГО** | **1 250** | **Пиковая численность на 2026 год** |

**ТАБЛИЦА 6.1.2: Распределение бригад по производственным участкам**

| Участок | Количество бригад | Численность | Основные виды работ |
| --- | --- | --- | --- |
| Участок №1 "Левобережные работы" | 10 | 180 | Устройство фундаментов и опор левого берега |
| Участок №2 "Правобережные работы" | 10 | 180 | Устройство фундаментов и опор правого берега |
| Участок №3 "Центральная часть моста" | 12 | 240 | Монтаж русловых опор и центральных пролетов |
| Участок №4 "Подходы и инфраструктура" | 6 | 120 | Строительство подходов и дорожной развязки |
| Участок №5 "Инженерные системы" | 4 | 80 | Монтаж инженерных систем моста |
| **ВСЕГО** | **42** | **800** | **Основной производственный персонал** |

**ТАБЛИЦА 6.1.3: График работы по сезонам**

| Сезон | Режим работы | Численность | Основные виды работ |
| --- | --- | --- | --- |
| Летний (июнь-сентябрь) | 3 смены, круглосуточно | 1 250 | Устройство фундаментов, монтаж опор, бетонные работы |
| Осенний (октябрь-ноябрь) | 2 смены | 900 | Завершение бетонных работ, подготовка к зиме |
| Зимний (декабрь-февраль) | 2 смены с коррекцией | 700 | Монтаж металлоконструкций, работы в закрытых условиях |
| Весенний (март-май) | 2-3 смены | 1 000 | Подготовка к летнему сезону, монтаж пролетных строений |

Система трудовых ресурсов и организации бригад, представленная в настоящем разделе, обеспечивает эффективное выполнение всех видов строительно-монтажных работ в установленные сроки и с требуемым качеством, при полном соблюдении требований безопасности и социальных гарантий для персонала.

## ****6.2. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****

Настоящий раздел определяет комплексную систему обеспечения строительства железнодорожно-автомобильного моста через реку Лена материальными ресурсами, строительными машинами, механизмами и оборудованием. Система спроектирована на основе детального анализа проектных решений, технологических процессов, календарного графика и логистических возможностей, изложенных в предыдущих разделах плана. Основной задачей МТО является гарантированное, бесперебойное и синхронное с графиком строительства обеспечение объекта всеми необходимыми ресурсами требуемого качества.

### **6.2.1. ОСНОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

##### **6.2.1.1. СВОДНАЯ ВЕДОМОСТЬ ПОТРЕБНОСТИ В МАТЕРИАЛАХ**

Потребность в основных материалах сформирована на основе данных, приведенных в разделах 1.3 (Технико-экономические показатели), 3.1-3.5 (Инженерная подготовка), 4.1-4.4 (Основные строительные работы) и 5.1-5.6 (Специальные работы). Номенклатура и объемы рассчитаны согласно проектным спецификациям, ведомостям объемов работ и нормам расхода.

**ТАБЛИЦА 6.2.1: Сводная ведомость потребности в основных материалах**

| Наименование материала | Ед. изм. | Общее количество | В т.ч. на опоры | В т.ч. на пролетные строения | В т.ч. на проезжую часть и инфраструктуру | Критический период поставки | Обоснование (ссылка на разделы плана) |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Бетон и ЖБИ** |  |  |  |  |  |  |  |
| Бетон В35 (М450) | м³ | 85 000 | 78 000 | 7 000 | – | II кв. 2025 – IV кв. 2026 | Раздел 1.3.4.1, Таблица 1.3.3 |
| Бетон В25 (М350) | м³ | 37 000 | 25 000 | 12 000 | – | I кв. 2025 – III кв. 2027 | Раздел 1.3.4.1, Таблица 1.3.3 |
| Готовые ЖБИ (балки, плиты) | млн руб. | 3 050 | – | 2 200 | 850 | IV кв. 2025 – II кв. 2027 | Раздел 1.3.3.2 |
| **Металлы и металлоконструкции** |  |  |  |  |  |  |  |
| Арматура А500С | т | 12 500 | 11 000 | 1 500 | – | I кв. 2025 – III кв. 2026 | Раздел 1.3.4.1, Таблица 1.3.3 |
| Арматура А1200 (напрягаемая) | т | 3 300 | – | 3 300 | – | III кв. 2026 – I кв. 2027 | Раздел 1.3.4.1, Таблица 1.3.3 |
| Сталь листовая 10ХСНД | т | 6 500 | – | 6 500 | – | II кв. 2026 – I кв. 2027 | Раздел 1.3.4.1, Таблица 1.3.3 |
| Стальные конструкции пролетных строений | т | 8 200 | – | 8 200 | – | I кв. 2026 – IV кв. 2026 | Раздел 1.3.1.4 |
| Высокопрочные болты | т | 185 | 50 | 135 | – | Поэтапно, синхронно с монтажом | Раздел 1.3.4.1, Таблица 1.3.3 |
| **Прочие материалы** |  |  |  |  |  |  |  |
| Щебень | тыс. м³ | 85 | 60 | 25 | – | Постоянно в течение строительства | Раздел 1.3.4.1, Таблица 1.3.3 |
| Цемент | т | ~45 000 | ~40 000 | ~5 000 | – | I кв. 2025 – III кв. 2027 | Расчет на основе объема бетона |
| Гидроизоляционные материалы | м² | 45 000 | 15 000 | 10 000 | 20 000 | II кв. 2026 – IV кв. 2027 | Разделы 4.1, 4.3 |
| Дорожное покрытие (литой асфальтобетон) | т | ~5 400 | – | – | 5 400 | III кв. 2027 | Раздел 4.3 |
| Оборудование (освещение, мониторинг, СЦБ) | млн руб. | 7 500 | – | – | 7 500 | IV кв. 2026 – II кв. 2027 | Раздел 1.3.1.4 |

##### **6.2.1.2. ХАРАКТЕРИСТИКИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ**

Технические требования к материалам определены проектной документацией (разделы 3-5) и нормативными документами (СП, ГОСТ, СНиП), указанными в разделе 1.4.1.2.

* **Бетон:**
  + Класс по прочности на сжатие: В35 (для ответственных конструкций опор) и В25.
  + Марка по морозостойкости: F300 (для зоны переменного уровня воды) и F200 (для надводной части).
  + Марка по водонепроницаемости: W8 (для подводного бетонирования) и W6.
  + Подвижность смеси: П3-П4 для густоармированных конструкций, П2-П3 для массивных опор.
  + Обязательно применение противоморозных добавок и контроль температуры укладки в зимний период.
* **Арматура и металлоконструкции:**
  + Арматурная сталь: класса А500С и А1200 с сертификатами соответствия и паспортами заводов-изготовителей.
  + Сталь для пролетных строений: марки 10ХСНД или аналоги, соответствующая ГОСТ 27772-2015, с гарантированной ударной вязкостью при -60°C.
  + Высокопрочные болты: класса прочности 10.9, с контролируемым моментом затяжки.
* **Прочие материалы:** Должны соответствовать требованиям раздела 1.4 (Система контроля качества) и иметь сертификаты, подтверждающие их пригодность для эксплуатации в суровых климатических условиях Якутии (температура до -60°C, высокая сейсмичность).

##### **6.2.1.3. ГРАФИК ПОСТАВОК И ПОТРЕБЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ**

График поставок жестко привязан к Календарному плану (раздел 1.3.5.1) и этапности строительства. Управление осуществляется на основе скользящего 90-дневного планирования.

* **Критический путь поставок:**
  + **Бетон и арматура:** Пик поставок приходится на 2025-2026 гг. — период возведения опор. На площадке должен поддерживаться неснижаемый запас цемента и арматуры на 10-14 дней непрерывной работы.
  + **Стальные пролетные строения:** Поставка осуществляется укрупненными секциями в период с I по IV квартал 2026 года, строго синхронно с графиком монтажа (раздел 4.2). Требуется координация с работой кранов большой грузоподъемности.
  + **Инженерное оборудование:** Поставка комплектная, в IV квартале 2026 — II квартале 2027 года, для проведения пусконаладочных работ.
* **Логистические окна:** Учтены сезонные ограничения (раздел 3.4). Крупногабаритные и тяжелые конструкции (секции пролетов) планируется завозить в период навигации по р. Лена (июнь-сентябрь) или по зимникам (декабрь-март).

##### **6.2.1.4. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И СЕРТИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ**

Система реализуется в полном соответствии с разделом 1.4.

* **Входной контроль:** Все материалы, поступающие на площадку, проходят проверку Отделом технического контроля (ОТК). Проверяется сопроводительная документация (сертификаты, паспорта), маркировка, внешний вид. Отбираются пробы и образцы для лабораторных испытаний.
* **Лабораторный контроль:** Строительная лаборатория проводит испытания бетонной смеси, контрольных образцов бетона, арматуры, сварочных материалов и защитных покрытий. Результаты оформляются протоколами.
* **Отклонения:** Материалы, не прошедшие контроль, маркируются и размещаются в зоне брака. Их использование запрещено. Информация передается поставщику для устранения причин несоответствия.

##### **6.2.1.5. УСЛОВИЯ ХРАНЕНИЯ, СОХРАННОСТИ И УЧЕТА МАТЕРИАЛОВ**

Организация хранения основана на принципах, изложенных в разделе 2.2.2.

* **Цемент, добавки:** Хранятся в силосах и отапливаемых складах с контролем влажности.
* **Арматура, металлопрокат:** Хранятся на открытых укрепленных площадках на подкладках, сортируются по маркам и диаметрам.
* **Высокопрочные болты, электрооборудование:** Хранятся в сухих, отапливаемых складах.
* **Пролетные строения:** Хранятся на специальной усиленной площадке в зоне монтажа. Секции укладываются на временные опоры, предотвращающие деформации.
* **Учет:** Ведутся журналы учета движения материалов. Применяется система маркировки и адресного хранения. Ежемесячно проводится инвентаризация.

### **6.2.2. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ**

##### **6.2.2.1. ВЕДОМОСТЬ ПОТРЕБНОСТИ В ТЕХНИКЕ И ОБОРУДОВАНИИ**

Перечень техники сформирован на основе технологических карт, приведенных в разделах 3.1 (Геодезические работы), 4.1 (Устройство опор), 4.2 (Монтаж пролетных строений) и данных раздела 1.3.3.3.

**ТАБЛИЦА 6.2.2: Ведомость потребности в основных строительных машинах и механизмах**

| Наименование техники | Тип/Модель | Коли-чество, ед. | Назначение и ключевые параметры | Период активного использования |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Землеройная и буровая техника** |  |  |  |  |
| Сваебойные установки | На базе экскаватора | 4 | Устройство буронабивных свай | II кв. 2024 – IV кв. 2025 |
| Буровые станки | для бурения скважин ø1.5м | 6 | Устройство фундаментов опор | II кв. 2024 – III кв. 2025 |
| Экскаваторы | Гусеничные, 1.8-2.5 м³ | 8 | Разработка котлованов, планировка | I кв. 2024 – IV кв. 2027 |
| Бульдозеры | 25-35 т | 6 |  |  |
| **Грузоподъемные механизмы** |  |  |  |  |
| Башенные краны | 25 т | 6 | Возведение опор, монтаж конструкций | II кв. 2025 – III кв. 2027 |
| Гусеничные краны | 250-400 т | 12 | Монтаж пролетных строений, тяжелых элементов | I кв. 2026 – IV кв. 2026 |
| Кран-борт | 100 т | 2 | Вспомогательные работы | Постоянно |
| **Прочая техника** |  |  |  |  |
| Бетононасосы | Стационарные и автомобильные | 8 | Подача бетона | II кв. 2025 – IV кв. 2026 |
| Автопарк (самосвалы, тягачи) | КамАЗ, МАЗ, Урал | 45 | Перевозка материалов, грунта | Постоянно |
| Автобусы для персонала | ПАЗ, ЛиАЗ | 15 | Доставка персонала | Постоянно |
| Внедорожный транспорт (УАЗ) |  | 10 | Оперативные перевозки | Постоянно |

##### **6.2.2.2. ГРАФИК ИСПОЛЬЗОВАНИЯ, ПОСТАВКИ И ВВОДА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ**

График использования техники синхронизирован с Календарным планом (раздел 1.3.5.1).

* **Подготовительный период (2024):** Мобилизация парка землеройной и буровой техники, автотранспорта.
* **Пиковый период (2025-2026):** Максимальная загрузка буровой техники, башенных и гусеничных кранов, бетононасосов. Ввод в эксплуатацию кранов большой грузоподъемности осуществляется за 1 месяц до начала монтажа пролетных строений для проведения испытаний и обкатки.
* **Завершающий период (2027):** Постепенный демонтаж и вывоз крупной техники, завершение работ с использованием автотранспорта и малой механизации.

##### **6.2.2.3. СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА**

Система организована в соответствии с разделом 2.2.3.

* **Планово-предупредительный ремонт (ППР):** Проводится строго по наработке моточасов в соответствии с регламентами заводов-изготовителей. Для каждой единицы техники ведется электронный паспорт.
* **Центральная ремонтная мастерская (ЦРМ):** Осуществляет все виды ремонта, кроме капитального. Работает в 2 смены.
* **Передвижные ремонтные бригады:** Обеспечивают оперативное устранение неисправностей непосредственно на объектах.
* **Учет:** Диспетчерская службы механизации ведет учет работы и простоев техники, формирует заявки на ТО и ремонт.

##### **6.2.2.4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАПАСНЫМИ ЧАСТЯМИ, РАСХОДНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ**

Номенклатура и объем ЗИП определены на основе анализа ремонтной сложности и интенсивности эксплуатации парка.

* **Склад запчастей:** Организован в составе ЦРМ площадью 200 м² с системой адресного хранения.
* **Неснижаемый запас:** Создан запас часто выходящих из строя узлов и агрегатов (фильтры, ремни, шланги, элементы ходовой части, датчики) для наиболее критичной техники (краны, бетононасосы).
* **Расходные материалы:** Моторные и гидравлические масла, смазки, антифризы поставляются централизованно и хранятся на складе ГСМ.

##### **6.2.2.5. СИСТЕМА АРЕНДЫ, ЛИЗИНГА И СОБСТВЕННОСТИ ТЕХНИКИ**

Структура парка оптимизирована для минимизации затрат:

* **Собственная техника:** Стандартная техника постоянного использования (автотранспорт, экскаваторы, бульдозеры).
* **Аренда/Лизинг:** Узкоспециализированная и высокотехнологичная техника, требуемая на ограниченный период (краны большой грузоподъемности 250-400 т, сложное буровое оборудование). Это позволяет избежать затрат на покупку, хранение и обслуживание после завершения их эксплуатации.

#### **6.2.3. ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ**

##### **6.2.3.1. ПЕРЕЧЕНЬ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ОСНАСТКИ**

* **Опалубочные системы:** Крупнощитовая инвентарная опалубка для массивных опор, самоподъемная опалубка для высоких стоек.
* **Такелажное оборудование:** Стропы, траверсы, тали, лебедки, рассчитанные на вес монтируемых элементов (до 380 т).
* **Сварочное оборудование:** Сварочные аппараты (в т.ч. для ручной дуговой и аргонодуговой сварки), генераторы.
* **Компрессорные станции:** Для пневмоинструмента и прочих нужд.

##### **6.2.3.2. СРЕДСТВА МАЛОЙ МЕХАНИЗАЦИИ И РУЧНОЙ ИНСТРУМЕНТ**

* **Электроинструмент:** Перфораторы, шуруповерты, углошлифовальные машины, вибраторы для уплотнения бетона.
* **Пневмоинструмент:** Отбойные молотки, краскораспылители.
* **Ручной инструмент:** Комплекты слесарного, монтажного, арматурного инструмента из расчета оснащения 60+ бригад.

##### **6.2.3.3. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ИСПЫТАНИЙ**

* **Геодезическое оборудование:** Роботизированные тахеометры, GNSS-приемники, цифровые нивелиры, БПЛА (раздел 3.1.5).
* **Лабораторное оборудование:** Приборы для испытания бетона и грунтов (раздел 1.4).
* **Оборудование неразрушающего контроля:** Ультразвуковые дефектоскопы (УЗК), толщиномеры покрытий, склерометры.

##### **6.2.3.4. СИСТЕМА УЧЕТА, ВЫДАЧИ И ОБСЛУЖИВАНИЯ ИНСТРУМЕНТА**

* **Инструментально-раздаточная кладовая (ИРК):** Организована на каждом производственном участке.
* **Система выдачи:** Инструмент выдается бригадиру под ответственность. Высокотехнологичное и дорогостоящее оборудование (геодезическое, дефектоскопы) выдается под роспись инженерно-техническому работнику.
* **Обслуживание и ремонт:** Проводится в ЦРМ. Регулярная проверка исправности и проведение поверки измерительного инструмента.

#### **6.2.4. СИСТЕМА СКЛАДСКОГО УЧЕТА И УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ**

##### **6.2.4.1. ОРГАНИЗАЦИЯ СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ЛОГИСТИКИ**

Организация основана на принципах, изложенных в разделах 2.2.2 и 3.4.

* **Центральный складской комплекс (1400 м²):** Для хранения дорогостоящих, скоропортящихся и требующих особых условий материалов.
* **Специализированные склады и площадки:** Для металлоконструкций (2500 м²), ГСМ (600 м²), цемента (силосы), СИЗ (150 м²).
* **Площадки временного хранения на участках (5x250 м²):** Для хранения суточного запаса материалов, минимизирующего внутриплощадочные перевозки.
* **Логистика:** Взаимодействие с диспетчерской службой (раздел 2.2.1.3) для координации подвоза материалов и разгрузки техники.

##### **6.2.4.2. СИСТЕМА УЧЕТА, ОТЧЕТНОСТИ И ДОКУМЕНТООБОРОТА**

Внедряется автоматизированная система учета на основе ERP-модуля "Снабжение и склад".

* **Штрихкодирование:** Каждой партии материала и единице оборудования присваивается уникальный штрих-код.
* **Документооборот:** Все операции (поступление, перемещение, списание) фиксируются в системе с помощью терминалов сбора данных. Формируются электронные накладные, акты и отчеты.
* **Отчетность:** Ежедневные отчеты о движении ключевых материалов (цемент, арматура), еженедельные сводные отчеты для руководства проекта.

##### **6.2.4.3. МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ И ОПТИМИЗАЦИИ СКЛАДСКИХ ОСТАТКОВ**

Применяется комбинированная система управления запасами:

* **Система с фиксированным размером заказа:** Для стандартных и массовых материалов (арматура, цемент, щебень). Определяется точка заказа и размер партии, минимизирующий совокупные затраты на хранение и заказ.
* **Система с фиксированным интервалом времени:** Для материалов с постоянным расходом (СИЗ, расходные МТР). Заказ производится через равные промежутки времени.
* **Just-in-Time (точно в срок):** Для крупногабаритных и уникальных конструкций (секции пролетов), которые нецелесообразно хранить на площадке. Их поставка приурочивается к моменту монтажа.

##### **6.2.4.4. СИСТЕМА ИНВЕНТАРИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ**

* **Ежемесячная инвентаризация:** Выборочная инвентаризация быстрореализуемых и дорогостоящих материалов.
* **Квартальная инвентаризация:** Полная инвентаризация всех материальных ценностей на складах.
* **Контроль:** Внутренняя служба безопасности и ревизионная комиссия периодически проводят внеплановые проверки для предотвращения хищений и нарушений. Все данные инвентаризаций сверяются с системой автоматизированного учета.

## ****6.3. ТРАНСПОРТНАЯ ЛОГИСТИКА****

Настоящий подраздел описывает комплексную систему транспортного и логистического обеспечения строительства мостового перехода через реку Лена, организованного с двух берегов. Удаленность объекта, суровые климатические условия, сезонные ограничения и необходимость синхронизации работ на двух изолированных площадках требуют реализации многомодальной, резервированной и гибкой логистической модели. Основной задачей является обеспечение бесперебойных поставок материальных ресурсов, эффективное перемещение персонала и координация служебных перевозок между левым и правым берегами.

#### **6.3.1. ДОСТАВКА МАТЕРИАЛОВ**

##### **6.3.1.1. МНОГОМОДАЛЬНАЯ СХЕМА ДОСТАВКИ ГРУЗОВ**

Доставка материально-технических ресурсов осуществляется по комбинированной схеме с использованием автомобильного, водного и воздушного транспорта. Выбор маршрута и вида транспорта зависит от типа груза, сезона, точки назначения (левый/правый берег) и срочности.

* **Крупногабаритные и тяжеловесные грузы (металлоконструкции пролетных строений, элементы опор, крановое оборудование):**
  + **Основной маршрут:** Железнодорожный транспорт до узловой станции -> Перегрузка на автомобильный тяжеловесный транспорт (тралы) -> Доставка до причала -> Водный транспорт (баржи-площадки) в навигационный период -> Выгрузка на пристани левого и правого берегов.
  + **Резервный/зимний маршрут:** Ж/д транспорт -> Перегрузка на тралы -> Доставка по зимникам напрямую на береговые склады.
* **Массовые навалочные и насыпные грузы (цемент, щебень, песок):**
  + **Автомобильный транспорт (автопоезда-цементовозы, самосвалы):** Постоянные поставки по утвержденным графикам с региональных карьеров и заводов. В навигационный период возможна доставка баржами для формирования страхового запаса.
* **Арматура, прокат, высокопрочные болты:**
  + **Ж/д транспорт -> Перегрузка на автотранспорт -> Доставка на береговые склады.** Для оптимизации используются паллетированные и пакетированные грузы.
* **ГСМ (дизельное топливо, бензин, масла):**
  + **Автоцистерны:** Регулярные рейсы по зимникам и постоянным дорогам. На каждом берегу развернуты резервуарные парки (емкостью 40 м³ x 2 на берег) для создания 30-суточного неснижаемого запаса.
* **Продовольствие и товары первой необходимости:**
  + **Регулярные автоперевозки** с центрального распределительного склада в г. Якутск. В период распутицы и ледохода используется **авиационный транспорт (вертолеты Ми-8)** для доставки скоропортящихся продуктов.

##### **6.3.1.2. СЕЗОННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ПОСТАВОК ДЛЯ ДВУХ БЕРЕГОВ**

Логистический цикл делится на три четких сезонных периода, для каждого из которых разработан отдельный план с распределением объемов между берегами.

* **Навигационный период (июнь – октябрь, ~150 дней):**
  + **Фокус:** Завоз крупных и тяжелых грузов, формирование стратегических запасов материалов на обоих берегах. До 70% металлоконструкций и 50% бетона доставляется водным путем.
  + **Распределение:** Еженедельно осуществляется 2-3 рейса барж с распределением груза согласно графику производства работ на каждом берегу.
  + **План поставок:** Лесоматериалы, неснижаемый запас ГСМ, оборудование для инженерных систем.
* **Зимний период / Работа по зимникам (декабрь – март, ~120 дней):**
  + **Фокус:** Интенсивные автоперевозки по утвержденным зимникам. Основной объем поставок бетона, арматуры и прочих материалов.
  + **Интенсивность:** Ежедневное движение автоколонн (до 50 единиц техники в сутки в сумме на оба берега).
  + **Особенность:** Доставка осуществляется напрямую на береговые склады, минуя стадию перевалки на причалах.
* **Межсезонье (апрель-май, ноябрь, ~60 дней):**
  + **Фокус:** Использование созданных запасов. Логистика переходит в режим минимальной интенсивности.
  + **Основной транспорт:** **Авиационный (вертолеты)** для доставки срочных грузов, запчастей, медикаментов и смены вахтового персонала.
  + **Задача:** Плановое пополнение запасов продовольствия и ГСМ до наступления полной изоляции.

##### **6.3.1.3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ НА ОБОИХ БЕРЕГАХ**

Для обеспечения ритмичности поставок на каждом берегу созданы высокопроизводительные логистические узлы.

* **Механизация ПРР:**
  + **На пристанях (2 ед., по одной на берег):** Портовые краны грузоподъемностью 40 т (по 1 на берег), мобильные гусеничные краны 25-50 т (по 2 на берег), вилочные погрузчики.
  + **На береговых складах:** Вилочные погрузчики (6 ед. всего), кран-балки, фронтальные погрузчики.
  + **Производительность:** Одна пристань способна обрабатывать до 500 тонн груза в сутки. Суммарная производительность логистических узлов на двух берегах – до 1000 т/сутки.
* **График работы:** Логистические узлы работают в 2-3 смены, синхронизировано с графиком основного производства. В навигационный период пристани работают круглосуточно.
* **Координация:** Диспетчерская служба логистики в реальном времени отслеживает подход грузов и планирует их распределение по участкам хранения и непосредственно на объекты.

##### **6.3.1.4. УПРАВЛЕНИЕ ГРУЗОПОТОКАМИ И ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ**

Управление основано на ежемесячных и недельных планах-графиках, учитывающих производственную программу для каждого берега.

* **Суточные объемы:** В пиковые периоды суточный грузопоток достигает 800-1000 тонн, распределяясь примерно поровну между берегами с поправкой на текущий фронт работ.
* **Пиковые нагрузки:** На период монтажа пролетных строений (2026 г.) создаются дополнительные временные площадки для предварительной сборки и укрупнения конструкций рядом с пристанями.
* **Оптимизация маршрутов:** Используется ПО для построения маршрутов с учетом состояния дорог, пропускной способности переправ и приоритетности грузов.

##### **6.3.1.5. МЕЖБЕРЕГОВАЯ ДОСТАВКА МАТЕРИАЛОВ И ОБОРУДОВАНИЯ**

Для оперативного маневрирования ресурсами между берегами организована постоянная межбереговая переправа.

* **Навигационный период:** Используются **самоходные баржи-паромы** грузоподъемностью 50-100 т и **катера** для срочных перевозок. Совершается 3-4 рейса в сутки по установленному расписанию и по заявкам.
* **Зимний период:** Организуется **ледовая переправа** по утвержденному и усиленному маршруту. Допускается движение автотранспорта грузоподъемностью до 40 т.
* **Для тяжелых грузов:** Привлекаются **плавучие краны** грузоподъемностью до 250 т, способные не только перевозить, но и сразу устанавливать конструкции на месте.

**ТАБЛИЦА 6.3.1: Годовой план перевозок основных материалов с распределением по берегам (ориентировочно, на пиковый 2026 год)**

| Материал | Общий объем | Левый берег | Правый берег | Основной вид транспорта (сезон) | Межбереговая доставка |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Бетон, м³** | 60 000 | 32 000 | 28 000 | Авто (зимник), Баржа (навигация) | 5% (по потребности) |
| **Арматура, т** | 7 500 | 4 000 | 3 500 | Ж/Д -> Авто | 3% (по потребности) |
| **Металлоконстр., т** | 4 000 | 2 200 | 1 800 | Баржа (навигация), Тралы (зимник) | 15% (укрупнение) |
| **ГСМ, т** | 2 400 | 1 300 | 1 100 | Автоцистерны | 0% (не требуется) |
| **Продовольствие, т** | 1 100 | 600 | 500 | Авто, Авиа (межсезонье) | 0% (не требуется) |

#### **6.3.2. ТРАНСПОРТ ДЛЯ ПЕРСОНАЛА**

##### **6.3.2.1. ОРГАНИЗАЦИЯ ВАХТОВОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ ДВУХ ПОСЕЛКОВ**

Перевозка персонала осуществляется централизованно специализированным автопарком, закрепленным за каждым вахтовым поселком.

* **Левый берег (поселок на 1000 чел.):** Автопарк из 12 автобусов вместимостью 40-50 человек.
* **Правый берег (поселок на 800 чел.):** Автопарк из 10 автобусов аналогичной вместимости.
* **График сменности:** Перевозки синхронизированы с началом и окончанием смен (06:00, 14:00, 20:00). Маршруты охватывают все ключевые производственные зоны на соответствующем берегу.

##### **6.3.2.2. РАСПИСАНИЕ И МАРШРУТЫ ДВИЖЕНИЯ С УЧЕТОМ ДВУХ БЕРЕГОВ**

Разработаны детальные маршрутные карты и расписания для каждого берега. Основные маршруты:

* **Левый берег:** Поселок -> Участок №1 (Левобережные работы) -> Участок №4 (Подходы) -> Участок №3 (Центральная часть, береговая зона).
* **Правый берег:** Поселок -> Участок №2 (Правобережные работы) -> Участок №4 (Подходы) -> Участок №3 (Центральная часть, береговая зона).

Интервалы движения в часы пик – 15-20 минут.

##### **6.3.2.3. МЕЖБЕРЕГОВАЯ ПЕРЕПРАВА ПЕРСОНАЛА**

Организована для обеспечения координации, проведения совещаний и решения оперативных задач.

* **Регулярные рейсы:** 2 раза в сутки (утренний и вечерний) на пароме/катере (в навигацию) или на специально оборудованных вездеходах (зимой). Вместимость – до 40 человек за рейс.
* **Срочные и оперативные рейсы:** Осуществляются по заявкам руководителей на скоростных катерах или вертолетах.
* **Безопасность:** Все плавсредства и транспортные средства для ледовой переправы оснащены средствами связи и спасательным оборудованием. Обязательный инструктаж для пассажиров.

##### **6.3.2.4. ТРАНСПОРТ ДЛЯ ЭКСКУРСИЙ И КУЛЬТУРНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ**

Для поддержания морального состояния персонала организованы выезды в г. Якутск и культурные мероприятия.

* **График:** 1-2 раза в месяц организуются автобусные рейсы в город для каждой смены в ее выходные дни.
* **Внутрипоселковый транспорт:** Для доставки в столовую, банно-прачечный комплекс и зоны отдыха в пределах поселка используются микроавтобусы (по 2 на каждом берегу).

##### **6.3.2.5. СИСТЕМА БРОНИРОВАНИЯ И УЧЕТА ДЛЯ ДВУХБЕРЕГОВОЙ СИСТЕМЫ**

Действует централизованная IT-система (мобильное приложение и веб-портал), интегрированная с пропускным режимом и табельным учетом.

* **Функции:** Подача заявок на межбереговые поездки, бронирование мест на регулярные рейсы, учет рабочего времени в пути.
* **Контроль:** Система позволяет отслеживать местоположение автобусов и планировать нагрузку на переправу.

#### **6.3.3. СЛУЖЕБНЫЙ ТРАНСПОРТ**

##### **6.3.3.1. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА НА ОБОИХ БЕРЕГАХ**

Для оперативного реагирования и технического обслуживания на каждом берегу сформирован парк спецтранспорта.

* **Левый берег:** 3 передвижные ремонтные мастерские на базе ГАЗон-NEXT с КУНГом, 2 технических пикапа.
* **Правый берег:** 2 передвижные ремонтные мастерские, 2 технических пикапа.
* **Назначение:** Доставка ремонтных бригад, инструмента, запчастей к месту поломки техники на территории берега.

##### **6.3.3.2. ТРАНСПОРТ ДЛЯ ОПЕРАТИВНЫХ ВЫЕЗДОВ МЕЖДУ БЕРЕГАМИ**

Для обеспечения мобильности руководящего и инженерно-технического состава.

* **Парк:** 8 единиц внедорожников (УАЗ «Патриот», Toyota Land Cruiser), распределенных поровну между берегами.
* **Использование:** Срочные выезды на объекты, инспекционные поездки, доставка документов и образцов.

##### **6.3.3.3. СПЕЦИАЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ ДЛЯ РУКОВОДСТВА И КООРДИНАЦИИ**

Для высшего руководства проекта и частых поездок между берегами выделен отдельный транспорт.

* **Наземный:** 2 комфортабельных микроавтобуса (Mercedes Sprinter) для перевозки групп специалистов.
* **Воздушный:** Постоянно закрепленный вертолет Ми-8 с базированием на левобережном вертодроме для экстренных и плановых перемещений руководства между берегами, в г. Якутск и по объектам.

##### **6.3.3.4. СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ ДВУХБЕРЕГОВОЙ ЛОГИСТИКИ**

Все единицы служебного и грузового транспорта оснащены терминалами GPS/ГЛОНАСС-мониторинга.

* **Единый диспетчерский центр:** Расположен в Центральном офисе на левом берегу, с дублирующим постом на правом берегу.
* **Функционал:**
  + Контроль местоположения и маршрутов в реальном времени.
  + Оптимизация и переназначение маршрутов.
  + Учет расхода ГСМ и моточасов.
  + Контроль соблюдения скоростного режима.
  + Плановое техобслуживание по наработке.
* **Интеграция:** Система мониторинга интегрирована с ERP-системой проекта для автоматического списания ГСМ и формирования заявок на ремонт.

#### **6.3.4. ОРГАНИЗАЦИЯ МЕЖБЕРЕГОВОЙ СВЯЗИ И КООРДИНАЦИИ**

##### **6.3.4.1. ИНФРАСТРУКТУРА МЕЖБЕРЕГОВОЙ ПЕРЕПРАВЫ**

* **Причалы:** 2 капитальных причала длиной по 150 м, оснащенных портовыми кранами, системами швартовки и освещения для круглосуточной работы.
* **Плавсредства:** 2 самоходных парома грузоподъемностью 100 т, 2 скоростных катера (на 10 и 20 чел.), 1 плавучий кран грузоподъемностью 250 т.
* **Ледовая переправа:** Усиленная трасса шириной 30 м с регулярным замером толщины льда, ограждением и обозначением.

##### **6.3.4.2. РЕЖИМ РАБОТЫ МЕЖБЕРЕГОВОЙ ПЕРЕПРАВЫ**

* **Навигационный период:** Круглосуточно, 7 дней в неделю. Паромы – по расписанию (3 рейса/сутки) и по накоплению груза. Катера – по заявкам.
* **Зимний период (ледовая переправа):** С 06:00 до 22:00. Движение колоннами под контролем диспетчера переправы.
* **Пропускная способность:** До 300 т грузов и 100 человек в сутки в каждую сторону.

##### **6.3.4.3. БЕЗОПАСНОСТЬ МЕЖБЕРЕГОВЫХ ПЕРЕВОЗОК**

* **Спасательное оборудование:** На всех плавсредствах и постах переправы размещены спасательные круги, жилеты, плоты. Дежурный катер сопровождения.
* **Правила безопасности:** Обязательный инструктаж, запрет на перевозку при шторме более 3 баллов, контроль загрузки.
* **План действий при ЧС:** Разработаны и отработаны планы по эвакуации с плавсредств, оказанию помощи на ледовой переправе. Проводятся учения.

##### **6.3.4.4. КООРДИНАЦИЯ ЛОГИСТИКИ МЕЖДУ ДВУМЯ БЕРЕГАМИ**

* **Единый диспетчерский центр логистики:** Осуществляет общее управление всеми грузопотоками и транспортом между берегами.
* **Система приоритетов:** Установлены четкие приоритеты для грузов (1-я очередь: свежий бетон, срочные запчасти; 2-я очередь: металлоконструкции; 3-я очередь: прочие материалы).
* **Ежедневные планерки:** Проводятся видеоконференции между диспетчерами двух берегов для согласования графика работы переправы, заявок на перевозку и решения текущих вопросов.

**ВЫВОД:** Предложенная двухбереговая логистическая система является сбалансированной, резервированной и адаптированной к суровым условиям р. Лена. Она обеспечивает синхронное снабжение двух строительных площадок, эффективное перемещение персонала и гибкое оперативное управление, что является критическим фактором для соблюдения сроков реализации проекта.

## ****6.4. СИСТЕМА ПИТАНИЯ И ВОДОСНАБЖЕНИЯ****

Организация бесперебойного и качественного питания и водоснабжения является критически важным элементом жизнеобеспечения персонала в условиях экстремального климата и удаленности объекта. Система построена по двухбереговому принципу с дублированием ключевых мощностей и созданием резервов для минимизации рисков срыва поставок.

#### **6.4.1. ОРГАНИЗАЦИЯ ПИТАНИЯ РАБОЧИХ**

##### **6.4.1.1. СТРУКТУРА ПИЩЕБЛОКОВ НА ОБОИХ БЕРЕГАХ**

Пищеблоки вахтовых поселков представляют собой автономные комплексы, спроектированные для круглосуточного обеспечения горячим питанием до 1000 человек каждый.

* **Левый берег (поселок на 800-1000 чел.):**
  + **Общая площадь пищеблока:** 600 м².
  + **Пропускная способность:** 350 человек в час.
  + **Производственные цеха:** горячий (120 м²), холодный (60 м²), мясо-рыбный (50 м²), овощной (50 м²), кондитерский (40 м²), моечные кухонной и столовой посуды.
  + **Оборудование:** 4-х комфорочные электрические плиты (3 шт.), пекарско-кондитерский комплекс, пароконвектоматы (2 шт.), линии раздачи (2 линии), холодильное оборудование общей емкостью 8 м³.
* **Правый берег (поселок на 700-1000 чел.):**
  + **Общая площадь пищеблока:** 550 м².
  + **Пропускная способность:** 300 человек в час.
  + **Производственные цеха:** аналогичны левому берегу, с незначительной корректировкой площадей.
  + **Оборудование:** идентично левому берегу, что упрощает логистику запчастей и взаимозаменяемость персонала.

Оба пищеблока работают по принципу сырьевой схемы с полным циклом переработки продуктов.

##### **6.4.1.2. РАЦИОНЫ ПИТАНИЯ И НОРМЫ ПРОДОВОЛЬСТВИЯ**

Питание персонала нормируется в соответствии с повышенными энергозатратами в условиях Крайнего Севера и тяжелого физического труда.

* **Суточная калорийность:** 4000-4500 ккал для основных рабочих, 3500-4000 ккал для ИТР и административного персонала.
* **Состав рациона (в сутки на человека):**
  + Белки: 130-140 г (из них 60% животного происхождения).
  + Жиры: 110-120 г.
  + Углеводы: 550-600 г.
* **Витаминизация:** Обязательный прием поливитаминных комплексов, включение в меню витаминизированных напитков (морсы, компоты), свежих и быстрозамороженных овощей/фруктов.
* **Режим питания:** 4-х разовый (завтрак, обед, ужин, поздний ужин/ночной перекус).

**ТАБЛИЦА 6.4.1: Суточные нормы питания для персонала (основные позиции)**

| Категория продукта | Норма на чел./сутки (г) | Годовой объем на 2000 чел. (тонн) | Примечания |
| --- | --- | --- | --- |
| Хлеб и хлебобулочные изделия | 350 | 255.5 | Собственное производство в пекарских цехах |
| Мясо и мясопродукты | 250 | 182.5 | В т.ч. говядина, свинина, птица |
| Рыба и рыбопродукты | 100 | 73.0 | Акцент на местные сорта |
| Молоко и молокопродукты | 500 | 365.0 | В т.ч. молоко, кефир, сметана, творог |
| Масло сливочное | 35 | 25.6 |  |
| Масло растительное | 20 | 14.6 |  |
| Яйца (шт.) | 1 | 730 000 шт. |  |
| Сахар и кондитерские изделия | 100 | 73.0 |  |
| Крупы и макароны | 120 | 87.6 |  |
| Овощи и бахчевые | 400 | 292.0 | Картофель, капуста, морковь, лук, замороженные смеси |
| Фрукты свежие и соки | 200 | 146.0 | Яблоки, апельсины, соки |
| Чай, кофе | 5 | 3.65 |  |

##### **6.4.1.3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПИТАНИЯ ПО СМЕНАМ**

График работы столовых привязан к производственным сменам (2/2 или 3/3 по 12 часов).

* **Основной режим:**
  + Завтрак: 06:00 – 08:00
  + Обед: 12:00 – 15:00
  + Ужин: 18:00 – 21:00
  + Ночной перекус: 00:00 – 02:00 (горячие блюда, выпечка)
* **Питание на объекты:** Для рабочих, занятых на критически удаленных участках моста, организуется доставка питания в изотермических контейнерах с раздачей непосредственно на месте.
* **Буфетная система:** В дополнение к основному питанию, в общежитиях и административных зданиях работают буфеты с выпечкой, снэками и горячими напитками.

##### **6.4.1.4. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ**

Контроль осуществляется по трехступенчатой системе:

1. **Входной контроль:** Проверка всех поступающих продуктов на соответствие сертификатам, маркировке, условиям транспортировки. Отбор проб для лабораторного анализа.
2. **Операционный контроль (HACCP):** Ежедневный контроль критических контрольных точек на всех этапах производства (температурные режимы, санитарная обработка).
3. **Бракераж готовой продукции:** Ежесменная работа бракеражной комиссии в составе врача, шеф-повара и представителя администрации. Ведение "Журнала бракеража готовой продукции". Регулярный лабораторный контроль смывов на БГКП.

#### **6.4.2. ЗАВОЗ ПРОДОВОЛЬСТВИЯ**

##### **6.4.2.1. СИСТЕМА СНАБЖЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВИЕМ**

Снабжение осуществляется на основе долгосрочных договоров с крупными федеральными и региональными поставщиками. Номенклатура поставок формируется на основе утвержденных суточных норм и среднесписочной численности персонала.

* **Основные поставщики:** Определяются по результатам тендеров.
* **График завоза:** Крупнотоннажные поставки осуществляются в навигационный период (май-сентябрь) и по зимнику (декабрь-март).

##### **6.4.2.2. СЕЗОННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЗАВОЗА**

* **Летний период (навигация):** Формирование основных (6-7 месяцев) и страховых (1 месяц) запасов непортящихся продуктов (крупы, макароны, консервы, сахар), а также заморозки.
* **Зимний период (зимник):** Дозаказ и поставка скоропортящихся продуктов (овощи, фрукты, молочная продукция), а также продуктов, расход которых превысил плановые показатели.
* **Период межсезонья (октябрь-ноябрь, апрель):** Работа осуществляется исключительно за счет созданных резервных запасов.

##### **6.4.2.3. ОРГАНИЗАЦИЯ СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА ДЛЯ ПРОДОВОЛЬСТВИЯ**

Каждый поселок оснащен складским комплексом общей площадью 400 м².

* **Неохлаждаемые склады:** 200 м² для хранения круп, макарон, консервов. Оборудованы стеллажными системами.
* **Овощехранилища:** 100 м² с поддержанием температуры +2...+4°C и влажности 85-90%.
* **Холодильные камеры:** 100 м².
  + Камера для заморозки (-18°C): 40 м² для мяса, рыбы, полуфабрикатов.
  + Камера для охлаждения (0...+4°C): 60 м² для молочной продукции, колбас, яиц.

##### **6.4.2.4. МЕЖБЕРЕГОВАЯ КООРДИНАЦИЯ СНАБЖЕНИЯ**

В случае перебоев с поставками на один из берегов, организуется оперативная переброска критически важных продуктов с другого берега с использованием регулярной переправы. Еженедельно проводится сверка остатков на складах для оперативного маневрирования ресурсами.

#### **6.4.3. КАЧЕСТВО ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ**

##### **6.4.3.1. ИСТОЧНИКИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА КАЖДОМ БЕРЕГУ**

Основным источником водоснабжения являются артезианские скважины.

* **Левый берег:** 3 артезианские скважины глубиной 120-150 м.
* **Правый берег:** 2 артезианские скважины глубиной 100-130 м.  
  Производительность каждой скважины — 10-15 м³/час, что полностью покрывает пиковые потребности поселков.

##### **6.4.3.2. СИСТЕМА ВОДООЧИСТКИ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА**

Водоподготовка осуществляется по классической схеме: обезжелезивание → умягчение → обеззараживание.

* **Установка водоподготовки на каждом берегу:** Производительность 20 м³/час.
* **Многоступенчатая очистка:**
  1. Аэрация для окисления железа и марганца.
  2. Фильтры обезжелезивания и умягчения.
  3. УФ-обеззараживание.
  4. Резервное хлорирование (при необходимости).
* **Контроль качества:** Еженедельный отбор проб по 20+ показателям (химическим, бактериологическим) аккредитованной лабораторией. Ежемесячная паспортизация воды.

##### **6.4.3.3. РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ СЕТЬ И РЕЗЕРВНЫЕ ИСТОЧНИКИ**

* **Водопроводная сеть:** Кольцевая схема разводки для обеспечения бесперебойности.
* **Резервуары чистой воды:** На каждом берегу установлены резервуары объемом 100 м³ каждый, что обеспечивает запас на 24 часа при максимальном потреблении.
* **Аварийные источники:** Установлены модульные установки бутилированной воды производительностью 5 м³/сутки.

##### **6.4.3.4. СИСТЕМА ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Горячее водоснабжение обеспечивается бойлерными установками, работающими на дизельном топливе/электричестве.

* **Производительность:** 0.5 л/с на каждые 50 человек (около 10 л/сутки на человека).
* **Обеспечение банно-прачечного комплекса:** Выделенная линия ГВС для бань и прачечных с температурой воды не ниже +65°C.

## ****6.5. МЕДИЦИНСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ****

Организация медицинского обслуживания нацелена на обеспечение профилактики, оперативного оказания первичной медико-санитарной помощи и экстренной эвакуации в условиях повышенного риска производственного травматизма и воздействия экстремальных климатических факторов.

#### **6.5.1. МЕДПУНКТ И ОБОРУДОВАНИЕ**

##### **6.5.1.1. СТРУКТУРА МЕДИЦИНСКИХ ПУНКТОВ НА ОБОИХ БЕРЕГАХ**

Медицинские пункты (медпункты) размещаются в специально оборудованных модульных зданиях площадью 250 м² каждый.

* **Приемно-смотровая зона:** Холл, регистратура, кабинет дежурной медсестры.
* **Лечебно-диагностические кабинеты:**
  + Кабинет врача общей практики/терапевта (2 шт.)
  + Процедурный кабинет
  + Перевязочная (чистая и гнойная)
  + Стоматологический кабинет
  + Физиотерапевтический кабинет
  + Небольшая клинико-диагностическая лаборатория
  + Аптека первой необходимости
* **Стационар:** 4 койки для кратковременного наблюдения (до 24 часов).

##### **6.5.1.2. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ МЕДИЦИНСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

* **Диагностическое:** Переносной УЗИ-аппарат, электрокардиограф, экспресс-анализаторы крови и мочи, глюкометры, пульсоксиметры.
* **Реанимационное:** Дефибриллятор, аппарат ИВЛ, кислородные концентраторы, наборы для трахеостомии и коникотомии, носилки вакуумные.
* **Хирургическое:** Набор для первичной хирургической обработки ран, шовный материал, набор для оказания помощи при переломах.

##### **6.5.1.3. СИСТЕМА САНАТОРНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

* **Физиотерапевтический кабинет:** Оснащен аппаратами для УВЧ-терапии, магнитотерапии, электрофореза.
* **Ингаляторий:** Небулайзеры для лечения и профилактики заболеваний органов дыхания.
* **Массажный кабинет:** 2 массажных стола, работа массажиста по графику.

##### **6.5.1.4. МОБИЛЬНЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ КОМПЛЕКСЫ**

В распоряжении каждого медпункта находится **УАЗ-Фермер "Медицинский"**, укомплектованный как передвижной медицинский пост для оперативного выезда на отдаленные участки строительства. Комплектация включает дефибриллятор, кислородный баллон, наборы для первой помощи и иммобилизации.

#### **6.5.2. ШТАТ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ**

##### **6.5.2.1. СТРУКТУРА МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА**

Штат медицинского персонала рассчитан исходя из норматива 1 врач на 250-300 человек и 1 средний медперсонал на 100-150 человек.

**ТАБЛИЦА 6.5.1: Штатное расписание медицинского персонала (на один берег)**

| Должность | Количество | Квалификация | График работы | Основные обязанности |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Врач общей практики/Терапевт | 3 | Высшее образование, сертификат, опыт работы от 5 лет | Сменный (12/12), 2/2 | Первичный прием, диагностика, лечение, диспансеризация |
| Фельдшер | 4 | Среднее специальное образование | Сменный (12/12), 2/2 | Неотложная помощь, процедуры, ведение стационара |
| Медицинская сестра | 5 | Среднее специальное образование | 5/2, 8-часовой день | Процедуры, ассистирование врачу, ведение документации |
| Санитарка | 4 | Без специального образования | 5/2, 8-часовой день | Поддержание санитарного режима |
| **Итого на берег:** | **16** |  |  |  |
| **Итого на проект (2 берега):** | **32** |  |  |  |

##### **6.5.2.2. РЕЖИМ РАБОТЫ И СМЕННОСТЬ МЕДПЕРСОНАЛА**

Медпункты работают в режиме **24/7**. Обеспечивается круглосуточное дежурство врача или фельдшера. График работы сменный (12 часов через 12) с ротацией каждые 2 недели.

##### **6.5.2.3. КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ И ОБУЧЕНИЕ**

Все врачи должны иметь сертификаты по "скорой медицинской помощи" и "терапии". Ежеквартально проводятся тренинги по неотложной помощи, в том числе с приглашением специалистов из региональных центров медицины катастроф.

##### **6.5.2.4. МЕЖБЕРЕГОВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕДПЕРСОНАЛА**

Еженедельно проводятся телеконференции главных врачей медпунктов для согласования лечебной тактики, обмена опытом и анализа сложных случаев. В случае необходимости возможна временная переброска медицинского персонала на другой берег для усиления.

#### **6.5.3. ПЛАН ДЕЙСТВИЙ ПРИ ЧС**

##### **6.5.3.1. ОРГАНИЗАЦИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПРИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ**

Разработаны типовые алгоритмы действий при различных ЧП: падение с высоты, поражение электрическим током, обрушение конструкций, ДТП. На каждом рабочем месте обученные инструкторы по First Aid с укладками первой помощи. Система оповещения выстроена по цепочке: Прораб → Начальник участка → Медпункт → Главный инженер.

##### **6.5.3.2. СИСТЕМА ЭВАКУАЦИИ ПОСТРАДАВШИХ**

* **1-й уровень (на месте):** Эвакуация силами мобильных медицинских комплексов или производственным транспортом до медпункта.
* **2-й уровень (межбереговая):** При необходимости специализированной помощи — эвакуация на другой берег с лучшими возможностями (если позволяет состояние пациента) с использованием переправы.
* **3-й уровень (региональная):** Эвакуация вертолетом санитарной авиации в ближайшую центральную районную больницу (г. Якутск или др.), с которой заключен договор. Вертолетная площадка оборудована в каждом поселке.

##### **6.5.3.3. ПРОТИВОЭПИДЕМИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ**

* **Плановая вакцинация:** Против сезонного гриппа, клещевого энцефалита, гепатита А и Б.
* **Экстренная вакцинация:** По эпидпоказаниям.
* **Карантинные мероприятия:** Выделение изоляторов на 2-3 койки в каждом медпункте на случай выявления инфекционных больных.
* **Санитарный контроль:** Регулярный контроль за состоянием пищеблоков, водозабора, общежитий.

##### **6.5.3.4. МЕДИЦИНСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИ ПРИРОДНЫХ КАТАКЛИЗМАХ**

* **Паводок:** Разработан план экстренной эвакуации персонала из низменных зон. Медпункты имеют запас плавсредств и средств спасения на воде.
* **Лесные пожары:** Создан запас респираторов и средств для лечения ожогов. Определены зоны безопасной эвакуации.
* **Экстремальные погодные условия (-45°C и ниже):** Проводится обязательный инструктаж по профилактике обморожений. Организовано дежурство дежурных автомобилей с обогревом на маршрутах движения рабочих.

#### **6.5.4. САНАТОРНО-КУРОРТНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**

##### **6.5.4.1. ОРГАНИЗАЦИЯ ОТДЫХА И РЕАБИЛИТАЦИИ**

Каждый сотрудник после 6 месяцев непрерывной работы имеет право на оплачиваемую санаторно-курортную путевку продолжительностью 14 дней. График заездов формируется ежеквартально с учетом производственной необходимости.

##### **6.5.4.2. ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ И ОЗДОРОВЛЕНИЕ**

На базе медпунктов проводится ежегодная диспансеризация. Для сотрудников с выявленными рисками формируются индивидуальные программы оздоровления с использованием возможностей физиотерапевтического кабинета и ЛФК.

##### **6.5.4.3. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С САНАТОРНО-КУРОРТНЫМИ УЧРЕЖДЕНИЯМИ**

Заключены рамочные договоры с санаториями в регионах с благоприятным климатом (Краснодарский край, Кавказские Минеральные Воды, Крым). Организация заездов и транспортное обеспечение (авиаперелеты) осуществляется централизованно.

##### **6.5.4.4. ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ И ПОДДЕРЖКА**

В штат медицинской службы введена должность **психолога** (1 шт. на проект, с ротацией между берегами). В каждом поселке оборудована **комната психологической разгрузки** (сенсорная комната). Проводятся регулярные групповые тренинги по стрессоустойчивости и профилактике синдрома эмоционального выгорания.

# КАЛЕНДАРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Настоящий раздел представляет собой детализированную программу-минимум по срокам и последовательности выполнения всех видов работ по строительству совмещенного мостового перехода через реку Лена. План разработан с учетом двухбереговой организации работ, сезонных ограничений, технологических зависимостей и ресурсных возможностей проекта. Он является основой для оперативного управления, распределения ресурсов и автоматизированного контроля за ходом строительства.

## ****7.1. ОБЩИЙ КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК****

#### **7.1.1. СВОДНЫЙ КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН СТРОИТЕЛЬСТВА**

Интегрированный график объединяет все виды работ от подготовительного периода до ввода объекта в эксплуатацию. Ключевым принципом является параллельное ведение работ на левом и правом берегах с последующей стыковкой в русловой части.

#### **7.1.2. ПОЭТАПНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТ**

1. **Подготовительный период (I кв. 2024 – II кв. 2024, 6 месяцев):**
   * Цель: Создание инфраструктуры для развертывания основных работ.
   * Содержание: Инженерно-геодезические работы, строительство вахтового поселка, АХК, стройбазы, временных дорог и ЛЭП, мобилизация первых бригад.
   * Критерий завершения: Готовность поселка к заселению 1000 человек, наличие работающей стройбазы и дорог к местам производства работ.
2. **Период нулевого цикла и возведения береговых частей (III кв. 2024 – II кв. 2025, 12 месяцев):**
   * Цель: Формирование опорных точек для наступления на русловую часть.
   * Содержание: Устройство фундаментов и возведение тел устоев №1 и №10 на обоих берегах.
   * Критерий завершения: Готовность устоев к началу монтажа береговых пролетных строений.
3. **Пиковый период: русловые опоры и монтаж (III кв. 2025 – II кв. 2027, 21 месяц):**
   * Цель: Возведение всех промежуточных опор и монтаж пролетных строений.
   * Содержание: Работы в русле реки (со льда и с плавсредств), непрерывный монтаж пролетов с двух берегов, замыкание судоходного пролета. Наиболее ресурсоемкий и технологически сложный этап.
   * Критерий завершения: Полная готовность всех опор и пролетных строений.
4. **Период устройства верхнего строения и систем (III кв. 2026 – III кв. 2027, 13 месяцев):**
   * Цель: Формирование проезжей части и путей, оснащение моста инженерными системами.
   * Содержание: Устройство плиты проезжей части, укладка ж/д путей, асфальтирование, монтаж освещения, СЦБ, ограждений.
   * Критерий завершения: Полная готовность моста к движению транспорта.
5. **Пуско-наладочный период и сдача (IV кв. 2027, 3 месяца):**
   * Цель: Ввод объекта в эксплуатацию.
   * Содержание: Комплексные испытания (статические, динамические), пусконаладка всех систем, приемочные комиссии, демонтаж временных сооружений.
   * Критерий завершения: Подписание акта госприемки и открытие движения.

#### **7.1.3. ВЗАИМОСВЯЗЬ И ЗАВИСИМОСТИ РАБОТ**

* **Технологические зависимости:**
  + Монтаж любого пролета возможен только после готовности не менее чем на 80% прочности обеих опор, на которые он опирается.
  + Устройство проезжей части возможно только после полного завершения монтажа пролетных строений и приемки их геодезической службой.
  + Все сварочные и окрасочные работы зависят от благоприятных погодных условий (температура, влажность, ветер).
* **Ресурсные зависимости:**
  + Работы на левом и правом берегу конкурируют за доступ к кранам сверхтяжелой грузоподъемности (250-400 т). Их перемещение между берегами требует согласованного графика.
  + Параллельное бетонирование нескольких массивных опор ограничено производительностью бетонного узла и парком бетононасосов.

#### **7.1.4. ГРАФИКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРИТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ**

* **Трудовые ресурсы:** Пиковая численность (1250 чел.) достигается в 2026 году в период параллельного монтажа пролетных строений и устройства проезжей части.
* **Основная техника:** 6 башенных и 12 гусеничных кранов большой грузоподъемности работают в 2 смены с коэффициентом сменности 1.8. Максимальная загрузка кранов — в период монтажа русловых опор (О-07) и пролетных строений (М-01, М-02, М-03).
* **Логистика:** Интенсивность грузопотока максимальна в 2025-2026 гг., в период поставки металлоконструкций пролетных строений (8200 т) и арматуры (15800 т).

## ****7.2. КРИТИЧЕСКИЙ ПУТЬ ПРОЕКТА****

#### **7.2.1. ИДЕНТИФИКАЦИЯ КРИТИЧЕСКИХ РАБОТ**

Критический путь проекта составляют работы, не имеющие резерва времени и определяющие общую продолжительность строительства (63 месяца). К ним относятся:

1. **Возведение русловых опор (О-01 -> О-07):** Наиболее длительный и зависимый от гидрологии процесс.
2. **Последовательный монтаж пролетных строений (М-01, М-02, М-03):** Требует строгой технологической последовательности и высокоточной координации.
3. **Замыкание судоходного пролета (М-03):** Ключевая технологическая и временная веха, возможная только после завершения монтажа с обоих берегов.

#### **7.2.2. СЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ СТРОИТЕЛЬСТВА**

**ДИАГРАММА 7.2: Упрощенный сетевой график критического пути**

text

(П-01) -> (П-02) -> (П-04) -> (О-01) -> (О-03) -> (О-05) -\

-> (О-07) -> (М-01) -> (М-03) -> (Ф-01)

(П-01) -> (П-02) -> (П-04) -> (О-02) -> (О-04) -> (О-06) -/ -> (М-02) -/

* **Старт:** Начало геодезических работ (П-01).
* **Ключевые вехи:**
  + **В-1:** Готовность инфраструктуры (П-02).
  + **В-2:** Начало работ в русле реки (О-01, О-02).
  + **В-3:** Готовность береговых опор для начала монтажа (О-05, О-06).
  + **В-4:** Завершение монтажа всех русловых опор (О-07).
  + **В-5:** Начало монтажа пролетных строений (М-01, М-02).
  + **В-6:** Замыкание судоходного пролета (М-03).
  + **Финиш:** Завершение комплексных испытаний (Ф-01).

#### **7.2.3. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ СОКРАЩЕНИЯ СРОКОВ**

* **Уплотнение графика возможно за счет:**
  + Применения бетона с ранним набором прочности (класс B40-B50 с ускорителями твердения) для массивных опор.
  + Увеличения сменности на критических операциях (монтаж пролетов) с 2 до 3 смен, где это позволяет техника безопасности.
  + Предварительной укрупнительной сборки элементов пролетных строений на берегу.
* **Ограничения для сокращения:**
  + Технологическое время набора прочности бетона, особенно при отрицательных температурах.
  + Сезонные "окна" для производства работ в русле реки.

#### **7.2.4. МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛЬ КРИТИЧЕСКОГО ПУТЯ**

* **Еженедельный отчет:** ГЭП представляет отчет о статусе работ на критическом пути с анализом опережений/отставаний.
* **Система оповещения:** При риске срыва сроков любой из критических работ более чем на 3 дня автоматически созывается оперативный штаб под руководством Руководителя проекта.
* **Визуализация:** Диаграмма Ганта критического пути в реальном времени выведена на видеостену в диспетчерской.

## ****7.3. ВЕХИ И КОНТРОЛЬНЫЕ ТОЧКИ****

**7.3.1. КЛЮЧЕВЫЕ ВЕХИ ПРОЕКТА**

**ТАБЛИЦА 7.3: Ключевые вехи проекта**

| Веха | Код | Плановый срок | Критерий достижения | Ответственный | Документ-основание |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Начало подготовительного периода | П-01 | 15.01.2024 | Утверждение геодезической схемы, начало мобилизации | Гл. геодезист | Приказ по проекту |
| Завершение строительства ВГС | П-02 | 30.06.2024 | Акты ввода в эксплуатацию поселка, столовой, медпункта, АХК | Нач. Уч. 4 | Акт рабочей комиссии |
| Начало работ в русле реки | О-01/О-02 | 01.07.2025 | Установка первого шпунта/кессона в русле реки | Нач. Уч. 1, 2 | Фотоотчет, геодезическая схема |
| Готовность устоев | Н-04/Н-05 | 30.06.2025 | Исполнительная съемка устоев, акты на скрытые работы | Нач. Уч. 1, 2 | Акт ОТК, Исполнительная схема |
| Завершение всех русловых опор | О-07 | 28.02.2027 | Исполнительная съемка последней опоры (№7), протоколы прочности бетона | Нач. Уч. 3 | Сводный акт на опоры |
| **Замыкание судоходного пролета** | **М-03** | **31.08.2027** | **Геодезический контроль положения замыкающего блока, подписание акта** | **Нач. Уч. 3, Гл. геодезист** | **Акт о замыкании пролета** |
| Завершение укладки ж/д путей | Д-02 | 31.10.2027 | Исполнительная схема укладки пути, акт освидетельствования | Нач. Уч. 4 | Акт ОТК |
| **Комплексные испытания** | **Ф-01** | **15.12.2027** | **Успешное завершение статических и динамических испытаний, подписание протокола** | **Технический директор, ГЭП** | **Протокол испытаний** |
| **Ввод в эксплуатацию** | **Ф-01** | **28.12.2027** | **Подписание Акта государственной приемочной комиссии** | **Руководитель проекта** | **Акт ГПК** |

#### **7.3.2. СИСТЕМА КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧЕК**

Помимо ключевых вех, установлена система ежемесячных контрольных точек по каждому производственному участку. Точка считается пройденной при выполнении 95% планового объема работ за месяц и отсутствии критических несоответствий по качеству и безопасности.

#### **7.3.3. ГРАФИК ПРОВЕДЕНИЯ ИНСПЕКЦИЙ И ПРИЕМОК**

* **Еженедельно:** Оперативные обходы начальников участков и ОТК.
* **Ежемесячно:** Комплексная проверка комиссией в составе ГЭП, нач. ОТК, зам. по ОТ и ПБ.
* **Поэтапно:** Приемка скрытых работ (арматура, закладные), ответственных конструкций (каждая опора, каждый монтажный стык) с участием Технического надзора Заказчика.

#### **7.3.4. ДОКУМЕНТАЛЬНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ВЕХ**

Для каждой вехи формируется пакет документов: Акт о достижении вехи, сводный отчет о выполненных работах, результаты контроля качества, фотофиксация. Все документы подшиваются в электронный архив проекта.

## ****7.4. СЕЗОННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ И ОСОБЕННОСТИ****

#### **7.4.1. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ ПО СЕЗОНАМ**

**ТАБЛИЦА 7.4: Сезонные ограничения и рекомендуемые работы**

| Месяц | Ср. темп. (°C) | Осадки | Гидрология | Критические ограничения | Рекомендуемые и запрещенные работы |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Янв-Мар** | -35 ... -45 | Низкие | Ледостав (лед ~1.5-2 м) | **Невозможны:** Открытое бетонирование, земляные работы. **Ограничены:** Сварка (низкие температуры). | **Рекомендованы:** **Работы со льда** (монтаж русловых опор О-07), монтаж металлоконструкций в утепленных условиях, работы внутри обогреваемых быстровозводимых укрытий. |
| **Апр-Май** | -10 ... +5 | Низкие | Ледоход, паводок | **Запрещены:** **Любые работы в русле реки и вблизи берега** из-за ледохода и паводка. | **Рекомендованы:** Внутренние работы в АХК, ремонт техники, подготовка материалов, работы на подходах, удаленных от уреза воды. |
| **Июнь-Авг** | +15 ... +35 | Умеренные | Навигация, межень | **Ограничены:** Высокотемпературные работы (сварка, асфальтирование) в дневное время. | **Рекомендованы:** **Работы в русле с плавсредств** (устройство шпунта, кессонов О-01, О-02), бетонирование опор, монтаж пролетов, земляные работы. |
| **Сент-Окт** | 0 ... +10 | Умеренные | Конец навигации | **Критично:** Необходимо завершить все работы в русле до ледостава. | **Рекомендованы:** Активное бетонирование, монтаж. Завершение сезонных наружных работ. |
| **Нояб-Дек** | -15 ... -30 | Низкие | Ледостав | **Ограничены:** Бетонирование (требуется прогрев, применение термоса, противоморозных добавок). | **Рекомендованы:** Подготовка к зимнему этапу работ со льда, монтажные работы с применением зимних технологий. |

#### **7.4.2. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ И ЕГО УЧЕТ В ПЛАНИРОВАНИИ**

* **Навигационный период (июнь-октябрь):** Единственное время для доставки тяжелых и негабаритных грузов (пролетные строения) водным транспортом. Все поставки металлоконструкций должны быть приурочены к этому периоду.
* **Период ледостава (ноябрь-май):** Используется для производства работ непосредственно в русле реки (монтаж опор со льда). Прочность льда постоянно контролируется.
* **Период ледохода и паводка (апрель-май):** Производство работ полностью останавливается в зоне возможного воздействия. Техника и материалы вывозятся на возвышенные участки.

#### **7.4.3. СЕЗОННАЯ АДАПТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕСУРСОВ**

* **Зимний период:**
  + **Бетонные работы:** Применение электропрогрева, термоактивной опалубки, укрытие бетона термоматами, использование противоморозных добавок.
  + **Сварочные работы:** Предварительный подогрев свариваемых кромок, использование тепляков.
  + **Логистика:** Активное использование зимников для подвоза материалов.
* **Летний период:**
  + **Бетонные работы:** Уход за бетоном (полив водой, укрытие пленкой для предотвращения пересыхания).
  + **Работы в русле:** Применение плавкранов, понтонов, буровых установок на плавучих средствах.

#### **7.4.4. ПЛАНИРОВАНИЕ РЕСУРСОВ С УЧЕТОМ СЕЗОННОСТИ**

* **Поставки:** Крупногабаритные металлоконструкции доставляются в навигационный период и складируются на береговых площадках. Создается запас цемента, арматуры и материалов на период зимней изоляции (декабрь-март).
* **Персонал:** Усиленные вахты планируются на летний и зимний (работа со льда) строительные сезоны. В периоды ледохода и паводка возможны сокращенные вахты для проведения ремонтных и подготовительных работ.
* **Энергетика:** Пиковые нагрузки на систему энергоснабжения приходятся на зимний период из-за необходимости обогрева бетона, бытовых и производственных помещений.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО РАЗДЕЛУ**

Представленный календарный план является динамическим инструментом управления. Он будет ежеквартально уточняться и актуализироваться по результатам мониторинга фактического выполнения работ, изменения внешних условий и выявления новых рисков. Все данные плана интегрируются в корпоративную ERP-систему, что позволяет осуществлять автоматизированный контроль сроков, ресурсов и затрат в режиме реального времени.

# ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ

## ****8.1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ****

**8.1.1. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**  
Строительство мостового перехода осуществляется в уникальной и чувствительной экосистеме реки Лена, что требует применения наилучших доступных технологий для минимизации воздействия. На основе данных инженерно-геологических изысканий (Раздел 3.2) и анализа технологии работ (Разделы 4, 5) идентифицированы следующие ключевые области воздействия:

* **Гидрологический режим и качество воды:** Замутнение водной массы при устройстве буронабивных свай, риски загрязнения ГСМ и строительными материалами.
* **Водные биоресурсы:** Нарушение путей миграции и нерестилищ в период навигации и нереста, воздействие шума и вибрации на ихтиофауну.
* **Прибрежные экосистемы:** Разрушение почвенно-растительного покрова, нарушение путей миграции наземных животных.
* **Воздушная среда:** Выбросы загрязняющих веществ от работы строительной техники и автотранспорта.
* **Геокриологическая обстановка:** Нарушение теплового режима многолетнемерзлых грунтов (ММГ) при строительстве и эксплуатации, риск развития термокарста.

**8.1.2. ПРОГРАММА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**  
Реализуется круглогодичная программа мониторинга для оперативного выявления и устранения негативных воздействий. Координацию осуществляет эколог проекта, подчиняющийся заместителю ГЭП по ОТ и ПБ.

**ТАБЛИЦА 8.1: Программа экологического мониторинга**

| Объект мониторинга | Контролируемые параметры | Периодичность | Методы и средства контроля | Нормативные показатели (по СанПиН, ГОСТ) |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Качество воды** | Мутность, взвешенные вещества, нефтепродукты, БПК5, ХПК, рН, растворенный кислород | Еженедельно (в период ПНР – ежедневно) | Отбор проб с лодок, переносные лабораторные комплексы, стационарные посты на берегах | Не превышение фоновых концентраций более чем на 30% |
| **Донные отложения** | Накопление взвешенных веществ, содержание тяжелых металлов | 1 раз в квартал | Дночерпатели, лабораторный анализ | – |
| **Водные биоресурсы** | Видовой состав, численность, наличие патологий | Весна/осень (до/после нереста) | Визуальные наблюдения, консультации с ихтиологами | Сохранение видового разнообразия |
| **Атмосферный воздух** | Пыль, диоксид азота (NO₂), оксид углерода (CO), сернистый ангидрид (SO₂) | 1 раз в месяц (при пиковых работах – чаще) | Передвижные газоанализаторы | ПДКм.р. для населенных мест |
| **Почвенный покров** | Загрязнение нефтепродуктами, тяжелыми металлами, механические повреждения | До начала и после завершения работ на участке | Отбор проб, визуальная оценка | – |
| **Шумовое воздействие** | Уровень эквивалентного звука (дБА) | 1 раз в квартал, при жалобах – внепланово | Шумомеры на границе СЗЗ и в жилой зоне вахтового поселка | СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 |

**8.1.3. МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

* **Защита водной среды:**
  + Устройство ограждающих боновых завес вокруг мест производства русловых работ.
  + Применение вибро- и шпунто-погружателей с системами шумоподавления.
  + Использование плавучих бензомаслоуловителей для сбора льяльных вод.
  + Строительство локальных очистных сооружений для ливневых и хозяйственно-бытовых сточных вод вахтового поселка.
* **Обращение с отходами:**
  + Сортировка ТБО на месте с выделением пластика, металла, стекла.
  + Накопление и вывоз опасных отходов (отработанные ГСМ, фильтры, аккумуляторы) по лицензированным схемам.
  + Максимальное использование оборачиваемой многоразовой тары.
* **Снижение воздействия на атмосферу:**
  + Своевременное техническое обслуживание техники для минимизации выбросов.
  + Пылеподавление на временных дорогах и площадках.

**8.1.4. ВОССТАНОВЛЕНИЕ И ОХРАНА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ**

* **Рекультивация нарушенных земель:** После завершения строительства всех временных объектов (стройбаза, подъездные пути) проводится техническая и биологическая рекультивация с восстановлением естественного почвенно-растительного покрова.
* **Компенсационные мероприятия:** В случае подтвержденного ущерба водным биоресурсам планируется финансирование мероприятий по искусственному воспроизводству ценных видов рыб.

## ****8.2. ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ****

**8.2.1. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА**  
Управление ОТ осуществляется в соответствии с ГОСТ Р 54934-2012 / OHSAS 18001:2007. Ответственность несет Заместитель ГЭП по ОТ и ПБ. На каждом производственном участке работают инженеры по ОТ, подчиненные центральной службе. Система включает:

* **Политику в области ОТ:** Принцип «Ноль несчастных случаев».
* **Процедуры:** По идентификации опасностей, расследованию инцидентов, обучению, проведению совещаний по безопасности («пятиминутки»).
* **Целевые показатели:** Снижение количества микротравм, нулевая допустимость работ с грубыми нарушениями.

**8.2.2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ОСНОВНЫХ ВИДОВ РАБОТ**

**ТАБЛИЦА 8.2: Требования безопасности для основных видов работ**

| Вид работ | Основные опасности | Требования безопасности | Обязательные СИЗ | Ответственный за контроль |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Высотные работы (монтаж опор, ПС)** | Падение с высоты, падение предметов | Применение систем позиционирования и улавливания (страховочные привязи). Ограждение рабочих мест. Использование инструмента с фалами. | Каска, привязь, нескользящая обувь, перчатки | Прораб, инженер ОТ участка |
| **Работы на воде** | Падение человека в воду, опрокидывание плавсредства | Все работники обеспечены спасательными жилетами. Наличие на плавсредствах спасательных кругов, плотов. Запрет работ при штормовом предупреждении. | Спасательный жилет, термостойкая одежда | Начальник Участка №3, капитан плавсредства |
| **Сварочные работы** | Ожоги, поражение эл. током, ослепление, пожар | Ограждение сварочных постов, исправность оборудования, заземление. Наличие огнетушителей. Использование защитных щитков. | Щиток/маска сварщика, краги, спецобувь, огнестойкая роба | Мастер смены, инженер ОТ |
| **Монтаж тяжелых конструкций** | Обрыв груза, зажатие, падение элементов | Допуск стропальщиков. Запрет нахождения в опасной зоне. Четкая система сигналов между машинистом крана и стропальщиком. | Каска, сигнальная жилетка, защитная обувь | Инженер ОТ, производитель работ |
| **Работы в условиях низких температур** | Обморожение, переохлаждение | Специальный режим труда: регламентированные перерывы для обогрева в отапливаемых бытовках. Контроль метеоусловий. | Утепленная спецодежда и обувь, подшлемник, рукавицы | Мастер, инженер ОТ |

**8.2.3. СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ И КОЛЛЕКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ**  
Все работники обеспечиваются СИЗ в соответствии с Типовыми нормами. Ведутся «Журналы выдачи СИЗ». Контроль за обязательным ношением осуществляют мастера и инженеры ОТ. К коллективным средствам защиты относятся: защитные ограждения, сигнальная лента и освещение опасных зон, знаки безопасности, системы вентиляции.

**8.2.4. ОБУЧЕНИЕ И ИНСТРУКТАЖ ПЕРСОНАЛА**

* **Вводный инструктаж:** Проводится для всех вновь прибывших специалистов службой ОТ.
* **Первичный инструктаж на рабочем месте:** Проводится перед допуском к работе мастером/прорабом.
* **Целевой инструктаж:** Перед производством работ по наряду-допуску (высотные, огневые работы и т.д.).
* **Ежесменные «пятиминутки»:** Краткий разбор задач и основных risks смены.
* **Ежеквартальные обучения:** По актуальным темам (первая помощь, новые технологии).

## ****8.3. ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ****

**8.3.1. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ОБЪЕКТАХ СТРОИТЕЛЬСТВА**  
Территория разбита на зоны с установлением противопожарного режима. Складирование горючих материалов строго регламентировано. Соблюдаются противопожарные разрывы между объектами. Курение разрешено только в специально оборудованных местах.

**8.3.2. СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ И ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ**

* **Административно-бытовая зона:** Оснащается автоматической пожарной сигнализацией (АПС) и системой оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ). Устанавливаются огнетушители (воздушно-пенные, порошковые).
* **Производственные зоны (ЦРМ, склады):** Устанавливаются пожарные щиты, ящики с песком, кошма. Резервуары с запасом воды для целей пожаротушения.
* **Техника:** Все основные единицы техники оснащаются огнетушителями.

**8.3.3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ**  
Создается добровольная пожарная дружина (ДПД) из числа работников, прошедших специальную подготовку. Организовано круглосуточное дежурство. Установлены прямые каналы связи с ближайшим подразделением МЧС.

**8.3.4. ПРОТИВОПОЖАРНЫЙ ИНСТРУКТАЖ И ТРЕНИРОВКИ**  
Проводятся не реже 2 раз в год общеобъектовые тренировки по эвакуации и тушению условного пожара. Инструктажи включены в общую программу обучения по ОТ.

## ****8.4. ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА И ЧС****

**8.4.1. ПЛАН ДЕЙСТВИЙ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**  
Разработан исчерпывающий план, классифицирующий ЧС по типам:

1. **Техногенные:** Пожар, взрыв, обрыв груза, авария на системе энергоснабжения.
2. **Природные:** Наводнение (ледоход, паводок), ураган, землетрясение, резкое похолодание (-45°C и ниже).
3. **Биолого-социальные:** Массовые заболевания, эпидемии.

Для каждого типа определены признаки угрозы и алгоритм оповещения.

**8.4.2. ЗАЩИТА ПЕРСОНАЛА И ТЕРРИТОРИИ ОТ ЧС**

* **Оповещение:** Установлена централизованная система оповещения (сирены, громкоговорители).
* **Эвакуация:** Разработаны и размещены на видных местах планы эвакуации из всех основных зон (офисы, общежития, производственные участки). Определены пункты сбора.
* **Укрытие:** В качестве укрытий могут использоваться капитальные сооружения (ЦРМ, склады, цокольные этажи административного корпуса).

**8.4.3. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С СИЛАМИ МЧС И ДРУГИМИ СЛУЖБАМИ**  
Заключены договоры на взаимодействие с территориальными органами МЧС, МВД и медицинскими учреждениями. Регулярно (не реже 1 раза в год) проводятся совместные командно-штабные учения.

**8.4.4. РЕЗЕРВЫ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ЧС**  
Создан неснижаемый запас:

* **Медицинское имущество:** Перевязочные средства, антидоты, препараты для первой помощи.
* **ПРОП:** Питьевая вода в бутылях, консервы, галеты (расчет на 3 суток для 2000 человек).
* **Техника и инструмент:** Дизель-генераторы, осветительные мачты, цепные пилы, лопаты.

# **РАЗДЕЛ 9: УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ**

Система управления рисками строится на принципах proactive identification (заблаговременное выявление), assessment (оценка), mitigation (снижение) и monitoring (мониторинг).

## ****9.1. ИДЕНТИФИКАЦИЯ РИСКОВ****

**9.1.1. КЛАССИФИКАЦИЯ РИСКОВ ПРОЕКТА**

* **Технические:** Связаны с технологиями, конструкциями, оборудованием.
* **Организационные:** Связаны с управлением, логистикой, координацией.
* **Природные и экологические:** Связаны с климатом, геологией, гидрологией.
* **Экономические:** Связаны с бюджетом, финансированием, инфляцией.
* **Социальные:** Связаны с персоналом, местным населением.

**9.1.2. МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ И АНАЛИЗА РИСКОВ**  
Применяется метод мозгового штурма с привлечением ключевых руководителей проекта (ГЭП, главные специалисты, начальники участков). Также используется анализ ретроспективных данных по аналогичным проектам в Сибири и на Дальнем Востоке.

**9.1.3. КАРТА РИСКОВ ПРОЕКТА**  
**9.1.4. ПРИОРИТЕТИЗАЦИЯ РИСКОВ ПО ВЕРОЯТНОСТИ И ВОЗДЕЙСТВИЮ**  
Для наглядности и приоритизации строится матрица рисков. Ниже представлена выдержка из полной карты, содержащей более 50 рисков.

**ТАБЛИЦА 9.1: Матрица рисков строительства моста через реку Лена (фрагмент)**

| Категория | Конкретный риск | Вероятность (1-5) | Влияние (1-5) | Приоритет (ВхВ) | Краткие меры минимизации |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Технические** | **Обрушение конструкции при монтаже пролетного строения** | 2 | 5 | **10 (КРИТ.)** | Строгий геодезический контроль, расчет схем строповки, запрет работ при ветре > 15 м/с |
|  | Срыв графика бетонирования опор из-за низких температур | 4 | 4 | **16 (КРИТ.)** | Применение термоопалубки, противоморозных добавок, прогрев бетона, зимнее удорожание в смете |
| **Организационные** | **Срыв поставки металлоконструкций из-за логистического сбоя** | 3 | 5 | **15 (КРИТ.)** | Диверсификация поставщиков, создание буферного запаса на площадке, отслеживание грузов GPS |
|  | Недостаточная координация между берегами | 3 | 3 | 9 | Ежедневные планерки, единая радиочастота, дублирование связи |
| **Природные** | **Ранний ледоход/затор льда, разрушающий конструкции** | 3 | 5 | **15 (КРИТ.)** | Круглосуточный мониторинг ледовой обстановки, ледокольные работы, прочность опор на ледовую нагрузку |
|  | Аномально низкие температуры (-50°C и ниже) | 3 | 4 | 12 | Регламентирование работы техники, дополнительный обогрев бытовок, увеличение перерывов |
| **Экономические** | Рост цен на материалы сверх прогноза | 4 | 4 | **16 (КРИТ.)** | Заключение долгосрочных фиксированных контрактов, создание резерва средств в бюджете |
| **Социальные** | **Массовое заболевание персонала (COVID, грипп)** | 3 | 4 | 12 | Вакцинация, масочный режим, изолятор в медпункте, ротация бригад |

## ****9.2. МЕРЫ ПО МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ****

**9.2.1. ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ**

* **Для технических рисков:** Усиленный входной контроль материалов, предварительные испытания нестандартного оборудования, создание детальных ППР для всех критических операций.
* **Для организационных рисков:** Создание резервных планов логистики (зимники, авиадоставка), кросс-обучение ключевых специалистов для взаимозаменяемости.
* **Для природных рисков:** Подписка на услуги специализированных метеорологических служб, создание собственной метеостанции на площадке.

**9.2.2. ПЛАНИРОВАНИЕ РЕАГИРОВАНИЯ НА РИСКИ**  
Для каждого риска с приоритетом выше 8 разрабатывается детальный **План реагирования**, который включает:

* Четкие критерии активации плана.
* Состав аварийной/кризисной бригады.
* Пошаговый алгоритм действий.
* Перечень необходимых ресурсов.

**9.2.3. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ**  
В бюджете проекта (Раздел 1.3) заложен **резерв на непредвиденные работы и затраты** в размере 2 550 млн руб., который является финансовой основой для реализации мер по минимизации рисков.

**9.2.4. СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ РИСКОВ**

* **Еженедельно:** На оперативном совещании у ГЭП заслушивается отчет по статусу ключевых рисков.
* **Ежемесячно:** Формируется «Карта рисков» с актуальной оценкой вероятности и воздействия.
* **Критические риски:** Мониторятся в режиме реального времени (например, уровень воды в реке, температура воздуха, статус движения грузов с металлоконструкциями).

## ****9.3. ПЛАНЫ ДЕЙСТВИЙ ПРИ НАСТУПЛЕНИИ РИСКОВ****

**9.3.1. АЛГОРИТМЫ РЕАГИРОВАНИЯ НА РЕАЛИЗАЦИЮ РИСКОВ**  
Универсальный алгоритм для любой ЧС:

1. **ОЦЕНКА:** Немедленная оценка масштаба и угрозы для людей.
2. **ОПОВЕЩЕНИЕ:** Активация системы оповещения. Сообщение ГЭП, в МЧС (при необходимости).
3. **СПАСЕНИЕ:** Приоритет – спасение жизни и здоровья людей. Эвакуация из опасной зоны.
4. **ЛОКАЛИЗАЦИЯ:** Предприятие мер по предотвращению развития ЧС (отключение энергоснабжения, ограждение зоны).
5. **ЛИКВИДАЦИЯ:** Работа по ликвидации последствий силами аварийных бригад.

**9.3.2. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ**  
Созданы постоянные **аварийные бригады** по основным направлениям:

* **Аварийно-механическая бригада:** (на базе ЦРМ) – для расчистки завалов, ремонта техники.
* **Аварийно-строительная бригада:** (монтажники, бетонщики) – для временного укрепления конструкций.
* **Пожаротушение:** ДПД.

**9.3.3. ВОССТАНОВЛЕНИЕ НОРМАЛЬНОГО ХОДА РАБОТ**  
После ликвидации непосредственной угрозы кризисный комитет под руководством ГЭП разрабатывает план восстановительных работ, который интегрируется в общий календарный график с корректировкой сроков и ресурсов.

**9.3.4. АНАЛИЗ ПРИЧИН И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ПОВТОРЕНИЯ**  
По факту реализации любого значительного риска проводится **внутреннее расследование** с целью выявления коренных причин. Результаты расследования оформляются в виде отчета, на основе которого вносятся изменения в регламенты, инструкции и программы обучения, чтобы исключить повторение инцидента.

**ТАБЛИЦА 9.3: План действий при реализации критических рисков (примеры)**

| Риск | Признаки реализации | Первоочередные действия | Ответственные | Взаимодействие со службами |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Пожар в административном корпусе** | Срабатывание АПС, задымление, открытое пламя | 1. Оповестить людей. 2. Отключить электроснабжение. 3. Эвакуировать персонал. 4. Приступить к тушению силами ДПД. | Начальник АХЧ, ДПД | МЧС, скорая помощь |
| **Падение груза краном при монтаже** | Обрыв стропы, падение элемента, деформация конструкции | 1. Остановить все работы в опасной зоне. 2. Оценить наличие пострадавших. 3. Оградить и обозначить опасную зону. 4. Оценить устойчивость конструкций. | ГЭП, Начальник участка, инженер ОТ | Медицинская служба, ЦРМ |
| **Срыв графика из-за аномальных морозов** | Прогноз температуры ниже -45°C на срок > 3 дней | 1. Активировать режим работы по спецрегламенту. 2. Обеспечить дополнительный обогрев бытовок. 3. Перевести работы на менее критичные (внутренние). 4. Скорректировать график поставок. | Зам. ГЭП по производству, Начальники участков | Служба логистики, ОК |

# ФИНАНСИРОВАНИЕ И СМЕТА

## 10.1. СТРУКТУРА ФИНАНСИРОВАНИЯ

### 10.1.1. ИСТОЧНИКИ И СХЕМА ФИНАНСИРОВАНИЯ

Финансирование проекта строительства моста через реку Лена осуществляется по смешанной схеме с привлечением средств федерального бюджета, регионального бюджета Республики Саха (Якутия) и частных инвестиций. Общий объем финансирования составляет 58,5 млрд рублей.

**ТАБЛИЦА 10.1: Структура финансирования проекта**

| Источник финансирования | Объем финансирования (млн руб.) | Доля в % | Условия предоставления | График финансирования |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Федеральный бюджет | 35 100 | 60% | Бюджетные ассигнования в рамках ФЦП "Развитие транспортной системы России" | Ежегодное выделение в соответствии с Бюджетным кодексом РФ |
| Бюджет Республики Саха (Якутия) | 11 700 | 20% | Софинансирование в рамках региональной программы развития инфраструктуры | Поквартальное перечисление по факту выполнения этапов |
| Частные инвестиции | 8 190 | 14% | Долгосрочное инвестирование с возвратом через механизм ГЧП | Поэтапное инвестирование под 8% годовых |
| Кредитные средства | 3 510 | 6% | Банковское кредитование под госгарантии | Траншевое предоставление под 12% годовых |
| **Итого** | **58 500** | **100%** |  |  |

### 10.1.2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФИНАНСИРОВАНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЯМ

Распределение финансовых ресурсов осуществляется по трем основным направлениям:

1. **Капитальные вложения** - 52,65 млрд рублей (90%):
   * Строительно-монтажные работы: 42,12 млрд руб.
   * Приобретение оборудования и механизмов: 6,57 млрд руб.
   * Проектно-изыскательские работы: 2,34 млрд руб.
   * Пусконаладочные работы: 1,62 млрд руб.
2. **Эксплуатационные расходы** - 4,095 млрд рублей (7%):
   * Содержание инфраструктуры: 2,34 млрд руб.
   * Обслуживание персонала: 1,17 млрд руб.
   * Сервисное обслуживание: 585 млн руб.
3. **Резервные фонды** - 1,755 млрд рублей (3%):
   * Резерв на непредвиденные работы: 1,17 млрд руб.
   * Страховые резервы: 585 млн руб.

### 10.1.3. УСЛОВИЯ И ГАРАНТИИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Финансирование проекта осуществляется при следующих условиях:

* График финансирования привязан к ключевым вехам проекта
* Механизм drawdown предусматривает предоставление средств по факту подтверждения выполнения этапов
* Обеспечение обязательств включает банковские гарантии на 15% от стоимости контракта
* Авансирование работ ограничено 30% от стоимости этапа

### 10.1.4. ВАЛЮТНЫЕ И ИНФЛЯЦИОННЫЕ РИСКИ

Учет валютных и инфляционных рисков:

* Индексация сметной стоимости осуществляется ежеквартально по индексу-дефлятору Минэкономразвития
* Хеджирование валютных рисков по импортному оборудованию через форвардные контракты
* Резерв на инфляцию составляет 8% от общей стоимости проекта
* Применение территориальных коэффициентов для региона реки Лена (К=1,8-2,2)

## 10.2. ПОЭТАПНОЕ ФИНАНСИРОВАНИЕ

### 10.2.1. СВОДНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ СТРОИТЕЛЬСТВА

На основе данных предыдущих разделов сформирован сводный сметный расчет с детализацией по статьям затрат.

**ТАБЛИЦА 10.2: Сводный сметный расчет строительства моста**

| Статья затрат | Ед. изм. | Количество | Стоимость единицы (тыс. руб.) | Общая стоимость (млн руб.) | Обоснование (раздел плана) |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД** |  |  |  | **4 095** |  |
| Проектно-изыскательские работы | комплекс | 1 | 2 340 | 2 340 | Раздел 4 |
| Создание стройплощадок | га | 40 | 25 000 | 1 000 | Раздел 3.2 |
| Временные дороги | км | 25 | 12 000 | 300 | Раздел 3.3 |
| Вахтовые поселки | чел. | 2 000 | 175 | 350 | Раздел 6.1 |
| Инженерные коммуникации | комплекс | 2 | 52 500 | 105 | Раздел 3.4 |
| **ОСНОВНЫЕ СМР** |  |  |  | **42 120** |  |
| Земляные работы | м³ | 450 000 | 1 500 | 675 | Раздел 5.1 |
| Бетонные работы | м³ | 120 000 | 25 000 | 3 000 | Раздел 6.2 |
| Арматурные работы | т | 15 000 | 85 000 | 1 275 | Раздел 6.2 |
| Металлоконструкции | т | 8 000 | 150 000 | 1 200 | Раздел 6.2 |
| Опоры моста | шт | 12 | 750 000 | 9 000 | Раздел 4.2 |
| Пролетные строения | шт | 11 | 1 200 000 | 13 200 | Раздел 4.3 |
| Устройство дорожного полотна | м² | 72 000 | 15 000 | 1 080 | Раздел 5.3 |
| Оборудование и механизации | комплекс | 1 | 6 570 000 | 6 570 | Раздел 6.3 |
| **ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ** |  |  |  | **6 435** |  |
| Экологические мероприятия | комплекс | 1 | 1 755 000 | 1 755 | Раздел 8 |
| Охрана труда и безопасность | комплекс | 1 | 1 170 000 | 1 170 | Раздел 8.4 |
| Логистика и транспорт | мес. | 36 | 52 500 | 1 890 | Раздел 6.4 |
| Энергоснабжение | объект | 2 | 585 000 | 1 170 | Раздел 3.4 |
| Связь и коммуникации | комплекс | 1 | 450 000 | 450 | Раздел 3.4 |
| **НАКЛАДНЫЕ РАСХОДЫ** | 18% |  |  | **9 477** |  |
| **СМЕТНАЯ ПРИБЫЛЬ** | 10% |  |  | **5 265** |  |
| **НДС** | 20% |  |  | **11 106** |  |
| **ВСЕГО ПО СМЕТЕ** |  |  |  | **58 500** |  |

**ДИАГРАММА 10.2: Распределение сметной стоимости по статьям затрат**

Структура затрат проекта:

* Основные СМР: 72,0%
* Подготовительный период: 7,0%
* Вспомогательные работы: 11,0%
* Накладные расходы: 16,2%
* Сметная прибыль: 9,0%
* НДС: 19,0%

### 10.2.2. ПОЭТАПНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Финансирование распределено по этапам строительства в соответствии с календарным планом (раздел 7):

1. **Подготовительный период (1-6 месяцы)** - 4,095 млрд руб. (7%)
2. **Нулевой цикл (7-12 месяцы)** - 8,19 млрд руб. (14%)
3. **Основные работы (13-30 месяцы)** - 35,87 млрд руб. (61,3%)
4. **Пусконаладочные работы (31-36 месяцы)** - 10,345 млрд руб. (17,7%)

### 10.2.3. ПОКВАРТАЛЬНЫЙ ГРАФИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

**ТАБЛИЦА 10.3: Поквартальный график финансирования**

| Квартал/Год | Объем финансирования (млн руб.) | Основные направления | Ключевые вехи финансирования |
| --- | --- | --- | --- |
| **2024 Q1** | 1 365 | Проектные работы, подготовка площадок | Утверждение ПСД, начало подготовительных работ |
| **2024 Q2** | 1 365 | Строительство инфраструктуры, временных дорог | Завершение подготовки стройплощадок |
| **2024 Q3** | 2 730 | Земляные работы, устройство оснований опор | Начало нулевого цикла |
| **2024 Q4** | 2 730 | Возведение опор (часть 1), бетонные работы | Завершение 25% опор |
| **2025 Q1** | 3 645 | Возведение опор (часть 2), металлоконструкции | Завершение 50% опор |
| **2025 Q2** | 4 560 | Монтаж пролетных строений, опорные части | Завершение всех опор |
| **2025 Q3** | 5 475 | Монтаж пролетных строений (50%) | Завершение монтажа 50% пролетов |
| **2025 Q4** | 5 475 | Монтаж пролетных строений (100%) | Завершение монтажа всех пролетов |
| **2026 Q1** | 6 390 | Устройство дорожного полотна, ограждений | Завершение дорожного покрытия |
| **2026 Q2** | 7 305 | Обустройство, освещение, сигнализация | Завершение вспомогательных систем |
| **2026 Q3** | 8 220 | Пусконаладочные работы, испытания | Проведение испытаний моста |
| **2026 Q4** | 8 790 | Ввод в эксплуатацию, завершающие работы | Официальный ввод объекта |

### 10.2.4. ФИНАНСИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДОВ

Эксплуатационные расходы финансируются из следующих источников:

* Содержание инфраструктуры: 195 млн руб./год (бюджет субъекта)
* Обслуживание персонала: 97,5 млн руб./год (операционные доходы)
* Сервисное обслуживание: 48,75 млн руб./год (операционные доходы)
* Ремонтный фонд: 146,25 млн руб./год (амортизационные отчисления)

## 10.3. КОНТРОЛЬ РАСХОДОВ

### 10.3.1. СИСТЕМА БЮДЖЕТИРОВАНИЯ И УЧЕТА ЗАТРАТ

Внедрена многоуровневая система бюджетирования:

1. **Методы калькуляции**:
   * Позаказный метод учета затрат
   * Нормативный метод контроля расходов
   * Фактический метод учета выполненных работ
2. **Классификация затрат**:
   * Прямые затраты (материалы, зарплата, оборудование)
   * Косвенные затраты (накладные расходы)
   * Капитальные вложения
   * Операционные расходы
3. **Центры финансовой ответственности**:
   * ЦФО "Строительное управление" - основные СМР
   * ЦФО "Логистика" - транспорт и снабжение
   * ЦФО "Инфраструктура" - вспомогательные объекты
   * ЦФО "Управление проектом" - административные расходы

### 10.3.2. ПРОЦЕДУРЫ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ РАСХОДОВ

**ТАБЛИЦА 10.4: Система бюджетного контроля**

| Статья затрат | Утвержденный бюджет (млн руб.) | Лимиты месячных расходов (млн руб.) | Ответственный | Процедура согласования превышений |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Материальные ресурсы | 23 400 | 650 | Начальник ОМТС | Письменное обоснование + согласование директора |
| ФОТ | 8 190 | 227,5 | Начальник ОК | Запрос за 10 дней до выплаты |
| Аренда техники | 4 095 | 113,75 | Главный механик | Техническое обоснование + тендер |
| Энергоресурсы | 1 755 | 48,75 | Главный энергетик | Анализ потребления + оптимизация |
| Накладные расходы | 9 477 | 263,25 | Финансовый директор | Поквартальный лимит с ежемесячным контролем |

### 10.3.3. СИСТЕМА УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ

Внедрена регулярная финансовая отчетность:

* Ежедневный оперативный отчет по ключевым показателям
* Еженедельный отчет о выполнении бюджета
* Ежемесячная управленческая отчетность
* Квартальный комплексный финансовый анализ

**ТАБЛИЦА 10.5: KPI финансового контроля**

| Показатель | Целевое значение | Методика расчета | Периодичность контроля | Ответственный |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Отклонение по бюджету | ±5% | (Факт-План)/План × 100% | Еженедельно | Финансовый контролер |
| Использование резервов | ≤70% | Использовано/Всего резервов × 100% | Ежемесячно | Руководитель проекта |
| Оборачиваемость материалов | ≥4 об/год | Стоимость материалов/Средний запас | Ежеквартально | Начальник ОМТС |
| Производительность труда | ≥95% | Факт/План × 100% | Ежемесячно | Начальник ОТиЗ |
| Коэффициент освоения средств | 98-102% | Факт освоения/План освоения × 100% | Еженедельно | Финансовый директор |

### 10.3.4. АУДИТ И МОНИТОРИНГ ФИНАНСОВОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Система аудита и контроля включает:

1. **Внутренний аудит**:
   * Ежемесячные проверки первичной документации
   * Внезапные инвентаризации материальных ценностей
   * Контроль целевого использования средств
   * Проверка соблюдения сметной дисциплины
2. **Внешний аудит**:
   * Квартальный аудит независимой аудиторской организацией
   * Годовой обязательный аудит финансовой отчетности
   * Ведомственный контроль со стороны заказчика
   * Проверки контрольно-счетных органов
3. **Автоматизация контроля**:
   * Интеграция с ИСУП для онлайн-мониторинга затрат
   * Система электронного документооборота
   * Модуль бюджетного планирования и контроля
   * Аналитические панели для руководителей

Система финансового контроля обеспечивает прозрачность использования средств, оперативное выявление отклонений и принятие корректирующих мер для соблюдения утвержденного бюджета и сроков реализации проекта.