

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Петрозаводский филиал ПГУПС

ОДОБРЕНО

на заседании цикловой комиссии
протокол № 6 от 16.06.2017 г.
Председатель цикловой комиссии:
Аблаев В.В. (Аблаев)

УТВЕРЖДАЮ

Начальник УМО

А.В. Калько А.В. Калько
«16» 06 2017 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению выпускной квалификационной работы по теме
«Контактная сеть проектируемого участка»

Специальность: 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям)

Разработчик: Аблаев В.В.

2017 г.

ВВЕДЕНИЕ

Методическое пособие содержит рекомендации по выполнению выпускной квалификационной работы студентами специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) по теме «Контактная сеть проектируемого участка».

Проектирование контактной сети представляет собой сложный процесс выработки и принятия решений по схемам электрических соединений, выбору проводов и разработка подвески, связанный с производством расчетов.

Проектирование контактной сети заключается в составлении описания еще не существующего объекта, предназначенного для передачи электроэнергии от тяговой подстанции до электроподвижного состава.

Работая над проектом, студент самостоятельно принимает различные расчетные, конструкторские и технологические решения, анализирует данные учебной и технической литературы, используя приобретенные в процессе обучения знания, и применяет их для решения поставленных в задании вопросов.

Методическое пособие поможет студенту определить объем расчетов, систематизировать все имеющиеся источники информации при проработке темы дипломного проекта, включающих основные вопросы по комплексному применению знаний, выбору наиболее рациональных вариантов и технических решений.

Разработка дипломного проекта должна производиться в соответствии с уровнем требований предъявляемых к знаниям и умениям студентов, уровнем подготовки техника по данной специальности, устанавливаемых ФГОС СПО специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) базовой подготовки среднего профессионального образования.

Состав дипломного проекта

Дипломный проект состоит из трех основных разделов:

Общей части, включающей в себя теоретические аспекты проектируемого участка, а также расчетную часть, связанную с расчетами контактной подвески.

Технологического, связанного с техническим обслуживанием, ремонтом и испытаниями какого-либо оборудования контактной сети и составлением технологических карт.

Экономического, в котором рассчитывается количество рабочих районов контактной сети, производится расчет эксплуатационных расходов. Происходит ознакомление с инструментами бережливого производства.

Помимо этих разделов в дипломном проекте должны быть отражены проектируемые мероприятия по технике безопасности и противопожарной профилактике.

Дипломный проект состоит из расчетно-пояснительной записки и 2-6 листов чертежей, тематику и количество которых определяет в каждом конкретном проекте руководитель дипломного проектирования.

Расчетно-пояснительная записка должна быть выполнена на одной стороне листа формата А4. Изложение материала должно быть кратким, ясным и последовательным. Иллюстрации в проектах могут быть выполнены на миллиметровой бумаге, размеры которой кратны формуле А4.

Графическую часть проектов следует выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ на форматы, линии, шрифты, условные графические и буквенные обозначения электрических аппаратов и приборов.

Расчетно-пояснительную записку брошюруют в следующем порядке:

1. Титульный лист
2. Бланк задания на проект
3. Содержание
4. Введение
5. Текст расчетно-пояснительной записки в следующем порядке:

Общая часть

- техническое описание заданной схемы железнодорожной станции и перегонов;
- разработка и описание схемы питания и секционирования;
- определение нагрузок, действующих на провода контактной сети
- определение максимальных длин пролета

Экономический раздел

Годовые эксплуатационные расходы на содержание и обслуживании района контактной сети, фонд заработной платы, расчет численности рабочих районов контактной сети, а также ознакомление с инструментами бережливого производства

Техника безопасности и охрана труда

Список использованной литературы.

Пояснительная записка

ГЛАВА 1

Теоретические аспекты проектируемого участка

Техническое описание представляет собой характеристику проектируемого участка, которую следует излагать в следующем порядке:

- род тока и система электроснабжения проектируемого участка;
- протяженность железнодорожной станции (расстояние между светофорами), пикетаж оси пассажирского здания;
- количество главных и второстепенных железнодорожных путей, расстояние в междупутьях, наличие тупиков и железнодорожных путей, не подлежащих электрификации;
- наличие подъездных железнодорожных путей к грузовым дворам и складским помещениям;
- протяженность прилегающего перегона и его характеристика (кривые, насыпи, выемки, искусственные сооружения).

ГЛАВА 2

Разработка и описание схемы питания и секционирования контактной сети железнодорожной станции и прилегающих перегонов

На электрифицированных линиях ЭПС получает электроэнергию через контактную сеть от тяговых подстанций, расположенных на таком расстоянии между ними, чтобы было обеспечено стабильное номинальное напряжение на ЭПС, и работала защита от токов короткого замыкания.

Для каждого участка электрифицированной линии при ее проектировании разрабатывают схему питания и секционирования контактной сети. При разработке схем питания и секционирования контактной сети электрифицированной линии используют типовые принципиальные схемы секционирования, разработанные на основе опыта эксплуатации, с учетом затрат на сооружение контактной сети.

При составлении схемы секционирования контактной сети на железнодорожной станции число секций должно быть выбрано в соответствии с работой железнодорожной станции, а также условиями обеспечения надежности работы сети и удобствами ее обслуживания.

Излишнее дробление контактной сети на секции снижает ее надежность, усложняет и удорожает ее устройство.

На схеме должно быть предусмотрено питание контактной сети железнодорожной станции и прилегающих перегонов, продольное секционирование (отделение контактной сети железнодорожной станции от контактной сети перегона) и поперечное секционирование (выделение группы путей в отдельные секции).

На промежуточных железнодорожных станциях предусматривают секционирование контактной сети с обеих сторон железнодорожных станций.

Продольное секционирование предусматривает разделение в отдельные секции контактной сети перегонов от контактной сети железнодорожных станций по главному железнодорожному пути. Оно осуществляется трехпролетными изолирующими сопряжениями анкерных участков на

постоянном токе, а на переменном токе — трехпролетными изолирующими сопряжениями и нейтральными вставками (на том конце железнодорожной станции, где расположена тяговая подстанция, должно быть предусмотрено разделение секций, питающихся от разных фаз переменного тока).

Изолирующие сопряжения, разделяющие контактную сеть железнодорожных станций и перегонов, должны быть расположены между входными светофорами или знаком «Граница железнодорожной станции» и первыми входными стрелочными переводами железнодорожной станции.

Нейтральная вставка располагается за входным светофором в сторону перегона. Длину нейтральной вставки выбирают с учетом находящихся в обращении серий электровозов и электропоездов.

Питание на продольные секции подается по независимым питающим линиям — фидерам контактной сети, через нормально включенные секционные разъединители. Разъединители, устанавливаемые на питающих линиях, на схеме питания и секционирования обозначают буквой Ф с присвоенным номером (согласно номеру секции).

Изолирующие сопряжения должны быть зашунтированы продольным секционным разъединителем, который предназначен для резервирования питания смежных продольных секций и для безопасности производства работ на изолирующем сопряжении.

Все вышеназванные разъединители имеют моторный привод и управляются по телеуправлению.

Для шунтирования изолирующих сопряжений нейтральной вставки устанавливают секционные разъединители с ручным приводом, нормально отключенные, для того, чтобы невозможно было переключить такие разъединители с пульта телеуправления ошибочно или из-за искажения команды телеуправления.

Разъединители изолирующих сопряжений должны быть обозначены заглавными буквами русского алфавита, которые наносят на приводе разъединителя.

Поперечное секционирование контактной сети между железнодорожными путями осуществляется секционными изоляторами, поперечными разъединителями.

При поперечном секционировании в отдельные секции выделяются контактные подвески главных железнодорожных путей перегонов и железнодорожных станций друг от друга; контактные подвески боковых железнодорожных путей от главных железнодорожных путей; контактные подвески железнодорожных путей для производства погрузочно-разгрузочных работ на подъездных железнодорожных путях и тупиках, а также железнодорожных путей для производства работ для осмотра крышевого оборудования железнодорожного подвижного состава; контактные сети сортировочных горок и железнодорожных путей специального назначения.

Питание на поперечные секции подается от главного железнодорожного пути через поперечные нормально включенные секционные разъединители. На секции контактной сети, где производятся погрузочно-разгрузочные работы, работы по осмотру крышевого оборудования железнодорожного подвижного состава питание подается через разъединители с ручным приводом и заземляющим ножом. Это выполняется для того, чтобы соблюдалась

безопасность производства работ со стропольными кранами и подъемными механизмами и при подъеме на высоту. При отключении секции от питания секционный разъединитель одновременно заземляет ее и, кроме того, создает видимый разрыв цепи для лиц, производящих работы.

Секционные изоляторы и воздушные стрелки должны иметь присвоенный номер, поперечные разъединители обозначаются буквой П, с заземляющим ножом — буквой З. К каждой из указанных букв в случае необходимости добавляют цифровой индекс, соответствующий номерам подвесок соединяемых железнодорожных путей и направлений.

При секционировании желательнее обходиться минимальным числом разъединителей, располагать их группами, а не размещать по всей территории железнодорожной станции.

Установка двух разъединителей с обоих концов секции не допускается, поскольку это усложняет оперативность действий и не обеспечивает безопасность.

На схемах питания и секционирования контактной сети и продольных линий электроснабжения должны быть показаны условными обозначениями: контактная сеть; разъединители в нормальном положении, изолирующие сопряжения анкерных участков, нейтральные вставки; секционные изоляторы и воздушные стрелки с присвоенными им обозначениями или номерами; номера железнодорожных путей железнодорожных станций и перегонов; подъездные железнодорожные пути тяговых подстанций, примыкающие неэлектрифицированные железнодорожные пути; границы участка, подлежащего электроснабжению.

Продольные разъединители обеих горловин оборудуют моторными приводами, управляемыми по телеуправлению.

На питающей линии постоянного тока непосредственно у тяговой подстанции устанавливают разъединитель с моторным приводом. При длине линии более 150 м у места подсоединения питающей линии к контактной сети дополнительно монтируют разъединитель с моторным приводом.

Схему питания и секционирования вычерчивают без масштаба на листе миллиметровой или обычной бумаги формата А4, обозначают «Рисунок 1. Схема питания и секционирования станции и прилегающих перегонов».

По окончании разработки схемы питания и секционирования необходимо дать ее описание.

Описание схемы питания и секционирования следует производить в следующем порядке:

1. Обозначить род тока проектируемого участка и место, с какой стороны нулевой отметки железнодорожной станции располагается тяговая подстанция.
2. Сформулировать назначение секционирования контактной сети, какие виды секционирования применяются и в каких случаях.
3. Описать расположение продольных секций, с помощью каких узлов выполнено продольное секционирование.
4. Дать описание, как подается питание на продольные секции с указанием фидерных разъединителей посекционно.
5. Описать образование поперечных секций, с помощью каких узлов выполнено поперечное секционирование. Указать, какие железнодорожные пути выделяются в поперечные секции и почему.

6. Дать описание, как подается питание на поперечные секции с указанием разъединителей посекционно.
7. Дать описание резервного секционирования железнодорожной станции и прилегающих перегонов, а также размещения продольных разъединителей на нейтральной вставке.

ГЛАВА 3. Расчет нагрузок

Для контактной сети решающими являются нагрузки климатического характера: ветер, гололед и температура воздуха, действующие в разных сочетаниях. Эти нагрузки имеют случайный характер: их расчетные значения за какой-либо период времени могут быть определены статистической обработкой данных наблюдений в районе электрифицированной линии.

Для установления расчетных климатических условий пользуются картами районирования территории России, для упрощенных расчетов данные к заданиям выдаются преподавателем.

Нагрузка от веса проводов является равномерно распределенной вертикальной нагрузкой.

Гололедная нагрузка вызывается гололедом, представляющим собой слой плотного льда стекловидного строения с плотностью 900 кг/м^3 . Для расчетов принимаем, что гололед выпадает цилиндрической формы с равномерной толщиной стенки льда. Нагрузка, которую создает гололед, по воздействию является вертикальной.

На интенсивность гололедных образований большое влияние оказывают высота расположения провода над поверхностью земли. Поэтому при расчете толщины стенки гололеда на проводах, расположенных на насыпях, значение толщины стенки гололеда следует также умножить на поправочный коэффициент k_v .

Ветровые нагрузки на провода контактной сети зависят как от средней скорости ветра, так и от характера поверхности окружающей местности и высоты расположения проводов над землей. В соответствии со строительными нормами и правилами «Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования» расчетную скорость ветра для заданных условий (высоты расположения проводов над поверхностью и шероховатости поверхности окружающей местности) определяют умножением нормативной скорости ветра на коэффициент k_v , зависящий от высоты расположения проводов над поверхностью земли и от ее шероховатости, нормативного значения ветрового давления, P_a, q_0 , коэффициентом неравномерности давления ветра вдоль пролета, при механическом расчете, принимаемом $a = 1$.

Ветровая нагрузка на провода цепной контактной подвески является горизонтальной нагрузкой.

Из разного сочетания метеорологических условий, действующих на провода контактной сети, можно выделить три расчетных режима, при которых усилие (натяжение) в несущем тросе может оказаться наибольшим, то есть опасным для прочности троса:

- режим минимальной температуры — сжатие троса;
- режим максимального ветра — растяжение троса;
- режим гололеда с ветром — растяжение троса.

Для этих расчетных режимов и определяют нагрузки, действующие на несущий трос. В режиме минимальной температуры несущий трос испытывает нагрузку только вертикальную — от собственного веса; ветер и гололед отсутствует; в режиме максимального ветра на несущий трос действует вертикальная нагрузка от веса проводов контактной подвески и горизонтальная нагрузка — от давления ветра на несущий трос, гололед отсутствует. В режиме гололеда с ветром на несущий трос действуют вертикальные нагрузки от собственного веса проводов контактной подвески, от веса гололеда на проводах подвески и горизонтальная нагрузка от давления ветра на несущий трос, покрытый гололедом при соответствующей скорости ветра.

Итак, расчет нагрузок будем производить для трех расчетных режимов, порядок расчетов приведен ниже.

3. Расчет нагрузок.

3.1. Выбор нагрузок от собственного веса несущего троса и контактного провода.

Линейные нагрузки от веса контактного провода g (Н/м) и вес несущего троса g_m (Н/м) определяются в зависимости от марки провода по таблицам.

3.2. Расчет нагрузки от собственного веса цепной контактной подвески по формуле (1):

$$g = g_m + n_k \cdot (g_k + g_c),$$

где g , g_k — линейные нагрузки от собственного веса (1 м) несущего троса и контактного провода, Н/м;

g_c — нагрузка от собственного веса струн и зажимов, принимаемая равномерно распределенной по длине пролета; значение этой нагрузки может быть принято равным 1,0 Н/м для каждого контактного провода;

n_k — число контактных проводов.

3.3. Расчет нагрузки на несущий трос от веса гололеда по формуле (2):

$$g_{gm} = 0,009 \cdot \pi \cdot b_m \cdot (d + b_m) \cdot 0,8,$$

где 0,009 Н/мм³ — плотность гололеда; d — диаметр несущего троса, мм; b_m — толщина стенки гололеда на несущем тросе, мм.

$$b_m = b_n \cdot k_b, \text{ мм},$$

где k_b — поправочный коэффициент, учитывающий влияние местных условий расположения подвески на отложение гололеда.

Нормативную толщину стенки гололеда b_n , мм, на высоте 10 метров с повторяемостью 1 раз в 10 лет в зависимости от заданного гололедного района находят по таблице.

Расчетную толщину стенки гололеда с учетом поправочных коэффициентов допускается округлять до ближайшей целой цифры.

3.4. Рассчитать нагрузку на контактный провод от веса гололеда (4):

На контактных проводах расчетную толщину стенки гололеда устанавливают равной 50 % толщины стенки, принятой для прочих проводов контактной сети, так как здесь учитывается уменьшение гололедообразования за счет движения электропоездов и плавки гололеда (если таковая имеется).

$$g_{гк} = 0,009 \cdot \pi \cdot b_{к} \cdot (d + b_{к}) \cdot 0,8, \text{ Н/м},$$

где $b_{к}$ — толщина стенки гололеда на контактном проводе, мм. На контактных проводах толщину стенки гололеда принимают равной 50 % от толщины стенки гололеда на несущем тросе:

$$b_{к} = 0,5 \cdot b_{м}, \text{ мм},$$

где $b_{м}$ — толщина стенки гололеда на несущем тросе, мм.

3.5. Полная вертикальная нагрузка от веса гололеда на проводах контактной подвески (5):

$$g_{г} = g_{гм} + n_{к} \cdot (g_{гк} + g_{ге}), \text{ Н/м},$$

где $n_{к}$ — число контактных проводов;

$g_{ге}$ — равномерно распределенная по длине пролета вертикальная нагрузка от веса гололеда на струнах и зажимах при одном контактном проводе (Н/м), которая в зависимости от толщины стенки гололеда может быть приближенно принята по таблице.

3.6. Нормативное значение горизонтальной ветровой нагрузки на несущий трос в Н/м определяется по формуле (6):

$$P_{ТВ} = \alpha_{н} C_x K_v^2 \cdot q_0 d \cdot 10^{-3}, \text{ Н/м},$$

где $\alpha_{н}$ — коэффициент, учитывающий неравномерность давления ветра вдоль пролета, при механическом расчете проводов принимаемый $\alpha = 1$;

C_x — аэродинамический коэффициент лобового сопротивления несущего троса ветру, принимается по таблице; для всех несущих тросов;

K_v — коэффициент, учитывающий влияние местных условий расположения подвески на скорость и давление ветра; принимается в соответствии с заданием;

q_0 — нормативное значение ветрового давления, Па, при ветре наибольшей интенсивности, с повторяемостью не менее 1 раз в 10 лет; принимается в соответствии с заданием ветрового района;

d — диаметр несущего троса, мм.

3.7. Нормативное значение горизонтальной ветровой нагрузки на

контактный провод (7):

$$P_{KV} = \alpha_H C_x K_v \cdot q_0 H \cdot 10^{-3}, \text{ Н/м},$$

- 3.8. Определение горизонтальной нагрузки от ветрового воздействия на покрытый гололедом несущий трос (8):

$$P_{mг} = \alpha_H C_x K_v^2 \cdot q_{Г0} (d + 2 b_m) \cdot 10^{-3}, \text{ Н/м},$$

где $q_{Г0}$ — нормативное значение ветрового давления при гололеде,

Па.

- 3.9. Определение горизонтальной нагрузки от ветрового воздействия на покрытый гололедом контактный провод (9):

$$P_{кГ} = \alpha_H C_x K_v^2 \cdot q_{Г0} (H + 2 b_k) \cdot 10^{-3}, \text{ Н/м},$$

- 3.10. Нормативное значение результирующей (суммарной) нагрузки на несущий трос (Н/м) в режиме максимального ветра определяется по формуле (10):

$$q_{TV} = \sqrt{g^2 + p_{TV}^2}, \text{ Н/м}.$$

- 3.11. Определение результирующей нагрузки на несущий трос, при гололеде с ветром (11):

$$q_{Г} = \sqrt{(g + g_{Г})^2 + p_{ГГ}^2}, \text{ Н/м}.$$

Расчет нагрузок, действующих на провода цепной контактной подвески, расположенных на боковых железнодорожных путях железнодорожной станции, на насыпи и в выемке аналогичен и производится по формулам 1—11. При выполнении расчетов используем все необходимые коэффициенты, результаты расчетов сводим в таблицу 1.

Таблица 1

Расчет нагрузок, действующих на провода контактных подвесок

Тип подвески		Для контактной подвески главного прямого участка железнодорожного пути и кривых различного радиуса	Для контактной подвески боковых железнодорожных путей железнодорожной станции	Для контактной подвески, расположенной на насыпи	Для контактной подвески, расположенной в выемке
1	2	3	4	5	6
Нагрузки, Н/м	g_k				
	g_H				
	g_c				
	g				
	b_T				
	$g_{ГТ}$				
	$g_{ГК}$				
	$g_{Г}$				
	d_{cp}				
	P_{mv}				
	P_{kv}				
	P_{mg}				
	P_{kg}				
	Q_{mv}				
	$q_{Г}$				

ГЛАВА 4. Расчет длин пролетов

4. Расчет максимально допустимой длины пролета контактной подвески

Нормальное взаимодействие токоприемников с контактными подвесками при ветре может быть нарушено вследствие больших горизонтальных отклонений контактного провода от оси токоприемника, длительных устойчивых вертикальных колебаний проводов цепных подвесок в пролетах. При сильном ветре может произойти обрыв или, вследствие касания заземленных конструкций, пережог проводов.

Чтобы обеспечить ветроустойчивость контактной подвески, необходимо правильно выбрать длины пролетов. От длины пролетов зависит и стоимость сооружения и эксплуатации контактной сети. Поэтому при проектировании контактной сети длины ее пролетов устанавливают всегда по возможности большими, но с учетом ограничений, вызываемых условиями обеспечения надежной работы.

Основными ограничениями являются: допустимое отклонение контактного провода от оси токоприемника в пролете под действием максимального ветра или ветра при гололеде на проводах.

Расчет длин пролетов выполняется для главных и боковых железнодорожных путей железнодорожной станции и перегона, для контактной подвески, расположенной на насыпи и в выемке, а также для подвески на кривом участке железнодорожного пути.

4.1. Выбор расчетного режима

При выборе расчетного режима сравниваем горизонтальные ветровые нагрузки в двух режимах: в режиме максимального ветра и в режиме гололеда с ветром. По наибольшей нагрузке выбираем расчетный режим. Если расчетным режимом будет режим максимального ветра, это значит, что наибольшие нагрузки контактная подвеска воспринимает именно в этом режиме. Если расчетный режим — режим гололеда с ветром, то и длину пролета мы будем рассчитывать с учетом нагрузок, возникающих в режиме гололеда с ветром.

Сравниваем величины ветровых нагрузок, действующих на цепную контактную подвеску в режиме максимального ветра и в режиме гололеда с ветром и выбираем по наибольшей нагрузке расчетный режим ;

4.2. Расчет максимально допустимой длины пролета без учета эквивалентной нагрузки.

Эквивалентная нагрузка — это такая нагрузка, которая вызывает такое же горизонтальное отклонение контактного провода, как и нагрузки, возникающие в контактом проводе от реакции в струне при взаимном ветровом отклонении контактного провода и несущего троса.

Допустим, что эта нагрузка равна нулю, тогда производим расчет максимально-допустимой длины пролета (L_{\max}) по формуле (12):

$$l_{\max} = 2 \sqrt{\frac{K}{P_K} \cdot \left[b_{\text{к.доп.}} - \gamma_K + \sqrt{(b_{\text{к.доп.}} - \gamma_K)^2 - a^2} \right]},$$

где K — номинальное натяжение контактного провода; H

$b_{\text{к.доп.}}$ — допустимое горизонтальное отклонение контактного провода от оси токоприемника, $b_{\text{к.доп.}} = 0,5$ м;

a — зигзаг контактного провода, м;

γ_K — прогиб опоры под действием ветра на уровне подвеса контактного провода.

4.3. Расчет средней длины струны (13):

$$S_{\text{ср}} = h - 0,115 \frac{g \cdot l_{\max}^2}{T_0},$$

где h — конструктивная высота цепной подвески по заданию, м;

T_0 — натяжение несущего троса, соответствующее беспровесному положению контактного провода, Н;

$T_0 = 0,8 \cdot T_{\max}$ — для биметаллических несущих тросов, Н;

$T_0 = 0,75 \cdot T_{\max}$ — для медных несущих тросов, Н;

T_{\max} — максимальное допустимое значение натяжения несущего троса;

4.4. Расчет эквивалентной нагрузки (14):

$$p_3 = \frac{p_{kv} \cdot T - p_{tv} \cdot K - \frac{8 \cdot K \cdot T}{l_{\max}^2} \cdot \left(\frac{h_u \cdot p_{tv}}{q_{tv}} + \gamma_t - \gamma_k \right)}{T + K + \frac{10,6 \cdot s_{\text{ср}} \cdot K \cdot T}{g_{kv} \cdot l_{\max}^2}}, \text{Н/м}$$

где h_u — длина подвесной гирлянды изоляторов несущего троса;

Y_m — допустимый прогиб опоры под действием ветра на уровне подвеса несущего троса;

T — натяжение несущего троса, Н, $T = T_{\text{ном}}$ — для компенсированных цепных контактных подвесок; $T = T_{\text{max}}$ — для полукompенсированных цепных контактных подвесок.

Длину подвесной гирлянды изоляторов несущего троса принимают равной 0,16 м (длина серьги и седла) при изолированных консолях; 0,56 м — при двух подвесных изоляторах в гирлянде; 0,73 м — при трех подвесных изоляторах в гирлянде; 0,9 м — при четырех подвесных изоляторах в гирлянде.

4.5. Расчет максимально-допустимой длины пролета с учетом эквивалентной нагрузки (15):

$$l_{\max}^I = 2 \cdot \sqrt{\frac{K}{p_{kv} \pm p_3} \cdot \left[b_{\text{к.доп.}} - \gamma_k + \sqrt{(b_{\text{к.доп.}} - \gamma_k)^2 - a^2} \right]};$$

Сравниваем полученные величины длин пролетов между собой, они должны отличаться не более, чем на 5 %. Для трассировки окончательно выбираем длину пролета с учетом эквивалентной нагрузки.

4.6. Расчеты длин пролетов для боковых железнодорожных путей железнодорожных станций, насыпи и выемки

Они производятся аналогично (по формулам 12—15). Результаты расчетов сводим в таблицу 2 «Результаты расчетов длин пролетов».

Для кривых участков железнодорожного пути расчет длины пролета производится в той же последовательности, изменится сама формула для расчета длины пролета (16):

$$l_{\max} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot K}{p_{kv} \pm p_3 + \frac{K}{R}} \cdot \left[b_{\text{к.доп.}} - \gamma_k + a \right]},$$

Таблица 2

Результаты расчетов длин пролетов

	l_{\max}	$S_{\text{ср}}$	P_3	l_{\max}^I	Принятая длина пролета
	м	м	Н/м	м	м
Главные железнодорожные пути					
Второстепенные					

железнодорожные пути					
Насыпь					
Кривая					

ГЛАВА 5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

5.1. Определение количества районов контактной сети

Количество районов контактной сети (ЭЧК) определяем исходя из эксплуатационной длины контактной сети, которая обслуживается одним ЭЧК

$$N_{\text{ЭЧК}} = \frac{L_{\text{ЭКС}}}{l_{\text{ЭЧК}}},$$

где $l_{\text{ЭЧК}}$ - длина контактной сети, обслуживаемой одним ЭЧК, км;

$L_{\text{ЭКС}}$ - эксплуатационная длина контактной сети, км.

5.2 Определение численности работников районов контактной сети

Численность персонала района контактной сети зависит от развернутой длины контактной сети, которую определяем по формулам

$$I_{\text{разв}}^{\text{ЭЧК}} = \frac{L_{\text{разв}}^{\text{ЭЧ}}}{N_{\text{ЭЧК}}},$$

$$L_{\text{разв}}^{\text{ЭЧ}} = 2,7 \cdot L_{\text{эсп}},$$

где $L_{\text{разв}}^{\text{ЭЧ}}$ - развернутая длина контактной сети дистанции электроснабжения, км.

5.2.2. Определяем развернутую длину контактной сети ЭЧ по возрасту:

до 30 лет -14% $L_{\text{в1}} =$

31- 40 лет-26% $L_{\text{в2}} =$

более 40 лет - 60% $L_{\text{в3}} =$

5.2.2. Рассчитываем развернутую длину контактной сети ЭЧ по группам удельного потребления:

более 400т кВт·ч/км - 50%	$L_{y1} =$
200- 400т кВт·ч/км - 20%	$L_{y2} =$
до 200т кВт·ч/км - 30%	$L_{y3} =$

5.2.3. Численность работников районов контактной сети дистанции электроснабжения определяем по формуле

$$Ч_{ЭЧК} = Ч_{нач} + Ч_{ст.мех} + Ч_{мех(деж)} + (Ч_{мех.кв}^{сп} + Ч_{мон.кв}^{сп}) \cdot K_{кв} + (Ч_{мех.вл}^{сп} + Ч_{мон.вл}^{сп}) \cdot K_{вл} + Ч_{ссис} + Ч_{вод}, \quad (20)$$

где $Ч_{нач}$ - численность начальников районов контактной сети;

$Ч_{ст.мех}$ - численность старших электромехаников - один на район контактной сети;

$Ч_{мех.деж}$ - численность дежурных электромехаников - один в смену при наличии станции

стыкования двух родов тока; $Ч_{мех.(деж)} = 2 \cdot 4 = 8$ человек;

$Ч_{мех.кв}^{сп}$ - численность электромехаников на обслуживание устройств контактной сети;

$Ч_{мон.кв}^{сп}$ - численность электромонтеров на обслуживание устройств контактной сети;

$K_{кв}$ - коэффициент, учитывающий условия эксплуатации контактной сети;

$Ч_{мех.вл}^{сп}$ - численность электромехаников на обслуживание воздушных линий, подвешенных на опорах контактной сети;

$Ч_{мон.вл}^{сп}$ - численность электромонтеров на обслуживание воздушных линий, подвешенных на опорах контактной сети;

$K_{вл}$ - коэффициент, учитывающий условия эксплуатации воздушных линий, подвешенных на опорах контактной сети;

$Ч_{ссис}$ - численность водителей дрезин, машинистов автомотрис, помощников водителей дрезин, помощников машинистов автомотрис (см.таблицу 2.7);

$Ч_{вод}$ - численность водителей автомобиля - один на район контактной сети.

5.2.3.1 Численность электромехаников и электромонтеров контактной сети, занятых содержанием и текущим ремонтом устройств контактной сети и

воздушных линий, подвешенных на опорах контактной сети определяем по формулам

$$Q_{\text{мех.кв. (мон.кв)}} = \sum_{i=1}^{i=n} L_i \cdot N_i ,$$

$$Q_{\text{мех.вл. (мон.вл)}} = \sum_{i=1}^{i=n} L_i \cdot N_i ,$$

где N_i - нормативная численность электромехаников (электромонтеров контактной сети) на измеритель (см. таблицу 2.6);

L_i - заданный объем работ по каждому обслуживаемому объекту.

5.2.3.2 Коэффициент, учитывающий условия эксплуатации контактной сети ($K_{\text{кв}}$) и воздушных линий по опорам контактной сети, определяем по формулам

$$K_{\text{кв}} = K_{\text{в}} \cdot K_{\text{пл}} \cdot (K_{\text{ис}} + K_{\text{у}} + K_{\text{кл}} - 2) ,$$

$$K_{\text{вл}} = K_{\text{в}} \cdot K_{\text{пл}} \cdot (K_{\text{ис}} + K_{\text{кл}} - 2) ,$$

где $K_{\text{в}}$ - средневзвешенный коэффициент, учитывающий срок эксплуатации устройств;

$K_{\text{пл}}$ - коэффициент, учитывающий среднее плечо обслуживания;

$K_{\text{ис}}$ - средневзвешенный коэффициент искусственных сооружений; $K_{\text{ис}}=2$;

$K_{\text{у}}$ - средневзвешенный коэффициент удельного электропотребления;

$K_{\text{кл}}$ - средневзвешенный климатический коэффициент; при наличии одного климатического фактора – $K_{\text{кл}}=1,07$; при наличии двух - четырех факторов одновременно - $K_{\text{кл}}=1,13$.

а) средневзвешенный коэффициент, учитывающий срок эксплуатации устройств контактной сети, определяем по формуле

$$K_{\text{в}} = \frac{K_{\text{в1}} \cdot L_{\text{в1}} + K_{\text{в2}} \cdot L_{\text{в2}} + K_{\text{в3}} \cdot L_{\text{в3}}}{L_{\text{развЭЧ}}} ,$$

где $K_{\text{в1}}, K_{\text{в2}}, K_{\text{в3}}$ - возрастные коэффициенты; (см таблицу 2.4);

$L_{в1}, L_{в2}, L_{в3}$ - развернутая длина контактной сети по возрасту, км;

Таблица 3 - Возрастные коэффициенты электрифицированных линий

Срок эксплуатации дистанции	Обозначение коэффициента	Значение коэффициента	
		постоянный ток	переменный ток
До 30 лет	$K_{в1}$	0,9	0,85
31-40 лет	$K_{в2}$	1,0	1,0
Более 40 лет	$K_{в3}$	1,05	1,05

б) коэффициент, учитывающий плечи обслуживания и способ доставки бригад к месту работ приведен в таблице 2.8.

Таблица 4 - Коэффициент, учитывающий плечи обслуживания контактной сети

Средняя длина плеча	до 20	20-30	более 30
Коэффициент плеча обслуживания,	1,00	1,03	1,07

в) коэффициент удельного электропотребления определяем по формуле:

$$K_y = \frac{\sum_{n=1}^{n=3} K_{y1...3} \cdot L_{y1...3}}{L_{разв.ЭЧ}},$$

(24)

где $L_{y1...3}$ - развернутая длина контактной сети на участках различных категорий;

$K_{y1...3}$ - коэффициент удельного электропотребления для участков различных категорий; (см. таблицу 5).

Таблица 5 - Категорийность дистанций электроснабжения

Группы	1	2	3
Удельное электропотребление,	400 - 600	200 - 400	100-200
Коэффициент K_v	1,00	0,9	0,88

Расчетную явочную численность электромехаников и электромонтеров контактной сети вычисляем в таблице 6.

Таблица 6 - Фактическая (явочная) численность электромехаников и электромонтёров контактной сети ЭЧ

Наименование обслуживаемого участка	Единица измерения	Объём работ	Норматив, чел		Расчётная численность чел	
			Эл. мех.	Эл. монт.	Эл. мех .	Эл.монт.
1	2	3	4	5	6	7
1 Количество районов КС	эчк		-	-	-	-
2 Развёрнутая длина КС всего по ЭЧ	100 км		-	-	-	-
3 в т. ч. главные пути перегонов и стан-	100 км		$\frac{0,86}{1,57}$	$\frac{6,49}{7,37}$		
4 в т. ч. боковые пути станций и депо	100 км		$\frac{0,32}{0,57}$	$\frac{3,25}{3,68}$		
5 Пункт группировки на станции	10 перекл.	6,6	0,01	0,06		

Окончание таблицы 6.

1	2	3	4	5	6	7
Итого:		-	-	-	+	+
6 ВЛ 35кВ на опорах КС (трасса)	100 км		0,1	1,14		
7 ДПР на опорах КС (трасса)	100 км		-	1,42	-	
8 ПР на опорах КС (трасса)	100 км		-	1,05	-	
9 ВЛ 6, 10кВ на опорах КС	100 км		0,1	0,97		
10 ВЛ 0,4кВ на опорах КС	100 км		0,03	0,97		
11 ВОЛП ЖТ на опорах КС	100 км		0,93	0,15		
Итого:	-	-	-	-	+	+

Примечание: в графах 4,5 числитель - для переменного тока, знаменатель – для постоянного.

Списочную численность электромехаников и электромонтеров контактной сети определяем с учетом коэффициента, учитывающего отсутствующих работников по уважительной причине ($K_{сп}$), который принимаем равным:

$$Ч_{сп.мех.кс(вл)} = Ч_{яв.мех.кс(вл)} \cdot K_{сп},$$

$$Ч_{сп.мон.кс(вл)} = Ч_{яв.мон.кс(вл)} \cdot K_{сп},$$

Полученный контингент электромонтеров распределяем по разрядам. Число электромонтеров в процентном отношении по разрядам: VI - 10%, V - 20%, IV - 25%, III - 45%.

Штат работников районов контактной сети сведем в таблицу 7.

Таблица 7 - Штатное расписание района контактной сети

Наименование профессий (должность)	Разряд, стаж работы	Количество работников одного	Количество районов	Количество работников всех Районов,
1	2	3	4	5
Руководитель:				
1 Начальник района контактной сети		1		
Специалисты:				
2 Старший электромеханик		1		
3 Дежурный электромеханик				
4 Электромеханик				
Рабочие:				
5 Шофер автомобиля	III	1		

Окончание таблицы 7

1	2	3	4	5
6 Водитель дрезины (машинист авто-	IV-VI	4		
7 Электромонтёр	VI			
8 Электромонтёр	V			
9 Электромонтёр	IV			
10 Электромонтёр	III			
11 Помощник водителя дрезины (машиниста автомотрисы)	III	4		
Итого:	-	+	-	+

5.3 Расчет производительности труда работников контактной сети дистанции электроснабжения

Производительность труда - это количество продукции, выпущенное одним работником за единицу времени.

Для районов контактной сети этот показатель определяем натуральным методом: отношением развернутой длины контактной сети дистанции электроснабжения к числу работников ЭЧК:

$$П = \frac{L_{разв}^{ЭЧ}}{Ч_{сп}^{ЭЧК}},$$

где $Ч_{сп}^{ЭЧК}$ - списочная численность работников ЭЧК, чел.; (см. таблицу 7, графа 5 «Итого»)

5.4 Определение годового фонда заработной платы работников

5.4.1 Определение группы по оплате труда для районов контактной сети

Районы контактной сети распределяются по группам в зависимости от величины произведения количества пар электропоездов, проходящих по участку в сутки, на развернутую длину контактной сети (см. таблицу 8). В проекте для районов контактной сети это произведение равно:

$$П_{пар} \cdot l_{разв}^{ЭЧК} = \dots \text{поездов} \cdot \text{км}$$

Таблица 8 - Показатели для отнесения района КС к группам по оплате труда

Группы	Произведение количества пар поездов в сутки на развернутую длину контактной сети дистанции	
	на двухпутных линиях	на однопутных линиях
1	свыше 8000	свыше 2000
2	от 2000 до 8000	от 1000 до 2000
3	до 2000	до 1000

5.4.2 Расчет заработной платы работников

Расчеты по определению среднемесячного заработка и фонда заработной платы выполняем в таблицах (см. таблицы 9,10) по Положению о корпоративной системе оплаты труда работников ОАО «РЖД».

5.5 Расчёт эксплуатационных расходов

В плане эксплуатационных расходов спланируем сумму денежных средств, необходимую для выполнения производственной программы, в соответствии с Номенклатурой расходов основных видов деятельности железнодорожного транспорта, утвержденной приказом МПС РФ от 29.09.2003 г. № 68.

В зависимости от характера расходов и условий их осуществления и направления деятельности участка электроснабжения, расходы делятся на расходы, связанные с производством и реализацией, и прочие расходы.

В зависимости от отношения к производственному процессу расходы делятся на непосредственно вызываемые этим процессом и общехозяйственные.

По экономическому содержанию расходы, связанные с производством и реализацией, складываются из элементов по статьям Номенклатуры.

5.5.1 Прямые расходы, связанные с производством и реализацией по хозяйству электроснабжения спланируем по статьям:

Статья 2502 «Техническое обслуживание и текущий ремонт контактной сети и линий электропередач районами контактной сети»

Элемент «Расходы на оплату труда»

графа «3»: Контингент рабочей силы районов контактной сети ... человек;

графа «4»: Фонд оплаты труда производственных рабочих согласно расчетам таблицы 3.10 - ...руб.

Таблица 9- Фонд заработной платы рабочих районов контактной сети

Профессия	Разряд	Количество работников	Тарифная ставка, руб.	Месячная тарифная зарплата, руб.	Доплата, в рублях				Региональная надбавка		Премия		Среднемесячная зарплата с районным коэффициентом руб	Годовой фонд заработной платы,
					За ночные часы	за праздничные часы	За разъездной характер работы	За профессиональное мастерство	%	Руб.	%	Руб.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11		12	13
Электромонтер и т.д.	II													
Итого:	-	+	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	+
МОП	II	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+

Примечания:

- 1 Премия из фонда зарплаты – 10 %÷40 % месячной тарифной зарплаты;
- 2 Доплата за праздничные дни – 3,29 % месячной тарифной зарплаты;
- 3 За разъездной характер работы – 1,5 % от месячной тарифной зарплаты.

Таблица 10- Фонд заработной платы руководителей и специалистов ЭЧК

Должност ь	Стаж работ ы	Количество о работнико в	Оклад , руб.	Доплат а за ночные часы, руб.	Доплата за праздничны е часы, руб.	Премия		Региональна я надбавка,		Среднемесячна я зарплата с районным коэффициенто м, руб.	Годовой фонд с учетом районного коэффициент а, руб.
						%	Руб .	%	Руб.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11
Итого:	-	+	-	-	-	-	-	-		-	+

Элемент «Материальные затраты»:

графа «5»: Расходы на материалы и запасные части на ТО и ТР контактной сети согласно расчетам таблицы 11 - ... руб;

Таблица 11 - Расходы на материалы и запасные части на ТО и ТР контактной сети

Наименование материалов и изделий	Единица измерения	Норма расхода на 1 км развёрнутой длины	Кол. на всю развёрнутую длину	Стоимость единицы, руб.	Общая стоимость, руб.
1	2	3	4	5	6
1. Чёрные металлы					
1.1. Прокат чёрных металлов	кг	5,6	3027,0	7,00	21168,00
Итого:	-	-	-	-	+

графа «7»: Расходы электрической энергии на горячее водоснабжение находим по формуле

$$T_e = \frac{(\frac{f_{душ}}{n_{сет}} + f_{Гв}) \cdot Q_{яв.раб.ЭЧК} \cdot D_p \cdot Ц_э}{1000},$$

где $f_{душ}$ - расход тепла на сетку душа; $f_{душ}$ - 1500 Вт/чел;

$$n_{сет} - \text{количество сеток душа, } n_{сет} = \frac{Q_{сп.раб.ЭЧК}}{15};$$

$f_{Гв}$ - расход тепла на одного рабочего, связанного с потреблением горячей воды в течении рабочего дня; $f_{Гв}$ = 2250 Вт/чел;

$Q_{яв.раб.ЭЧК}$ - явочное количество рабочих районов контактной сети;

D_p - количество рабочих дней в году для рабочих контактной сети;

$Ц_э$ - цена 1 кВт·ч, руб.

графа «7»: Расходы на электрическую энергию для освещения:

$$\mathcal{E}_o = \frac{S_y \cdot T_r \cdot K_{сп} \cdot K_{экс} \cdot Ц_{э} \cdot h}{1000},$$

где S_y - площадь зданий районов контактной сети, м²; $S_y = 4,5 \cdot Ч_{сп.об}^{ЭК}$;

T_r - годовое количество часов осветительной нагрузки; $T_r = 2250$ ч;

$K_{сп}$ - коэффициент спроса: $K_{сп} = 0,8$;

$K_{экс}$ - коэффициент, учитывающий экономию электрической энергии за счет использования естественного освещения с 1 апреля по 1 октября; $K_{экс} = 0,85 \dots 0,9$;

h - часовая норма расхода электроэнергии на м²; $h = 11$ Вт/м².

графа «10»: Прочие материальные затраты.

Расходы на воду для бытовых нужд:

$$O_v = \frac{a \cdot Ч_{яв.раб.ЭК} \cdot D_p \cdot Ц_v}{1000},$$

где a - удельный расход воды на 1 рабочего контактной сети, л; $a = 65$ л;

$Ц_v$ - цена 1 м³ воды для бытовых нужд, руб.

Элемент «Отчисления на социальные нужды»

графа «9»: Расходы по начислению единого социального налога от фонда заработной платы производственных рабочих с учетом доплат на отпуск:

в Пенсионный фонд РФ - 20%;

на обязательное социальное страхование - 3,2%;

на обязательное медицинское страхование (ОМС) - 2,8%

5.5.2 Расходы, общие для всех мест возникновения затрат и видов работ

Статья 757 «Затраты на оплату труда производственного персонала за непроработанное время»

графа «3»: Контингент рабочих районов контактной сети ... человек;

графа «4»: Расходы на оплату ежегодных отпусков производственного персонала спланируем в процентах от их фонда зарплаты. Процент отчислений на отпуск определяем по формуле

$$H_o = \frac{100 \cdot T_{отп}}{D_k - (d_{воск} + d_{празд}) - T_{отп}},$$

где $T_{отп}$ - количество отпускных дней в году, $T_{отп} = 33$ дня.

Расходы на отпуск
равны:

графа «10»: Расходы на оплату прочих невыходов на работу по уважительным причинам - 3% от фонда зарплаты с учетом расходов на отпуск и отчислений на социальные нужды.

Статья 758 «Скидка со стоимости форменной одежды, выданной производственному персоналу»

графа «3»: Контингент рабочих районов контактной сети ... человек

графа «10»: Расходы по форменной одежде определяем в зависимости от числа рабочих, получающих её со скидкой:

$$a \cdot Ч_{сп.раб.ЭЧК},$$

где a - годовые расходы ЭЧК на одного рабочего, получающего одежду со скидкой, руб.

Статья 760 «Отчисления в резерв на оплату вознаграждения по итогам работы за год»

графа «3»: Контингент работников ЭЧК... человек

графа «10»: Отчисления в резерв на оплату вознаграждения по итогам работы за год -1,5% от общего фонда оплаты труда работников ЭЧК.

Статья 761 «Охрана труда и производственная санитария»

графа «3»: Контингент рабочих ЭЧК ... человек

графа «5»: Расходы на мыло рабочим рассчитываем исходя из норм выдачи, численности рабочих и цены мыла за 1 кг. На одного рабочего выдается 2,4 кг мыла в год.

графа «10»: Прочие расходы некапитального характера, связанные с охраной труда спланируем в размере 1% от фонда заработной платы рабочих с учетом доплат на отпуск и отчислений на социальные нужды.

Статья 768 «Обслуживание и текущий ремонт зданий, сооружений и инвентаря производственного назначения»

графа «3»: Количество младшего обслуживающего персонала (МОП) - ... человек

графа «4»: Заработная плата МОП согласно расчетам - ... руб.

графа «9»: Отчисления на социальные нужды младшего обслуживающего персонала от их фонда заработной платы:

в Пенсионный Фонд РФ - 20%;

на соцстрахование - 3,2%;

на ОМС -2,8%.

графа «5»: Расходы по содержанию помещений в чистоте спланируем в размере 400 руб. на 1 м² площадей зданий ЭЧК

графа «5»: Расходы на текущий ремонт зданий, сооружений и инвентаря от их стоимости:
для зданий - 1,5% от $C_{зд}$, где $C_{зд}$ - стоимость зданий ЭЧК, руб.:

$$C_{зд} = a \cdot V_y^{об},$$

где a - стоимость 1 м³ здания, руб.

$V_y^{об}$ - объем зданий ЭЧК, м³.

$$V_y^{об} = 15 \cdot M^3 \cdot \eta_{сп.об}^{ЭЧК},$$

для инвентаря - 5% от его стоимости:

$$C_{инв} = v \cdot Ч_{сп. раб. ЭЧК},$$

где v - стоимость инвентаря, приходящегося на одного рабочего, руб.

Статья 771 «Амортизация основных средств производственного назначения»

графа «8»: Амортизационные отчисления зависят от вида основных фондов и норм амортизационных отчислений

Амортизационные отчисления от зданий:

$$A_{зд} = C_{зд} \cdot H_a^{зд},$$

где $H_a^{зд}$ - норма амортизации от зданий, $H_a^{зд} = 1,2\%$.

Амортизационные отчисления от оборудования ЭЧК:

$$A_{об} = C_{кc} \cdot H_a^{кc},$$

где $C_{кc}$ - стоимость контактной сети, руб., $C_{кc} = 300000 \cdot L_{разв}^{ЭЧ}$;

$H_a^{кc}$ - норма амортизации контактной сети, $H_a^{кc} = 4,0\%$.

Статья 765 «Содержание и эксплуатация оборудования»

графа «5»: Расходы на материалы и запчасти для ремонта оборудования принимаем в

размере 4% от его стоимости

5.5.3 Общехозяйственные расходы

5.5.3.1 Без расходов по содержанию аппарата управления

Статья 785 «Содержание персонала, не относящегося к аппарату управления»

графа «3»: Количество специалистов районов КС ... человек

графа «4»: Заработная плата специалистов согласно расчетам таблицы 3.11
- ... руб.

графа «9»: Отчисления на социальные нужды специалистов от их фонда заработной платы:

в Пенсионный фонд РФ - 20%;

на обязательное социальное страхование - 3,2%;

на ОМС - 2,8%

Статья 786 «Скидка со стоимости форменной одежды, выданной персоналу производственных участков»

графа «3»: Контингент специалистов районов КС ... человек.

графа «10»: Расходы зависят от количества работников ЭЧК, не относящихся к аппарату управления и получающих форменную одежду со скидкой:

$$C \cdot Ч_{\text{спец}},$$

где C - годовые расходы по форменной одежде для персонала ЭЧК, руб.

Статья 787 «Командировки и подъемные работников, не относящихся к аппарату управления»

графа «3»: Контингент специалистов ... человек;

графа «10»: Расходы принимаем в размере 100 руб. на 1 человека в сутки:

$$Ч_{\text{спец}} \cdot 100 \cdot 15,$$

где 15 - среднее число дней нахождения в командировке 1 специалиста в течение года.

Статья 792 «Платежи по обязательному страхованию работников»

графа «3»: Контингент работников районов КС ... человек

графа «9»: Суммы платежей (взносов) по договорам обязательного страхования, заключенных в пользу работников, занятых в производстве работ - 5,4% от общего фонда оплаты труда работников ЭЧК ($\Phi_{з/н}^{общ}$).

Статья 793 «Платежи по добровольному страхованию работников»

графа «3»: Контингент работников районов КС ... человек

графа «9»: Суммы платежей (взносов) по заключенным договорам добровольного страхования от несчастных случаев и болезней, медстрахования и договорам с негосударственными пенсионными фондами - 3% $\Phi_{з/н}^{общ}$.

Статья 797 «Изобретательство и рационализация»

графа «3»: Контингент работников районов КС ... человек;

графа «10»: Расходы планируем в размере 1% от общего фонда оплаты труда работников ЭЧК (без МОП).

Статья 798 «Подготовка кадров»

графа «3»: Контингент обучающихся работников районов КС ... человек

графа «10»: Расходы планируем в размере 30000 руб. на 1 обучаемого человека:

$$Ч_{\text{обуч}} = 1\% Ч_{\text{сп.об}}^{\text{ЭЧК}}$$

Статья 821 «Прочие общехозяйственные расходы»

графа «3»: Количество специалистов и МОП ... человек;

графа «5»: Расходы на мыло для общехозяйственного персонала принимаем 0,6 кг на

одного специалиста в год; 4,8 кг на одного МОП в год с учетом цены 1 кг мыла;

графа «10»: Прочие расходы по охране труда общехозяйственного персонала принимаем в размере 3% от их фонда оплаты труда.

5.5.3.2 Расходы по содержанию аппарата управления

Статья 830 «Затраты по оплате труда аппарата управления»

графа «3»: Количество руководителей ... человек;

графа «4»: Заработная плата руководителей согласно расчетам таблицы 3.11 -... руб.

графа «9»: Отчисления на социальные нужды от их фонда зарплаты:

в Пенсионный фонд РФ - 20%;

на обязательное социальное страхование - 3,2%;

на ОМС - 2,8%;

графа «10»: Расходы на форменную одежду аппарата управления:

$$K \cdot Ч_{рук},$$

где K - годовые расходы на форменную одежду руководителей, руб.

Статья 831 «Командировочные расходы аппарата управления»

графа «10»: Расходы принимаем в размере 100 руб. на 1 человека в сутки. Среднее

число дней нахождения в командировке для руководителей принимаем 18.

Статья 833 «Прочие затраты по содержанию аппарата управления»

графа «10»: Расходы принимаем в размере 1,5% от их фонда зарплаты с отчислениями на социальные нужды

После расчета всех статей их складываем по элементам и составляем калькуляцию

себестоимости единицы работ (см. таблицу 12).

Таблица 12 - Калькуляция себестоимости обслуживания 1 км длины контактной сети

Наименование работ	Измеритель работы	Объем работы	Расходы, руб.				Плановая себестоимость, руб.
			Прямые расходы, связанные с производством и	Расходы, общие для всех мест возникновения затрат и	Общехозяйственные расходы	Всего	
Обслуживание контактной сети ЭЧ	1 км длины конт.сети						

Себестоимость обслуживания 1 км длины контактной сети – это...

5.6 Определение технико-экономических показателей работы ЭЧК

5.6.1 Прибыль и доход

Прибыль районов контактной сети спланируем из условия, что плановая рентабельность структурного подразделения должна быть в пределах 10 - 20%, т. е. не ниже чем в компании ОАО «РЖД».

Рентабельность показывает, сколько прибыли получает организация при использовании производственных фондов и определяем ее по формуле

$$\mathcal{E}_p = \frac{P_p}{\Phi_{\text{ОПФ}} + \Phi_{\text{ОБ.СР}}} \cdot 100\% ,$$

где P_p - плановая прибыль, руб,

$\Phi_{\text{ОПФ}}$ - стоимость основных производственных фондов ЭЧК, руб,

$\Phi_{\text{ОБ.СР}}$ - стоимость оборотных средств ЭЧК, руб.

Отсюда плановую прибыль определяем по формуле

$$P_p = \frac{\mathcal{E}_p \cdot (\Phi_{\text{ОПФ}} + \Phi_{\text{ОБ.СР}})}{100\%} ,$$

5.6.2 Производительность труда

5.6.3 Доход – это сумма денежных средств, полученных за обслуживание контактной сети

$$D = \sum Z + P_p$$

5.7 Использование инструментов бережливого производства

5.7.1 Базис системы бережливого производства

Концепция бережливого мышления и производства — это одно из модных направлений развития менеджмента, которое явилось еще одним каналом проникновения западных консультантов на российский рынок.

Все дело в том, что эта концепция, как и множество других, наводнивших наш бизнес идей, таких, как «шесть сигм», «пять С», TQM (всеобщая система управления качеством), TPM (всеобщая система обеспечения деятельности производства), JIT (точно в срок), КАНБАН и других подобных, являются компонентами огромной цельной системы японского менеджмента Кайдзен (постоянные улучшения), основанной на идеях Деминга, Джурана, Фейгенбаума и их японских коллег Исикавы, Тагути и Сингу.

5.7.2 Суть системы бережливого производства

В основе концепции лежит оптимизация процессов путем их ранжирования по признакам, определяемым понятиями *Муда*. Под этими понятиями подразумеваются процессы, которые не приносят добавленной ценности потребителям, или уменьшают ее. Выделяют до семи видов таких процессов, хотя никто не ограничивает фантазию по поводу умножения их номенклатуры:

- процессы, ведущие к перепроизводству;
- процессы ожидания;
- процессы лишней транспортировки;
- процессы излишней обработки;
- процессы, приводящие к избытку запасов;
- процессы, содержащие лишние движения;
- процессы, создающие дефекты.

Весомая группа процессов связана с потерями, обусловленными игнорированием человеческого фактора. Последовательное или взрывное уменьшение таких процессов позволяет приблизить время и уровень издержек к минимуму, определяемому только временем передела.

5.7.3 Варианты реализации

Реализация концепции возможна в двух вариантах: либо для получения разового результата, либо для создания постоянно улучшающегося бизнеса. В первом случае набор разовых мероприятий напоминает то, что делается при реинжиниринге бизнес-процессов в соответствии с методологией Хаммера. Во втором случае создание бережливого производства фактически означает освоение почти всех элементов Кайдзен.

Такое освоение реализуется несколькими последовательными и параллельными шагами.

5.7.4 Последовательность шагов реализации

Все начинается с наведения порядка и наглядной демонстрации неудобств, вызванных большими запасами. Для этого необходимо внедрить концепцию 5С (S), чтобы каждый работающий смог понять и прочувствовать необходимость самоорганизации и исключения превышения некоторого разумного минимума.

5S — система рационализации рабочего места (пять японских слов)

1)Сортировка - четкое разделение вещей на нужные и ненужные и избавление от последних.

Все материалы делят на:

- нужные - материалы, которые используются в работе в данный момент;
- неиспользуемые - материалы, которые могут использоваться в работе, но в данный момент не востребованы;
- ненужные/непригодные - брак, который необходимо вернуть поставщикам, либо уничтожить.

2) Соблюдение порядка– организация хранения необходимых вещей, которая позволяет быстро и просто их найти и использовать.

Расположение предметов должно отвечать требованиям:

- безопасности;
- качества;
- эффективности работы.

Четыре правила расположения вещей:

- на видном месте;
- легко взять;
- легко использовать;
- легко вернуть на место.
-

3)Содержание в чистоте – соблюдение рабочего места в чистоте и опрятности.

Порядок действий:

- разбить линию на зоны, создать схемы и карты с обозначением рабочих мест, мест расположения оборудования и т.п.;
 - определить специальную группу, за которой будет закреплена зона для уборки;
 - определить время проведения уборки:
 - утренняя: 5-10 мин. до начала рабочего дня;
 - обеденная: 5-10 мин. после обеда;
- по окончании работы: после прекращения работы, во время простоев.

4) Стандартизация — необходимое условие для выполнения первых трех правил.

Этот шаг подразумевает поддержание состояния после выполнения первых трех шагов.

Необходимо создать рабочие инструкции, которые включают в себя описание пошаговых действий по поддержанию порядка. А также вести

разработки новых методов контроля и вознаграждения отличившихся сотрудников.

5) Совершенствование/Формирование привычки — воспитание привычки точного выполнения установленных правил, процедур и технологических операций.

Важные моменты:

- вовлечение всех работников, работа в команде;
- наблюдение за работой оборудования, за рабочим местом, чтобы облегчить их обслуживание;
- использование фотографий *до/после* для сравнения того, что было и какой конечный результат;
- организация аудитов, чтобы оценить результативность внедрения программы 5S.

Параллельно необходимо провести огромную работу по делегированию полномочий и доведению стратегических целей от высшего уровня вплоть до рабочих, в соответствии с их квалификациями и способностями. Эта работа сочетается с постановкой маркетинга и выстраиванием цепочек внутренних потребителей и поставщиков, ориентированных на потребителей.

Цепочки внутренних потребителей и поставщиков необходимо превратить в последовательности процессов. Это даст возможность сформировать потоки создания ценностей, как для внутренних, так и для внешних потребителей. Эти потоки нужно распространить на поставщиков, что позволит минимизировать дискретности и разовые объемы поставок с максимальным приближением их к реальным потребностям процессов. Фактически речь идет о подготовке к внедрению бережливого производства по всем предприятиям и сетям поставщиков. Превращение сетей поставок в потоки означает также непрерывность движения перерабатываемых в процессах ресурсов в ритме, задаваемом потребителями (еще одна модная концепция — SupplyChainManagement) по принципу вытягивания. Таким образом, автоматически получается система «точно в срок». Все это приводит к созданию тотальной системы вовлечения работников в процессы создания ценностей в соответствии с целями предприятия.

Следующие шаги по созданию бережливого производства осуществляются уже фактически с помощью и на основе тотальных

инициатив по повышению качества и уменьшению издержек. Искусное направление этих инициатив в сторону поддержания непрерывного движения потока с помощью инфраструктуры (оборудования и оптимально планируемых помещений) приводит нас к технологии ТРМ (TotalProductiveMaintenance).

Такая последовательность действий ведет к тому, что на предприятии начинает работать система тотального обеспечения качества и уменьшения издержек. Рабочие, инженеры и менеджеры, направляя свои усилия на устранение причин несоответствий и лишних и вредных издержек, в рамках периодических мероприятий по прорывным улучшениям способны совместными усилиями создать бережливое производство, как высшую форму эффективного бизнеса. Естественно, все вышесказанное касается не только производственных, но и других процессов на предприятии.

5.7.5 Особенности информационного обеспечения в бережливом производстве

В бережливом производстве особое значение имеет информационное обеспечение, которое также принимает характер универсального средства, поддерживающего непрерывность потоков и их эффективность. Однако растут требования и к эффективности самого информационного обеспечения. Поэтому обязательно наличие в системе четкого управленческого учета, обеспечивающего пользователей только релевантной информацией, которая всегда достоверна, своевременна и объективна. Кроме того, информация должна быть представлена в форме, понятной ее потребителю, в виде, позволяющем очень быстро принять правильное решение.

Поэтому для работающих очень важно соблюдение принципа визуальной информированности о состоянии дел в ближайших точках потоков. Информация должна отображаться в виде, доступном для наблюдения практически всем работающим в пределах данной актуальной части потоков. Таким образом, наличие центрального плана актуально только в маркетинге и в финансовой структуре, ибо все остальные участники потока работают на основе визуализации, и для них важнее ситуационная информация о движении потоков, чем откорректированный централизованный план.

Все вышесказанное позволяет значительно снизить сложность и стоимость MRP и ERP-систем, одновременно значительно повысив их эффективность.

Таким образом, проведение последовательных работ по внедрению полноценной системы менеджмента, основанной на концепциях Кайдзен и направленных на создание бережливого производства, позволяет предприятиям, уже внедрившим MRP и ERP-системы, использовать их на более высоком уровне эффективности. Предприятиям, собирающимся внедрять MRP и ERP-системы, можно посоветовать вначале оптимизировать свои процессы и организацию бизнеса в соответствии с Кайдзен и требованиями бережливого производства.

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛАВА 1. Теоретические аспекты проектируемого участка

ГЛАВА 2. Разработка и описание схемы питания и секционирования контактной сети железнодорожной станции и прилегающих перегонов

ГЛАВА 3. Расчет нагрузок

3.1. Выбор нагрузок от собственного веса несущего троса и контактного провода.

3.2. Расчет нагрузки от собственного веса цепной контактной подвески по формуле

3.3. Расчет нагрузки на несущий трос от веса гололеда по формуле

3.4. Расчет нагрузки на контактный провод от веса гололеда

3.5. Полная вертикальная нагрузка от веса гололеда на проводах контактной подвески

3.6. Нормативное значение горизонтальной ветровой нагрузки на несущий трос

3.7. Нормативное значение горизонтальной ветровой нагрузки на контактный провод

3.8. Определение горизонтальной нагрузки от ветрового воздействия на покрытый гололедом несущий трос

3.9. Определение горизонтальной нагрузки от ветрового воздействия на покрытый гололедом контактный провод

3.10. Нормативное значение результирующей (суммарной) нагрузки на несущий трос в режиме максимального ветра

3.11. Определение результирующую нагрузку на несущий трос, при гололеде с ветром.

ГЛАВА 4. Расчет максимально допустимой длины пролета контактной подвески

4.1. Выбор расчетного режима

4.2. Расчет максимально допустимой длины пролета без учета эквивалентной нагрузки.

- 4.3. Расчет средней длины струны
- 4.4. Расчет эквивалентной нагрузки
- 4.5. Расчет максимально-допустимой длины пролета с учетом эквивалентной нагрузки
- 4.6. Расчеты длин пролетов для боковых железнодорожных путей железнодорожных станций, насыпи и выемки

ГЛАВА 5. Экономическая часть дипломного проекта

- 5.1. Определение количества районов контактной сети
- 5.2. Определение численности работников районов контактной сети
- 5.3. Расчет производительности труда работников контактной сети дистанции электроснабжения
- 5.4. Определение годового фонда заработной платы работников
- 5.5. Расчет эксплуатационных расходов
- 5.6. Определение технико-экономических показателей работы ЭЧК
- 5.7. Использование инструментов бережливого производства

ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ.