

Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Филиал Уральского государственного университета путей сообщения
Челябинский институт путей сообщения

Факультет среднего профессионального образования

И.В. Катосонов

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ПО ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ**

Часть 1

Челябинск
2007

УДК 629.423 (075.32)
К 29

Катосонов, И. В.

Дипломное проектирование : учеб.-метод. пособие / И. В. Катосонов.
Ч. 1. Челябинск: ЧИПС, 2007. – 164 с.

Рассматриваются основные требования к выполнению дипломных проектов, изложен полный перечень необходимых формул, рекомендаций. Текстовая часть пособия выполнена согласно ГОСТ 2.105-95 ЕСКД «Общие требования к текстовым документам» и может использоваться в качестве образца при выполнении курсовых и дипломных проектов.

Во второй части пособия приведены основные справочные данные, необходимые для написания дипломного проекта.

Предназначается для студентов специальности 1707 «Техническое обслуживание, ремонт и эксплуатация тягового подвижного состава» специализации 1707.01 «Устройства и электрические аппараты электроподвижного состава» (базовый уровень среднего профессионального образования).

Печатается по решению научно-методического совета Челябинского института путей сообщения.

Рецензенты: В.Е. Кононов, кандидат технических наук, доцент
кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство»
Российского государственного открытого технического
университета путей сообщения;

В.М. Голубцов, доцент кафедры «Локомотивы и локо-
мотивное хозяйство» Российского государственного
открытого технического университета путей сообщения

© Челябинский институт путей сообщения,
2007

Содержание

Введение	7
1 Общие указания по дипломному проектированию.....	8
<i>1.1 Составление и утверждение задания, порядок работы над проектом.....</i>	<i>8</i>
<i>1.2 Структура расчетно-пояснительной записки</i>	<i>9</i>
1.2.1 Общие сведения.....	9
1.2.2 Титульный лист	9
1.2.3 Задание на дипломный проект.....	9
1.2.4 Реферат	9
1.2.5 Содержание	10
1.2.6 Введение.....	11
1.2.7 Основная часть	11
1.2.8 Заключение.....	11
1.2.9 Список использованных источников	11
1.2.10 Приложения	12
1.2.11 Спецификация.....	13
<i>1.3 Основные требования к текстовым документам</i>	<i>13</i>
1.3.1 Общие требования к оформлению пояснительных записок.....	13
1.3.2 Нумерация листов, иллюстраций и таблиц	15
1.3.3 Оформление разделов пояснительной записки.....	16
1.3.4 Изложение текста записки.....	17
1.3.5 Оформление иллюстраций	18
1.3.6 Оформление приложений.....	22
1.3.7 Таблицы	22
1.3.8 Формулы и примечания	25
1.3.9 Сокращения в тексте	27
<i>1.4 Требования к оформлению графических работ</i>	<i>28</i>
1.4.1 Общие требования.....	28
1.4.2 Форматы чертежей	29
1.4.3 Масштабы изображений на чертежах	29
1.4.4 Линии. Чертежные шрифты	30
1.4.5 Оформление основных надписей	31
1.4.6 Построение генеральных планов, условные графические изображения и обозначения на чертежах генеральных планов	31
1.4.7 Правила оформления рабочих чертежей архитектурных решений зданий и сооружений	32
<i>1.5 Нормоконтроль пояснительных записок.....</i>	<i>33</i>
<i>1.6 Указания по складыванию чертежей</i>	<i>34</i>

<i>1.7 Нормативные ссылки.....</i>	<i>35</i>
2 Исходные данные для проектирования.....	36
3 Выполнение общей части проекта.....	45
<i>3.1 Расчет массы состава и ее проверки</i>	<i>45</i>
3.1.1 Общие сведения.....	45
3.1.2 Расчет массы состава	45
3.1.3 Проверка массы состава по троганию с места	48
3.1.4 Проверка массы состава по размещению на станционных путях.....	49
<i>3.2 Организация эксплуатации локомотивов и МВПС в депо.....</i>	<i>50</i>
3.2.1 Выбор места экипировки, организации ТО-2 и способа обслуживания локомотивов бригадами	50
3.2.2 Выбор способа обслуживания поездов локомотивами	52
3.2.3 Выбор системы организации движения МВПС.....	54
3.2.4 Определение времени полного оборота локомотива	55
3.2.5 Расчет эксплуатируемого парка локомотивов	61
3.2.6 Расчет эксплуатируемого парка электропоездов	62
3.2.7 Определение измерителей использования локомотивов	62
3.2.8 Определение измерителей использования МВПС.....	65
<i>3.3 Организация ремонтного производства в депо</i>	<i>67</i>
3.3.1 Нормы периодичности, продолжительности ТО и ремонта электровозов и МВПС.....	67
3.3.2 Определение программы ремонта и технического обслуживания локомотивов.....	68
3.3.3 Определение фронта ремонта, инвентарного парка локомотивов в депо	70
3.3.4 Определение процента неисправных локомотивов	72
<i>3.4 Проектирование тяговой территории и зданий локомотивного депо</i>	<i>73</i>
3.4.1 Выбор типа деповских зданий	73
3.4.2 Определение количества ремонтных стойл.....	74
3.4.3 Определение основных размеров и площадей участков и отделений депо.....	77
3.4.4 Площади отделений и участков производственных мастерских депо	80
3.4.5 Площади административно-служебных помещений депо	81
<i>3.5 Выбор основного необходимого оборудования и подъемно- транспортных средств депо</i>	<i>81</i>
<i>3.6 Разработка плана депо с размещением участков и отделений</i>	<i>82</i>
<i>3.7 Разработка плана тяговой территории депо с размещением устройств деповского хозяйства</i>	<i>85</i>
<i>3.8 Расчет балльности проектируемого депо</i>	<i>90</i>
<i>3.9 Определение штата рабочих и служащих депо</i>	<i>91</i>
3.9.1 Общие сведения.....	91

3.9.2 Расчет штата производственных рабочих	92
3.9.3 Определение штата работников отделения по ремонту деповского оборудования, инструмента и работников хозяйственного отделения.....	93
3.9.4 Определение штата локомотивных бригад	94
3.9.5 Определение потребного количества локомотивных бригад в пригородном движении	96
3.9.6 Определение штата административно-управленческого и оперативно-производственного персонала	96
3.9.7 Общий штат депо	99
4 Выполнение индивидуальной части проекта.....	100
4.1 Общие сведения	100
4.2 Общие сведения проектируемого цеха (отделения).....	100
4.2.1 Назначение цеха	100
4.2.2 Технологические связи цеха с другими подразделениями депо.....	100
4.2.3 Определение месячного объема работы цеха (отделения)	101
4.3 Определение контингента рабочих производственного участка (отделения)	103
4.4 Выбор оборудования и подъемно-транспортных средств участка (отделения)	105
4.5 Общие требования при планировке участка	105
4.6 Выбор площади участка (отделения)	108
4.7 Технологический процесс ремонта в цехе (отделении)	108
4.7.1 Общие сведения.....	108
4.7.2 Основные неисправности и способы их устранения	108
4.7.3 Разработка технологической схемы ремонта	109
4.8 Специальный вопрос.....	111
4.8.1 Общие указания.....	111
4.8.2 Разработка ленточного или сетевого графика технологического процесса производства в цехе.....	111
4.8.3 Составление карты технологического процесса ремонта	117
4.8.4 Описание средств механизации и автоматизации новой техники или приспособления, применяемое при ремонте узлов (агрегатов) ЭПС.....	118
4.9 Выбор и расчет системы энергоснабжения, освещения, вентиляции и отопления цеха (отделения).....	118
4.9.1 Система энергоснабжения.....	118
4.9.2 Система освещения	118
4.9.3 Система вентиляции.....	125
4.9.4 Система отопления.....	130

4.10 Разработка вопросов охраны труда, мероприятий по сохранению экологии	133
4.10.1 Вопросы охраны труда при организации труда в цехе	133
4.10.2 Мероприятия по сохранению экологии	136
5 Выполнение экономической части	138
5.1 Общие указания	138
5.2 Составление и расчет производственно-финансового плана цеха	138
5.2.1 Производственная программа цеха	138
5.2.2 Техничко-производственные показатели	139
5.2.3 План по труду	141
5.2.4 План расходов. Порядок расчета статей расходов	152
5.3 Определение себестоимости продукции цеха.....	158
5.4 Определение производительности труда работников депо и норм выработки по участку (отделению).....	161
6 Выполнение графической части	162
Список использованных источников	162

Введение

Дипломное проектирование является заключительным этапом обучения студентов и имеет своей целью систематизацию, закрепление и расширение теоретических знаний студентов, полученных в процессе обучения, практическую реализацию их при решении конкретных производственных вопросов в новых экономических условиях работы железнодорожного транспорта.

В период дипломного проектирования студент должен показать, что в достаточной степени овладел изученными за время обучения социально-экономическими, общеобразовательными, общетехническими и специальными дисциплинами. Студент должен продемонстрировать умение грамотного оформления разнообразной технической документации, представленной в его дипломном проекте.

Вся ответственность за выполнение проекта и принятые решения ложится на его исполнителя – студента. На основании защиты дипломного проекта государственная аттестационная комиссия решает вопрос о присуждении студенту квалификации техника.

1 Общие указания по дипломному проектированию

1.1 Составление и утверждение задания, порядок работы над проектом

Задание на дипломный проект разрабатывается и подписывается руководителем проекта, консультантами и самим студентом. Тема проекта рассматривается на цикловой комиссии и утверждается заместителем директора по учебной работе, после чего выдается студенту до начала преддипломной практики. Со студентом проводится беседа о значении и содержании дипломного проекта, подборе материала, даются указания по преддипломной практике.

Выполнение дипломного проекта складывается из подготовительных работ, разработки проекта, оформления графической части проекта, составления пояснительной записки и подготовки к защите. Практически эти работы могут совмещаться различным образом, в зависимости от особенностей проекта и этапов его выполнения.

К подготовительным работам относятся: ознакомление с заданием и уточнение круга вопросов, которые должны быть разрешены в проекте, составление списка литературы, уточнение задания на преддипломную практику, сбор материалов для проекта во время преддипломной практики.

На преддипломной практике, кроме изучения конструкции оборудования, технологических процессов и документации, необходимо обратить внимание на вопросы организации и экономики производства, охраны труда и на передовые методы производства работ. Много полезного можно получить также при изучении изобретений и рационализаторских предложений на данном предприятии. В течение преддипломной практики необходимо собрать максимальное количество материала по теме проекта с тем, чтобы оставшееся время, отведенное на дипломное проектирование, было использовано для творческого анализа и обобщения материала, а также сравнения его с литературными данными.

В процессе проработки литературных источников рекомендуется делать выписки наиболее интересных положений, которые могут быть полезны в дальнейшей работе над проектом.

Выполнение дипломного проекта требует определенных усилий и разумного использования отведенного на проектирование времени. Нужно взять за правило работать равномерно с первого дня. В противном случае проект полу-

чится недоработанным, а его автор окажется переутомленным и неподготовленным к защите.

Для правильного распределения времени рекомендуется составить календарный план своей работы над проектом, согласованный с контрольными сроками выполнения разделов проекта.

1.2 Структура расчетно-пояснительной записки

1.2.1 Общие сведения

Дипломный проект включает пояснительную записку и графическую часть. Пояснительная записка выполняется общим объемом 60–90 страниц на одной стороне листа бумаги формата А4. Записка должна содержать следующие разделы.

1.2.2 Титульный лист

Титульный лист является первым листом записки и выполняется на бланке по форме, приведенной в приложении А.

Титульный лист включают в общую нумерацию страниц пояснительной записки, но номер страницы на нем не ставится.

1.2.3 Задание на дипломный проект

Тема дипломного проекта должна отражать основное содержание проекта, она разрабатывается руководителем и утверждается заместителем директора по учебной работе.

Образец задания на дипломный проект представлен в приложении Б.

1.2.4 Реферат

Реферат включает в себя три составные части:

- 1) информацию о составе пояснительной записки;
- 2) перечень ключевых слов и словосочетаний;
- 3) текст реферата.

В информационной части реферата приводятся сведения о количестве:

- страниц;
- иллюстраций;
- таблиц;
- использованных источников;
- приложений к пояснительной записке;
- листов чертежей и плакатов.

Перечень ключевых слов и сочетаний из текста должен характеризовать тематику реферируемой записки и обеспечивать возможность информационного поиска. Перечень должен включать от 5 до 15 ключевых слов и словосочетаний в именительном падеже, написанных строчными буквами в строку через запятые. Первое слово пишется с прописной буквы. Точка в конце ключевых слов не ставится.

Текст реферата должен отражать: объект проектирования; цель работы; технические решения; полученные результаты и их новизну; эффективность принятых решений.

Оптимальный объем текста реферата – от 500 до 2000 знаков (0,5 – 1,0 с.). Образец оформления реферата представлен в приложении В.

1.2.5 Содержание

В содержание пояснительной записки включаются:

- введение;
- основная часть, состоящая из разделов, подразделов, пунктов (при наличии у них заголовков) с указанием присвоенной нумерации;
- заключение;
- список использованных источников;
- все приложения (при наличии) с указанием присвоенных им обозначений и заголовков.

Слово «Содержание» записывают в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы.

В правых крайних позициях листов с содержанием указывается номер листа, на котором размещается начало данного материала (приложение Г).

1.2.6 Введение

Дипломный проект начинается с введения, в котором кратко освещаются:

- роль и основные задачи железнодорожного транспорта в экономике страны в период рыночных отношений;
- роль и основные задачи локомотивного депо;
- основные мероприятия по обеспечению безопасности движения поездов;
- вопросы организации охраны труда и безопасности жизнедеятельности.

Введение должно отражать особенности экономических отношений на текущий момент и специфические задачи дипломного проекта.

Рекомендуемый объем введения должен составлять от двух до пяти страниц.

1.2.7 Основная часть

В основной части расчетно-пояснительной записки излагается содержание проекта, определяемое заданием на дипломный проект.

1.2.8 Заключение

Заключение должно содержать конкретные выводы по каждому разделу выполненной работы; предложения по использованию полученных результатов.

1.2.9 Список использованных источников

В список использованных источников включаются книги, брошюры, статьи, авторефераты, диссертации, авторские свидетельства, нормативные документы, научные отчеты и т.д., на которые имеется ссылка в основном тексте пояснительной записки.

Список следует нумеровать арабскими цифрами без точки и писать с абзацного отступа по образцу, приведенному в приложении Д.

Сведения об источниках в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2001 заносятся в список с абзаца, в порядке появления на них ссылок в основном тексте.

Форма библиографического описания использованных источников производится согласно ГОСТ 7.1-2003 (приложение Д).

Ссылка на источник в основном тексте производится по его порядковому номеру в списке источников, заключенному в квадратные скобки по типу – «... согласно [15]», «... по данным [15, табл. 2]».

1.2.10 Приложения

Приложения оформляются как продолжение записки на листах, следующих за списком использованных источников, и располагаются в порядке появления ссылок на них в тексте.

В приложения выносят второстепенный материал, который носит вспомогательный характер в отображении основного материала:

- технологические процессы или отдельные карты технологических процессов;
- перечни элементов (для схем);
- таблицы экспериментальных и расчетных данных;
- протоколы и акты испытаний;
- инструкции;
- распечатки средств вычислительной и множительной техники;
- вспомогательные иллюстрации; промежуточные математические доказательства и расчеты;
- описание алгоритмов задач, решаемых на ЭВМ и др.

В тексте пояснительной записки на все приложения должны быть ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них, за исключением справочного приложения «Список использованных источников», которое располагается последним.

В приложения также выносятся все материалы, представленные на листах, не соответствующих формату А4 (крупные таблицы, иллюстрации, схемы, эскизы, фотографии, формы документов и т.п.). Они могут быть выполнены на листах форматов: А3, А2, А1, А4×3, А4×4 и других форматах, кратных А4 (по ГОСТ 2.301-68).

Текст каждого приложения при необходимости может быть структурно разбит на разделы, подразделы, пункты, подпункты, нумеруемые арабскими цифрами в пределах каждого приложения. Перед номером раздела ставится обозначение этого приложения.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложение обозначают заглавными буквами русского алфавита начиная с буквы А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность. Если в проекте одно приложение, оно обозначается «Приложение А». Допускается использование латинского алфавита, за исключением букв I и O.

Приложения должны иметь общую с остальной частью пояснительной записки сквозную нумерацию страниц.

1.2.11 Спецификация

Спецификацией называется документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекта или комплекса.

Спецификация составляется на отдельных листах на каждую сборочную единицу, комплект или комплекс в виде таблицы по правилам, определяемым ГОСТ 2.106-96 (приложение Е).

При наличии места на чертеже (эскизе) сборочной единицы, комплекта или комплекса, выполненном на листе формата А4, спецификацию допускается размещать над основной надписью листа. При этом ее заполняют в том же порядке и по той же форме, что и спецификацию, выполненную на отдельных листах.

Если в проекте несколько спецификацией, то составляется ведомость спецификаций по ГОСТ 2.106-96.

1.3 Основные требования к текстовым документам

1.3.1 Общие требования к оформлению пояснительных записок

Пояснительная записка дипломного проекта оформляется на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210×297 мм). Записка может содержать листы другого формата в виде приложений.

На каждом листе, кроме первого, оформляется рамка с основной надписью типа 2а по ГОСТ 2.104-68 и полями по ГОСТ 2.301-68:

- левое поле – 20 мм;
- правое, верхнее и нижнее поля – 5 мм.

В учебном проекте допускается в основной надписи типа 2а на листах пояснительной записки заполнять только графу 7 (номер листа).

На первом нумеруемом листе пояснительной записки (Реферат) оформляется основная надпись типа 2 по ГОСТ 2.104-68, которая заполняется полностью.

Текстовая часть в пределах пояснительной записки оформляется однотипным образом:

- в виде рукописного текста, написанного тушью, чернилами или шариковой ручкой синего, фиолетового, черного цветов с высотой букв не менее 2,5 мм;

- машинописным способом с использованием полужирной ленты черного цвета и межстрочным интервалом печати – 2, высотой шрифта не менее 2,5 мм;

- с использованием печатающих и графических устройств вывода ЭВМ по ГОСТ 2.004-88. Рекомендуется шрифт Times New Roman № 14.

При исполнении графических иллюстраций, помимо указанных средств, допускается использование мягкого простого карандаша. На диаграммах с большим числом зависимостей допускается использовать разноцветные линии.

Расстояние от рамки до границ текста в начале и конце строк должно быть не менее 3 мм, а расстояние от верхней и нижней строки до линии рамки не менее 10 мм.

В случае, когда внутри записки, выполненной рукописным способом, имеются листы с распечатками средств вычислительной техники (результаты расчетов, фрагменты программ и т.п.), их допускается включать в основную текстовую часть при условии, если их оформление соответствует всем требованиям настоящих положений. В противном случае они оформляются в виде приложений.

Абзацы выделяются от начала строки пятью пробелами при написании машинописным способом или 15–17 мм – рукописным.

Вписывание специальных символов в формулы, иллюстрации, таблицы и т.п. производится с тем же размером, плотностью и цветом, что и в основной текст.

Исправление ошибок, опечаток, описок производится аккуратной подчисткой или закрашиванием белой краской или липкой лентой (типа «Штрих») исправляемых символов с последующим нанесением на том же месте исправленного изображения. Исправления методом заклеивания не допускается. Листы с большим числом исправлений подлежат переписыванию.

Все заголовки текстовых подразделений, рисунков, таблиц, приложений подчиняются следующим единым требованиям:

- они должны кратко и точно отображать содержание;
- не допускаются переносы слов в заголовках;
- точка в конце заголовка не ставится;
- не допускается подчеркивание заголовка;
- при выполнении на ЭВМ заголовков набирается жирным шрифтом;
- если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой;
- сверху и снизу заголовки выделяются пустыми строками.

Расстояние между заголовком и текстом при выполнении пояснительной записки на ЭВМ и машинописным способом должно быть равно 3–4 интервалам, а при выполнении рукописным способом – 15 мм. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 2 интервала, при выполнении рукописным способом – 8 мм.

Пример оформления текстовой части записки приведен в приложении Ж.

1.3.2 Нумерация листов, иллюстраций и таблиц

Нумерация листов пояснительной записки дипломного проекта сквозная, начинается с титульного листа. Исключение составляют листы со спецификациями и перечнями элементов, которые помещаются в конце пояснительной записки и имеют свою внутреннюю нумерацию листов.

Титульный лист и бланки с заданиями на дипломный проект не нумеруются.

На остальных листах пояснительной записки их порядковый номер указывают в графе 7 основной надписи.

Листы со спецификациями и перечнями элементов содержат основную надпись для текстовых документов (приложение Е), и поэтому внутренняя нумерация этих листов также проставляется в графе 7 основной надписи.

Номера листов с иллюстрациями и таблицами, изображенными с поворотом на 90 градусов, а также листов приложений с типовыми бланками документов, фотографиями и т.п. допускается не указывать, но учитывать в общей нумерации страниц пояснительной записки.

Пустые листы типовых бланков заданий в общую нумерацию страниц пояснительной записки не входят.

Нумерация иллюстраций, формул, таблиц выполняется арабскими цифрами единообразно в пределах пояснительной записки одним из двух способов:

- в виде сквозной нумерации, содержащей только порядковый номер иллюстрации, формулы или таблицы в объеме всего дипломного проекта;
- в виде нумерации внутри каждого из разделов пояснительной записки. В этом случае нумерация включает в себя номер данного раздела и порядковый номер структурной единицы внутри данного раздела, разделенных точкой.

1.3.3 Оформление разделов пояснительной записки

Текстовую часть дипломного проекта разделяют на разделы, подразделы, пункты и подпункты. В каждом из указанных элементов деления в качестве внутреннего текстового подразделения могут также выступать перечисления.

Использование текстовых подразделений следующего уровня допускается, если их количество в составе более крупного не меньше двух.

При разбиении текстовой структуры на ряд подразделений следующего уровня не допускается оставления в ее составе частей текста, не относящихся ни к одному из подразделений.

Разделы имеют сквозную нумерацию в пределах всего дипломного проекта. Исключение составляют разделы: «Реферат», «Содержание», «Введение», «Заключение», «Список использованных источников», которые не нумеруются.

Если раздел или подраздел состоит из одного пункта, то пункт не нумеруется.

Каждый новый раздел должен начинаться с новой страницы и иметь неповторяющийся заголовок, состоящий из номера раздела и названия, разделенных пробелом, без точки.

Заголовки разделов начинаются с заглавной буквы, записываются с абзацного отступа строчными буквами без точки в конце заголовка.

Ссылки на разделы в основном тексте производятся по типу «(Раздел 2)».

Подразделы должны иметь неповторяющиеся заголовки и нумероваться в пределах каждого раздела.

Заголовок подраздела состоит из номера подраздела и названия, разделяемых пробелом без точки.

Нумерация включает в себя номер раздела и номер подраздела в составе данного раздела, записываемых через точку.

Заголовок подраздела записывается с абзаца строчными буквами, за исключением первой – прописной, без точки в конце заголовка.

Ссылки на подразделы в основном тексте производятся по типу – «(Подраздел 2.1)».

Пункты нумеруются в пределах подразделов.

Нумерация пунктов включает в себя номер раздела, номер подраздела, номер пункта, разделенных точками, и записывается с абзаца.

Название пункта не является обязательным, и текстовая часть может начинаться сразу же за нумерацией. При наличии названия пункта его заголовок оформляется по аналогии с заголовком подраздела.

Ссылки на пункты в основном тексте производятся по типу – «(п. 2.1.3)».

Подпункты нумеруются в пределах пунктов и оформляются по аналогии с пунктами.

Название подпункта не является обязательным, и текстовая часть может начинаться сразу же за нумерацией. Если имеется название подпункта, то заголовок оформляется по аналогии с заголовком подраздела.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления.

Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или, при необходимости ссылки в тексте записки на одно из перечислений, строчную букву (за исключением ё, з, о, г, ь, й, ы, ъ), после которой ставится скобка.

Пример

- а) _____;
- б) _____;
- в) _____.

1.3.4 Изложение текста записки

Текст записки должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований.

В записке должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

В тексте не допускается применять:

- обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
- для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
- произвольные словообразования;
- сокращения слов, кроме установленных правилами орфографии русского языка и стандартами (ГОСТ 7.12-93);
- сокращение обозначений единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в головках и боковиках таблиц и в расшифровках обозначений, входящих в формулы и рисунки.

В работе следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417-2002.

1.3.5 Оформление иллюстраций

Иллюстрации в основной части текста выполняются на отдельных листах белой непрозрачной бумаги (допускается использование миллиметровой бумаги) формата А4 либо, если позволяют размеры, вставляются в разрыв текстовой части.

Фотографии размером меньше формата А4 наклеиваются на стандартные листы белой бумаги.

Иллюстрации большего размера, чем формат А4, приводят в пояснительной записке в качестве приложений.

Допускается использование в качестве иллюстраций к пояснительной записке изображений, представленных в графической части дипломного проекта на листах формата А1.

Иллюстрации располагают после первой ссылки на них и в той же последовательности, что и в основном тексте, таким образом, чтобы их было удобно рассматривать без поворота записки или с поворотом по часовой стрелке на 90 градусов.

Нумерация иллюстраций производится записью слова «Рисунок» в том же стиле, что и основной текст с номером иллюстрации в принятой системе нумераций по данному проекту. Наименование иллюстрации также выполняется в том же стиле, что и основной текст, и записывается строчными буквами, кроме первой заглавной.

Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: «Рисунок 3 – Конструкция буквы».

Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1 – Диаграмма напряжений».

При необходимости иллюстрацию снабжают подрисуночными поясняющими подписями, которые располагают под изображением, симметрично ему и перечисляют через точку с запятой. В конце поясняющих подписей ставится точка.

Если в тексте пояснительной записки имеется иллюстрация, на которой изображены составные части изделия, то на этой иллюстрации должны быть указаны номера позиции этих составных частей в пределах данной иллюстрации, которые располагаются в возрастающем порядке, за исключением повторяющихся позиций.

Если рисунок выполнен более чем на одной странице, то название пишется один раз на первом листе, подрисуночные подписи могут быть представлены на каждой странице, а нумерация на каждом листе производится по типу – «Рисунок 2.1, лист 1».

Ссылки на иллюстрации в тексте производятся по типу – «...в соответствии с рисунком 3» при сквозной нумерации и «...в соответствии с рисунком 2.4» при нумерации в пределах раздела. Ссылки на изображения, представленные в графической части дипломного проекта, выполняются указанием на обозначение чертежа в графе 2 его основной надписи по типу – «...в соответствии с чертежом ...» (обозначение чертежа).

Диаграммы и графики в качестве структурных элементов рассматриваются как разновидность иллюстрации. Они должны соответствовать рекомендациям ЕСКД Р 50-77-88.

Диаграммы и графики могут быть представлены:

- числовыми диаграммами, на которых изображаются графические зависимости двух или более переменных величин в линейных или нелинейных числовых шкалах;

– качественными диаграммами, показывающими внешний вид функциональных зависимостей переменных величин без использования числовых шкал.

В прямоугольной системе координат независимую переменную следует откладывать на горизонтальной оси (ось абсцисс), положительные значения величин следует откладывать на осях вправо и вверх от точки начала отсчета.

Координатные оси как шкалы значений изображаемых величин следует разделять на графические интервалы одним из следующих способов:

- координатной сеткой;
- делительными штрихами;
- сочетанием координатной сетки и делительных штрихов.

Шкалы, расположенные параллельно координатной оси, следует разделять только делительными штрихами.

Числовые значения отметок подписываются вне поля диаграммы и располагаются горизонтально. Если началом числовых шкал является одно и то же число, оно указывается один раз на пересечении шкал.

На качественных диаграммах координатные оси на интервалы не делятся и не содержат никаких числовых значений.

В качестве числовых шкал допускается использовать:

- непосредственно координатные оси;
- линии координатной сетки, ограничивающие поле диаграммы;
- выносные линии, расположенные параллельно осям.

Последние два вида числовых шкал используются в случаях, когда на одной диаграмме изображаются несколько функциональных зависимостей с различными переменными.

Координатные оси заканчиваются стрелками, указывающими направление возрастания величин.

При числовых шкалах допускается не использовать стрелочных обозначений на координатных осях. Направление возрастания величин в этом случае можно дополнительно указывать в виде стрелок после названий или обозначений физических величин, направляя их параллельно соответствующим координатным осям.

Графики зависимостей представляются линиями, которые не должны выходить за границы координатных осей или числовых шкал.

При нанесении нескольких зависимостей допускается пользоваться линиями различных типов согласно ГОСТ 2.303-68.

При слиянии линий вычерчивается одна из них.

Для выделения отдельных экспериментальных или расчетных точек допускается использовать условные символы (точки, кружки, треугольники, крестики, звездочки и т.п.) с нанесением конкретного числового значения возле условного обозначения точки.

Обозначение физических величин (переменных) производится с внешней стороны диаграммы в середине или в конце координатной оси одним из следующих способов:

- условным символом;
- наименованием;
- наименованием и символом;
- математическим выражением функциональной зависимости.

Символьные обозначения, включая математические выражения, записывают только горизонтально.

Наименования шкал в виде словесных терминов записываются параллельно соответствующей оси.

Единицы измерения величин указываются одним из следующих способов:

- в конце шкалы между последним и предпоследним числами (при недостатке места допускается предпоследнее число опускать);
- вместе с наименованием или обозначением переменной величины после запятой;
- в конце шкалы вместе с обозначением переменной величины в виде дроби, в числителе которой – обозначение величины, а в знаменателе – название единицы измерения.

Диаграммы могут иметь поясняющие надписи, которые размещаются под диаграммой в виде подрисуночных подписей или на свободном месте поля диаграммы.

Пересечение надписей с линиями графиков или линиями координатной сетки не допускается.

В проекте могут использоваться столбчатые диаграммы (гистограммы), представляющие собой совокупность смежных прямоугольников, построенных на прямой линии. Площадь каждого прямоугольника должна быть пропорциональна частоте нахождения данной величины в представленной совокупности. Каждый столбик сопровождается необходимой надписью (текстовой или числовой).

Допускается использование секторных диаграмм, представляющих собой круг или цилиндр, разделенный на секторы, площади которых пропорциональны значениям изучаемых параметров. Каждый сектор должен иметь соответствующую надпись и штриховку или цветовую отмывку, отличающую один сектор от другого.

1.3.6 Оформление приложений

Приложения размещаются в конце пояснительной записки после перечня использованных источников. Каждое приложение начинается с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения, а под ним в скобках для обязательного приложения пишут слово «обязательное», а для информационного – «рекомендуемое» или «справочное».

Приложение должно иметь заголовок, который записывается симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Листы с приложениями входят в общую нумерацию страниц дипломного проекта. На листах, оформленных с поворотом на 90°, типовых бланках документов, photographиях и т.п. допускается номер страницы не указывать, но учитывать его в общей нумерации страниц. Если приложение оформляется на листах большего формата, чем А4, листы должны быть подвернуты и сложены таким образом, чтобы они не выступали за края формата А4. Ниже записывается тематический заголовок приложения симметрично тексту с прописной буквы строчными буквами без точки в конце заголовка.

Оформление элементов структурного разбиения текста, таблиц, иллюстраций, формул в приложениях ведется в полном соответствии с общими требованиями.

Нумерация элементов структурного разбиения текста, таблиц, иллюстраций и формул производится только в пределах данного приложения.

Ссылки на приложения и их элементы в основном тексте производятся по типу – «(Приложение А)», «... в подразделе А.2», «(таблица А.1)», «(рисунок А.1)», «... из уравнения (А.1)» и т.п.

1.3.7 Таблицы

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержа-

ние, быть точным и кратким. Его следует помещать над таблицей после ее номера. При переносе части таблицы на ту же или другие страницы название помещают только над первой частью таблицы.

Таблицы размещаются после первого упоминания о них и в той же последовательности, что и в основном тексте так, чтобы было удобно читать их без поворота записки или с поворотом по часовой стрелке на 90°.

В зависимости от размеров таблицы располагаются либо на отдельных листах формата А4, либо в разрывах текстовой части.

Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, ее делят на части, помещая одну часть под другой или рядом, при этом в каждой части таблицы повторяют ее головку и боковик. При делении таблицы на части допускается ее головку или боковик заменять соответственно номером граф и строк. При этом нумеруются арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы.

Таблицы с небольшим количеством граф допускается делить на части и помещать одну часть рядом с другой на одной странице. При этом рекомендуется разделять части таблицы двойной линией или линией толщиной 2s.

Крупные таблицы, представленные на листах формата большего, чем А4, оформляются в качестве приложений.

Каждая таблица начинается словом «Таблица» с указанием после него индивидуального номера таблицы в соответствии с системой нумераций, которая принята по данному проекту.

Слово «Таблица» с индивидуальным номером записывается над левым верхним углом предполагаемой таблицы без точки в конце один раз над первой частью таблицы. Над другими частями таблицы пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием ее номера.

Если таблица одна, она нумеруется номером 1 (Таблица 1).

Деление таблицы производится вертикальными линиями на графы, а горизонтальными – на строки, заголовки к которым образуют соответственно головку и боковик таблицы.

Допускается дальнейшее подразделение строк и граф таблицы на следующие подстроки и подграфы.

Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Допускается производить расчерчивание таблицы горизонтальными линиями по группам строк.

Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

Название граф и строк в головке и боковике таблицы записываются в виде:

- слов и выражений, начинающихся с заглавных букв;
- принятых буквенных условных обозначений величин, установленных ГОСТ 2.321-84;
- математических выражений;
- других обозначений, если они пояснены в тексте или приведены на иллюстрациях.

Названия последующих подграф и подстрок имеют аналогичное представление, но записываются со строчных букв, если их названия образуют одно предложение с заголовками граф (строк) предыдущего уровня, и с заглавной, если их названия представляют собой самостоятельные заголовки.

При написании заголовков к графам (строкам) допускаются сокращения слов. Запрещается деление элементов головки таблицы по диагонали, а также введение графы – «№ п/п». При необходимости пронумеровать строки перед названием каждой строки в боковике таблицы записывается ее порядковый номер с точкой.

Размерность физических величин указывается в таблице одним из следующих способов:

- если размерность одна на всю таблицу, то она указывается над таблицей справа;
- если размерность величин преимущественно одна и та же, то она указывается аналогично первому случаю в названии таблицы, а в заголовках тех граф (строк), которые имеют отличную размерность, указывается индивидуальная размерность величин после их названия через запятую;
- если размерность величин индивидуальна для каждой графы (строки), то она указывается каждый раз после соответствующего заголовка через запятую;
- в боковике или головке таблицы может быть введена дополнительная строка (графа) с заголовком – «Единицы измерения», элементы которой заполняются названиями единиц измерения.

Заполнение таблиц ведется по всем назначенным в боковике и головке таблицы элементам разбиения. При отсутствии данных ставится прочерк.

Дробные числовые данные записываются только в десятичном виде. Исключением являются размеры, выраженные в дюймах.

Для удобства чтения таблицы числовые данные в графах рекомендуется представлять с одинаковым числом десятичных знаков и с выравниванием разрядов по вертикали.

Параметры с одним и тем же буквенным обозначением группируются в таблице последовательно в порядке возрастания индексов, например: K1, K2, K3... и т.д.

При заполнении таблиц допускаются следующие упрощения:

- если строки не разлинованы и имеется повторяющееся данное на несколько строк, то допускается его написание один раз на всю группу этих строк;
- если имеется повторяющееся данное в виде слова, то при повторах его допускается заменять значком « (кавычки)». Указанное правило не распространяется на цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначение марок материалов и типоразмеров изделий, обозначения нормативных документов;
- если имеется повторяющееся выражение (сочетание двух и более слов), то первый раз оно может быть заменено на сочетание «то же», а при последующих повторах – значком « (кавычки)». Указанное правило распространяется также на повторяющиеся части фраз.

Числовые значения показателя проставляют на уровне последней строки наименования показателя.

Значение показателя, приведенное в виде текста, записывают на уровне первой строки наименования показателя.

Ссылки на таблицу в тексте производятся по типу: первый раз – «(таблица 2.1)», при повторных ссылках – «(см. таблицу 2.1)».

1.3.8 Формулы и примечания

Уравнения и формулы выделяются из текстовой части сверху и снизу пустыми строками и пишутся посередине строки.

Непосредственно после формул, а также выражений с числовыми подстановками проставляются знаки пунктуации (точки, запятые, точки с запятой), соответственно общепринятым правилам их использования в русском языке.

Каждая новая формула или уравнение нумеруется в соответствии с принятой по данному проекту системой нумераций. Исключение составляет случай, когда в проекте встречается всего одна формула, ее нумеруют – (1).

Номер проставляется на уровне формулы в крайних правых позициях строки без точки в конце и заключается в круглые скобки (см. приложение Ж).

При переносе формулы номер указывается в строке с ее окончанием.

Для систем уравнений номер записывается на уровне середины знака системы.

Расшифровка символов и числовых коэффициентов, использованных при написании формул и уравнений, производится под их алгебраическими выражениями в виде перечислений через точку с запятой в той же последовательности, в какой они записаны в выражении.

Первая строка расшифровки символов начинается с начала строки со слова «где» без знака двоеточия с описанием первого символа в этой же строке.

Каждый следующий элемент формулы расшифровывается с новой строки, при этом условные обозначения символов рекомендуется записывать с абзаца так, чтобы выравнивать их место расположения относительно друг друга.

Допускается групповая расшифровка символов и коэффициентов к нескольким формулам одновременно.

Выражения с подстановкой числовых значений и полученным ответом записываются в отдельной строке и не нумеруются.

Размерности физических величин, входящих в формулу, указываются в одном из следующих видов:

- в строке с пояснением данного символа после текста расшифровки через запятую;
- непосредственно после числового значения величины, приведенного в тексте расшифровки;
- непосредственно после полученного результата вычислений в выражении с числовой подстановкой символов.

При написании длинных выражений допускается производить перенос формул на другую строку после математических знаков равенства «=», сложения «+», вычитания «-», умножения «×» или деления «:», причем знак в начале следующей строки повторяют.

Ссылки на формулы в тексте производятся по типу – «формула (3.1)», «выражения (3.1)...(3.5)», «система уравнений (3.1)».

Примечания используют при необходимости дополнительного разъяснения содержания текста, таблицы или иллюстрации. Размещаются они сразу же после абзаца текста, иллюстрации или в таблице, к которым относятся эти примечания, и пишутся с прописной буквы с абзаца. Примечание к таблице помещают в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы.

Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и примечание пишется с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют.

Ниже записывается текст примечания, каждая строка которого начинается с абзацного отступа.

Если примечаний несколько, то они нумеруются арабскими цифрами без точки. В этом случае после слова «Примечания» никакого знака не ставят.

1.3.9 Сокращения в тексте

В тексте допускаются только общепринятые сокращения слов, согласно ГОСТ 7.12-93. Исключением являются сокращения слов в боковиках и головках таблиц, где причиной сокращения может явиться недостаток места. Сокращение должно иметь однозначное толкование.

При сокращении слов применяют усечение, стяжение или сочетание этих приемов. Вне зависимости от используемого приема при сокращении должно оставаться не менее двух букв, например:

- иллюстрация – ил.;
- институт – ин-т;
- заведующий – зав.

Сокращение заканчивается точкой. Точку не ставят, если сокращение образовано стяжением и сокращенная форма оканчивается на ту же букву, что и полное слово, например: издательство – изд-во.

Допускается использовать некоторые устойчивые сокращения, форма которых отражает сложившуюся практику их применения, например: железная дорога – ж. д.

Не допускается в тексте:

- применять знак «Ø» для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»). При указании размера или предельных отклонений диаметра на чертежах, помещенных в тексте, этот знак следует писать перед размерным числом;

- применять без числовых значений математические знаки, например «<» (меньше), «=» (равно), «>» (больше), «≠» (не равно), а также знаки «№» (номер), «%» (процент) и аббревиатуры нормативных документов (типа ГОСТ, ОСТ).

- применять перед отрицательными числами знак «–». В этих случаях записывается слово «минус».

Если в тексте встречаются числа с размерностью, то они могут записываться в цифровом виде. Числа без размерности записываются словами (например, «...зазор 2 мм ...», «... в два раза ...»).

Не допускается сокращение обозначений физических величин, если в тексте они встречаются без цифр. Исключением являются обозначения единиц измерения в таблицах и при расшифровке буквенных обозначений к формулам.

Если в тексте встречается перечисление чисел, то размерность к ним допускается записывать один раз, после последнего (например, «... составляют 1; 5 и 10 м ...»).

1.4 Требования к оформлению графических работ

1.4.1 Общие требования

Чертежи (схемы, графики, таблицы, генпланы и планы) выполняются в соответствии с правилами ЕСКД, а также правилами системы проектной документации для строительства (СПДС).

Надписи выполняются чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-81 (допускается использование трафаретов стандартных шрифтов при условии штриховки толщины букв).

Все листы должны иметь основную надпись установленного образца (приложение И) с подписями студента, руководителя проекта, консультантов, нормоконтролера.

Допускается использование демонстрационных плакатов, которые также должны иметь основную надпись по форме 1.

Графические разработки выполняются в карандаше, в черной туши или с использованием средств ЭВМ (плоттер и принтер). При выполнении схем и диаграмм допускается использование цветных линий и полей.

Графические разработки проекта должны отражать результаты работы, выполненной студентом или при его значительном участии. Не допускается предъявление чертежей, которые не содержат результатов работы студента, за исключением деталей и узлов, восстановление которых рассматривается в проекте.

1.4.2 Форматы чертежей

В соответствии с ГОСТ 2.301-68 форматы чертежей определяются размерами внешней рамки, выполненной тонкой линией.

Все чертежи выполняются (в основном) на листах формата А1 (594×841 мм) с предпочтительным размещением основной надписи на длинной стороне листа. При необходимости изобразить крупные схемы и чертежи допустимо использовать формат А0 (841×1189 мм), а также дополнительные форматы.

При выполнении чертежей, схем, диаграмм и т. п. небольших размеров, в т. ч. при необходимости совмещения на одном листе разнородных графических материалов, допускается формат А1 делить в любой комбинации на форматы:

- А2 (420×594 мм);
- А3 (297×420 мм);
- А4 (210×297 мм).

При этом лист формата А1 не разрезается, а основные надписи на выделенных форматах выполняются параллельно друг другу. На форматах А4 основная надпись может размещаться только вдоль короткой стороны.

Допускается использование дополнительных форматов, образованных увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам. Обозначение производного формата составляется из обозначения основного и его кратности, например, А2×2, А4×8 и т.д.

1.4.3 Масштабы изображений на чертежах

Масштаб, степень детализации графического материала, заполняемость листов выбираются из условия целесообразности.

Не допускается выполнять чертежи в необоснованно крупном масштабе или размещать их на больших форматах с недостаточной заполненностью пространства.

Не рекомендуется принимать мелкие масштабы и большую скученность графических изображений, при которой страдает наглядность чертежа.

Масштабы должны выбираться по таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Масштабы (ГОСТ 2.302-68)

Уменьшение	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000.
Увеличение	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.
Натуральная величина	1:1

При проектировании генеральных планов допускается применять масштабы 1:1000; 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:20000; 1:25000; 1:50000.

1.4.4 Линии. Чертежные шрифты

Для выполнения чертежей применяются линии, назначение которых установлено ГОСТ 2.303-68.

Толщина линий одного назначения должна быть на данном чертеже одинаковой для всех изображений, вычерчиваемых в одном масштабе, и зависеть от толщины, выбранной для основной линии (s), которая может быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм. При наличии на изображении крупных и мелких элементов допускается для обводки контура мелких элементов применять более тонкую основную линию.

Толщину от $s/3$ до $s/2$ должны иметь следующие линии: сплошная тонкая, сплошная волнистая, штриховая, штрихпунктирная тонкая, сплошная тонкая с изломами, а также штрихпунктирная с двумя точками тонкая. Разомкнутая линия имеет толщину от s до $1,5s$, а штрихпунктирная утолщенная от $s/2$ до $(2s)/3$. Длину штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях следует выбирать в зависимости от величины изображения. Штрихпунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами.

Наименьшая толщина линий – 0,2 мм, а наименьшее расстояние между линиями – 0,8 мм.

Все надписи на чертежах, а также других технических документах должны выполняться стандартным шрифтом в соответствии с ГОСТ 2.304-81.

1.4.5 Оформление основных надписей

Каждый лист графического или текстового документа должен содержать основную надпись установленного образца.

Содержание, расположение и размеры граф основных надписей на графических и текстовых документах должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.104-68 (см. приложение И):

- на чертежах и схемах – форме 1 основных надписей;
- на первом листе текстового документа – форме 2 основных надписей;
- на последующих листах чертежей, схем и текстовых документов – форме 2а основных надписей.

В графической части дипломного проекта предусматривается выполнение строительных изделий (чертеж генерального плана депо, чертеж плана основных цехов и др.), для этого в соответствии с ГОСТ 21.101-97 необходимо использовать основную надпись типа 3, которая изображена на рисунке И.6.

1.4.6 Построение генеральных планов, условные графические изображения и обозначения на чертежах генеральных планов

Условные графические изображения проектируемых наземных и надземных зданий, сооружений, инженерных сетей, транспортных устройств выполняют сплошной основной линией, подземных – штриховой линией по ГОСТ 2.308-68.

Условные графические изображения и обозначения существующих зданий, сооружений, инженерных сетей, транспортных устройств принимают по «Условным знакам для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500», утвержденным Главным управлением геодезии и картографии.

Существующие железные дороги на чертежах генеральных планов и транспорта, выполняемых в масштабах 1:1000, 1:500, допускается наносить сплошной тонкой линией.

Расстояние между линиями штриховки на изображениях, выполненных в масштабе 1:2000, 1:5000, следует принимать равным 1,5–2 мм, в масштабе 1:500, 1:1000 – 2,5–3 мм.

1.4.7 Правила оформления рабочих чертежей архитектурных решений зданий и сооружений

Рабочие чертежи архитектурных решений зданий и сооружений выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 21.501-93.

Пример плана одноэтажного производственного здания приведен в приложении К.

Чертежи планов здания (сооружения) выполняются в соответствии с требованиями государственных стандартов ЕСКД, СПДС.

Масштабы чертежей планов здания (сооружения) рекомендуются следующие: 1:50, 1:100, 1:200, 1:400.

При выполнении плана этажа здания (сооружения) положение мнимой горизонтальной плоскости разреза принимают, как правило, на уровне $1/3$ высоты изображаемого этажа или 1 м над изображаемым уровнем.

Встроенные помещения и другие участки здания (сооружения), на которые выполняют отдельные чертежи, на планах изображают схематично тонкой штриховой линией в виде перекрещенного контура с показом опорных конструкций.

Пристроенные части здания (сооружения), если на них разрабатывают отдельные чертежи, на плане этажа допускается полностью не показывать, ограничиваясь нанесением линией обрыва и наименованием этих частей.

На планах здания наносят и указывают:

- координатные оси здания (сооружения), расстояния между ними и крайними осями, оси у деформационных швов;
- отметки участков, расположенных на разных уровнях;
- толщину стен и перегородок и их привязку;
- все (независимо от размеров) проемы, отверстия, борозды, ниши и гнезда в стенах и перегородках с необходимыми размерами. Размеры дверных проемов в перегородках на планах не показывают;
- условные изображения подъемно-транспортного оборудования по ГОСТ 21.501-93 и привязку осей крановых путей к координационным осям здания (сооружения);
- наименование помещений с указанием категории производства по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности допускается приводить в экспли-

кации помещений, с нумерации помещений на плане. Номера помещений на планах проставляют в кружках диаметром 7–8 мм.

Типы линий на чертежах планов зданий (сооружений), как и на машиностроительных чертежах, рекомендуется наносить по ГОСТ 2.303-68.

Для планов зданий рекомендуются следующие толщины линий:

- для контуров главных элементов здания (фундамент, стены и колонны, подкрановые балки, ригели, плиты, ступени лестницы) толщина сплошной основной линии 0,8–1,0 мм;

- для контуров перегородок толщина основной линии $S/2 = 0,4–0,5$ мм;

- контуры оконных и дверных проемов и вспомогательные линии (штриховка, выносные, осевые, размерные, обрывы и т.п.) имеют толщину $S/3 = 0,3$ мм;

- все координационные оси на плане проводятся тонкой штрихпунктирной линией и заканчиваются окружностями диаметром 8–10 мм, в которые размером шрифта 5 или 7 вписывают марки осей здания арабскими цифрами слева направо – вертикальные оси, буквами русского алфавита снизу вверх – горизонтальные оси.

Нанесение размеров на чертежах планов зданий производят по ГОСТ 2.307-68. Размерную линию на ее пересечении с выносными линиями, линиями контура или осевыми линиями ограничивают засечками в виде основных линий длиной 2–4 мм, проводимыми с наклоном вправо под углом 45° к размерной линии. Первая цепь размеров проводится на расстоянии 15–20 мм от наружного контура стен и содержит размеры всех проемов и простенков стены, вторая, как и последующие, – на расстоянии 8–10 мм от предыдущей.

1.5 Нормоконтроль пояснительных записок

Проект, представляемый на нормоконтроль, должен иметь подпись автора проекта (студента), руководителя проекта и консультантов по отдельным разделам проекта, если это предусмотрено по условиям проектирования.

В процессе нормоконтроля пояснительных записок проверяется:

- комплектность пояснительной записки в соответствии с заданием на проектирование;

- правильность заполнения титульного листа, наличие необходимых подписей;

- наличие и правильность рамок, основных надписей на всех страницах, выделение заголовков, разделов и подразделов, наличие красных строк;
- правильность оформления содержания, соответствие названий разделов и подразделов в содержании соответствующим названиям в тексте записки;
- правильность нумерации страниц, разделов, подразделов, иллюстраций, таблиц, приложений, формул (ГОСТ 2.105-79, ГОСТ 7.32-81);
- правильность оформления иллюстраций, чертежей, схем, графиков (ГОСТ 2.319-81);
- правильность оформления таблиц (ГОСТ 2.105-95);
- правильность расшифровки символов, входящих в формулы, наличие и правильность размерностей физических величин, их соответствие СИ;
- отсутствие загромождения записки однотипными расчетами, грамматическими ошибками;
- наличие и правильность ссылок на использованную литературу, правильность оформления литературы.

В процессе нормоконтроля чертежей проверяется:

- выполнение чертежей в соответствии с требованиями стандартов;
- соблюдение форматов, правильность их оформления (ГОСТ 2.301-68);
- правильность начертания и применение линий (ГОСТ 2.303-68);
- соблюдение масштабов, правильность их обозначений (ГОСТ 2.302-68);
- достаточность изображений (видов, разрезов, сечений), правильность их расположения и обозначения (ГОСТ 2.305-68);
- правильность выполнения схем.

В целях уменьшения исправительной работы по оформлению пояснительной записки рекомендуется предварительно показывать одну из ее глав.

Исправлять и изменять подписанные нормоконтролером документы без его ведома не допускается.

1.6 Указания по складыванию чертежей

Чертежи дипломного проекта брошюруются вместе с пояснительной запиской. В дипломном проекте, до его защиты, чертежи содержатся скрученными в трубку, а после защиты – хранятся в архиве (в папках). Таким образом, появляется необходимость складывать чертежи.

Принципы складывания листов чертежей устанавливаются ГОСТ 2.501-88. Листы чертежей всех форматов следует складывать сначала вдоль линий, перпендикулярных основной надписи, а затем вдоль линий, параллельных ей, до формата А4 размером 210×297 мм.

Основная надпись должна быть расположена на лицевой стороне вдоль короткой стороны сложенного листа.

Примеры складывания горизонтально и вертикально расположенного листа чертежа с размером 594×841 мм для последующей укладки в папки приведены в приложении Л.

1.7 Нормативные ссылки

В настоящем руководстве использован перечень государственных стандартов, необходимых для оформления дипломного проекта, который представлен в приложении М.

2 Исходные данные для проектирования

Каждый студент выполняет проект на одну из приведенных ниже тем.

Тема 1. Основное эксплуатационно-ремонтное депо электровозов постоянного тока с текущим ремонтом ТР-3 с детальной разработкой участка (отделения).

Тема 2. Основное эксплуатационно-ремонтное депо электровозов переменного тока с текущим ремонтом ТР-3 с детальной разработкой участка (отделения).

Тема 3. Основное эксплуатационно-ремонтное депо электропоездов постоянного тока с текущим ремонтом ТР-3 с детальной разработкой участка (отделения).

Тема 4. Основное эксплуатационно-ремонтное депо электропоездов переменного тока с текущим ремонтом ТР-3 с детальной разработкой участка (отделения).

Тема 5. Основное ремонтное депо электровозов постоянного (или переменного) тока с числом ремонтов ТР-3 свыше 250 секций в год с детальной разработкой участка (отделения).

Тема 6. Основное ремонтное депо электропоездов постоянного (или переменного) тока с числом ремонтов ТР-3 свыше 250 секций в год с детальной разработкой участка (отделения).

Тема 7. Основное эксплуатационное депо электровозов постоянного (или переменного) тока с детальной разработкой участка (отделения) и пункта оборота электровозов.

Тема 8. Основное эксплуатационное депо электропоездов постоянного (или переменного) тока с детальной разработкой участка (отделения).

Тема 9. Основное эксплуатационное депо электровозов постоянного (или переменного) тока с приписным парком электропоездов с детальной разработкой участка (отделения).

Примечание – При разработке тем 7, 8, 9 в проектируемом депо участок ТР-3 не предусматривается.

Дополнительно к приведенным темам для разработки индивидуальной части может быть рекомендовано выполнение сравнительных тяговых расчетов с целью выбора наиболее рационального режима вождения поездов, составле-

ние логических схем по обнаружению и устранению неисправностей отдельных сборочных единиц или цепей локомотивов (МВПС), составление технологических карт обслуживания локомотивов (МВПС) и их сборочных единиц в эксплуатации на основе передовых методов, внедряемых в локомотивных депо.

Если заданы темы 5, 6 (число ТР-3 свыше 250 в год), то в индивидуальной части может быть использована разработка поточной линии ремонта какой-либо сборочной единицы (тележек, колесных пар и букс, роликовых подшипников, редукторов и кожухов тяговых передач, тяговых электродвигателей).

Дипломанту может быть предложена разработка электрической схемы испытания электрических приборов, аппаратов, а также стендов для проверки состояния и качества ремонта деталей сборочных единиц.

В зависимости от темы и объема работы индивидуальная часть проекта может разрабатываться группой дипломников: при таком комплексном выполнении проекта каждый дипломант разрабатывает свою часть и отчитывается за нее при защите.

Отдельным дипломникам или группе студентов может быть поручена разработка стендов, моделей, макетов и других наглядных пособий для лабораторий и кабинетов учебного заведения или депо.

Исходные данные для тем 1 – 9 приведены в таблицах 2.1 – 2.5.

Таблица 2.1 – Исходные данные для тем 1, 2

Номер варианта	Наименование участков обращения локомотивов		Длина участков обращения локомотивов $L_{уч}$, км		Число пар поездов в сутки N		Доля вагонов в грузовом поезде		Расчетный подъем i_p , ‰	Локомотивы, находящиеся			Участковая скорость $V_{уч}$, км/ч				Индивидуальное задание (участок, отделение)
	пассажирских	грузовых	пассажирских	грузовых	пассажирских	грузовых	четырёхосных	восьмиосных		в командировке	в аренде	в запасе	пассажирского движения		грузового движения		
													четное направление	нечетное направление	четное направление	нечетное направление	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	АГ	АБ	750	250	6	75	0,80	0,20	11	2	1	1	65	65	50	50	ТР-2
	АД	АВ	450	230	6	75			11				75	75	45	45	
2	АГ	АБ	550	240	8	76	0,81	0,19	14	1	1	1	95	95	60	60	автотормозное
	АД	АВ	400	220	8	76			14				75	75	45	45	
3	АГ	АБ	480	240	5	89	0,82	0,18	13	2	1	2	85	85	65	65	аккумуляторное
	АД	АВ	500	280	5	89			13				55	55	50	50	
4	АГ	АБ	510	240	16	64	0,83	0,17	6	1	1	2	70	70	45	45	ТР-2
	АД	АВ	530	280	16	64			6				65	65	50	50	
5	АГ	АБ	450	230	9	76	0,84	0,16	7	1	2	1	65	65	50	50	аккумуляторное
	АД	АВ	400	180	9	76			7				75	75	65	65	
6	АГ	АБ	750	280	12	81	0,85	0,15	9	1	1	1	80	80	45	45	автотормозное
	АД	АВ	400	250	12	81			9				65	65	50	50	

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7	АГ	АБ	310	210	14	63	0,86	0,14	9	1	1	1	75	75	45	45	трансформаторное
	АД	АВ	460	270	14	63			9				70	70	50	50	
8	АГ	АБ	460	250	9	66	0,87	0,13	10	1	2	1	60	60	50	50	аппаратное
	АД	АВ	500	220	9	66			10				65	65	50	50	
9	АГ	АБ	550	220	10	70	0,88	0,12	6	1	2	1	75	75	50	40	ТР-3
	АД	АВ	450	250	10	70			6				85	85	65	60	
10	АГ	АБ	800	240	7	76	0,89	0,11	9	1	1	1	75	75	45	45	электромашинный
	АД	АВ	600	300	7	76			9				60	60	50	50	
11	АГ	АБ	600	330	13	75	0,90	0,10	6	1	1	2	80	80	60	60	колесное
	АД	АВ	240	240	13	75			6				70	70	50	50	
12	АГ	АБ	410	220	10	77	0,91	0,09	13	1	1	2	70	70	60	60	ТР-1
	АД	АВ	370	290	10	77			13				55	55	50	50	
13	АГ	АБ	710	310	14	70	0,92	0,08	11	1	1	1	85	85	65	65	аккумуляторное
	АД	АВ	240	240	14	70			11				65	65	55	55	
14	АГ	АБ	330	210	5	82	0,75	0,25	7	1	1	1	60	60	45	45	ТР-3
	АД	АВ	580	270	5	82			7				70	70	55	55	
15	АГ	АБ	390	280	19	60	0,76	0,24	8	1	1	2	60	60	45	45	роликовых подшипников
	АД	АВ	310	250	19	60			8				75	75	60	60	
16	АГ	АБ	350	260	13	81	0,77	0,23	11	1	2	1	90	90	65	65	электромашинное
	АД	АВ	450	170	13	81			11				65	65	50	50	
17	АГ	АБ	390	250	12	74	0,78	0,22	9	1	1	1	85	85	60	60	пантографное
	АД	АВ	440	220	12	74			9				65	65	45	45	
18	АГ	АБ	510	170	16	73	0,85	0,15	8	1	1	2	70	70	40	40	тележечный
	АД	АВ	640	250	16	73			8				60	60	50	50	

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
19	АГ	АБ	550	300	6	78	0,86	0,14	12	1	2	1	75	75	50	50	колесное
	АД	АВ	700	350	6	78			12				70	70	55	55	
20	АГ	АБ	650	200	14	80	0,87	0,13	9	1	1	1	75	75	45	45	ТР-2
	АД	АВ	230	230	14	80			9				80	80	60	60	
21	АГ	АБ	700	200	11	70	0,88	0,12	10	1	1	1	80	80	55	55	аппаратное
	АД	АВ	240	240	11	70			10				70	70	50	50	
22	АГ	АБ	640	320	12	69	0,89	0,11	11	1	1	1	75	75	50	50	автотормозное
	АД	АВ	290	220	12	69			11				70	70	45	45	
23	АГ	АБ	480	220	12	72	0,90	0,10	9	1	1	1	85	85	60	60	ТР-1
	АД	АВ	510	270	12	72			9				75	75	55	55	
24	АГ	АБ	510	180	9	80	0,91	0,09	8	1	2	1	70	70	50	50	пантографное
	АД	АВ	315	315	9	80			8				80	80	55	55	
25	АГ	АБ	500	290	6	79	0,92	0,08	8	1	1	2	75	75	55	55	роликовое
	АД	АВ	750	240	6	79			8				65	65	45	45	
26	АГ	АБ	1000	300	7	68	0,75	0,25	8	1	1	1	85	85	60	60	контрольно-измер. приб.
	АД	АВ	700	230	7	68			8				70	70	55	55	
27	АГ	АБ	800	250	10	59	0,76	0,24	10	1	1	1	80	80	55	55	трансформаторное
	АД	АВ	750	310	10	59			10				75	75	40	40	
28	АГ	АБ	700	250	8	73	0,77	0,23	10	1	1	1	70	70	55	55	шерстемоечное
	АД	АВ	650	200	8	73			10				65	65	45	45	
29	АГ	АБ	480	310	13	81	0,78	0,22	7	1	1	2	75	75	50	50	компрессорное
	АД	АВ	730	250	13	81			7				80	80	45	45	

Таблица 2.2 – Исходные данные для тем 3, 4

Номер варианта	Серия МВПС	Годовой пробег, секций / км	Число МВПС в эксплуатации	Число секций в резерве	Количество бригад, при- крепленных к МВПС	Индивидуальное задание (участок или отделение)
<i>Электропоезда постоянного тока</i>						
1	ЭР1	$38,0 \cdot 10^6$	32	10	3,0	ТР-1 и ТО-3
2	ЭР2	$30,0 \cdot 10^6$	34	10	3,5	ролик. подшипников
3	ЭР2Р	$31,2 \cdot 10^6$	35	10	3,0	автотормозное
4	ЭР2Т	$27,8 \cdot 10^6$	38	12	3,0	аккумуляторное
5	ЭД2Т	$37,0 \cdot 10^6$	40	12	3,5	колесно-редукторное
6	ЭТ2	$29,0 \cdot 10^6$	42	13	3,0	пантографное
7	ЭТ2М	$31,3 \cdot 10^6$	43	15	3,0	ТР-1 и ТО-3
8	ЭР2	$42,6 \cdot 10^6$	45	15	3,5	электромашинное
9	ЭД4	$47,8 \cdot 10^6$	42	15	3,5	аппаратное
10	ЭД4М	$49,5 \cdot 10^6$	46	15	3,5	ТР-2
11	ЭД4МК	$52,0 \cdot 10^6$	48	16	3,5	ТР-2
12	ЭР2Р	$54,0 \cdot 10^6$	51	18	3,5	ТР-3
13	ЭР2	$36,0 \cdot 10^6$	37	8	3,0	ТР-2
14	ЭР2Т	$39,0 \cdot 10^6$	38	8	3,5	автотормозное
15	ЭД2Т	$41,0 \cdot 10^6$	40	12	3,5	аппаратное
<i>Электропоезда переменного тока</i>						
16	ЭР9	$32,0 \cdot 10^6$	35	10	3,0	ТР-1 и ТО-3
17	ЭР9П	$29,0 \cdot 10^6$	34	10	3,5	автотормозное
18	ЭР9Е	$31,0 \cdot 10^6$	36	10	3,5	аккумуляторное
19	ЭР9М	$37,5 \cdot 10^6$	40	12	3,5	аппаратное
20	ЭР9Т	$42,5 \cdot 10^6$	43	15	3,5	пантографное
21	ЭД9Т	$26,0 \cdot 10^6$	32	10	3,5	ТР-3
22	ЭД9М	$54,0 \cdot 10^6$	51	15	3,5	ТР-2
23	ЭД9МК	$51,0 \cdot 10^6$	48	10	3,5	ТР-1 и ТО-3
<i>Примечания</i> 1 Составность секций принять – моторный вагон плюс прицепной вагоны. 2 Составность поезда принять – пять секций.						

Таблица 2.3 – Исходные данные для тем 5, 6

Номер вариан- та	Серии локомотивов	Число ремонтов ТР-3, секций в год	Индивидуальное задание (участок или отделение)
<i>Электровозы постоянного тока</i>			
1	ВЛ10	500	тележечный или электроаппаратный
2	ВЛ10У	500	
3	ВЛ11 (2 секции)	500	
4	ВЛ11 (3 секции)	500	
5	ВЛ10К	250	кузовной
6	ВЛ10У	250	электромашинный
7	ВЛ11 (2 секции)	250	колесный
8	ВЛ11 (3 секции)	250	автотормозной
9	ВЛ10	300	тележечный
10	ВЛ10У	300	пантографный
11	ВЛ11 (2 секции)	300	роликовое
12	ВЛ11 (3 секции)	300	аккумуляторное
<i>Электровозы переменного тока</i>			
13	ВЛ80С	250	трансформаторное
14	ВЛ80Т	250	пантографное
15	ВЛ80Р	250	кузовной
16	ВЛ80К	250	аккумуляторное
17	ВЛ80С	250	роликовое
18	ВЛ60К	250	автотормозное
19	ВЛ60ПК	250	электроаппаратное
20	ВЛ60К	250	колесный
21	ВЛ85	300	тележечный
22	ВЛ85	300	электромашинный
23	ВЛ85	500	колесный
24	ВЛ85	500	аппаратное
<i>Примечание</i> – По указанию руководителя проектирования задание может быть дополнено, в частности, в проектируемом депо допустимо предусмотреть свой приписной парк локомотивов.			

Таблица 2.4 – Исходные данные для тем 7, 8

Номер варианта	Серии МВПС	Число ремонтов ТР-3, секций в год	Индивидуальное задание (участок, отделение)
<i>Электропоезда постоянного тока</i>			
1	ЭР1	500	тележечный
2	ЭР2	250	электромашинный
3	ЭР2Р	300	колесный
4	ЭР2Т	250	электроаппаратный
5	ЭД2Т	250	кузовной
<i>Электропоезда переменного тока</i>			
6	ЭР9Е	300	колесный
7	ЭР9П	250	электроаппаратный
8	ЭД9М	500	электромашинный
9	ЭД9Т	250	трансформаторный
<i>Примечание</i> – По указанию руководителя проектирования задание может быть дополнено; в частности, в данном депо допустимо предусмотреть свой приписной парк. Возможно уменьшение числа ремонтов ТР-3, но при этом предусматривается выполнение ремонта КР-1 части поездов.			

Для выполнения задания по темам 7 и 8 принимаются исходные данные, приведенные в таблицах 2.1 и 2.2, соответственно для электровозов и электропоездов, однако, в задании по электровозам должно быть увеличено число пар грузовых поездов на (8...12) % (допустимо увеличение и числа пар пассажирских поездов); в задании по электропоездам следует увеличить годовой пробег секций депо на (10...15) %, соответственно изменив число МВПС в эксплуатации.

Таблица 2.5 – Исходные данные для темы 9

Номер варианта	Серия локомотива	Годовой пробег, млн. км	Среднесуточный пробег, км	Число локомотивов (секций) в резерве	Число бригад на локомотиве (в среднем)	Годовой объем работы, млрд т-км	Индивидуальное задание (участок, отделение)
<i>Электровоз / электропоезд</i>							
1	ВЛ10/ЭР2	23/3,0	705/410	3/5	3,5/3,5	70	ТР-3
2	ВЛ10У/ЭР2	25/3,3	740/675	4/4	3,5/3,0	75	Колесно-редук.
3	ВЛ11/ЭР2	27/5,0	770/550	3/5	4,0/3,5	69	электроаппаратное
4	ВЛ10/ЭР2	20/4,0	760/390	4/6	4,0/3,5	68	электромашинное
5	ВЛ80/ЭР9П	26/4,0	810/365	5/5	4,0/3,0	76	ТР-2
6	ВЛ80/ЭР9П	22/3,5	765/590	4/5	3,5/3,0	72	ТР-1
7	ВЛ60К/ЭР9П	18/5,0	770/550	3/6	3,5/3,5	62	автотормозное
8	ВЛ60ПК/ЭР9П	19/3,0	585/410	5/5	3,5/3,0	65	аппаратное
<i>Примечания</i> 1 Составность МВПС принять в соответствии с рекомендациями таблицы 2.2. 2 Электровоз ВЛ11 принять в 3-секционном исполнении.							

3 Выполнение общей части проекта

3.1 Расчет массы состава и ее проверки

3.1.1 Общие сведения

Масса состава является одним из важнейших показателей, влияющих на эффективность работы железной дороги. Увеличение масс составов в допустимых пределах позволяет повысить провозную способность железнодорожных линий, снизить себестоимость и повысить экономичность перевозок, улучшить использование силы тяги и мощность локомотива, снизить расход электрической энергии или топлива на тягу поездов. Чрезмерно большая масса состава может вызвать преждевременный выход из строя оборудования локомотива.

Поэтому массу грузового состава рассчитывают исходя из полного использования силы тяги локомотива при движении по наиболее тяжелому подъему, а затем проверяют по условиям трогания на отдельных пунктах, возможности расположения поезда в пределах длины приемоотправочных путей на станциях и нагреванию тяговых электродвигателей.

Массу состава пассажирских поездов с учетом категорий поезда (скорый, пассажирский), а также ускоренных грузовых и грузопассажирских поездов при движении по нескольким железным дорогам устанавливает ОАО «РЖД».

3.1.2 Расчет массы состава

Перед тем как рассчитать массу состава и выполнить ее проверки для выбранной серии грузового электровоза, необходимо подготовить следующие величины:

- массу выбранного электровоза $m_э$;
- силу тяги при трогании $F_{ктр}$;
- расчетную силу тяги $F_{кр}$;
- расчетную скорость движения электровоза V_p ;
- длину электровоза $l_э$.

Основные данные электровозов представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Основные данные электровозов

Серия электровоза	$F_{кр},$ кН	$F_{ктр},$ кН	$V_p,$ км/ч	$m_э,$ т	$l_э,$ м	$V_k,$ км/ч	$E_{п},$ м ³
ВЛ8	456,0	595	43,3	184	28,0	80	2,68
ВЛ10	451,0	614	46,7	184	33,0	100	3,58
ВЛ10У	492,0	667	45,8	200	33,0	100	3,58
ВЛ11 (2 секции)	451,0	614	46,7	184	33,0	100	4,22
ВЛ11 (3 секции)	676,0	921	46,7	276	50,0	100	6,33
ВЛ15	739,5	951	45,0	285	33,0	100	6,33
ВЛ60К	361,0	487	43,5	138	21,0	100	1,22
ВЛ60ПК	222,5	487	73,5	138	21,0	100	1,22
ВЛ80С	502,0	678	43,5	192	33,0	110	1,94
ВЛ80Т	512,0	678	37,2	192	33,0	110	1,94
ВЛ80Р	540,0	731	41,7	192	33,0	110	1,94
ВЛ82М	487,5	667	50,5	200	33,0	110	1,94
ЧС2	–	–	–	120	19,0	160	0,81
ЧС2Т	–	–	–	128	19,0	160	0,81
ЧС4	–	–	–	126	20,0	160	0,80
ЧС4Т	–	–	–	126	20,0	160	0,80
ЧС7	–	–	–	160	34,0	180	2,00

Масса состава m_c , т, определяется из условия движения поезда по расчетному подъему с установившейся расчетной скоростью движения по формуле

$$m_c = \frac{F_{кр} / g - m_э (w'_0 + i_p)}{w''_0 + i_p}, \quad (3.1)$$

где $F_{кр}$ – расчетная сила тяги электровоза, Н;

g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

$m_э$ – масса электровоза, т;

w_0 – удельное основное сопротивление движению электровоза при езде под током, Н/кН;

i_p – расчетный подъем, ‰;

w''_0 – удельное основное сопротивление движению состава, Н/кН.

Примечания

1 Перед подстановкой в формулу (3.1) величины $F_{кр}$, принятой из таблицы 3.1 в кН, ее необходимо перевести в Н.

2 В соответствии с Правилами тяговых расчетов (далее ПТР), полученная в результате расчета масса состава округляется с точностью до 50 т.

3 Величины w_o' и w_o'' определяют для расчетной скорости электровоза V_p .

Для всех серий электровозов величину w_o' рассчитывают по формуле

$$w_o' = 1,9 + 0,01 \cdot V + 0,0003 \cdot V^2, \quad (3.2)$$

где V – скорость движения, км/ч.

Для состава, сформированного из четырехосных и восьмиосных вагонов, величину w_o'' рассчитывают по формуле

$$w_o'' = \alpha_4 \cdot w_{o4}'' + \alpha_8 \cdot w_{o8}'', \quad (3.3)$$

где α_4 – доля четырехосных вагонов (по массе) в составе;

α_8 – доля восьмиосных вагонов (по массе) в составе;

w_{o4}'' – удельное основное сопротивление движению четырехосных вагонов, Н/кН;

w_{o8}'' – удельное основное сопротивление движению восьмиосных вагонов, Н/кН.

Удельное основное сопротивление движению груженных четырехосных и восьмиосных вагонов определяют по формулам:

$$w_{o4}'' = 0,7 + \frac{3 + 0,1 \cdot V + 0,0025 \cdot V^2}{m_{o4}}, \quad (3.4)$$

$$w_{o8}'' = 0,7 + \frac{6 + 0,038 \cdot V + 0,0021 \cdot V^2}{m_{o8}}, \quad (3.5)$$

где m_{o4} , m_{o8} – масса, приходящаяся на ось четырехосного и восьмиосного вагона, соответственно, т.

Примечание – Согласно ПТР, полученные удельные силы необходимо записывать с двумя знаками после запятой.

Как говорилось выше, масса состава пассажирских поездов устанавливается ОАО «РЖД», поэтому в проекте ее рассчитывать не нужно, а принять в пределах 900–1100 т. Пример расчета массы состава показан в приложении Ж.

3.1.3 Проверка массы состава по троганию с места

Масса состава при трогании с места $m_{\text{тр}}$, т, определяется по формуле

$$m_{\text{тр}} = \frac{F_{\text{ктр}}}{g \cdot (w_{\text{тр}} + i_{\text{тр}})} - m_{\text{э}}, \quad (3.6)$$

где $F_{\text{ктр}}$ – сила тяги при трогании с места, Н;

$w_{\text{тр}}$ – основное удельное сопротивление движению при трогании с места, Н/кН;

$i_{\text{тр}}$ – уклон участка пути, на котором происходит трогание поезда с места, ‰.

Примечание – Согласно ПТР для проверки массы состава по троганию с места выбирается отдельный пункт (станция), расположенный на наиболее трудном элементе. В дипломном проекте принять $i_{\text{тр}} = 2,5$ ‰.

Удельное основное сопротивление движению при трогании поезда с места для вагонов на роликовых подшипниках определяется по формуле

$$w_{\text{три}} = \frac{28}{m_{oi} + 7}, \quad (3.7)$$

где m_{oi} – масса, приходящаяся на ось вагона i -го типа, т.

В дипломном проекте принять $m_{o4} = 18$ т, $m_{o8} = 21$ т.

Для состава из четырехосных и восьмиосных вагонов $w_{\text{тр}}$ определяют по выражению

$$w_{\text{тр}} = \alpha_4 \cdot w_{\text{тр}4} + \alpha_8 \cdot w_{\text{тр}8}. \quad (3.8)$$

Масса состава, полученная по условиям трогания с места, должна быть больше расчетной массы состава

$$m_{\text{тр}} > m_{\text{с}}. \quad (3.9)$$

Так как для проверки массы состава на трогание с места была выбрана станция, расположенная на наиболее трудном элементе, то в этом случае делается вывод о том, что трогание с места и разгон поезда обеспечены на всех отдельных пунктах участка.

В том случае, когда условие формулы (3.9) не выполняется, следовательно, поезд на наиболее тяжелом подъеме не сможет тронуться с места остановки, необходимо уменьшить массу состава (для начала, например, на 100 т) и все расчеты по проверке массы состава повторить снова. Уменьшение массы состава производить до тех пор, пока не будет выдерживаться условие (3.9).

3.1.4 Проверка массы состава по размещению на станционных путях

Проверку состава по длине приемоотправочных путей производят для обеспечения возможности скрещения и обгона поездов. Поэтому длина поезда не должна превышать полезную длину приемоотправочных путей. Наибольшая длина поезда должна быть меньше на 10 м длины приемоотправочных путей.

Длина поезда $l_{\text{п}}$, м, определяется по формуле

$$l_{\text{п}} = l_{\text{с}} + l_{\text{э}} + 10, \quad (3.10)$$

где $l_{\text{с}}$ – длина состава, м;

$l_{\text{э}}$ – длина электровоза, м;

10 – допуск на установку поезда, м.

Длина состава находится по выражению

$$l_{\text{с}} = n_4 \cdot l_4 + n_8 \cdot l_8, \quad (3.11)$$

где n_4, n_8 – количество четырехосных и восьмиосных вагонов в составе, соответственно;

l_4, l_8 – длина четырехосных и восьмиосных вагонов, соответственно, м.

В дипломном проекте можно принять, что длина восьмиосного вагона равна 20 м, а четырехосного – 15 м.

Количество вагонов определяется по выражению

$$n_i = \alpha_i \cdot m_{\text{с}} / m_i, \quad (3.12)$$

где α_i – доля вагонов i -го типа (по массе);

m_i – масса одного вагона i -го типа.

Далее необходимо сделать проверку полученной массы состава по размещению ее на станционных путях, используя при этом следующее выражение

$$l_{\text{п}} \leq l_{\text{пол}}, \quad (3.13)$$

где $l_{\text{пол}}$ – полезная длина приемоотправочных путей, м.

В дипломном проекте длину приемоотправочных путей принять равной 1250 м.

Если длина поезда оказалась больше длины приемоотправочных путей, то необходимо массу состава уменьшить до величины, при которой длина поезда будет равна длине станционного пути.

3.2 Организация эксплуатации локомотивов и МВПС в депо

3.2.1 Выбор места экипировки, организации ТО-2 и способа обслуживания локомотивов бригадами

Современные локомотивы позволяют осуществлять несколько поездок без экипировки на большие расстояния. Пробег между экипировками ограничивается необходимостью пополнения запаса песка на электровозе.

Максимальный пробег локомотива между пунктами набора песка $L_{\text{п}}$, км, определяется по формуле

$$L_{\text{п}} = \frac{0,9 \cdot E_{\text{п}} \cdot 10^6}{m_{\text{с}} \cdot H_{\text{п}}} \quad (3.14)$$

где 0,9 – коэффициент, учитывающий 10 %-й страховой остаток песка в песочных бункерах локомотива;

$E_{\text{п}}$ – расчетная вместимость песочных бункеров локомотива, м³;

10^6 – коэффициент для перевода расчета песка на измеритель 1 млн т-км брутто;

$m_{\text{с}}$ – масса состава, т;

$H_{\text{п}}$ – норма расхода песка на 1 млн т-км брутто, м³.

Тип профиля пути принимается по расчетному подъему в соответствии с таблицей 3.2.

Таблица 3.2 – Тип профиля пути в зависимости от расчетного подъема

Тип профиля пути	1	2	3	4
Характеристика	равнинный	холмистый	холмисто-горный	горный
Расчетный подъем, ‰	0–5	5–9	9–15	более 15

Расчетную емкость работающих песочных бункеров электровозов принять по таблице 3.1, а норму расхода песка электровозами для различных серий ЭПС в зависимости от массы поезда и типа профиля по таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Максимальные нормы расхода песка локомотивами в м³ на 10⁶ т-км брутто

Серия электро-воза	Тип профиля	Масса состава, т								
		2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000 и выше
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ВЛ8	1	0,73	0,68	0,63	0,61	0,59	0,58	0,57	0,57	0,57
ВЛ10	2	0,78	0,73	0,68	0,65	0,63	0,62	0,61	0,60	0,60
ВЛ11	3	0,87	0,82	0,79	0,75	0,74	0,74	0,73	-	-
ВЛ15	4	1,04	0,99	0,95	0,92	0,90	0,88	0,88	-	-
ВЛ60 ВЛ65	1	0,51	0,46	0,43	0,39	0,38	0,37	0,35	0,33	0,33
	2	0,55	0,50	0,47	0,44	0,43	0,41	0,40	0,39	0,38
	3	0,80	0,75	0,74	0,68	0,65	0,63	-	-	-
	4	1,06	1,02	0,98	0,95	-	-	-	-	-
ВЛ80 ВЛ82М ВЛ85	1	0,44	0,39	0,35	0,32	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
	2	0,50	0,45	0,42	0,38	0,36	0,35	0,35	0,35	0,35
	3	0,70	0,63	0,58	0,54	0,50	0,48	-	-	-
	4	0,96	0,88	0,81	0,75	-	-	-	-	-
ВЛ80К ВЛ80Т	1	0,51	0,44	0,38	0,36	0,35	0,34	0,33	0,33	0,33
	2	0,56	0,49	0,44	0,42	0,41	0,40	0,39	0,39	0,39
	3	0,71	0,65	0,62	0,59	0,57	0,56	-	-	-
	4	0,95	0,88	0,86	0,83	0,81	-	-	-	-

Расчеты необходимо выполнить как для грузового движения, так и для пассажирского движения.

Если полученный пробег электровоза равен или больше двойной длины участка $((L_{AB} + L_{AB}) \cdot 2$ – для грузового движения и $(L_{AG} + L_{AD}) \cdot 2$ – для пассажирского), то пункт экипировки целесообразно разместить в пункте оборота. Пункт технического обслуживания локомотивов (ПТОЛ) выгоднее совмещать с экипировочным хозяйством. Это позволяет во время проведения ТО-2 комплексной бригадой провести экипировку локомотива экипировочной бригадой, чтобы сократить время простоя локомотива.

Если же полученный пробег меньше двойной длины участка, необходимо предусмотреть дополнительный пункт набора песка, например в другом пункте оборота или на станционных путях основного депо (без отцепки электровоза от поезда).

Независимо от экипировочных пробегов при каждом основном депо должно иметься экипировочное хозяйство для экипировки локомотивов после текущего ремонта и технического обслуживания, из резерва дороги и запаса ОАО «РЖД», занятых на маневровой и других видах работ, а также поездных локомотивов, работающих по плечевому способу.

В дипломном проекте обслуживание локомотивов бригадами принять по способу сменной езды, который является основным на Российских железных дорогах.

3.2.2 Выбор способа обслуживания поездов локомотивами

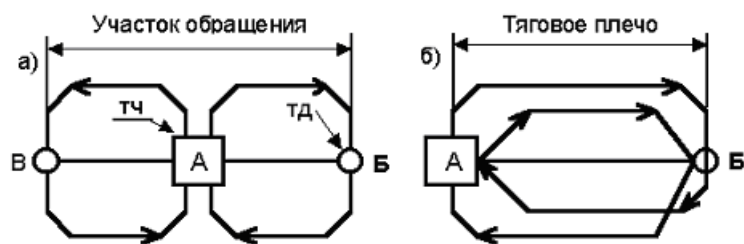
Работа локомотивов, как и вся эксплуатационная деятельность железнодорожного транспорта, организуется на основании графика движения поездов. Локомотивы обслуживают поезда по графику движения в пределах участков, на которых располагаются основное и оборотные депо.

Участок, ограниченный станциями с основным и оборотным депо, называется тяговым плечом. Участок, ограниченный пунктами оборота локомотива и имеющий промежуточные пункты смены бригад, называется участком обращения локомотивов.

В зависимости от размещения на железной дороге основных и оборотных депо применяют различные способы обслуживания поездов локомотивами.

Схема плечевого способа представлена на рисунке 3.1, а. В этом случае локомотивы по прибытии на станцию основного или оборотного депо отцепляются от состава, проходят экипировку и ожидают время выезда под поезд.

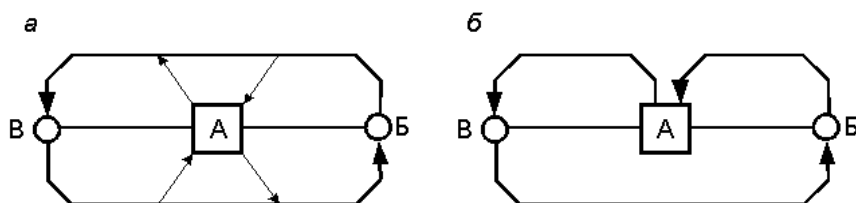
Схема кругового способа, изображенная на рисунке 3.1, б, является разновидностью плечевой езды. Локомотив после возвращения на станцию основного депо из первого рейса, не заходя в депо для экипировки, снова отправляется с поездом на то же плечо, и только по возвращении из второго рейса он заходит в депо. По такому способу организуется работа локомотивов с пригородными и передаточными поездами. При этом, в случае особо коротких плеч, число рейсов без захода в депо может быть более двух.



а – плечевой способ; б – круговой способ;
ТЧ – основное депо; ТД – оборотное депо.

Рисунок 3.1 – Способы обслуживания поездов локомотивами

Кольцевым способом (см. рисунок 3.2, а) называется система обслуживания поездов локомотивами на участке обращения без захода их в основное депо на протяжении всего периода времени между смежными техническими обслуживаниями ТО-3. Полную экипировку и техническое обслуживание ТО-2 локомотив проходит, как правило, в оборотных депо. На станции основного депо локомотив не отцепляется от поезда, а в течение времени стоянки происходит смена локомотивной бригады. Этот способ применяют в случае большого потока транзитных поездов по станции основного депо.



а – кольцевой способ; б – петлевой способ.

Рисунок 3.2 – Способы обслуживания поездов локомотивами

Разновидностью кольцевой езды является петлевая езда, при которой локомотив работает без захода в основное депо лишь в одном направлении (см. рисунок 3.2, б). Препятствием для сквозного прохода депо является, например, перелом массы поезда.

При кольцевом и петлевом способах обслуживания поездов сокращается непроизводительное время работы локомотивов и уменьшается потребность в парке локомотивов соответственно примерно на 6–9 % и 3–4 % по сравнению с плечевым, а также снижается загрузка горловин приемоотправочных

парков станций основных депо, при этом увеличивается их пропускная способность.

При выборе способа обслуживания поездов локомотивами следует провести некоторый анализ исходных данных и необходимые расчеты, чтобы определить наиболее эффективный способ обслуживания поездов локомотивами на заданном участке.

Далее необходимо разработать и привести схему размещения ПТОЛ, экипировки и пунктов смены локомотивных бригад по примеру приведенного на рисунке 3.3.

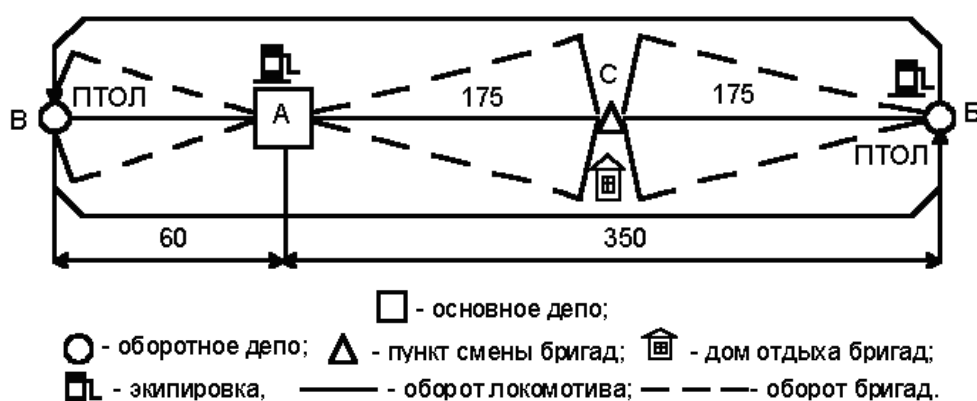


Рисунок 3.3 – Схема расположения ПТОЛ, экипировки и пунктов смены локомотивных бригад при кольцевом способе обслуживания

3.2.3 Выбор системы организации движения МВПС

Движение пригородных поездов организовывается по зонной системе с учётом пассажиропотока (см. рисунок 3.4), который меняется в зависимости от времени года, недели, сезона, периода суток, а также с изменением удаленности населенного пункта от города.

Весь участок обслуживания разделен на отдельные тяговые плечи, различной длины в зависимости от размера пассажиропотока. На промежуточных станциях, ограничивающих плечо, производится оборот электропоезда. Зонная система обслуживания электропоездов уменьшает число промежуточных остановок, а также время следования в пути для пассажиров этих удалённых зон.

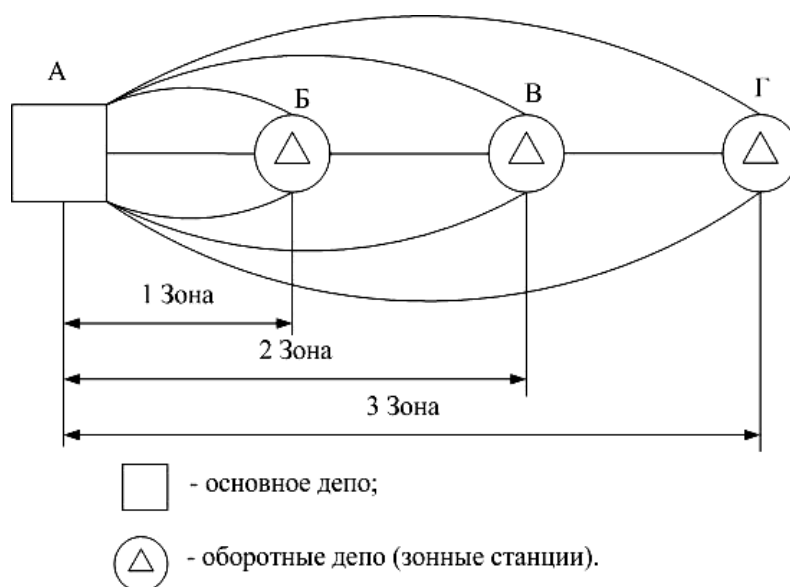


Рисунок 3.4 – Зонная система организации работы электропоездов

Число зон зависит от интенсивности пассажиропотока в пути следования: чем больше резких спадов числа пассажиров, тем больше зон и промежуточных станций.

Кроме зонной системы организации работы электропоездов может применяться система с частично маятниковым движением электропоездов. Такой способ применяется на крупных узлах с большими пригородными перевозками и несколькими направлениями, имеющих одну общую большую промежуточную станцию. Он предусматривает переход поезда с одного направления на другой, что уменьшает потребность в электропоездах и позволяет снизить эксплуатационные расходы. Однако при введении маятникового способа требуется организация обработки поездов на территории зонных станций, а значит, потребуются дополнительные средства для развития этих станций.

3.2.4 Определение времени полного оборота локомотива

Время от момента выхода локомотива на контрольный пост основного локомотивного депо на работу с поездом до момента следующего выхода локомотива на тот же контрольный пост для работы со следующим поездом называется временем полного оборота локомотива.

Схема оборота локомотивов представлена на рисунке 3.5.

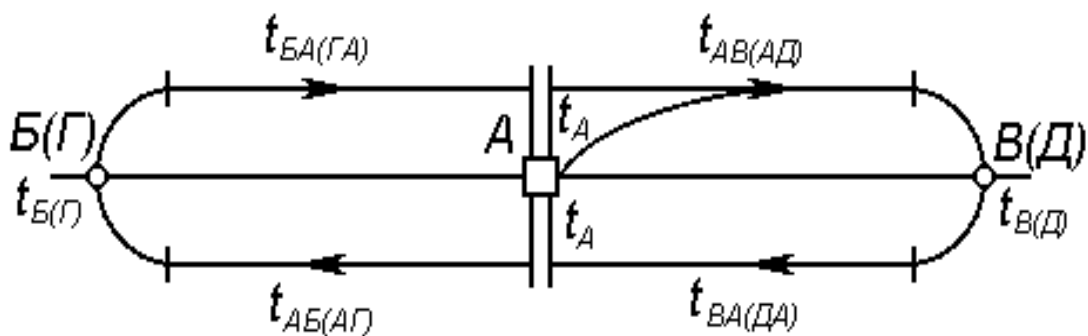


Рисунок 3.5 – Схема оборота локомотивов

Пример 1. Определение времени полного оборота грузовых локомотивов при кольцевой системе обслуживания поездов с расположением основного депо примерно посередине кольца. Заданы участки обращения локомотивов:

- длины участков обращения локомотивов $L_{AB} = 225$ км, $L_{AB} = 250$ км;
- участковые скорости $V_{AB} = 50$ км/ч, $V_{AB} = 55$ км/ч.

Индексы означают: «А» – основное депо, «Б» и «В» – оборотные депо грузовых локомотивов.

Время хода поезда по участку t , ч, определяется по заданной участковой скорости для каждого направления по формуле

$$t = \frac{L_{уч}}{V_{уч}}, \quad (3.15)$$

где $L_{уч}$ – длина участка, км;

$V_{уч}$ – участковая скорость, км/ч.

Тогда время хода грузовых поездов:

– по участку АБ

$$t_{AB} = \frac{225}{50} = 4,50 \text{ ч};$$

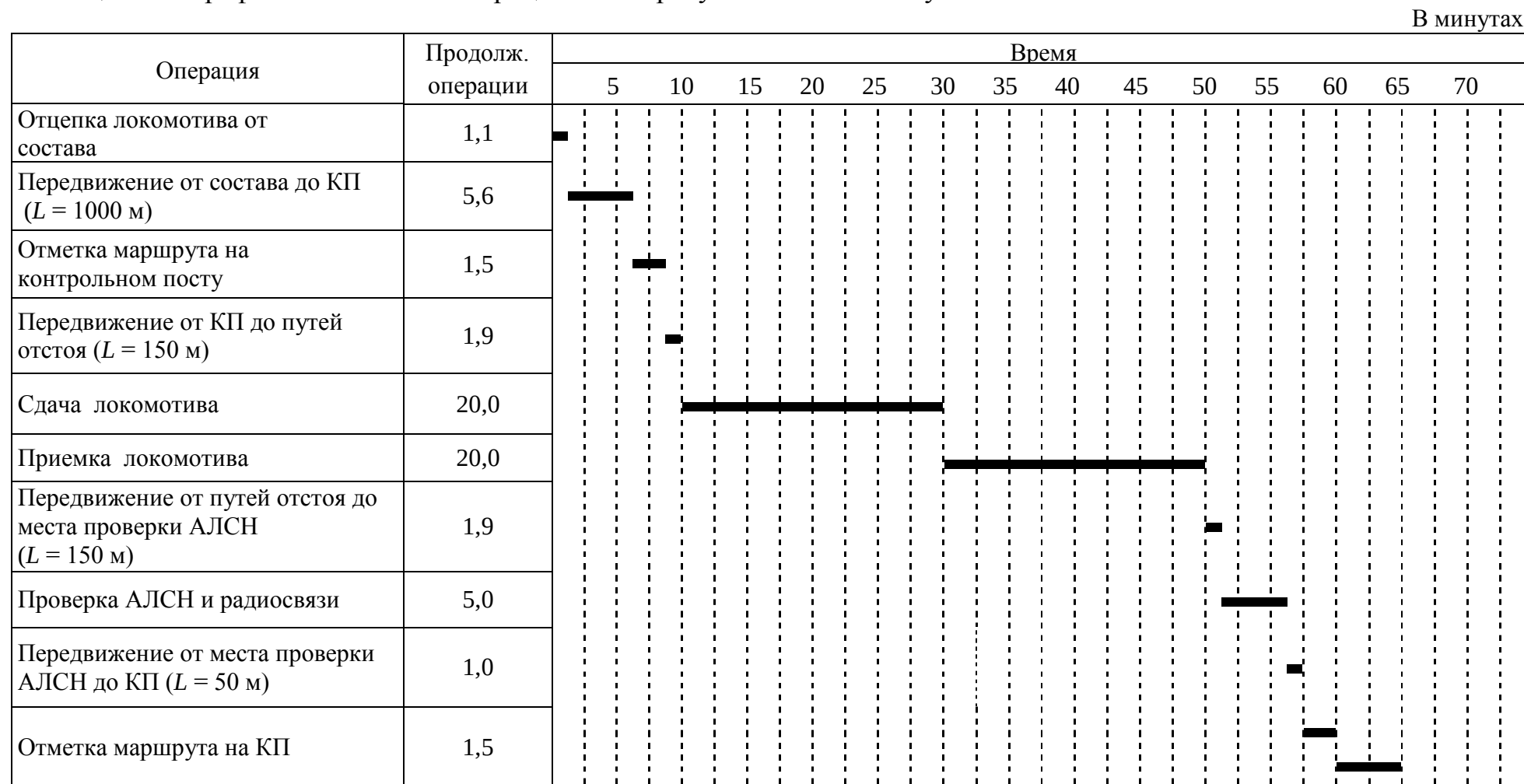
– по участку АВ

$$t_{AB} = \frac{250}{55} = 4,54 \text{ ч}.$$

График технических операций по обороту локомотивов в пункте Б и В представлен в таблицах 3.4 и 3.5 соответственно.

Примечание – Экипировка и техническое обслуживание ТО-2 организованы в пункте оборота В (для нашего примера), совмещены с одной постановкой электровоза специальными бригадами.

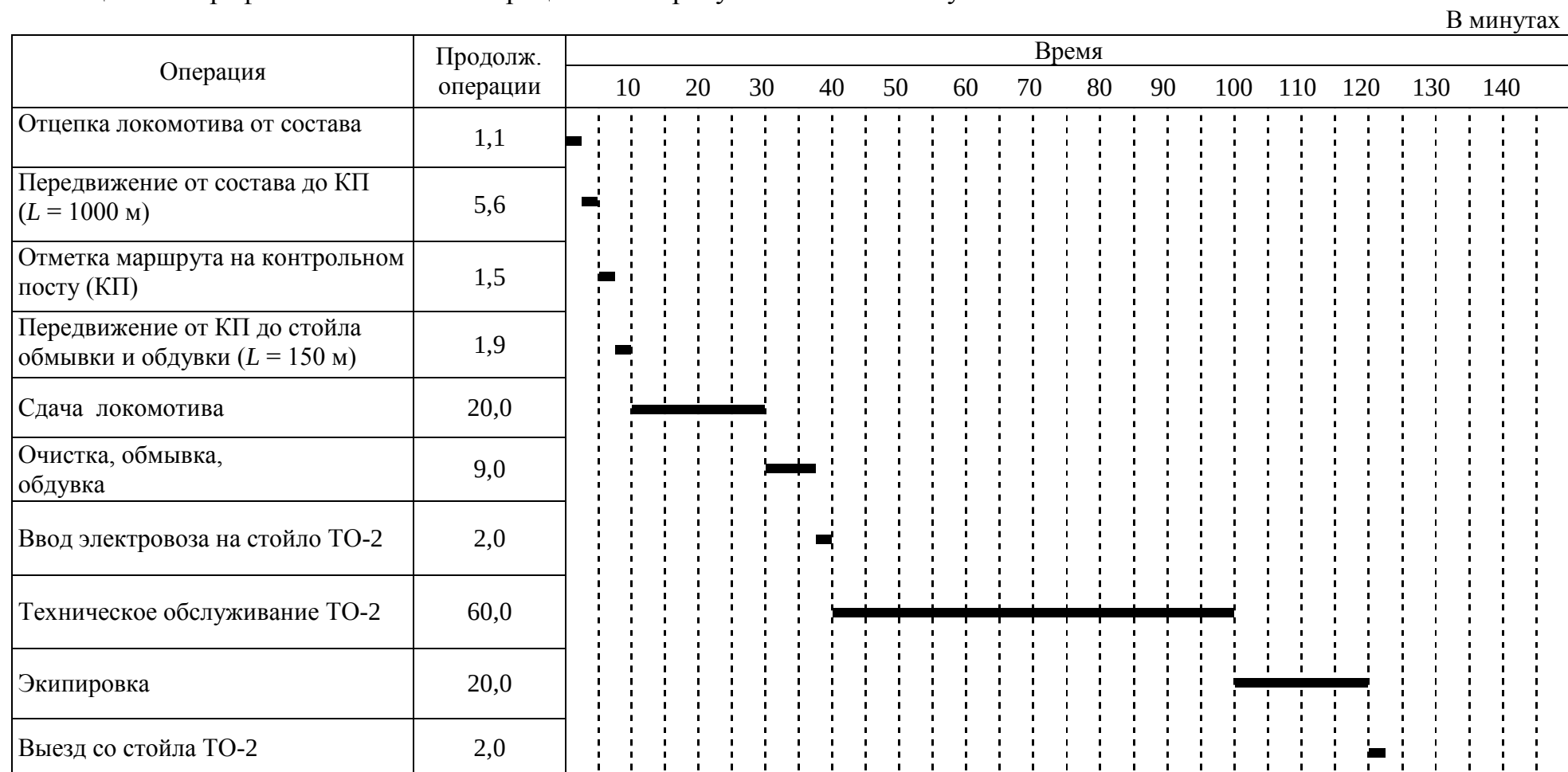
Таблица 3.4 – График технических операций по обороту локомотивов в пункте Б



Продолжение таблицы 3.4

[illegible]

Таблица 3.5 – График технических операций по обороту локомотивов в пункте В



Продолжение таблицы 3.5

[illegible]

Время полного оборота грузового локомотива $T_{об}^r$, ч, определяется по формуле

$$T_{об}^r = 2t_A + 2t_{AB} + t_B + 2t_{AB} + t_B, \quad (3.16)$$

где t_A – время простоя с поездом на станции А без отцепки, $t_A = 0,33 \dots 0,50$ ч;

t_B – время пребывания локомотива на станции оборота В,

$t_B = 1,25$ ч (из таблицы 3.4);

t_B – время пребывания локомотива на станции оборота В с учетом ТО-2, $t_B = 2,50$ ч (из таблицы 3.5).

$$T_{об}^r = 2 \cdot 0,5 + 2 \cdot 4,5 + 1,25 + 2 \cdot 4,54 + 2,50 = 22,83 \text{ ч.}$$

Определив все элементы оборота грузовых и пассажирских локомотива и сложив их по отдельности, получаем общее время полного оборота, необходимое для обслуживания одной пары поездов. Почти всегда эта величина больше суток. В этом случае остается определить коэффициент потребности в локомотивах, необходимых для того, чтобы обслужить пару поездов за одни сутки.

3.2.5 Расчет эксплуатируемого парка локомотивов

Расчет эксплуатируемого парка как грузовых, так и пассажирских локомотивов при заданном числе пар поездов и участковых скоростях движения в дипломном проекте производится по коэффициенту потребности.

Расчет коэффициента потребности K ведется по формуле

$$K = \frac{T_{об}^r}{24}, \quad (3.17)$$

где 24 – количество часов в сутках.

Коэффициент потребности позволяет перейти к расчету потребного количества локомотивов для заданного размера движения, т. е. для заданного числа пар поездов в сутки по исходным данным.

Эксплуатируемый парк локомотивов – это число локомотивов, необходимых для выполнения графика движения поездов заданной массы с установленными скоростями.

Расчет эксплуатируемого парка локомотивов M_3 ведется по формуле

$$M_3 = K \cdot N, \quad (3.18)$$

где N – число пар поездов в сутки (из исходных данных).

Примечание – При получении дробных значений M_3 необходимо округлять до ближайшего большего целого числа.

Для различных видов движения используются различные серии локомотивов. Обороты этих локомотивов различны по времени, и поэтому расчет необходимого числа локомотивов следует вести отдельно для каждого вида движения.

Полный эксплуатируемый парк локомотивов в депо определяется как сумма локомотивов, требующихся для каждого вида движения и работ (пассажирское движение, грузовое движение).

3.2.6 Расчет эксплуатируемого парка электропоездов

Для электропоездов число секций в эксплуатации определяют по формуле

$$M_3 = M_{\text{сц}} \cdot m, \quad (3.19)$$

где $M_{\text{сц}}$ – число сцепов в эксплуатации;

m – число секций в поезде.

3.2.7 Определение измерителей использования локомотивов

3.2.7.1 Определение количественных показателей

К количественным показателям работы локомотивов относят:

- пробеги в локомотиво-километрах;
- время работы в локомотиво-часах;
- объем перевозок в тонно-километрах брутто.

В дипломном проекте необходимо определить наиболее важные показатели работы депо как в эксплуатационной работе, так и в ремонтной. Расчеты показателей и оценки ремонтной работы будут даны ниже при рассмотрении вопросов организации ремонта локомотивов. Из объемных показателей эксплуа-

тационной работы необходимо определить грузооборот и пробег локомотивов при заданном размере движения.

Пробег локомотивов – это одна из величин, которая оценивает выполненную работу локомотивов за определенный период времени и используется для составления программы ремонтов локомотивов, а также для решения некоторых других задач по организации работ в депо.

В проекте требуется определить суточный пробег всех локомотивов при выполнении заданного размера движения, годовой пробег локомотивов для выполнения расчетов программы ремонтов локомотивов. Расчет выполнить для грузового и пассажирского движения.

Расчет локомотивов во главе поездов $\sum MS_{\text{гл}}$, локомотиво-км, за определенный период времени ведется по формуле

$$\sum MS_{\text{гл}} = \sum 2L_{\text{уч}} \cdot N \cdot T, \quad (3.20)$$

где $2L_{\text{уч}}$ – удвоенная длина участка обращения локомотивов, км;

N – число пар поездов в сутки;

T – число дней в периоде, за который определяется пробег (месяц принимается 30,4 дней, год – 365 дней).

Грузооборот – это одна из величин, которая служит для оценки и измерения количества транспортной продукции, определения потребности топливно-энергетических ресурсов и эксплуатационных расходов. Грузооборот вычисляют за определенный период времени (в нашем случае за сутки и за год). Расчет выполнить для грузового и пассажирского движения.

Грузооборот A , т-км брутто, определяют по формуле

$$A = \sum MS_{\text{гл}} \cdot m_c, \quad (3.21)$$

где m_c – масса состава, т (см. п. 3.1.2).

Таким образом, для дипломного задания определены необходимые объемные показатели выполняемой локомотивами работы в депо по заданным размерам движения. Однако для оценки качества принятых решений по организации работ в депо необходимо использовать другую категорию показателей – качественные показатели.

3.2.7.2 Определение качественных показателей

Качественные показатели позволяют оценить уровень организации работ в депо и качество выполненных работ, а также степень использования локомотивов и выполнение графика движения поездов.

Степень использования локомотивов отображают показатели:

- время полезной работы локомотива в сутки;
- техническая скорость;
- среднесуточный пробег локомотива эксплуатируемого парка;
- масса поезда;
- производительность локомотива.

Среднесуточный пробег характеризует величину среднего пробега локомотивов эксплуатируемого парка в сутки. Для увеличения пробега необходимо повышать скорость движения и сокращать простои локомотивов.

Среднесуточный пробег локомотивов $S_{\text{ср}}$, км, может быть определен по формуле

$$S_{\text{ср}} = \frac{\sum 2 \cdot L_{\text{уч}} \cdot N}{M_{\text{э}}}. \quad (3.22)$$

Техническая скорость – это среднее расстояние, пройденное поездом в течение одного часа без учета стоянок на промежуточных станциях.

При известной участковой скорости движения величину технической скорости $V_{\text{тех}}$, км/ч ориентировочно можно определить по формуле

$$V_{\text{тех}} = \frac{V_{\text{уч}}}{\beta}, \quad (3.23)$$

где β – коэффициент участковой скорости, $\beta = 0,8$.

Время полезной работы – это время, в течение которого локомотив находится в движении с поездом за сутки (именно за это время производится и потребляется продукция транспорта).

Время полезной работы грузового локомотива $t_{\text{пол}}$, ч, определяется по выражению

$$t_{\text{пол}} = \frac{S_{\text{ср}}}{V_{\text{тех}}}. \quad (3.24)$$

Масса поезда – это измеритель, который показывает степень использования мощности локомотива. Данный показатель определен в п. 3.1.2.

Производительность локомотива – это количество продукции в тонно-километрах брутто, приходящейся в среднем за сутки на один локомотив эксплуатируемого парка.

Производительность локомотива за сутки $P_{\text{лок}}$, т-км брутто определяется по выражению

$$P_{\text{лок}} = \frac{A_{\text{сут}}}{M_{\text{э}}}. \quad (3.25)$$

Производительность локомотива определяется для каждого вида работ раздельно, чтобы можно было оценить работу конкретно в грузовом и пассажирском движении.

3.2.8 Определение измерителей использования МВПС

3.2.8.1 Определение количественных показателей

К количественным показателям работы электропоездов относят:

- пробег в секции-км;
- время работы в секции-сутках;
- объем перевозок в тонно-километрах брутто.

Годовой пробег $\sum MS_{\text{год}}$ в секции-км определяется по формуле

$$\sum MS_{\text{год}} = 365 \sum 2L_{\text{уч}} \cdot M \cdot N, \quad (3.26)$$

где 365 – число дней в году;

2 – учитывает число поездов туда и обратно;

$L_{\text{уч}}$ – длина каждого участка, км;

M – число электросекций в поезде;

N – число поездов.

Месячный пробег $\sum MS_{\text{мес}}$ в секции-км находим по выражению

$$\sum MS_{\text{мес}} = \frac{\sum MS_{\text{год}}}{12}, \quad (3.27)$$

где 12 – число месяцев в году.

Суточный пробег $\sum MS_{\text{сут}}$ в секции-км определяем по формуле

$$\sum MS_{\text{мес}} = \frac{\sum MS_{\text{год}}}{365}. \quad (3.28)$$

3.2.8.2 Определение качественных показателей

Среднесуточный пробег одной электросекции $S_{\text{ср}}$, км может быть определен по формуле

$$S_{\text{ср}} = \frac{\sum 2 \cdot L_{\text{уч}} \cdot M \cdot N}{M_{\text{э}}}, \quad (3.29)$$

где $M_{\text{э}}$ – число секций в эксплуатации.

Объем работы депо за год зависит от среднесуточного пробега секций, числа поездов в эксплуатации и массы поезда

$$A_{\text{год}} = 365 \cdot S_{\text{ср}} \cdot M_{\text{э}} \cdot m_{\text{п}}, \quad (3.30)$$

где $m_{\text{п}}$ – масса поезда из пяти секций с пассажирами, т (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Примерная масса электропоезда, состоящего из пяти секций, с пассажирами

Тип МВПС	ЭР1	ЭР2	ЭД2	ЭД4	ЭТ2	ЭР9	ЭД9
Масса поезда, т	575,0	575,0	622,6	500,4	596,6	575,0	525,0
<i>Примечание</i> – При уменьшении числа секций массу поезда следует пропорционально изменить.							

Производительность электропоездов позволяет учитывать использование МВПС как по мощности, так и по времени, и показывает объем выполненных работ, приходящийся на один электропоезд эксплуатируемого парка депо за единицу времени.

Производительность одной секции электропоезда $\Pi_{\text{секц}}$, т-км брутто, определяется из выражения

$$\Pi_{\text{секц}} = m_{\text{п}} \cdot S_{\text{ср}}. \quad (3.31)$$

3.3 Организация ремонтного производства в депо

3.3.1 Нормы периодичности, продолжительности ТО и ремонта электровозов и МВПС

Средние для ОАО «РЖД» нормы периодичности технического обслуживания и ремонта электровозов и МВПС приведены в таблицах 3.7 и 3.8.

Таблица 3.7 – Средние для ОАО «РЖД» нормы периодичности технического обслуживания и ремонта электровозов

Серии электровозов	Техническое обслуживание		Текущий ремонт, тыс. км			Средний ремонт СР, тыс. км	Капитальный ремонт КР, тыс. км
	ТО-2, ч, не более	ТО-3, тыс. км	ТР-1	ТР-2	ТР-3		
ВЛ10, ВЛ11, ВЛ80 и ВЛ82 всех индексов, ВЛ15, ВЛ85	72	—	25	200	400	800	2400
ЧС2, ЧС2Т, ЧС4, ЧС4Т, ЧС7, ЧС8, ЧС6, ЧС200	48	12,5 ¹	25	180	360	720	2160
ВЛ60К, ВЛ60ПК	48	—	18	180	360	720	2160
Примечание ¹ – Допускается техническое обслуживание ТО-3 не производить, если норма периодичности текущего ремонта ТР-1 не превышает 20 тыс. км.							

Таблица 3.8 – Средние для ОАО «РЖД» нормы периодичности технического обслуживания и ремонта МВПС

Серии электропоез- дов	Техническое обслуживание		Текущий ремонт			Капитальный ремонт		
	ТО-2, часов	ТО-3, суток	ТР-1, суток	ТР-2, тыс.км	ТР-3, тыс.км	КР-1, тыс.км	КР-2, тыс.км	КРП, лет
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЭР1, ЭР2, ЭР9, ЭР9П	48	5	50	150	300	600	1800	свыше 28 лет эксплуатации
ЭР2Р,ЭР2Т, ЭД2Т, ЭД4, ЭТ2, ЭР9Е, ЭР9М,ЭР9Т	48	7	60	175	350	700	2000	
ЭД4М,ЭД4МК,ЭД9Т, ЭД9М, ЭД4Э,ЭТ2 в/и, ЭД9М после по- стройки	48	7	60	200	400	800	-	
ЭД4М,ЭД4МК, ЭД9Т, ЭД9М, ЭД4Э, ЭТ2 в/и, ЭД9МК, ЭР2 и ЭР9 после КРП, после прохож- дения КР1	48	7	60	175	350	700		свыше 28 лет эксплуатации
ЭР200	-	перед поездкой	30	120	240	480		
ЭР2, ЭР9П после КРП	48	7	60	200	400	800	срок службы – 5 лет	

Нормы продолжительности технического обслуживания ТО-2 локомотивов устанавливаются в следующих пределах:

- для пассажирских локомотивов не более 2 ч;
- для трехсекционных локомотивов, а также электровозов ВЛ85 и ВЛ15 не более 1,5 ч;
- для четырехсекционных локомотивов не более 2 ч;
- для остальных локомотивов не более 1 ч.

Средние для ОАО «РЖД» нормы продолжительности технического обслуживания ТО-3 и планового ремонта электровозов и МВПС в условиях локомотивных депо приведены в таблицах 3.9 и 3.10.

Таблица 3.9 – Средние для ОАО «РЖД» нормы продолжительности технического обслуживания и ремонта электровозов

Серии электровозов	Техническое обслуживание ТО-3, ч	Текущий ремонт			Средний ремонт СР, сут.
		ТР-1, ч	ТР-2, сут.	ТР-3, сут.	
ВЛ10, ВЛ11, ВЛ80, ВЛ82, ВЛ60 в/и, ВЛ15, ВЛ85, ВЛ65, ЭП1	–	18	3	6	6
ЧС2, ЧС2Т, ЧС4, ЧС4Т, ЧС6, ЧС7, ЧС8, ЧС200	12	18	3	6	6
<i>Примечание</i> – В дипломном проекте норму продолжительности на капитальном ремонте КР принять 18 суток.					

Таблица 3.10 – Средние нормы продолжительности технического обслуживания и ремонта МВПС

Серии электропоездов	Техническое обслуживание		Текущий ремонт		
	ТО-2, ч	ТО-3, ч	ТР-1, ч	ТР-2 на 1 секц., сут.	ТР-3 на 1 секц., сут.
ЭР1, ЭР2, ЭР2 в/и, ЭД2Т, ЭД4 в/и, ЭТ2 в/и, ЭР9 в/и, ЭД9 в/и	2	4	12	4	10
ЭР200	2	13	13	12	12

3.3.2 Определение программы ремонта и технического обслуживания локомотивов

Программой ремонта называют количество ремонтов одного вида за один год. Для расчета необходимо подготовить и систематизировать нужные для расчетов исходные данные: годовой пробег локомотивов по видам выполняемой работы, выбрать необходимые данные о величине межремонтных пробе-

гов, данные о времени простоя в каждом виде ремонтов и серии локомотивов по заданию.

Годовая программа ремонтов и технического обслуживания поездных локомотивов находится по следующим выражениям:

– капитальный ремонт КР

$$M_{KP} = \frac{\sum MS_{год}}{L_{KP}}; \quad (3.32)$$

– средний ремонт СР

$$M_{CP} = \frac{\sum MS_{год}}{L_{CP}} - \frac{\sum MS_{год}}{L_{KP}}; \quad (3.33)$$

– текущий ремонт ТР-3

$$M_{TP-3} = \frac{\sum MS_{год}}{L_{TP-3}} - \frac{\sum MS_{год}}{L_{CP}}; \quad (3.34)$$

– текущий ремонт ТР-2

$$M_{TP-2} = \frac{\sum MS_{год}}{L_{TP-2}} - \frac{\sum MS_{год}}{L_{TP-3}}; \quad (3.35)$$

– текущий ремонт ТР-1

$$M_{TP-1} = \frac{\sum MS_{год}}{L_{TP-1}} - \frac{\sum MS_{год}}{L_{TP-2}}; \quad (3.36)$$

– техническое обслуживание ТО-3

$$M_{TO-3} = \frac{\sum MS_{год}}{L_{TO-3}} - \frac{\sum MS_{год}}{L_{TP-1}}; \quad (3.37)$$

где L – норма пробега между соответствующими видами ремонта или техническими обслуживаниями, км.

Расчет ведется для каждого вида выполняемых работ и каждой серии локомотива в соответствии с заданием:

- для грузовых локомотивов;
- для пассажирских локомотивов.

Для электропоездов число ремонтов и технических обслуживаний, периодичность поставки на которые планируется не в километрах пробега, а в сутках, принять следующие формулы:

– текущий ремонт ТР-1

$$M_{TP-1} = \frac{\sum MS_{\text{год}}}{S_{\text{ср.сут}} \cdot t_{TP-1}} - \frac{\sum MS_{\text{год}}}{L_{TP-2}}; \quad (3.38)$$

– техническое обслуживание ТО-3

$$M_{TO-3} = \frac{\sum MS_{\text{год}}}{S_{\text{ср.сут}} \cdot t_{TO-3}} - \frac{\sum MS_{\text{год}}}{S_{\text{ср.сут}} \cdot t_{TP-1}}, \quad (3.39)$$

где t_{TP-1} и t_{TO-3} – время работы между постановками электропоездов на ТР-1 или ТО-3 соответственно, сут.

Примечание – Полученные расчетные данные следует округлить в большую сторону.

Все данные по расчету необходимо свести в итоговую таблицу, форма которой представлена в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Результаты вычисления годовой программы ремонтов и ТО локомотивов

Вид работы локомотива	Число ремонтов					
	ТО-3	ТР-1	ТР-2	ТР-3	СР	КР
Грузовой	...	...	...	...	...	...
Пассажирский	...	...	...	...	...	...

3.3.3 Определение фронта ремонта, инвентарного парка локомотивов в депо

Фронт ремонта рассчитывается с целью определения числа локомотивов, одновременно подвергающихся в течение суток всем видам ремонта и ожидания его, находящихся в процессе пересылки, подготовки и постановке в запас ОАО «РЖД» и резерв дороги, а также ожидающих исключения из инвентаря и находящихся в неплановом ремонте.

Заводской фронт ремонта $f_{зав}$ определяется по формуле

$$f_{зав} = \frac{M_{кр} \cdot t_{кр} + M_{ср} \cdot t_{ср}}{365}. \quad (3.40)$$

Деповской фронт ремонта $f_{деп}$ можно найти из выражения

$$f_{деп} = \frac{M_{тр-3} \cdot t_{тр-3} + M_{тр-2} \cdot t_{тр-2} + M_{тр-1} \cdot t_{тр-1} + M_{то-3} \cdot t_{то-3} + M_{нп} \cdot t_{нп}}{365} \quad (3.41)$$

где M – число соответствующего вида ремонтов или технических обслуживаний;

t – время простоя в ремонте, сут.

Примечания

1 МВПС, находящиеся на ТО-3, считаются в эксплуатируемом парке.

2 Принять, что производство среднего ремонта выполняется на локомотиворемонтных заводах.

3 Число внеплановых ремонтов принять из расчета 20 % от эксплуатируемого парка с простоем 0,25 сут. или взять из материалов преддипломной практики.

4 Расчет необходимо выполнить для всех видов движения.

Общий фронт ремонта определяется по формулам:

– деповской:

$$f_{деп}^{общ} = f_{деп}^{гр} + f_{деп}^{пас}; \quad (3.42)$$

– заводской:

$$f_{зав}^{общ} = f_{зав}^{гр} + f_{зав}^{пас}. \quad (3.43)$$

Число локомотивов, находящихся в резерве дороги $M_{рез}$, можно принять 10 % от M_3 , тогда

$$M_{рез} = 0,1 \cdot (M_3^{гр} + M_3^{пас}). \quad (3.44)$$

Число локомотивов, находящихся в ремонте M_p , найдем из следующего выражения:

$$M_p = f_{деп}^{общ} + f_{зав}^{общ}. \quad (3.45)$$

Инвентарный парк депо включает все локомотивы, состоящие на балансе депо.

Инвентарный парк локомотивов $M_{инв}$ вычисляется по формуле

$$M_{инв} = M_{э}^{гр} + M_{э}^{пас} + M_p + M_{отк} + M_{зап} + M_a, \quad (3.46)$$

где $M_{отк}$ – число откомандированных локомотивов;

$M_{зап}$ – число локомотивов, находящихся в запасе;

M_a – локомотивы, сданные в аренду.

Парк в распоряжении депо $M_{рд}$ определяется по формуле

$$M_{рд} = M_{э}^{гр} + M_{э}^{пас} + M_p + M_{рез} + M_{прик}, \quad (3.47)$$

где $M_{прик}$ – локомотивы, прикомандированные из других депо.

Техническое состояние парка локомотивов характеризуется процентным отношением числа неисправных локомотивов к общему парку локомотивов, находящихся в распоряжении депо.

3.3.4 Определение процента неисправных локомотивов

Процент неисправных локомотивов – отношение среднесуточного числа неисправных локомотивов (фронта ремонтов) к парку, находящемуся в распоряжении депо, или к инвентарному парку депо. Различают деповской процент неисправных локомотивов, заводской процент неисправных локомотивов и общий процент неисправных локомотивов.

Процент неисправных локомотивов определяется по следующим формулам:

– заводской $X_{зав}$:

$$X_{зав} = \frac{f_{зав}}{M_{рд}} \cdot 100 \% ; \quad (3.48)$$

– деповской $X_{деп}$:

$$X_{деп} = \frac{f_{деп}}{M_{рд}} \cdot 100 \% ; \quad (3.49)$$

– общий $X_{\text{общ}}$:

$$X_{\text{общ}} = X_{\text{деп}} + X_{\text{зав}}. \quad (3.50)$$

Полученные результаты необходимо сравнить с установленными нормативами по приказу начальника дороги или по указанию ОАО «РЖД» и сделать соответствующие выводы.

Так, например, средняя для ОАО «РЖД» норма процента неисправных электросекций составляет:

- общий процент – 8,3;
- деповской процент – 4,0.

3.4 Проектирование тяговой территории и зданий локомотивного депо

3.4.1 Выбор типа деповских зданий

Основным видом устройств локомотивного хозяйства является локомотивное здание (депо). В зданиях локомотивных депо размещаются стойла (позиции) для ремонта и технического обслуживания локомотивов, мастерские и служебно-бытовые помещения. По конфигурации депо делятся на прямоугольные (ступенчатые, павильонные, тележечные), веерные (с поворотным кругом, со стрелочной улицей), круглые и комбинированные.

Прямоугольные типы зданий состоят из одной или нескольких секций с тремя сквозными или тупиковыми путями. В последние годы в основном строятся прямоугольно-павильонные или прямоугольно-ступенчатые здания депо. Такая конструкция зданий позволяет использовать их при перспективном развитии – пристраиваются новые секции с последующими рядами павильона или ступенями. В прямоугольных зданиях хорошо размещаются мостовые краны и кран-балки (минимальные мертвые зоны), что позволяет организовать агрегатно-поточный метод ремонта локомотивов и МВПС.

Прямоугольно-павильонный тип здания депо имеет наименьшую стоимость постройки, занимает небольшую площадь, что дает возможность удобно расположить ремонтные стойла рядом с участком и отделениями депо. Вследствие минимального периметра наружных стен и площади оконных проемов эксплуатационные расходы на содержание таких зданий (отопление, текущий ремонт)

значительно ниже по сравнению со зданиями других типов. Правильное расположение здания на местности относительно частей света и «розы ветров» создает условия для лучшего сохранения тепла в зимнее время, даже в районах с низкой температурой, чтобы ветер доминирующего направления не имел прямого попадания в ворота и на световые проемы. Применение этого типа зданий ограничено, их нельзя построить в стесненных условиях тяговой территории по ширине. Кроме того, в средних секциях здания почти отсутствует естественное освещение и его заменяют люминесцентным.

Прямоугольно-ступенчатый тип здания представляет собой секции, смещенные относительно друг друга в продольном направлении. Секции располагаются с небольшим заходом одна за другую для свободных внутренних проездов и проходов.

Этот тип здания депо имеет участки с хорошим естественным освещением, занимает узкую площадь тяговой территории, но стоимость его постройки и эксплуатационные расходы выше по сравнению со зданием прямоугольно-павильонного типа.

3.4.2 Определение числа ремонтных стоек

Для обслуживания и ремонта локомотивов депо должно иметь специализированные стойла (позиции) следующего назначения:

- ТО-2, ТО-3, ТО-4, ТР-1, ТР-2, ТР-3;
- доделочных работ после ТР-3;
- обточки колесных пар без выкатки из-под локомотива;
- одиночной выкатки колесных пар и колесно-моторных блоков;
- продувки и обмывки перед постановкой в ремонт;
- окраски после ремонта;
- теплого отстоя в ожидании ремонта или работы в зонах с суровым климатом;
- неплановых ремонтов;
- средств технической диагностики (СТД).

В зависимости от объема работ, в депо может предусматриваться полная номенклатура стоек или только часть их.

Число ремонтных стойл k_i рассчитывается по формулам:

– для ТР-3, ТР-2 и ТО-4

$$k_i = \frac{M_i \cdot t_i}{D}; \quad (3.51)$$

– для участков ТР-1, ТО-3, ТО-2 и обмывки

$$k_i = \frac{M_i \cdot t_i \cdot f_i}{D \cdot h \cdot t_{см}}, \quad (3.52)$$

где M_i – годовая программа i -го вида ремонта или технического обслуживания;

t_i – норма простоя, ч (см. таблицу 3.9, 3.10);

f_i – коэффициент неравномерности постановки локомотива в стойло,
 $f_i = 1, 1, \dots, 1, 2$.

D – количество рабочих дней в году;

h – число смен в сутки;

$t_{см}$ – продолжительность смены, ч.

Стойла текущего ремонта ТР-3, ТР-2 рассчитываются на локомотив или на число вагонов в секции электропоезда. Число стойл для ТР-1 и ТО-3 МВПС рекомендуется рассчитывать на число секций в сцепе.

Для окраски после ТР-3 предусматривается одна позиция. Если окраска производится в электростатическом поле, то эта позиция размещается на одном из участков ТР, в противном случае предусматривается специальное здание.

Средства технической диагностики можно размещать на ТО-2, ТО-3 и ТР-1 перед обслуживанием и ремонтом, на ТР-2 – до ремонта, в процессе выполнения и после ремонта и ТР-3 – в процессе и после ремонта. Можно также, если позволяет место на тяговой территории, проектировать специализированное здание для пункта технической диагностики (ПТД).

Число стойл для одиночной выкатки колесно-моторных блоков принимается для электровозных депо с годовым пробегом до 10 млн электровозо-км одна скатоопускная канава, свыше – две.

Стойла со скатопускной канавой рекомендуется размещать в зданиях ТР-2, оборудованных кранами грузоподъемностью 10 т.

Для внеплановых ремонтов рекомендуется предусматривать одну позицию на 7,5 млн км годового пробега локомотивов.

Примечание – Расчет числа стойл производят для локомотивов каждого движения.

Далее необходимо сложением определить число стойл на каждый вид ремонта и округлить до целого числа в большую сторону

$$k_{\text{ТР-3}} = k_{\text{ТР-3}}^{\text{гр}} + k_{\text{ТР-3}}^{\text{пас}}, \quad (3.53)$$

$$k_{\text{ТР-2}} = k_{\text{ТР-2}}^{\text{гр}} + k_{\text{ТР-2}}^{\text{пас}}, \quad (3.54)$$

Как правило, стойла для ТР-1 и ТО-3 располагаются в одном цехе, поэтому

$$k_{\text{ТР-1,ТО-3}} = k_{\text{ТР-1}}^{\text{гр}} + k_{\text{ТР-1}}^{\text{пас}} + k_{\text{ТО-3}}^{\text{гр}} + k_{\text{ТО-3}}^{\text{пас}}. \quad (3.55)$$

Для полной загрузки ремонтных стойл цехов ТР-3, ТР-2 и обеспечения работой в течение года рабочих комплексных и специализированных бригад рекомендуется проверить стойла на их загруженность.

Загруженность стойла P определяется по следующей формуле:

$$P = \frac{k \cdot D}{t}, \quad (3.56)$$

где k – число стойл, полученных по расчету для ТР-3, затем ТР-2;

D – число рабочих дней в году;

t – простой в ремонте, сут.

Для специализации депо, стойл, полной и равномерной загрузки оборудования участков, рабочей силы рекомендуется по согласованию с руководителем проектирования принимать для производства ТР-3 и ТР-2 локомотивы из других депо (для тем 1, 2, 3, 4, 5 и 6 задания) или, наоборот, «свои» пассажирские локомотивы передавать на эти виды ремонта в другие депо; для тем 7–9 задания передача локомотивов (вагонов) на ТР-3 в другое депо – обязательное условие.

3.4.3 Определение основных размеров и площадей участков и отделений депо

3.4.3.1 Общие сведения для проектирования

При проектировании новых локомотивных депо или реконструкции существующих размеры зданий должны быть унифицированы согласно требованиям ГОСТ 23837-79:

- шаг строительных колонн – 6 м;
- ширина пролетов – 12, 18, 24 и 30 м;
- высота зданий (от пола до низа несущих конструкций) с мостовым краном – 8,4; 9,6; 10,8; 12,6 и 14,4 м, а для остальных помещений кратна 0,6 м.

Во всех случаях рассчитанную длину стойла округлять до ближайшего большего числа, кратного 12 или 6.

3.4.3.2 Участок текущего ремонта ТР-3

В локомотивных депо на участке ТР-3 устанавливаются мостовые краны грузоподъемностью 30/5 и 10 т, а для электропоездов 15/3 т при высоте помещения 13,2 м – от головки рельсов до низа конструкций покрытия и 10, 15 м – до верхней грани подкранового рельса.

В зависимости от программы и технологии ремонта участок ТР-3 имеет два или три пути, один из которых используется для подготовки комплекта к подкатке под отремонтированный кузов. Один из путей рекомендуется предусматривать сквозным.

На участке часто устанавливается скатоопускное устройство для замены неисправных колесно-моторных блоков, а для электропоездов переменного тока – для замены тяговых трансформаторов (при годовом пробеге электровозов свыше 30 млн км рекомендуется принимать два скатоопускных устройства, размещая второе на участке ТР-2).

Длина и площадь участка ТР-3 должны быть достаточны для установки ремонтируемых локомотивов (вагонов), организации позиций для разборки, обмывки, ремонта и сборки тележек, размещения площадок для снимаемых с локомотива сборочных единиц, разборки, сборки и прикатки колесно-моторных блоков.

Длину участка ТР-3 $L_{\text{ТР-3}}$, м рекомендуется определять по следующему выражению:

$$L_{\text{ТР-3}} = p \cdot l + 2 \cdot (p - 1) + n \cdot m + 2 \cdot (a + b) + (n + 2) \cdot 1 + \sum D_k, \quad (3.57)$$

где p – число секций локомотива или число вагонов в секции;

l – длина одной секции локомотива или одного вагона электросекции, м;

1 – ширина прохода между тележками поперек канавы;

n – число тележек;

m – длина одной тележки, м;

a – расстояние от оси автосцепки до обреза смотровой канавы, $a = 2,1$ м;

b – расстояние от обреза канавы до внутренней грани торцевой стены,

$b = 4,25$ м;

$\sum D_k$ – сумма диаметров колесных пар, м.

Величины l , m необходимо выбрать из таблиц 14, 15, 16 [8].

Когда в проекте предусмотрена поточная линия ремонта рам тележек с применением механизированных стендов для разборки и сборки тележек, расчет следует производить по формуле

$$L_{\text{ТР-3}} = l_{\text{лок}} + 2 \cdot m + (a + b + d), \quad (3.58)$$

где $L_{\text{лок}}$ – длина локомотива, м;

d – расстояние от тележки до оси автосцепки локомотива, $d = 1,0$ м.

3.4.3.3 Участок текущего ремонта ТР-2

На участке ТР-2 локомотивного депо размещают два или три пути: для производства ТР-2, одиночной выкатки колесно-моторного блока или колесной пары и для установки станка типа КЖ-20М по обточке бандажей колесных пар без выкатки их из-под локомотива. Расстояние между осями смежных путей 7 м, а от оси крайнего пути до продольной стены – 5 м. На участке устанавливается мостовой кран грузоподъемностью 10 т, высота помещения от головки рельсов до низа конструкций покрытия 10,8 м, до верхней грани подкранового рельса – 8,15 м.

Ширина участка ТР-2 депо электропоездов равна 24 м. На участке располагают два или три пути со специализированными стойлами: собственно ТР-2,

стойло со станком для обточки бандажей колесных пар без выкатки из-под вагона и стойло для неплановых ремонтов. Длина участка определяется расчетом. На участке устанавливают мостовой кран грузоподъемностью 10 т при высоте от головки рельсов до низа конструкций покрытия 10,8 м и до верхней грани подкранового рельса 8,15 м.

Длина участка ТР-2 $L_{\text{ТР-2}}$, м при одновременной выкатке всех тележек определяется по формуле

$$L_{\text{ТР-2}} = p \cdot l + 2 \cdot (p - 1) \cdot n \cdot m + 2 \cdot (a + b + d). \quad (3.59)$$

3.4.3.4 Участок ТР-1 и ТО-3

На участке устанавливают кран грузоподъемностью 2 т при высоте участка 10,8 м. Обслуживание и ремонт производят на механизированном стойле.

Длина участка ТР-1, ТО-3 электропоездов определяется расчетом, зависит от числа вагонов и серии электропоезда. Высоту помещения участков ТР-1 и ТО-3 принимают равной 8,4 м для электропоездов от головки рельсов до низа конструкций покрытия.

Длина стоек цеха ТР-1 и ТО-3 $L_{\text{ТР-1,ТО-3}}$, м определяется по следующим формулам:

– при установке на пути одного локомотива или одной моторвагонной секции

$$L_{\text{ТР-1,ТО-3}} = p \cdot l + 2 \cdot (a + b); \quad (3.60)$$

– при установке на пути двух локомотивов

$$L_{\text{ТР-1,ТО-3}} = 2 \cdot p \cdot l + 2 \cdot (a + b) + d_1, \quad (3.61)$$

где d_1 – расстояние между автосцепками локомотивов, принять $d_1 = 2,0$ м.

Для осмотра коллекторов тяговых двигателей, зубчатых колес и колесных пар на участке ТР-1 рекомендуется предусматривать местные подъемные устройства; в случае их отсутствия в расчете учитывать необходимость продвижения локомотива (вагона) на половину окружности колеса, тогда $L_{\text{ТР-1}}$, м найдем из следующего выражения:

$$L_{\text{ТР-1}} = p \cdot l + 2 \cdot (a + b) + c, \quad (3.62)$$

где c – половина окружности колеса, м.

$$c = \frac{\pi \cdot D_k}{2}. \quad (3.63)$$

Следует отметить, что в отдельных случаях проектами института «Трансэлектропроект» с учетом указаний Госстроя рекомендуются даже большие значения, так, для участка ТР-1 при ремонте 10-вагонных электропоездов ЭР2, ЭР9 рекомендуется принимать 234 м.

Примечание – При окончательном выборе числа путей на участках и их назначении следует проконсультироваться с руководителем проекта.

Окончательно выбранное число стоек и другие показатели основных участков депо свести в таблицу 3.12.

Таблица 3.12 – Краткая характеристика основных участков депо

Вид ремонта	Число путей в цехе	Число стоек, шт	Длина цеха, м	Ширина цеха, м	Высота цеха, м	Площадь цеха, м ²	Объем цеха, м ³
ТР-3	...	...	...	...	...	...	...
ТР-2	...	...	...	...	...	...	...
ТР-1, ТО-3	...	...	...	...	...	...	...

3.4.4 Площади отделений и участков производственных мастерских депо

Площади других отделений принимаются в соответствии с программой ремонта, с учетом годового пробега локомотивов (секций) и их типы (постоянный или переменный ток); в соответствии с требованиями технологических процессов ремонта, а также с учетом расстановки необходимого оборудования с обеспечением проходов между стенками, рабочими местами в соответствии с требованиями и нормами производственной санитарии и техники безопасности.

Компоновка отделений мастерских должна учитывать взаимную технологическую связь между ними и цехами текущих ремонтов текущего обслуживания с короткими (по возможности) путями транспортировки ремонтируемых узлов, деталей, запасных частей.

Сводные данные рекомендуемых норм площадей отделений и участков мастерских локомотивных и моторвагонных депо приведены в таблицах приложения Н.

3.4.5 Площади административно-служебных помещений депо

Размеры площадей административно-служебных помещений локомотивных и моторвагонных депо приведены в таблице Н.3.

3.5 Выбор основного необходимого оборудования и подъемно-транспортных средств депо

Выбор оборудования и подъемно-транспортных средств производится в соответствии с утвержденными техническими регламентами технологического оснащения локомотивных депо.

Технические регламенты устанавливают требования к оснащенности предприятий основным специализированным и нестандартизованным технологическим оборудованием и средствами диагностики. Ими следует руководствоваться при оценке технологической оснащенности ремонтных предприятий, а также при выполнении проектных работ по реконструкции и новому строительству.

Технический регламент является отраслевым руководящим документом, выполнение требований которого обязательно.

В соответствии с приложением П, выбранное оборудование свести в таблицу 3.13.

Таблица 3.13 – Перечень основного подъемно-транспортного, станочного и технологического оборудования, стендов, приспособлений для текущего ремонта электровозов (электropоездов)

Наименование оборудования, приспособлений	Тип и краткая характеристика	Единица измерения	Количество
...	...	...	...

3.6 Разработка плана депо с размещением участков и отделений

Локомотивное депо должно проектироваться на основе широкого применения передовых методов эксплуатации, комплексной механизации и автоматизации процессов ремонта и экипировки, как правило, на основании типовых проектов, разработанных институтом «Трансэлектропроект».

Планировка участков и отделений депо должна соответствовать принятым технологическим процессам ремонта локомотива и отдельных его узлов, нормам и правилам охраны труда, технике безопасности и пожарной безопасности.

Отделения мастерских депо предназначены для ремонта снимаемых с локомотивов при ТР-3, ТР-2 и ТР-1 агрегатов, сборочных единиц и деталей в объеме, предусмотренном правилами ремонта, частичного изготовления запасных частей локомотивов, механического оборудования депо, экипировочных устройств, инструмента. Мастерские должны работать на деповские кладовые, обеспечивая в них постоянные неснижаемые запасы деталей, позволяющие производить ремонт локомотивов по принципу взаимозаменяемости снимаемых узлов.

Взаимное расположение отделений депо должно в первую очередь обеспечить предусмотренные технологические процессы при наименьших затратах на транспортировку, а также наивыгоднейшие условия подачи сжатого воздуха, воды и пара к местам их потребления.

Отделения по ремонту крупных узлов локомотивов тележечное, трансформаторное, электромашинное, колесное размещают в здании ТР-3.

Для соблюдения пожарной безопасности кузнечное, сварочное, медницкое, термическое отделения объединяют в один блок, изолированный от остальных помещений капитальными стенами.

Вредные для здоровья отделения (пропиточное, хромировочное аккумуляторное, ремонта секций холодильника) располагают рядом, и для них делается общая вентиляция.

Типовой план основного тепловозного депо с программой ТР-3 на 300 секций в год приведен на рисунке 3.6. Спецификация к рисунку 3.6 приведена в таблице 3.14.

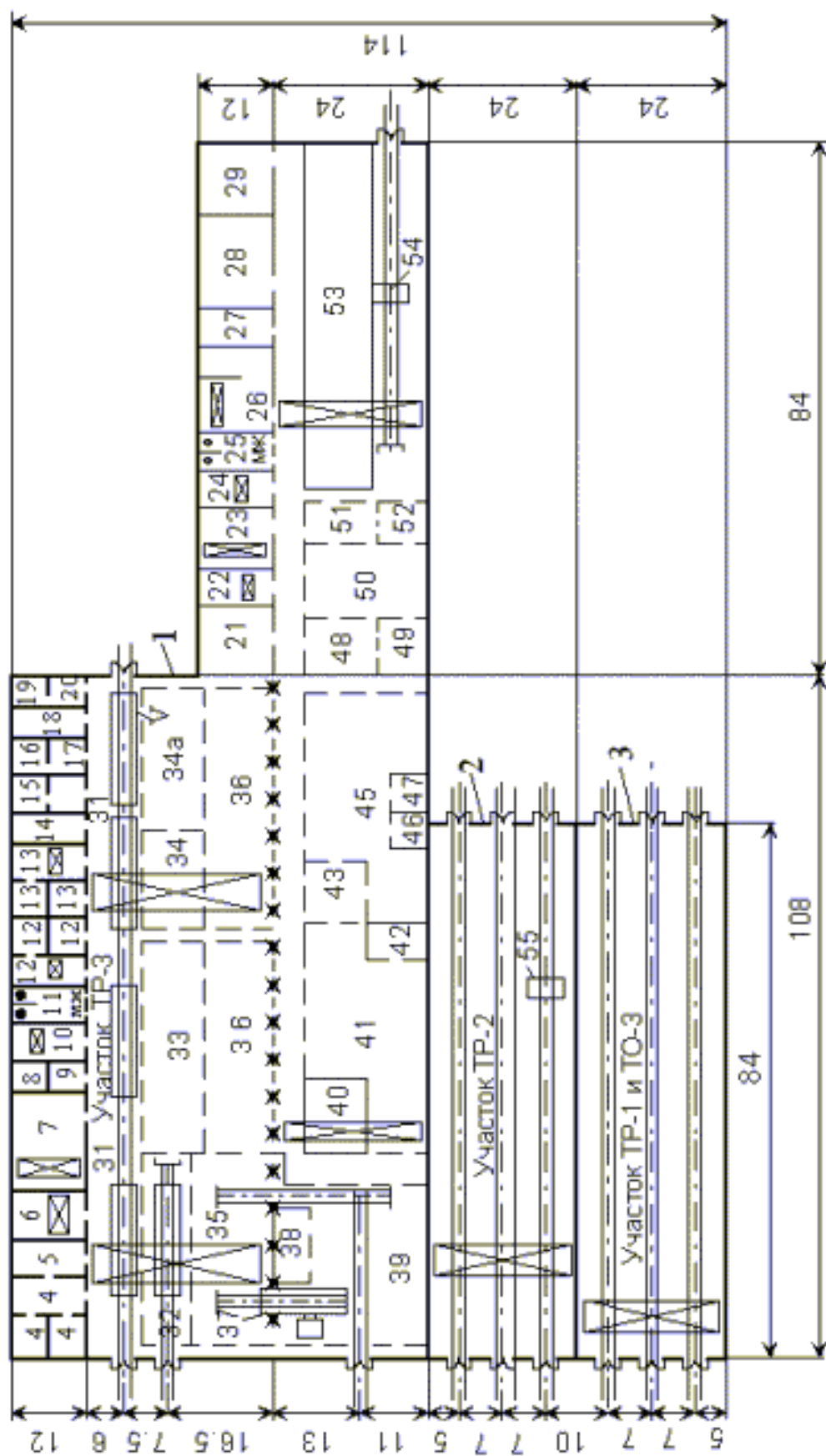


Рисунок 3.6 – Типовой план основного тепловозного депо с программой ТР-3 на 300 секций в год

Таблица 3.14 – Спецификация к рисунку 3.6

Номер позиции на рисунке 3.6	Наименование участков и отделений на плане депо
1	2
1	Участок текущего ремонта ТР-3
2	Участок текущего ремонта ТР-2
3	Участок текущего ремонта ТР-1 и ТО-3
4	Отделение топливной аппаратуры
5	Вентиляторная
6	Отделение ремонта фильтров и шерстомоечное
7	Отделение ремонта секций холодильника
8	Газогенераторная
9	Генераторная сварочного отделения
10	Сварочное отделение
11	Клозет
12	Отделение ремонта кислотных аккумуляторов
13	Отделение ремонта щелочных аккумуляторов
14	Кабинет мастеров
15	Кладовая смазочных материалов
16	Водоподготовительная
17	Агрегатная ввода и вывода локомотивов
18	Отделение ремонта КИП и скоростемеров
19	Отделение ремонта автостопов и радиосвязи
20	Отделение электроизмерительных приборов
21	Инструментальная
22	Термическое отделение
23	Кузнечное отделение
24	Заливочное отделение
25	Клозет
26	Отделение гальванических покрытий
27	Вентиляторная
28	Полимерное отделение
29	Столярное отделение
31	Поточная линия ремонта локомотивов
32	Резервная позиция
33	Места для хранения тележек и КМБ
34	Места для хранения дизелей или главных трансформаторов электровозов
34а	Позиции ремонта дизелей или трансформаторов
35	Позиции разборки тележек и КМБ

Продолжение таблицы 3.14

1	2
36	Поточная линия ремонта рам тележек
37	Моечная машина
38	Отделение ремонта роликовых подшипников
39	Отделение ремонта букс и колесных пар
40	Пропиточно-сушильное отделение
41	Электромашинное отделение
42	Испытательная станция
43	Отделение ремонта вспомогательных эл. машин
44	Электроаппаратное отделение
45	Дизель-агрегатное отделение
46	Участок очистки поршней
47	Участок испытаний
48	Мастерская производственного обучения
49	Автотормозное отделение
50	Механическое отделение
51	Ремонтно-хозяйственное отделение
52	Отделение электросилового оборудования
53	Кладовая
54	Доделочное стойло со скатоопускной канавой
55	Станок для обточки бандажей колесных пар без выкатки

3.7 Разработка плана тяговой территории депо с размещением устройств деповского хозяйства

Расположение тяговой территории выбирается таким образом, чтобы обеспечить уборку локомотивов от поездов и подачу их к составам с минимальной затратой времени и при наименьшем числе пересечений с маршрутами следования поездов. Планировка тяговой территории должна обеспечивать:

- компактность размещения устройств, чтобы снизить затраты на укладку путей, сети водоснабжения, канализации, теплофикации, освещения и др.;
- поточность операций при проходе локомотивов на пути экипировки, затем на пути стоянки готовых к работе локомотивов и к выходу на станцию, а также удобный заход локомотивов в депо;

– возможность дальнейшего развития ремонтных средств и экипировочных устройств.

Схемы тяговой территории могут различаться взаимным расположением трех элементов: депо, экипировочных устройств и путей стоянки локомотивов в ожидании выхода на станцию. Все другие пути и устройства, как, например, пути запаса локомотивов, материальный склад, котельная, пути пожарного и восстановительного поезда и др., размещаются в увязке с расположением этих трех элементов.

Путевое развитие тяговой территории должно иметь следующие группы путей:

- пути экипировки, технического осмотра и стоянки локомотивов в ожидании работы;
- пути к ремонтным цехам, складам, котельной и т. п.;
- ходовые пути;
- пути стоянки восстановительного, пожарного поездов и холодного резерва.

Число путей стоянки локомотивов в ожидании работы при ориентировочных расчетах принимается из условия нахождения на этих путях 10–12 % локомотивов, прибывающих в депо за сутки. Длина каждого пути рассчитывается на установку 4–5 локомотивов.

Вместимость путей стоянки локомотивов резерва рассчитывается по установленному депо проценту от эксплуатируемого парка. Длина каждого пути, как правило, принимается 250–300 м.

Полезная длина путей стоянки восстановительного и пожарного поездов проектируется для поездов первой категории – 300 м, второй категории – 250 м и третьей категории – 200 м; они должны иметь двусторонние выходы.

К складам, котельной и другим хозяйственным зданиям укладываются тупиковые пути длиной 100–150 м.

Полезная длина перед воротами локомотивного здания должна быть не менее длины локомотива плюс 5 м, при этом прямая вставка – не менее 12 м.

Расстояние между осями экипировочных путей должно составлять 6 м, между осями прочих – 4,9 м.

Марка крестовин стрелочных переводов должна быть в общем случае не круче 1/9, в стесненных – не круче 1/6.

Радиус кривых в общих случаях должен быть не менее 300 м, в стесненных условиях – не менее 180 м.

Радиус кривых треугольника – не менее 180 м.

Для проезда тележек, электрокаров, автомашин, а также для прохода людей на территории депо должны быть дороги и дорожки с твердым покрытием. Ширина дороги должна быть не менее 3,5 м, дорожки – 1,5 м.

Вокруг территории должна быть санитарно-защитная зона шириной 100 м до границы жилой застройки. В санитарной зоне могут располагаться только вспомогательные здания (столовая, прачечная и др.)

Территория депо должна быть ограждена, озеленена. При этом зеленые насаждения размещаются таким образом, чтобы не нарушалась видимость сигналов.

Тяговая территория электровозного депо отличается от территории тепловозного лишь небольшими размерами склада нефтепродуктов; территория депо электропоездов – наличием удлиненных экипировочных и обмывочных позиций, а также большей длиной путей отстоя.

Примерная схема тяговой территории основного тепловозного депо представлена на рисунке 3.7, а спецификация к этому рисунку – в таблице 3.15.

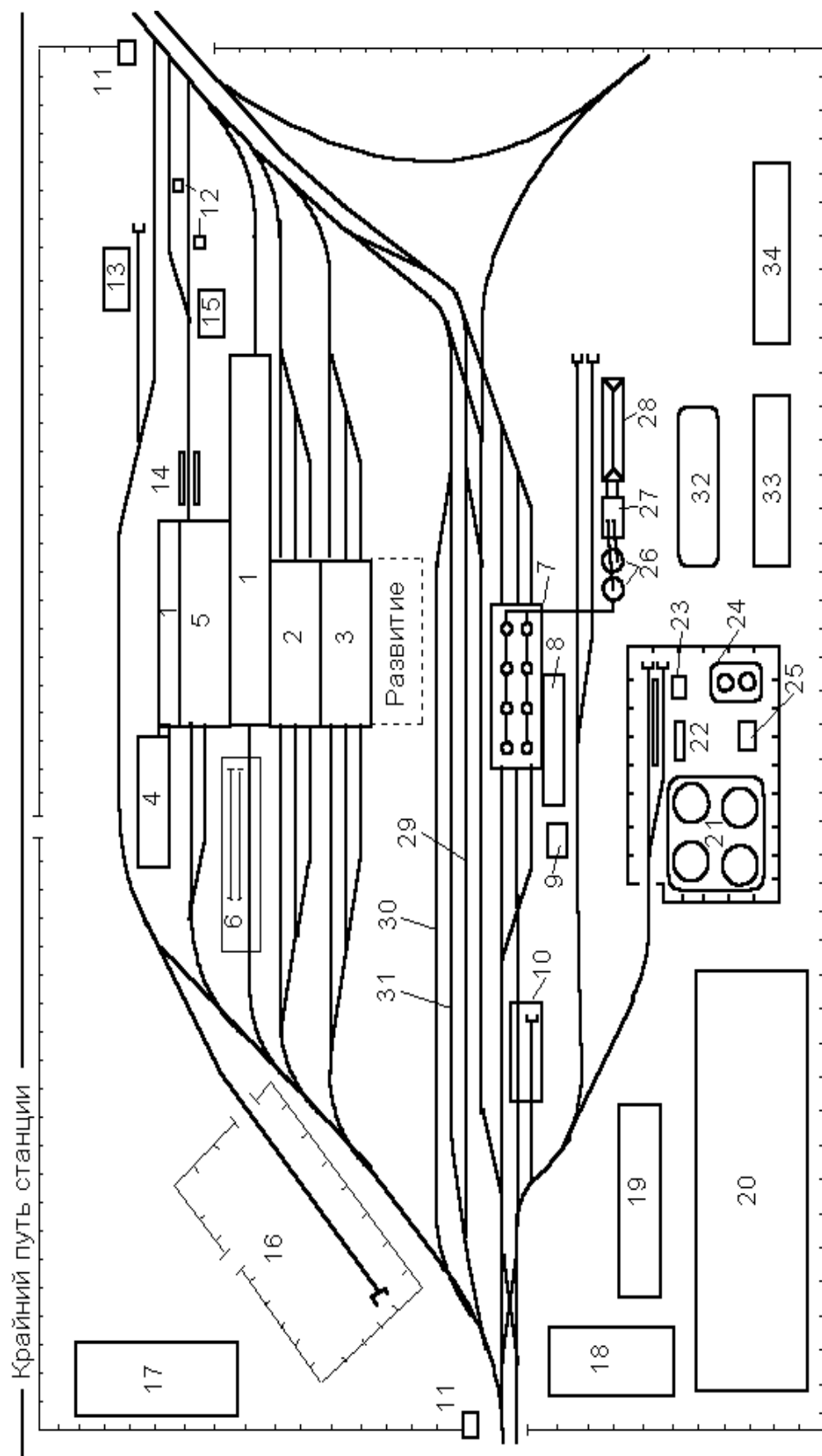


Рисунок 3.7 – Схема тяговой территории основного тепловозного депо

Таблица 3.15 – Спецификация к рисунку 3.7

Номер позиции на рисунке 3.7	Наименование участков и отделений на схеме тяговой территории депо
1	2
1	Мастерские
2	Здание ТР-2
3	Здание ТР-1 и ТО-3
4	Административно-бытовой корпус
5	Здание ТР-3
6	Парк колесных пар
7	Здание ТО-2 и экипировки
8	Служебно-техническое здание ТО-2 и экипировки
9	Склад масел
10	Здание обдувки, обмывки и окраски
11	Стрелочный контрольный пост
12	Установка для реостатных испытаний
13	Котельная
14	Ремонтные площадки ТР-3
15	Химико-технологическая лаборатория
16	Материальный склад
17	Гараж
18	Стоянка личных автомобилей
19	Столовая и конференц-зал
20	Стадион
21	Наземные металлические резервуары для диз. топлива
22	Насосная дизельного топлива
23	Здание мотопомп
24	Железобетонный резервуар для воды
25	Нефтеловушка
26	Склад сухого песка башенного типа
27	Пескосушилка
28	Склад сырого песка
29	Пути стоянки готовых к работе локомотивов
30	Путь стоянки пожарного поезда
31	Путь стоянки восстановительного поезда
32	Пожарный водоем
33	Дом отдыха локомотивных бригад и гостиница
34	Центр реабилитации локомотивных бригад

3.8 Расчет балльности проектируемого депо

В зависимости от объема выполняемой работы, на основании оценки ее в условных единицах (баллах) по установленной ОАО «РЖД» балльной системе, основным локомотивным депо присваиваются группы:

- первая (более 380 баллов);
- вторая (от 180 до 380 баллов);
- третья (от 80 до 180 баллов);
- четвертая (до 80 баллов).

Балльность локомотивного депо подсчитывается по нормам в среднем за месяц согласно таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Определение балльности локомотивных депо

Виды работ	Единица измерения	Количество баллов за единицу в экспл. парке	Годовое количество	В среднем за месяц в годовом исчислении	Общее количество баллов
1	2	3	4	5	6
<i>Электровозы</i>					
Парк электровозов в распоряжении депо	электровозо-секция	11,0	...	—	...
Текущий ремонт ТР-3		12,0	...	...	...
Текущий ремонт ТР-2	электровозо-секция	3,0	...	...	...
Текущий ремонт ТР-1	электровозо-секция	1,0	...	...	...
Техническое обслуживание ТО-3		0,4	...	...	...
Техническое обслуживание ТО-2	100 электровозо-секций	1,2	...	...	...
Общий пробег в границах участков работы локомотивных бригад	10000 электровозо-секций	1,0	...	...	...
Общий пробег в пассажирском движении	10000 электровозо-секций	2,0	...	...	...
Итого					...

Продолжение таблицы 3.16

<i>Электропоезда</i>					
Парк электровозов в распоряжении депо	электросекция	0,60	...	—	...
Текущий ремонт ТР-3		9,00	...	...	...
Текущий ремонт ТР-2		2,00	...	...	...
Текущий ремонт ТР-1		0,70	...	...	...
Техническое обслуживание ТО3		0,15	...	...	...
Техническое обслуживание ТО-2	100 электросекц.	0,65	...	...	...
Общие секции-километры в границах участков работы локомотивных бригад	10000 секции-км	0,50	...	...	...
Итого					...
<i>Подразделения, приписанные к локомотивному депо</i>					
Оборотное депо	одно подразделение	25,00	...	—	...
База запаса топлива и нефтепродуктов		15,00	...	—	...
База запаса локомотивов		15,00	...	—	...
Капитальный ремонт колесных пар	100 колесных пар	30,00	...	—	...
Узловая парокотельная	одно подразделение	10,00	...	—	...
Итого					...
ВСЕГО					...

По общему количеству баллов определяется группа депо, и для этой группы выполняются все дальнейшие расчеты.

3.9 Определение штата рабочих и служащих депо

3.9.1 Общие сведения

Штат рабочих и служащих депо складывается из штата производственных рабочих ремонтных цехов и отделений, штата локомотивных бригад, административного, вспомогательного и цехового персонала, а также штата рабочих отделения по ремонту деповского оборудования и работников хозяйственного отделения.

3.9.2 Расчет штата производственных рабочих

Расчет явочного штата производственных рабочих производится в соответствии с трудоемкостью единицы ремонта и годового количества ремонтов по формуле

$$\mathcal{U}_{\text{я}}^{\text{пр}} = \frac{M \cdot q}{\Phi \cdot K}, \quad (3.64)$$

где $\mathcal{U}_{\text{я}}^{\text{пр}}$ – явочное количество рабочих на данный вид ремонта

или технического обслуживания, чел.;

M – годовая программа данного вида ремонта или технического обслуживания локомотивов или секций МВПС;

q – нормативная трудоемкость ремонта или обслуживания на один локомотив или секцию МВПС, чел-ч;

Φ – годовой фонд рабочего времени одного работника, $\Phi = 2068,8$ ч;

K – коэффициент перевыполнения норм выработки, $K = (1,10 \dots 1,15)$.

Нормативы затрат рабочей силы на техническое обслуживание ТО-3 и текущий ремонт локомотивов и моторвагонного подвижного состава приведены в таблицах приложения Р.

Списочное число рабочих $\mathcal{U}_{\text{сп}}$, чел., определяется по следующему выражению:

$$\mathcal{U}_{\text{сп}}^{\text{пр}} = \mathcal{U}_{\text{я}}^{\text{пр}} \cdot (1 + k_{\text{зам}}), \quad (3.65)$$

где $k_{\text{зам}}$ – коэффициент замещения отсутствующих рабочих.

На ремонте локомотивов и МВПС $k_{\text{зам}} = 0,09$.

Затем списочный контингент рабочих для каждого вида ремонта и технического обслуживания распределяется в соответствии с процентным участием различных профессий в ремонте и техническом обслуживании. Процентное участие рабочих необходимо определить в соответствии с таблицами приложения Р.

Все полученные данные следует свести в расчетно-пояснительную записку по форме таблицы 3.17.

Таблица 3.17 – Распределение рабочих по цехам и отделениям

Наименование работ	Текущий ремонт						Техническое обслуживание		Итого, чел.
	ТР-3		ТР-2		ТР-1		ТО-3		
	%	чел.	%	чел.	%	чел.	%	чел.	
1 Слесарные, выполняемые комплексными бригадами по ремонту:									
- ...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2 Слесарные, выполняемые на специализированных участках:									
- ...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3 Другие работы:									
- ...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Всего	100	...	100	...	100	...	100	...	...

Примечания

1 Полученные результаты расчета числа рабочих в целом на вид ремонта и по профессиям нужно округлять до целого числа.

2 При округлении числа рабочих по профессиям необходимо проверить, чтобы общее число рабочих на данный вид ремонта не расходилось с расчетными.

3.9.3 Определение штата работников отделения по ремонту деповского оборудования, инструмента и работников хозяйственного отделения

Этот штат определяется в процентном отношении от трудовых затрат на производственные нужды. В дипломном проекте принять для электровозных депо 19 %, МВПС – 18 %.

Процентное участие профессий привести по форме, представленной в таблице 3.18.

Таблица 3.18 – Процентное участие профессий работников отделения по ремонту деповского оборудования, инструмента и работников хозяйственного отделения

Профессия	Процент к общим затратам труда на хоз. нужды депо	Число человек
Слесари по ремонту оборудования	36,6	...
Слесари по ремонту инструмента	7,6	...
Слесари-электрики	11,0	...
Токари	5,5	...
Сверловщики	1,6	...
Сварщики	2,4	...
Строгальщики и фрезеровщики	2,7	...
Заливщики	0,9	...
Кузнецы и молотобойцы	2,9	...
Маляры	3,2	...
Столяры и плотники	9,8	...
Разнорабочие	16,6	...
Итого	100,0	...

3.9.4 Определение штата локомотивных бригад

При расчете численности работников определяют явочное и списочное число. Явочное число – это число работников, которое должно быть на работе. Ввиду того что каждый работник имеет право на отпуск, не гарантирован от болезней и иногда должен отлучаться с работы для выполнения государственных и общественных обязанностей (например, народный заседатель), при определении потребности в рабочей силе учитывают и работников для замещения отсутствующих, то есть определяют списочное число.

Явочное число локомотивных бригад, необходимых для поездной работы, как в грузовом, так и в пассажирском движении определяется по формуле

$$C_{\text{яв}} = \frac{T_{\text{об}}^{\text{бр}} \cdot N \cdot 30,4}{166,7}, \quad (3.66)$$

где N – число пар поездов в сутки (см. исходные данные);

30,4 – среднее число календарных суток в месяце;

166,7 – среднемесячная норма рабочих часов

при сорокачасовой рабочей неделе.

Расчет числа локомотивных бригад следует начинать с определения рабочего времени бригады за оборот, например на участке А-Б-А, $T_{А-Б-А}^{бр}$, ч, по формуле

$$T_{А-Б-А}^{бр} = t_{AB} + t_{BA} + \sum t_{пр} + \sum t_{сд} + \sum t_{доп}, \quad (3.67)$$

где t_{AB} , t_{BA} – время хода поезда по участкам АВ и АВ, ч;

$\sum t_{пр}$ – суммарное время на приемку локомотива (за оборот), ч;

$\sum t_{сд}$ – суммарное время на сдачу локомотива (за оборот), ч;

$\sum t_{доп}$ – суммарное дополнительное время работы бригады, связанное с отцепкой, прицепкой локомотива, пробой тормозов, проследованием до контрольного поста и обратно, а также связанное с получением и сдачей маршрута, ознакомлением с приказами, проходом бригад к месту приемки локомотива, мин.

Таким же образом ведется расчет рабочего времени бригады для участка АВ. Время на приемку, сдачу, дополнительное время работы локомотивной бригады принять согласно таблице 3.19.

Таблица 3.19 – Время на приемку, сдачу, дополнительное время локомотивной бригады

Вид работы	Время, мин
1 Время на приемку (или сдачу) локомотива бригадами на станции основного депо	25
2 Время отцепки локомотива от поезда и проследования до контрольного поста на станции пунктов оборота	10
3 Время на сдачу локомотива бригадами в пунктах оборота	30
4 Время на приемку локомотивов бригадами в пунктах оборота	45
5 Время прохода локомотива под поезд, прицепки и пробы тормозов на станции в пунктах оборота	15
6 Время работы бригады, связанное с получением или сдачей маршрута, ознакомлением с приказами, проходом бригады к месту приемки локомотива	30
Итого	155

Списочное число локомотивных бригад $\mathcal{U}_{\text{сп}}$ определяется по формуле

$$\mathcal{U}_{\text{сп}} = \mathcal{U}_{\text{яв}} \cdot (1 + K_{\text{зам}}), \quad (3.68)$$

где $K_{\text{зам}}$ – коэффициент замещения отсутствующих локомотивных бригад,
 $K_{\text{зам}} = 0,12 \dots 0,15$.

Так как каждая бригада состоит из машиниста и его помощника, штат локомотивных бригад будет равен $\mathcal{U}_{\text{сп}} \cdot 2$.

Примечание – Если к депо приписаны маневровые тепловозы, то их обслуживание принимается в одно лицо.

3.9.5 Определение необходимого числа локомотивных бригад в пригородном движении

При расчете числа локомотивных бригад для моторвагонного подвижного состава обычно задается число локомотивных бригад, прикрепленных к одному сцепу.

В зависимости от составленного графика оборота электропоездов это число равно 3–4 бригадам к одному сцепу.

Отсюда явочное количество локомотивных бригад в пригородном движении можно определить по формуле

$$\mathcal{U}_{\text{яв}} = (3 \dots 4) \cdot M_{\text{э}}, \quad (3.69)$$

где $M_{\text{э}}$ – число электропоездов эксплуатируемого парка.

Списочное число локомотивных бригад будет определяться согласно формуле (3.68).

Численный состав проводников вагонов электропоездов принимается, руководствуясь местными указаниями руководителей депо (отделов отделений дороги).

3.9.6 Определение штата административно-управленческого и оперативно-производственного персонала

Данный штат определяется по типовым штатам и нормативам численности административно-управленческого и оперативно-производственного пер-

сонала локомотивных и моторвагонных депо согласно группе депо, исходя из характера сложности и объема выполняемых работ, оцениваемых по сумме баллов депо.

Ориентировочный штат административно-управленческого и оперативно-производственного персонала выбирают в соответствии с таблицей 3.20.

Таблица 3.20 – Ориентировочный штат административно-управленческого и оперативно-производственного персонала депо

Должность	Депо первой группы	Депо второй группы
1	2	3
Административно-управленческий персонал (АУП)		
<i>Аппарат депо</i>		
Начальник депо	1	1
Главный инженер	1	1
Заместитель начальника депо по ремонту	2	1
Заместитель начальника депо по эксплуатации	2	1
Заместитель начальника депо по кадрам и быту	1	–
Главный технолог	1	–
Секретарь-машинистка	1	1
<i>Отдел кадров</i>		
Начальник отдела кадров	1	1
Специалист по кадрам	2	1
Инспектор по кадрам	3	2
Делопроизводитель (машинистка)	1	–
<i>Производственно-технический отдел</i>		
Начальник отдела	1	1
Инженер-технолог	1	1
Главный механик	1	1
Инженер по оборудованию	1	–
Инженер по материально-техническому обеспеч.	1	–
Техник	2	1
<i>Бухгалтерия</i>		
Главный бухгалтер	1	1
Заместитель главного бухгалтера	1	–
Бухгалтер	5	3
Счетовод	1	1
Кассир	2	1
Зав. кладовой	1	1
Итого		...

Продолжение таблицы 3.20

<i>Оперативно-производственный персонал (ОПП)</i>		
<i>Цех эксплуатации</i>		
Дежурный по депо	4	4
Помощник дежурного по депо	4	—
Заведующий локомотивными бригадами	1	1
Старший нарядчик локомотивных бригад	2	2
Нарядчик локомотивных бригад	4	4
Оператор	8	4
Техник по расшифровке скоростемерных лент	4	2
Заведующей экипировкой локомотивов	1	1
Инженер по эксплуатации локомотивов	1	1
Машинист-инструктор	4	3
<i>Ремонтные цеха</i>		
Старший мастер	4	4
Мастер	12	10
Инженер-технолог цеха	6	4
Техник	10	6
Приемщик локомотивов	6	4
Инженер-нормировщик	1	1
Нормировщик	4	2
Расценщик	4	2
<i>Прочие должности</i>		
Заведующий лабораторией депо	1	1
Старший лаборант	2	1
Лаборант	6	4
Старший диспетчер депо	1	1
Диспетчер депо	4	3
Заведующий группой оперативного учета	1	1
Старший статистик по учету	1	1
Статистик по учету	8	4
Заведующий техническим кабинетом	1	1
Кладовщик	3	3
Уборщик цехов и др. производственных помещений	16	12
Итого		...
Всего		...
<i>Примечание</i> – Число перечисленных работников выбирается на основании действующих нормативов с учетом фактической потребности.		

Штат экипировочных бригад $Ч_{\text{сп}}^{\text{эк}}$ следует определить в следующем соотношении с производственными рабочими ремонтных цехов

$$Ч_{\text{сп}}^{\text{эк}} = \frac{1}{25} \cdot Ч_{\text{сп}}^{\text{рем}}. \quad (3.70)$$

3.9.7 Общий штат депо

Полученное число рабочих депо (производственные рабочие, хозяйственные рабочие, локомотивные бригады и т. д.) необходимо свести в таблицу 3.21.

Таблица 3.21 – Общий штат депо

Штат работников депо	Списочное число, чел.
Производственные рабочие по ремонту ЭПС	...
Вспомогательные рабочие (хоз.)	...
Локомотивные бригады	...
Работники АУП, ОПП и др.	...
Экипировочные бригады	...
Итого	...

4 Выполнение индивидуальной части проекта

4.1 Общие сведения

В индивидуальной части проекта детально разрабатывается какой-либо отделение (участок), если заданием не предусмотрено выполнение другой темы (реального задания).

При проектировании отделения или цеха предусматривается разработка комплекса организационных, технологических и специальных вопросов.

4.2 Общие сведения проектируемого цеха (отделения)

4.2.1 Назначение цеха

В данном пункте необходимо дать пояснение назначению проектируемого цеха (отделения). Например, отделение токоприемников предназначено для производства ремонта и регулировки токоприемников, правки каркасов полозьев, смены контактных пластин, при необходимости и для ремонта рам токоприемников.

4.2.2 Технологические связи цеха с другими подразделениями депо

Пример схемы связи участка ТР-1 с другими подразделениями депо представлен на рисунке 4.1.

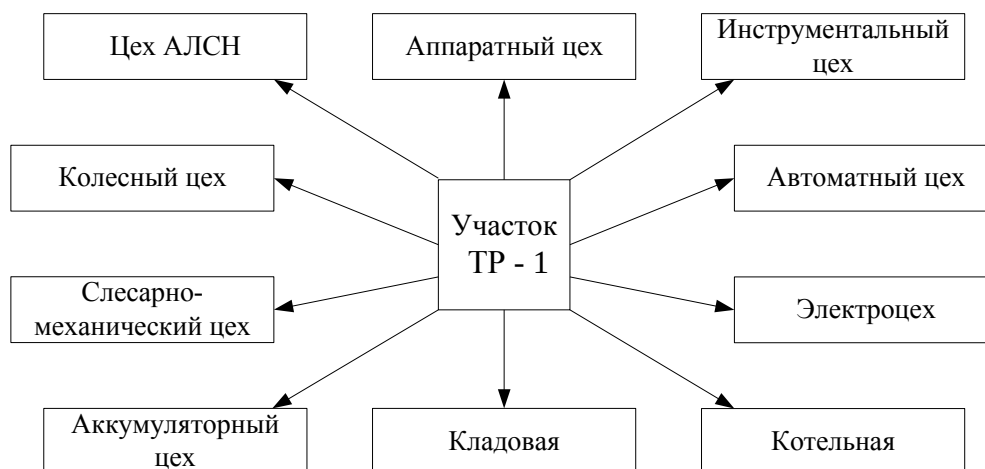


Рисунок 4.1 – Схема связи участка ТР-1 с другими подразделениями депо

4.2.3 Определение месячного объема работы цеха (отделения)

Объем работы участка (цеха, отделения) определяется, как правило, в натуральных единицах – число отремонтированных секций локомотивов, секций МВПС или комплектов аппаратов на секцию ТПС, комплектов колесных пар, аккумуляторных батарей и т. п., которое прямо зависит от объема работы всего депо.

Для организации работы цеха необходимо определить производственную программу, т. е. объем работ, который необходимо выполнить силами ремонтных рабочих данного цеха. Этот объем напрямую зависит от программы ремонтов локомотивов, которая была рассчитана в п. 3.3.2.

При определении объема работы цеха необходимо учесть его технологические и технические связи с другими цехами и подразделениями депо. Кроме того, при расчете надо иметь в виду, что как квалификация работ у состава рабочих цеха, так и уровни разряда работ в цехе могут различаться.

Если, допустим, по расчету число ремонтов ТР-3 за месяц составляет 9, то, естественно, электромашинное, электроаппаратное, колесное отделения должны соответственно подготовить такое же число комплектов электрических машин, аппаратов и колесных пар. Однако в проекте следует представить этот перечень развернутым, то есть для восьмиосных электровозов 72 тяговых двигателей, 18 двигателей компрессоров, 144 буксы (288 подшипников) и т. п.

Число промывочных ремонтов аккумуляторных батарей зависит от числа ремонтов ТР-3 и ТР-2, поскольку к этим видам ремонта приурочивается промывка щелочных аккумуляторов по близкой технологии.

В отделении ремонта токоприемников электровозного депо число ремонтов самих пантографов равно удвоенному числу ремонтов ТР-3, однако число полозов, поступающих на ремонт, определяется не числом ремонтов электровозов (моторных вагонов), а средним пробегом между заменами изношенных вставок (накладок) с учетом фактического пробега токоприемников в поднятом положении (на электровозах летом около 50 % времени один из токоприемников опущен, на электропоездах могут работать три из пяти). Пробег полозов между заменами вставок (накладок) сильно зависит от местных условий эксплуатации.

Помимо плановой ремонтируемой продукции следует предусмотреть и некоторый объем работ «на кладовую» для пополнения ее сборочными единица-

ми и деталями, не выполнившими установленный межремонтный пробег.

Пример 1. Необходимо рассчитать месячный объем работы отделения по ремонту тяговых редукторов электропоездов ЭР2 при известной годовой программе $M_{TP-3} = 77$ секций.

Месячный объем работы отделения $M_{мес}$, шт., определяем по следующей формуле:

$$M_{мес} = \frac{M_{TP-3} \cdot n}{12}, \quad (4.1)$$

где n – число тяговых редукторов одной секции, шт.

$$M_{мес} = \frac{77 \cdot 4}{12} = 25,7 \cong 26 \text{ шт.}$$

Помимо плановой ремонтируемой продукции предусматриваем и некоторый объем работ «на кладовую» $M_{клад}$, шт., для пополнения ее деталями, не выполнившими установленный межремонтный пробег:

$$M_{клад} = \frac{M_{мес}}{100} \cdot p, \quad (4.2)$$

где p – процент увеличения объема работ в отделении.

Принимаем $p = 10 \%$.

$$M_{клад} = \frac{26}{100} \cdot 10 \% = 2,6 \cong 3 \text{ шт.}$$

Предусматриваем внеплановый ремонт редукторов от общего объема работы отделения. Число внеплановых ремонтов редукторов принимаем 10 % от $M_{мес}$, тогда

$$M_{внепл} = \frac{M_{мес}}{100} \cdot 10 \%, \quad (4.3)$$

$$M_{внепл} = \frac{26}{100} \cdot 10 \% = 2,6 \cong 3 \text{ шт.}$$

Определяем окончательный объем работы отделения $M_{оконч}$, шт., по формуле

$$M_{оконч} = M_{мес} + M_{клад} + M_{внепл}, \quad (4.4)$$

$$M_{оконч} = 26 + 3 + 3 = 32 \text{ шт.}$$

4.3 Определение контингента рабочих производственного участка (отделения)

Явочный штат работников участка (отделения) определяется в соответствии с рассчитанным объемом работы цеха и трудоемкостью ремонта одной ремонтируемой единицы или одного комплекта сборочных единиц (деталей), которые подвергаются ремонту в данном отделении.

Расчет производят по формуле (3.64), указанной в п. 3.9.2.

Значение трудоемкости принимается из приложения Р. Для расчета штата принимают не всю приведенную в таблице норму чел.-ч, а ту часть, которая относится к комплексным бригадам и работникам, выполняющим другие работы, ориентируясь на материалы, собранные в депо в период преддипломной практики. Кроме того, предварительно выбранный штат рабочих участка (цеха, отделения) должен быть увязан с графиком работы участка.

Списочное число рабочих $Ч_{сп}$, чел. увеличивается на 7–9 % для замещения отсутствующих по различным причинам и определяется по формуле

$$Ч_{сп} = (1,07...1,09) \cdot Ч_{я}. \quad (4.5)$$

Полученный штат рабочих следует разбить по профессиям, например, для электромашинного участка: слесарь-сборщик, слесарь по ремонту обмоток, ремонту коллекторов, щеткодержателей, балансировщик, токарь и так далее, и свести в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Штат рабочих в цехе (отделении)

Профессия	Число человек	Средний разряд
...	...	...

Примечания

1 Средний разряд рабочих принять по цеху депо, где проходили преддипломную практику, или по сборнику нормативов.

2 Средний разряд рабочих должен соответствовать среднему разряду работы или быть немного ниже.

Расчет штата специализированных рабочих, *например* аккумуляторного отделения, производится на основании норм, принимаемых по «Сборнику типовых технически обоснованных норм времени на слесарные работы при техническом обслуживании и текущем ремонте электровоза ВЛ10» (в качестве примера).

Общее количество трудовых затрат на месяц по отделению можно определить по формуле

$$Q = \sum M \cdot q, \quad (4.6)$$

где M – число ремонтов соответствующего вида;

q – нормативы затрат, чел.-ч (принять по указанному выше сборнику).

Объем работы и трудоемкость ремонтов и ТО аккумуляторного отделения представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Объем работы и трудоемкость аккумуляторного отделения

Вид ремонта (или ТО)	ТР-3	ТР-2	ТР-1	ТО-3
Число ремонтов (или ТО)	6	9	105	–
Трудоемкость, чел.-ч	14,8	14,8	1,29	–

Подставляя в формулу (4.6) значения из таблицы 4.2, получаем

$$Q = (6 + 9) \cdot 14,8 + 105 \cdot 1,29 = 357,45 \text{ чел.-ч.}$$

К полученному значению следует добавить трудовые затраты на производство уравнительных зарядов батарей без съема их с локомотива, приняв число таких батарей 4–5 % от общего числа плановых ремонтов, то есть

$$105 \cdot 0,045 = 4,725 \approx 5 \text{ шт.}$$

Приняв трудоемкость $q = 1,11$ чел.-ч (согласно сборнику типовых технически обоснованных норм времени на слесарные работы при ТО и ТР электровозов ВЛ10), получим

$$5 \cdot 1,11 = 5,55 \approx 6 \text{ чел.-ч.}$$

Общая трудоемкость составит 363 чел.-ч.

Кроме того, следует учесть необходимость производства работ по заряду

аккумуляторов ручных фонарей и электрокар, приняв 5–6 % от общих затрат, тогда

$$C_{\text{я}} = \frac{363 \cdot 1,05}{166,7} = 2,28 \text{ чел.}$$

В соответствии с формулой (4.5) списочное число рабочих будет равно

$$C_{\text{сп}} = 1,09 \cdot 2,28 = 2,5 \approx 3 \text{ чел.}$$

4.4 Выбор оборудования и подъемно-транспортных средств участка (отделения)

В дипломном проекте этот вопрос решается без подробных расчетов, и поэтому можно выбрать типовое оборудование для заданного цеха (см. приложение С, Т).

Перечень устанавливаемого в цехе (отделении) оборудования должен обеспечить выполнение всех работ, предусмотренных Правилами ремонта и типовой технологией с соблюдением действующих правил по охране труда, технике безопасности и противопожарной безопасности.

Предусматриваемое в цехе (отделении) оборудование должно обеспечить высокую производительность, высокое качество труда, малую утомляемость рабочих, в то же время оборудование должно эффективно использоваться, обеспечить высокую культуру производства. Кроме того, нужно предусмотреть оборудование и приспособления, имеющиеся в цехах депо, где дипломники проходили производственную практику.

Выбранное оборудование свести в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Выбранное оборудование в цехе (отделении)

Технологическая операция	Основное технологическое оборудование	Обозначение, тип, разработчик
...	...	...

4.5 Общие требования при планировке участка

При ремонте локомотивов немало немеханизированных работ, выполняемых на верстаках, специальных стендах или просто на полу. При планировке участка следует учитывать и такие варианты. Размеры слесарных одноместных

верстаков 800×1400 мм; двухместных – 800×2500 мм. Площадь рабочего места с верстаком определяется габаритами верстака и места для рабочего. При установке оборудования необходимо учитывать нормы техники безопасности и удобство обслуживания.

Передачу деталей или изделий от одного рабочего места к другому, от оборудования к оборудованию осуществляют следующими способами:

- кранами консольными поворотными или мостовыми;
- кран-балками;
- электроталью, установленной на монорельсе;
- с помощью склизов (самотеком под действием силы тяжести);
- электрическими тележками или автокарами с подъемными платформами.

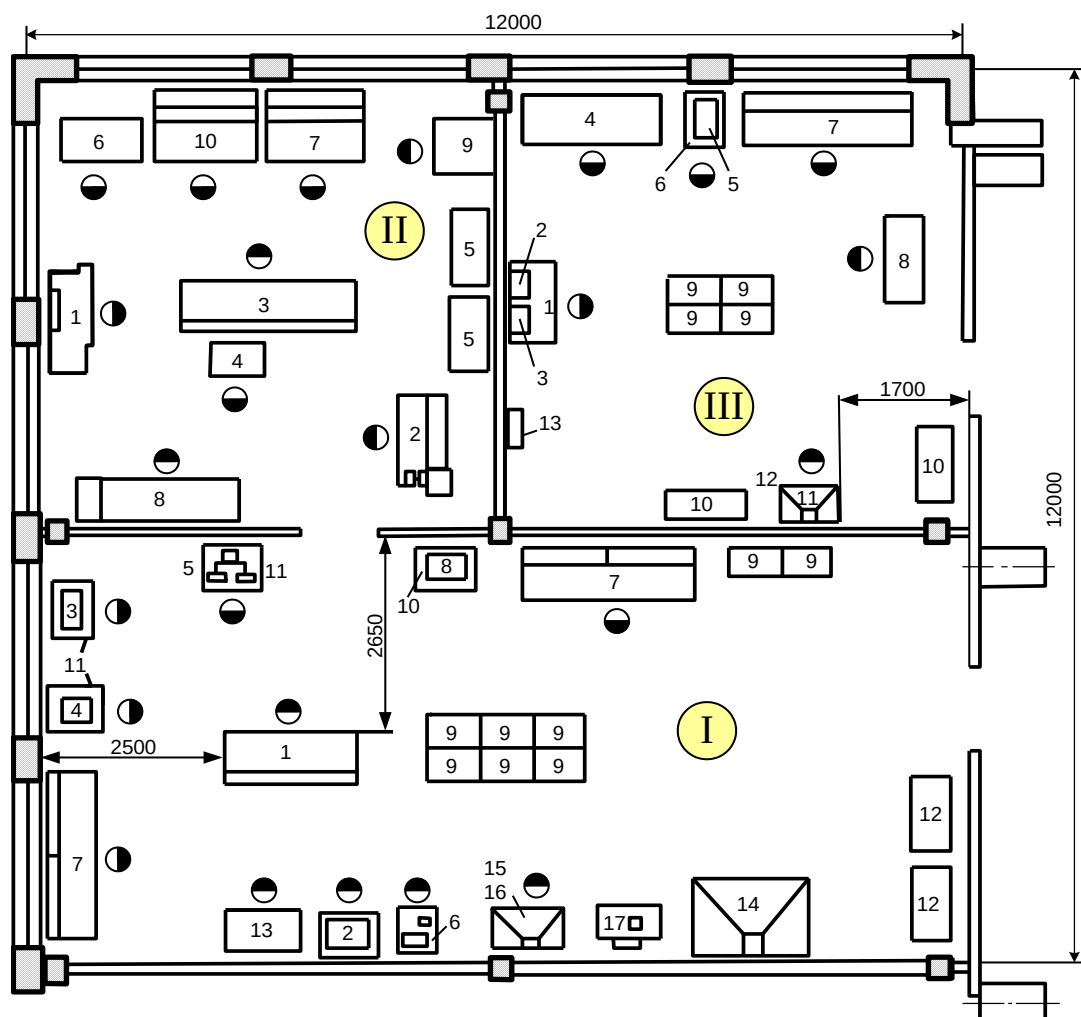
На участке должны быть предусмотрены складочные места: на первой операции – для комплектующих материалов и изделий (заготовок), на последней – для готовой продукции участка. Размеры площади складочных мест определяют исходя из необходимых производственных и сбытовых запасов и допустимой нагрузки на единицу площади пола. В современном массовом производстве складочных мест может и не быть.

Место рабочего возле оборудования или верстака обозначают кружком, светлая половина кружка должна быть обращена к станку. При многостаночном обслуживании необходимо указать рабочее место многостаночника и число обслуживаемых им станков. Если станков больше трех, на планировке указывают путь рабочего во время их обслуживания. Не следует планировку перегружать излишними деталями, однако надо указывать все, что требует дополнительной производственной площади, например шкафы, тары-накопители и т. п.

Кроме того, необходимо иметь в виду, что на каждого работника должно приходиться не менее $4,5 \text{ м}^2$ производственной площади при высоте помещения 3,2 м. Для обеспечения нужд работников, вспомогательных и обслуживающих производств необходимо определить размеры вспомогательных площадей. Культурно-бытовые помещения принимаются из расчёта 2 м^2 на одного производственного рабочего.

Служебные помещения рассчитываются исходя из нормы 6 м^2 на одного инженерно-технического работника и служащего. Хозяйственные и складские помещения рассчитываются из нормы 3 м^2 на одного вспомогательного рабочего.

Примеры планировок отделений локомотивного депо представлены на рисунке 4.4.



I – отделение контрольно-измерительных приборов: 1 – универсальный стенд для проверки скоростемеров; 2 – прибор для проверки хода часов; 3 – станок токарный настольный; 4 – станок настольно-сверлильный; 5 – стенд для испытания тахометров; 6 – стенд для испытания максиметров; 7 – верстак; 8 – пресс для испытания манометров; 9 – стеллаж универсальный секционный; 10,11 – стол под оборудование; 12 – шкаф для деталей и инструмента; 13 – стол конторский; 14 – вытяжной шкаф; 15 – стол для паяльных работ; 16 – электрический паяльник; 17 – шкаф для нагрева и прожировки деталей;

II – отделение электроизмерительных приборов: 1 – стенд для проверки электроманометров и электротермометров; 2 – стенд для испытания терморегулирующей аппаратуры; 3 – верстак; 4 – стеллаж универсальный секционный; 5 – шкаф для деталей и инструментов; 6 – стол конторский; 7 – стенд для проверки электроизмерительных приборов постоянного тока; 8 – стенд для заправки дистанционных термометров и манометров; 9 – стенд для измерения сопротивления электроизмерительных приборов; 10 – стенд для проверки электроизмерительных приборов переменного тока;

III – отделение автостопов и поездной радиосвязи: 1 – стол конторский; 2 – радиостанция; 3 – радиостанция; 4 – стол для осмотра радиостанций; 5 – станок настольно-сверлильный; 6 – стол под станок; 7 – верстак; 8 – стенд для испытания автостопов; 9 – стеллаж универсальный секционный; 10 – шкаф для деталей и инструмента; 11 – стол для паяльных работ; 12 – электрический паяльник; 13 – щит управления для испытания локомотивной сигнализации.

Рисунок 4.4 – Примеры планов отделений

4.6 Выбор площади участка (отделения)

Выбор площади участков и отделений был пояснен в общей части проекта, однако, размещая оборудование в цехе (отделении), следует произвести необходимую корректировку, исходя из фактически принимаемого расположения объектов ремонта (электровоз, вагон, узел, аппарат, деталь), габаритов оборудования, стендов, приспособлений с учетом требований технологий и санитарных норм.

Окончательная площадь участка (отделения) S , м^2 определяется по формуле

$$(4.7)$$

где a – длина отделения, м;
 b – ширина отделения, м.

4.7 Технологический процесс ремонта в цехе (отделении)

4.7.1 Общие сведения

В этом разделе дипломнику необходимо для проектируемого цеха или отделения осветить технологический процесс ремонта локомотивов (МВПС), узла или агрегата (по согласованию с консультантом), начиная с момента доставки его в цех (отделение) и кончая сборкой и испытанием.

4.7.2 Основные неисправности и способы их устранения

Необходимо перечислить неисправности сборочной единицы (узла), указать, каким способом (путем) можно предупредить возникновение износов и повреждений. Рекомендуются решить эти вопросы, используя форму, представленную в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Основные неисправности и способы устранения тягового редуктора электропоезда ЭР-2 (в качестве примера)

Основные неисправности	Способы устранения
...	...

4.7.3 Разработка технологической схемы ремонта

Ремонт деталей, узлов, агрегатов ЭПС производят по общей технологической схеме, предусматривающей: подготовку к ремонту, очистку деталей в сборе, разборку узла, очистку деталей, их дефектировку, собственно ремонт, сборку узла, регулировку, испытания после ремонта, приемку и контроль качества выполненных работ.

Технологическую схему ремонта рекомендуется начертить на масштабнo-координатной бумаге в виде структурной схемы конкретно для заданного объекта ремонта. Принятая схема может и должна различаться от общей, так как некоторые операции, возможно, будут исключены и введены другие.

Пример технологической схемы ремонта сборочной единицы представлен на рисунке 4.2.

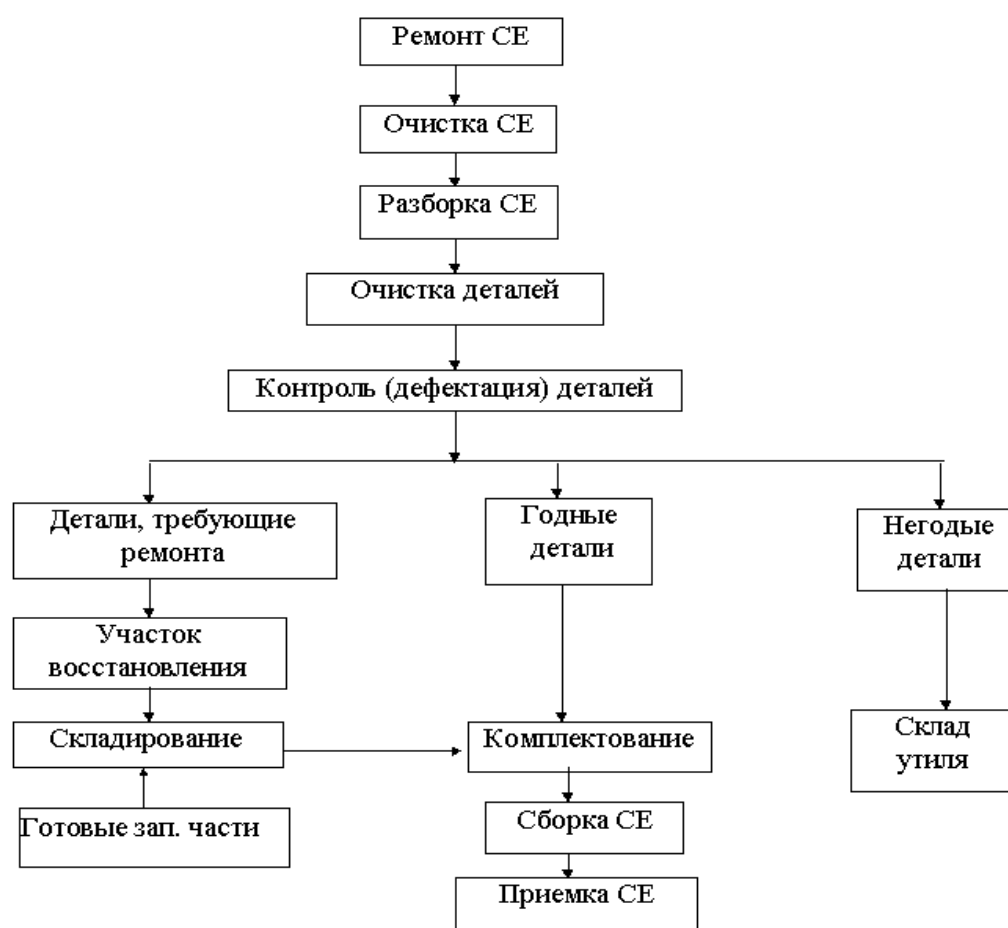


Рисунок 4.2 – Схема ремонта сборочной единицы

Схема выполнения текущего ремонта ТР-1 с укрупненными работами по

основным узлам электровоза ВЛ10 представлена на рисунке 4.3.



Рисунок 4.3 – Схема выполнения текущего ремонта ТР-1 с укрупненными работами по основным узлам электровоза ВЛ10

4.8 Специальный вопрос

4.8.1 Общие указания

По согласованию с руководителем дипломного проекта в качестве специального вопроса может быть выполнен один из следующих пунктов:

- разработка ленточного или сетевого графика технологического процесса производства в цехе;
- составление карты технологического процесса ремонта;
- описание средств механизации новой техники, поточных линий ремонта или каких-либо приспособлений, применяемых при ремонте узлов или агрегатов ЭПС.

По выбранному из вышеперечисленных пунктов дипломант в графической части проекта обязан начертить результат его разработки на листе формата А1, а в расчетно-пояснительной записке описать его на 1–3 страницах.

4.8.2 Разработка ленточного или сетевого графика технологического процесса производства в цехе

4.8.2.1 Общие сведения

Основой любого производственного процесса является календарный план. Календарный план устанавливает, когда и в каком объеме агрегаты и узлы локомотива будут готовы к применению.

Важную роль в календарном планировании и контроле играют графики.

При разработке графика следует отдавать предпочтение сетевым, по сравнению с линейными, однако при малом числе операций или отсутствии необходимости во взаимной увязке последовательности выполнения работ несколькими слесарями график может быть и ленточным.

4.8.2.2 Построение ленточного графика процесса

Основное достоинство ленточного графика (его еще называют графиком Ганта) заключается в простоте. Ремонт локомотива (узла, агрегата) осуществляется в соответствии с требованиями календарного плана, составленного исходя из утвержденных норм продолжительности технического обслуживания или ремонта локомотива.

На рисунке 4.4 показан укрупненный ленточный график ремонта экипажной части локомотива в объеме ТР-3 при норме продолжительности ремонта 41 ч.

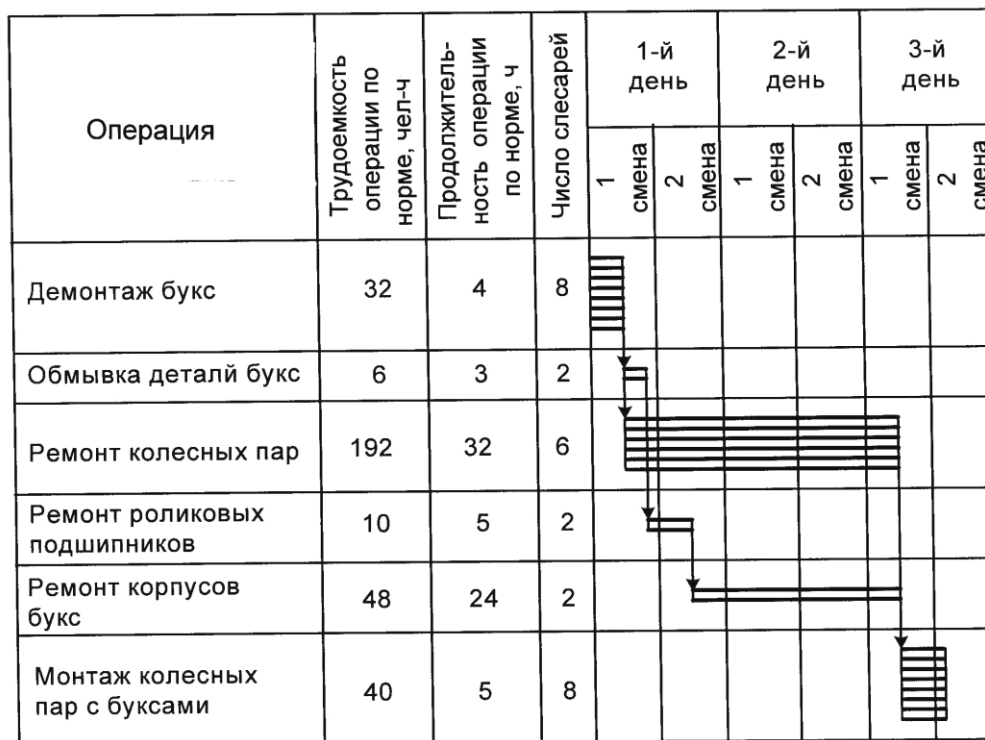


Рисунок 4.4 – Укрупненный ленточный график ремонта экипажной части

Ленточный график для определенного узла или агрегата составляется исходя из общего графика простоя локомотива в техническом обслуживании или ремонте.

На графике указывается наименование операции, трудоемкость операции по технологической норме, продолжительность операции из общего графика ремонта локомотива (дни, недели и т. д.), необходимое число слесарей на выполнение операции в заданное графиком время.

На графике число слесарей на каждой операции показывается параллельными линиями, а переход их с одной операции на другую – вертикальными стрелками.

Ценность графиков Ганта заключается в том, что благодаря фиксации на графике плановых и фактических данных постоянно видно действительное положение дел по мере выполнения работ.

4.8.2.3 Разработка сетевого графика производственного процесса

Сетевым графиком называется информационная математическая модель (направленный граф), которая дает наглядное представление об организации производственного процесса во времени и позволяет рассчитать все необходимые ресурсы на его выполнение.

Для построения сетевого графика используют небольшое число элементарных понятий и соответствующих им графических элементов.

Сетевая модель изображается в виде совокупности ограниченного числа кружков, попарно соединенных между собой стрелками. Пример сетевой модели представлен на рисунке 4.5.

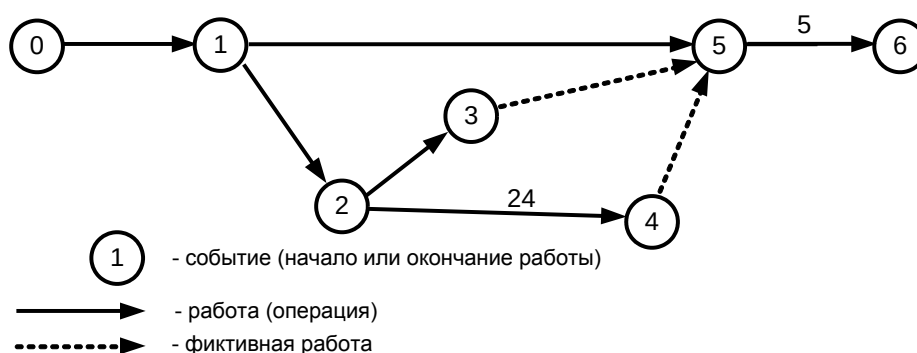


Рисунок 4.5 – Сетевой график

Событие определяет начало или окончание некоторой работы, но не сам процесс ее выполнения. На него не требуется расходов ни времени, ни ресурсов. В сетевом графике событие обозначают кружком, внутри которого ставят его номер.

Операция (работа) представляет собой реальный процесс выполнения некоторой работы, на который расходуются время, рабочая сила и материалы, используются оборудование или другие ресурсы. В сетевом графике операцию (работу) обозначают стрелкой, соединяющей два события.

Фиктивная операция (работа), или «ожидание», – это процесс, требующий определенного времени без затрат каких-либо ресурсов; чаще всего это технологические перерывы или просто зависимость между двумя событиями. Она обозначается в сетевом графике штриховой стрелкой.

Критический путь – это непрерывная последовательность операций и событий от начального до конечного события, требующая наибольшего времени для ее выполнения.

Временные оценки – цифры, показывающие продолжительность тех или иных работ, увязываемых в сетевом графике.

Сетевая модель строится на основе определителя ремонта узла, агрегата или всего локомотива.

Определитель работ несет полную информацию о планируемом производственном процессе. В качестве исходных материалов для определителя служит различная техническая документация: проектные задания, типовые технологические нормировочные карты, технологические карты, дефектные ведомости, сметы, рабочие чертежи, характеристики работ, анализ конструкции ремонтируемого агрегата и возможных его неисправностей и т. д.

Перечисленные документы позволяют при составлении определителя работ установить технологическую и организационную последовательность работ, их объемы, стоимость, потребность в машинах, механизмах, трудовые и материальные ресурсы.

Определители работ могут отличаться по форме и содержанию в зависимости от цели, для которой они разрабатываются.

Общей частью каждого определителя работ являются перечень и трудоемкость работ (временные оценки) и квалификация исполнителей.

В таблице 4.6 показан примерный определитель работ по ремонту экипажной части локомотива.

Таблица 4.6 – Укрупненный определитель операций при ремонте экипажной части локомотива в объеме ТР-3

Операция	Трудоемкость работы $Ч_{чi}$ из нормировочных карт, чел-ч	Тарифный разряд
Демонтаж букс	32	5
Обмывка деталей букс	6	3
Ремонт колесных пар	192	5
Ремонт роликовых подшипников	10	4
Ремонт корпусов букс	48	5
Монтаж колесных пар с буксами	40	6
Всего	328	—

При построении сетевого графика необходимо руководствоваться следующими правилами:

- операции должны следовать в порядке, обусловленном их технологической взаимосвязью;
- конечное событие наступает после выполнения всех работ, входящих в него;
- в сети не должно быть событий, имеющих одинаковое обозначение;
- на сетевой модели не должно быть замкнутых контуров;
- только критический путь сетевой модели не содержит фиктивных работ.

Построение сетевой модели выполняют в два этапа. Сначала строят *исходную модель*, на которой указывают детальную информацию о составе каждой работы и каждого события. Возможно полно указывается состав операций, формулировки условий свершения событий и оценки затрат оперативного времени. Затем, после тщательной проверки модели, предварительной её оптимизации и укрупнения строят *расчётную сетевую модель*, на которой указывают только краткое наименование работ, их трудоёмкость и номера событий.

Расчётная сетевая модель – это модель, по которой производится математический расчёт всех параметров производственного процесса.

Расчетная модель вычерчивается слева направо, в масштабе времени, нумерацию событий следует осуществить после построения сети.

Особое внимание при проверке сетевой модели следует обратить на участки «разветвлений» и «стыковки» работ. Стыковка нескольких параллельных ветвей производится с помощью фиктивных работ, соединяющих завершающие события каждой ветви с завершающим событием самой длинной ветви.

Пример. Построить сетевой график ремонта экипажной части тепловоза по определителю работ, приведенному в таблице 4.8.

Для начала составляем определитель работ для построения сетевого графика на основе данных таблицы 4.6 и рисунка 4.6 и полученные данные заносим в таблицу 4.7.

Таблица 4.7 – Укрупненный определитель операций при ремонте
экипажной части локомотива для разработки сетевой модели

Код работы	Операция	Трудоёмкость работы, чел-ч	Продолжитель- ность по норме, ч	Число рабочих, чел	Начало работы, ч	Окончание работы, ч
0-1	Демонтаж букс	32	4	8	0	4
1-2	Обмывка деталей букс	6	3	2	4	7
1-5	Ремонт колесных пар	192	32	6	4	36
2-3	Ремонт подшипников	10	5	2	7	12
2-4	Ремонт корпусов букс	48	24	2	7	31
3-5	Простой	0	0	0	12	36
4-5	Простой	0	0	0	31	36
5-6	Монтаж колесных пар с буксами	40	5	8	36	41

Строим исходный сетевой график без соблюдения масштаба во времени (рисунок 4.7), проставляем на нем события, а затем заносим коды работ в таблицу 4.7.

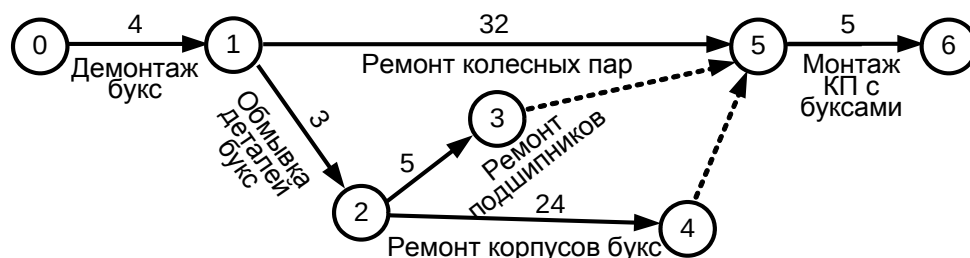


Рисунок 4.7 – Исходная сетевая модель

Используя данные таблицы 4.7, строим сетевой график на временной сетке, который представлен на рисунке 4.8.

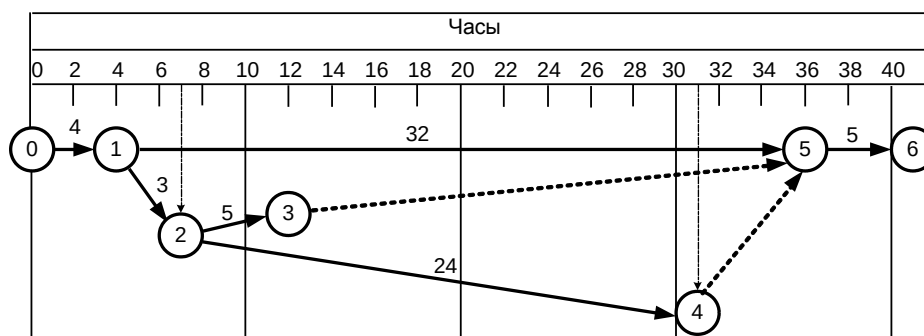


Рисунок 4.8 – Сетевой график в масштабе времени

4.8.3 Составление карты технологического процесса ремонта

Карта составляется по той же форме, что и в курсовом проекте по дисциплине «Технология ремонта тягового подвижного состава». За основу могут быть приняты технолого-нормировочные карты, приведенные в сборниках типовых технически обоснованных норм времени на слесарные операции при ТО и ТР локомотивов (МВПС). Карту технологического процесса ремонта необходимо выполнять по форме, указанной в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Карта технологического процесса ремонта

№ операции	Операция	Содержание операции	Эскиз операции или технологической оснастки	Инструменты, оборудование	Требования охраны труда
1	...	...	...	...	...

Графы необходимо заполнять следующим образом:

– графа «№ операции». Номера операций проставлять в технологической последовательности арабскими цифрами;

– графа «Операция». В этой графе кратко записываются операции в форме глагола повелительного наклонения – «снять», «очистить», «проверить» и т. п.; указывается наименование обрабатываемой поверхности (торец, галтель) и число операций (например, «сверлить семь отверстий»), а также характер обработки – предварительная, окончательная. Следует указать все операции по очистке, разборке, дефектировке, ремонту, регулировке, испытанию, а также контрольные и транспортировочные операции. Перечень операций должен быть достаточно подробным, обеспечивающим ясное представление об основных этапах работы;

– графа «Содержание операции». Здесь необходимо привести перечень и указать характер работ, выполняемых по данной операции, а также привести те технические требования, которым должна отвечать деталь (узел) при выпуске из данного вида ремонта;

– графа «Эскиз операции или технологической оснастки». На эскизе указываются данные, необходимые для выполнения технологического процесса: размеры, предельные отклонения, технические требования и др. Эскиз выполняется без соблюдения масштаба. Допускается выполнять несколько эскизов к различным операциям;

– графа «Инструменты, оборудование», в которой необходимо перечислить наименование оборудования, приспособлений, средств механизации, измерительного и рабочего инструмента, применяемых только для данной операции;

– графа «Требования охраны труда». В этой графе указываются требования охраны труда при выполнении операции.

4.8.4 Описание средств механизации и автоматизации новой техники или приспособления, применяемого при ремонте узлов (агрегатов) ЭПС

В этом разделе дипломанту необходимо выбрать и согласовать с консультантом дипломного проекта одно из средств механизации и автоматизации новой техники или приспособление, применяемое при ремонте узла (агрегата) ЭПС, используемого в проектируемом цехе.

При описании следует отразить следующие вопросы:

- назначение устройства;
- основные технические данные;
- конструкция и принцип действия.

4.9 Выбор и расчет системы энергоснабжения, освещения, вентиляции и отопления цеха (отделения)

4.9.1 Система энергоснабжения

В проекте следует перечислить все установки в цехе (отделении), потребляющие электроэнергию, с указанием величины напряжения, рода тока, мощности, и кратко указать, откуда эта энергия поступает (от распределительных устройств депо, соседнего цеха, деповских генераторов и т. п.). Все линии электропередач в пределах цеха (отделения) схематично должны быть показаны на плане цеха.

4.9.2 Система освещения

4.9.2.1 Общие сведения

Как естественное, так и искусственное освещение в цехах и отделениях выбираются в соответствии с действующими санитарными нормами проектирования предприятий с таким расчетом, чтобы на любом рабочем месте обеспечивалась достаточная освещенность в соответствии с видами работ по степени их точности.

Общее освещение производственных помещений необходимо осуществлять светильниками (ДРЛ, ДРИ и люминесцентные лампы). Лампы накаливания следует использовать преимущественно для местного освещения, для освещения помещений с временным пребыванием людей, во взрыво- и пожароопасных помещениях с тяжелыми условиями среды, для аварийного освещения.

Нормы освещенности производственных участков депо в зависимости от системы освещения приведены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Нормы освещенности производственных помещений

Участок, отделение	Общее освещение, лк	
	газоразрядные лампы	лампы накаливания
1 ТО-2, ТО-3, ТР-1, ТР-2, ТР-3	100	50
2 Тележечное отделение	100	50
3 Участок ремонта редуктора	200	150
4 Колесное отделение	100	50
5 Очистка, ремонт роликовых подшипников	150	100
6 Ремонт корпуса букс	200	150
7 Комплектация роликовых подшипников и букс	200	150
8 Электромашинное отделение	100	50
9 Гальваническое отделение	200	150
10 Автотормозное отделение	300	200
11 Электроаппаратное отделение	100	50
<i>Примечание</i> – Не указанные в таблице отделения и рабочие места можно посмотреть на с. 99...101 в учебнике [8].		

Для выполнения работ на локомотивах должны применяться местные стационарные и переносные светильники с лампами напряжением 50 В постоянного тока или 36 В переменного тока.

Смотровые каналы должны освещаться электрическими светильниками, расположенными в нишах канала, с лампами напряжением не выше 36 В переменного тока.

4.9.2.2 Расчет естественного освещения

Помещение участков и отделений депо должны иметь достаточное естественное освещение в дневное время.

Характеристикой достаточности освещения помещения считают величину коэффициента естественного освещения (к.е.о.).

При освещении помещения оконными просветами (боковое освещение) величина максимального к.е.о. определяется по формуле

$$\frac{S_{\text{ост}}}{S_{\text{пл}}} \cdot 100 = \frac{l_{\text{мин}} \cdot \eta_o}{\tau_o \cdot r_1}, \quad (4.8)$$

где $S_{\text{ост}}$ – площадь остекления, м²;

$S_{\text{пл}}$ – площадь пола освещаемого пролета, м²;

$l_{\text{мин}}$ – нормированное минимальное освещение (к.е.о.);

η_o – коэффициент световой характеристики;

τ_i – общий коэффициент светопропускания;

r_1 – коэффициент, учитывающий влияние отраженного света при боковом освещении.

Значения: нормированного минимального освещения; коэффициента, учитывающего влияние отраженного света при боковом освещении; коэффициента световых характеристик представлены в таблицах 4.10...4.12.

Таблица 4.10 – Значение нормированного минимального освещения

Виды работ по степени точности	$l_{\text{мин}}$
1 Весьма точные работы	2,00
2 Точные и тонкие работы	1,50
3 Работы средней точности	1,00
4 Грубые работы	0,50
5 Весьма грубые	0,25

Таблица 4.11 – Значение коэффициента, учитывающего влияние отраженного света при боковом освещении

Внутренние поверхности	Значение коэффициента r_1	
	при одностороннем остеклении	при двустороннем остеклении
1 Светлые	2,5	1,4
2 Средней светлости	2,0	1,2

Таблица 4.12 – Значение световых характеристик

Отношение длины помещения к его ширине	Отношение глубины помещения к высоте расположения окон (по верху)						
	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
4,0 и более	-	-	9,0	12,0	14,0	17,0	20,0
3,0	8,5	8,5	11,5	16,0	19,0	23,0	20,0
2,0	11,5	10,0	13,0	18,0	22,0	26,0	30,0
1,5	13,0	11,5	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0

Величину τ_i можно определить по следующей формуле:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3, \quad (4.9)$$

где τ_1 – коэффициент, учитывающий потери света от загрязнения стекол;

τ_2 – коэффициент, учитывающий светопропускание одинарного или двойного остекления;

τ_3 – коэффициент, зависящий от сорта стекла.

Значения коэффициентов τ_1 , τ_2 , τ_3 представлены в таблицах 4.13–4.15.

Таблица 4.13 – Значение коэффициента потери света

Помещения	Значение τ_1
С незначительным выделением пыли, копоти (ремонтные участки и отделения)	0,5...0,6

Таблица 4.14 – Значение коэффициента светопропускания

Конструкция остекления	Значение τ_2	
	деревянные переплеты	стальные переплеты
Одинарное остекление	0,7	0,80
Двойное остекление	0,5	0,65

Таблица 4.15 – Значение коэффициента сорта стекла

Сорт стекла	Значение τ_3
Листовой оконный толщиной 2...4 мм	0,9...0,8

Подставив все данные в формулу (4.8), находим площадь остекления. Затем площадь остекления делится на площадь одного оконного просвета, получаем число окон на участке или отделении.

Согласно типовым проектам локомотивного депо оконные просветы при высоте стен выше 7 м располагают в два ряда по высоте.

Габаритные размеры оконных просветов участков приведены в таблице 4.16.

Таблица 4.16 – Габаритные размеры оконных просветов

Показатель		Размеры для участков		
		ТР-3	ТР-2, ТР-1	ТО-3, ТО-2
Нижний ряд	высота, мм	6000	4400	3500
	ширина, мм	3000	3000	3000
Верхний ряд	высота, мм	2200	2200	1200
	ширина, мм	3000	3000	3000

В качестве примера произведем ориентировочный расчет естественного освещения цеха ТР-3, имеющего: длину $l = 78$ м, ширину $b = 26$ м, высоту здания $h = 14$ м, высоту до верхней кромки окна $h_1 = 12,5$ м.

Предварительно определяем из таблиц, %:

$$4.10 - l_{\text{мин}} = 1;$$

$$4.11 - r_1 = 2;$$

$$4.13 - \tau_1 = 0,6;$$

$$4.14 - \tau_2 = 0,7;$$

$$4.15 - \tau_3 = 0,8.$$

По формуле (4.9) находим общий коэффициент светопропускания:

$$\tau_o = 0,6 \cdot 0,7 \cdot 0,8 = 0,336.$$

Отношение длины помещения к ширине:

$$\frac{78}{26} = 3.$$

Отношение ширины цеха к высоте верхней кромки оконного просвета:

$$\frac{26}{12,5} = 2.$$

При этих значениях из таблицы 4.12 определяем коэффициент световой характеристики, $\eta_0 = 11,5$.

Из формулы (4.8) находим площадь остекления:

$$S_{\text{ост}} = \frac{1 \cdot 11,5 \cdot 78 \cdot 26}{0,336 \cdot 2 \cdot 100} = 347 \text{ м}^2.$$

Площадь оконного просвета:

– для нижнего ряда

$$S_1 = 6 \cdot 3 = 18 \text{ м}^2;$$

– верхнего ряда

$$S_2 = 3 \cdot 2,2 = 6,6 \text{ м}^2.$$

Тогда общая площадь

$$S = 18 + 6,6 = 24,6 \text{ м}^2.$$

Таким образом, при общей площади остекления $S_{\text{ост}} = 347 \text{ м}^2$ потребуется

$$\frac{S_{\text{ост}}}{S_{\text{пл}}} = \frac{347}{24,6} = 14 \text{ оконных просветов.}$$

4.9.2.3 Расчет искусственного освещения

В дипломном проекте расчет искусственного освещения сводится к определению общей мощности ламп и числа ламп на участке или в отделении. Расчет производится в следующей последовательности.

1 Выбрать тип светильника и высоту подвески согласно таблицам 4.17 и 4.18.

Таблица 4.17 – Удельная мощность общего освещения при освещенности 100 лк для светильников с лампами ДРЛ

Высота подвески светильников, м	Площадь помещения, м ²	Удельная мощность, Вт/м ²					
		УПД/ДРЛ	РСП-05/К33, С35ДРЛ	РСП-08/Г03, РСП-08/Г513	РСП-5/Г03, С34ДРЛ	РСП-07, РСП-08/Л00, РСП8/Л510	РСП-5Д03, СД2-ДРЛ, РСП-8/Д03
1	2	3	4	5	6	7	8
6–8	50–65	14,3	8,0	9,1	7,4	18,0	12,3
	65–90	12,3	7,5	7,9	6,9	15,0	10,9
	90–135	10,1	6,8	6,1	6,5	12,4	9,7
	135–250	8,8	6,1	5,9	5,8	10,1	8,2
	250–500	7,4	5,5	5,7	5,4	7,9	7,0
6–8	более 500	5,9	4,9	5,1	4,8	6,3	5,8
8–12	70–100	17,4	8,7	11,6	8,1	22,9	15,1
	100–130	14,4	8,1	9,2	7,5	18,1	12,3
	130–200	12,3	7,4	7,8	6,8	14,7	10,9
	200–300	10,2	6,7	7,0	6,3	12,0	9,6
	300–600	8,6	6,0	6,4	5,8	9,7	8,1
	600–1500	6,8	5,3	5,6	6,1	7,5	6,7
	более 1500	5,8	4,8	4,9	4,6	5,9	5,6

Таблица 4.18 – Удельная мощность общего освещения при освещенности 100 лк для светильников с люминесцентными лампами

Высота подвески светильников, м	Площадь помещения, м ²	Удельная мощность, Вт/м ²			
		ЛБ-40, ЛБ-65,	ЛБ-40, ЛБ-65, ЛБ-80, ЛД-40	ЛД-80, ЛДЦ-40, ЛТБ-80	ЛД-80, ЛДЦ-65, ЛДЦ-60
1	2	3	4	5	6
3–4	10–15	13,0	15,2	17,6	20,0
	15–20	11,6	13,6	15,5	18,0
	20–30	9,9	11,2	13,0	15,6
	30–50	7,7	8,6	10,0	12,1
	50–120	5,5	6,4	7,4	8,4
	120–300	4,4	5,2	5,9	6,7
	более 300	3,6	4,1	4,7	5,4
4–6	10–17	15,0	17,3	20,1	22,0
	17–25	13,6	15,8	18,2	20,0
	25–35	12,4	14,4	16,5	18,5
	35–50	10,8	12,1	14,2	15,8
	50–80	8,5	9,5	10,5	11,8
	80–150	6,0	7,0	7,9	9,2
	150–400	4,6	5,4	6,2	7,0
	более 400	3,5	4,1	4,7	5,4

2 Выбрать освещенность помещения по таблице 4.11.

3 Из таблиц 4.19 и 4.20 выбрать удельную мощность.

4 Принять в расчет мощность одного светильника:

- для ламп ЛБ – 40, 60, 65, 80 Вт;
- для ламп ДРЛ – 350, 500, 750 Вт.

5 Рассчитать общую мощность ламп.

6 Определить общее число светильников.

Пример. Требуется рассчитать число люминесцентных ламп для равномерного освещения аппаратного отделения площадью 180 м².

Для этого по таблице 4.9 находим, что для аппаратного отделения необходима освещенность в 100 лк при использовании люминесцентных ламп. По таблице 4.18 выбираем светильник ЛБ-40, при высоте подвешивания светильников (4–6) м, площади помещений (150–400) м² удельная мощность равна $w = 4,6$ Вт/м².

Общую мощность ламп (светильников) P_0 , Вт, определяем по следующей формуле:

$$P_0 = w \cdot S, \quad (4.10)$$

где w – удельная мощность светильника, Вт/м²;
 S – площадь помещения, м².

$$P_0 = 4,6 \cdot 180 = 828 \text{ Вт.}$$

Далее определяем число светильников h по формуле

$$h = \frac{P_0}{P_{\text{св}}}, \quad (4.11)$$

где $P_{\text{св}}$ – мощность одного светильника, Вт.

Принимая в одном светильнике две трубки, имеем

$$h = \frac{828}{2 \cdot 40} = 10,35 \text{ светильников.}$$

Принимаем 10 светильников.

4.9.3 Система вентиляции

4.9.3.1 Общие сведения

Вентиляция цеха может быть естественной и искусственной. Естественная вентиляция используется в цехах и отделениях, не имеющих вредных газовых выделений. Она осуществляется через неплотности дверей, фрамуг окон и световых фонарей.

Особо следует хорошо продумать систему вентиляции на рабочих местах с обильным газовыделением (зарядная и ремонтные места в аккумуляторной, в сварочной, газогенераторной, сушильно-пропиточной и т.п.).

4.9.3.2 Расчет искусственной вентиляции

Искусственная вентиляция помещений бывает вытяжная, приточная и комбинированная. Вытяжная вентиляция является обязательной для таких помещений, как туалетные, курительные комнаты, газогенераторное помещение, помещение моечной машины, зарядная аккумуляторных батарей и т.п.

Применение только одной приточной вентиляции рекомендуется в помещениях, где нет интенсивного загрязнения воздуха, но смена его необходима, а также когда требуется преградить доступ загрязненного воздуха из смежных помещений. Такая вентиляция уместна в отделении по ремонту тормозного оборудования, механическом и т.п.

Комбинированная (приточно-вытяжная) вентиляция применяется в помещениях большой кубатуры, а также в гальваническом, термическом, сварочном, аккумуляторном отделениях. При комбинированной системе вентиляции вытяжные и приточные устройства подбирают с таким расчетом, чтобы создать в помещении разрежение или подпор воздуха в зависимости от потребности.

Вытяжные и приточные вентиляционные установки бывают не требующие и требующие обработки воздуха. Установки с обработкой воздуха имеют дополнительные устройства: фильтры для очистки воздуха от пыли и газов, калориферы для подогрева воздуха, влагопоглощающие фильтры и др.

Виды вентиляции и кратность воздухообмена некоторых участков и отделений представлены в таблице 4.19.

Таблица 4.19 – Виды вентиляции и кратность воздухообмена

Участок, отделение	Виды вентиляции	Кратность воздухообмена
1	2	3
Участки ТО-3, ТР-1, ТР-2, ТР-3	Вытяжная и приточный отопительный агрегат	1–2
Электромашинное	Вытяжная и приточный агрегат	Расчет ведется по местным отсосам
Пропиточно-сушильное	Вытяжная и приточный агрегат	Расчет ведется по местным отсосам
Электроаппаратное	Естественная	–
Автотормозное	Приточная	3–5
КИП	Естественная	–
Аккумуляторное	Вытяжная и приточная	10
Зарядная	Вытяжная	10–15
По ремонту трансформаторов	Приточная	5
По ремонту токоприемников	Вытяжная и приточная	5–10
По ремонту топливной аппаратуры	Вытяжная	10 или по местным отсосам

Вентиляционные установки могут быть индивидуальными и групповыми. Индивидуальные применяются в тех случаях, когда удаляемый загрязненный воздух взрывоопасен, например воздух газогенераторного помещения или за-

рядной аккумуляторного отделения. В первом случае в состав загрязненного воздуха входит ацетилен, в другом – водород.

Групповые установки более экономичные, обеспечивают вентиляцию нескольких помещений, однородных по характеру производственного процесса.

Искусственная вентиляция осуществляется центробежными и осевыми вентиляторами, в помещениях с малой загрязненностью воздуха применяются в большинстве случаев осевые вентиляторы; в помещениях с большой загрязненностью воздуха применяются центробежные вентиляторы различной мощности.

Зная объем помещения, характер технологического процесса и кратность воздухообмена, в дипломном проекте нужно определить воздухообмен, подобрать тип вентилятора и определить мощность электродвигателя.

Характеристики осевых четырехлопастных вентиляторов представлены в таблице 4.20.

Таблица 4.20 – Характеристики осевых четырехлопастных вентиляторов ЦАГИ

№3			№4			№5			№6			№7		
$V, \text{ м}^3/\text{ч}$	$H_n, \text{ мм. вод. ст.}$	η_b	$V, \text{ м}^3/\text{ч}$	$H_n, \text{ мм. вод. ст.}$	η_b	$V, \text{ м}^3/\text{ч}$	$H_n, \text{ мм. вод. ст.}$	η_b	$V, \text{ м}^3/\text{ч}$	$H_n, \text{ мм. вод. ст.}$	η_b	$V, \text{ м}^3/\text{ч}$	$H_n, \text{ мм. вод. ст.}$	η_b
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1450 об/мин			1450 об/мин			960 об/мин			960 об/мин			960 об/мин		
400	7	0,40	1000	12	0,42	1500	7	0,45	2000	12	0,40	3500	15	0,42
500	6	0,48	1200	11	0,47	2000	6	0,52	2500	11	0,45	4000	14	0,44
600	6	0,51	1400	10	0,51	2500	6	0,57	3000	10	0,50	5000	13	0,51
700	5	0,54	1600	9	0,53	3000	5	0,59	3500	9	0,53	6000	13	0,54
800	5	0,57	1800	8	0,56	3500	4	0,59	4000	8	0,56	7000	12	0,57
900	4	0,60	2000	8	0,58	–	–	–	5000	7	0,58	8000	10	0,53
1000	4	0,58	2200	7	0,60	–	–	–	6000	6	0,49	9000	8	0,52
1100	3	0,50	2400	7	0,56	–	–	–	–	–	–	10000	6	0,45
1200	2	0,37	2600	6	0,52	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Коэффициенты запаса мощности электродвигателя представлены в таблице 4.21.

Таблица 4.21 – Коэффициенты запаса мощности электродвигателя

Мощность в кВт	Коэффициент запаса
до 0,5	1,50
до 1,0	1,30
до 2,0	1,20
до 5,0	1,15
свыше 5,0	1,10

Расчет вентиляционной установки рассмотрим на примере. Допустим, необходимо определить объем вентилируемого воздуха, подобрать тип вентилятора и определить мощность электродвигателя для механического отделения, имеющего объем 450 м^3 .

Для начала по таблице 4.19 находим кратность воздухообмена $K_p = 5$.

Далее определяем объем вентилируемого воздуха в помещении $V_{\text{возд}}$, $\text{м}^3/\text{ч}$, по следующей формуле:

$$V_{\text{возд}} = V \cdot K_p, \quad (4.12)$$

где V – объем цеха по наружным размерам, м^3 .

$$V_{\text{возд}} = 450 \cdot 5 = 2250 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

По объему вентилируемого воздуха в таблице 4.20 выбираем осевой, четырехлопастный вентилятор типа ЦАГИ №4, который имеет следующие основные данные:

- число оборотов вала, $n = 1450 \text{ об/мин}$;
- производительность, $V = 2400 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- развиваемый напор, $H_n = 7 \text{ мм вод. ст.}$;
- КПД вентилятора, $\eta_v = 0,56$.

Определяем мощность электродвигателя $N_{\text{дв}}$, кВт, по формуле

$$N_{\text{дв}} = \frac{V \cdot H_n}{3600 \cdot \eta_v \cdot 102}, \quad (4.13)$$

$$N_{\text{дв}} = \frac{2250 \cdot 7}{3600 \cdot 0,56 \cdot 102} = 0,077 \text{ кВт}.$$

По таблице 4.21 принимаем коэффициент запаса мощности электродвигателя, $K_{\text{зап}} = 1,5$.

Тогда с учетом коэффициента запаса мощность двигателя будет равна

$$N_{\text{дв}} = 0,077 \cdot 1,5 \approx 0,12 \text{ кВт.}$$

4.9.3.3 Определение количества вентилируемого воздуха по виду местных отсосов

К местным отсосам относятся зонты, укрытия и бортовые отсосы. Зонты устраивают над оборудованием, где невозможно создать укрытие и где с технологическим процессом связано выделение паров и газов, например в кузнечных горнах. Габарит зонта должен выходить на (100–150) мм за пределы границ оборудования. Эффективность зонта зависит от его глубины с углом $\alpha = 60^\circ$ и от длины его стороны.

Количество воздуха, отсасываемого от зонта V_z , м^3 , определяется по формуле

$$V_z = a \cdot b \cdot v \cdot 3600, \quad (4.14)$$

где a – сторона зонта, м;

b – глубина зонта, м;

v – скорость отсасываемого воздуха, м/с.

Скорость отсасываемого воздуха принять:

– для улавливания паров, $v = 0,3$ м/с;

– для улавливания газов, $v = 0,5$ м/с.

Укрытия – устройства, полностью закрывающие источник выделения газов с оставлением лишь рабочего отверстия.

Количество отсасываемого воздуха при использовании укрытия V_y , м^3 , находится по следующему выражению:

$$V_y = 1,1 \cdot a_o \cdot b_o \cdot v_y \cdot 3600, \quad (4.15)$$

где 1,1 – коэффициент запаса, учитывающий плотности укрытия;

a_o и b_o – стороны рабочего отверстия, м;

v_y – скорость отсасывания воздуха через отверстие укрытия, м/с.

4.9.4 Система отопления

Система отопления цеха должна обеспечивать в холодное время года температуру на рабочих местах в соответствии с действующими нормативами. Теплоснабжение депо может осуществляться как от ТЭЦ, так и от котельной, в последнем случае следует указать вид топлива, размещение котельной по отношению к зданиям депо, места хранения и пути подвоза жидкого и твердого топлива (на листе №2 «План-схема тяговой территории депо» графической части проекта). В некоторых случаях следует предусматривать местное калориферное отопление (вблизи ворот стойловых частей депо, дверей колесного цеха и т. д.).

В дипломном проекте необходимо произвести расчет расхода тепла проектируемого цеха, а в экономической части проекта рассчитать затраты на отопление и вентиляцию.

Максимальный расчетный расход тепла на отопление и вентиляцию B , кДж/ч, определяется по формуле

$$B = \left[\epsilon_o \cdot (t_{\text{пом}} - t_{\text{нар}}) + \epsilon_{\text{вен}} \cdot (t_{\text{пом}} - t_{\text{вен}}) \right] \cdot V, \quad (4.16)$$

где ϵ_o , $\epsilon_{\text{вен}}$ – удельный расход тепла соответственно на отопление и вентиляцию на 1 м³ помещения при разности внутренней и наружной температуры в 1 °С, кДж/ч (см. таблицу 4.22);

$t_{\text{пом}}$ – расчетная температура воздуха в помещении, °С
(см. таблицу 4.23);

$t_{\text{нар}}$ – расчетная температура наружного воздуха, °С
(см. таблицу 4.24);

$t_{\text{вен}}$ – расчетная вентиляционная температура, °С;

V – объем цеха по наружным размерам, м³.

Удельный расход тепла на отопление и вентиляцию производственных помещений представлен в таблице 4.22.

Расчетные температуры воздуха в помещениях представлены в таблице 4.23, а в таблице 4.24 – наружные расчетные и вентиляционные температуры, продолжительность отопительного периода и средние температуры отопительного периода.

Таблица 4.22 – Удельный расход тепла на отопление и вентиляцию производственных помещений

Помещение	Удельный расход тепла при разности внутренней и наружной температур, кДж/(м ³ ·ч)					
	Объем помещений, тыс. м ³					
	до 5	10	20	30	50	100
<i>Отопление</i>						
Ремонтные	2,52	2,10	1,89	–	–	–
Механосборочные	2,31	1,89	1,80	1,76	1,68	1,60
Механические и слесарные	2,31	1,89	1,80	1,76	1,68	1,60
Кузнечное	–	1,68	1,47	0,26	0,94	0,63
Термические	–	–	1,68	1,26	1,05	0,63
<i>Вентиляция</i>						
Ремонтные	0,84	0,63	0,42	–	–	–
Механосборочные	1,68	1,05	0,88	0,75	0,63	0,50
Механические и слесарные	1,68	1,05	0,88	0,75	0,63	0,50
Кузнечное	–	2,94	2,69	2,40	1,05	1,26
Термические	–	–	5,46	5,04	4,20	2,52

Таблица 4.23 – Расчетные температуры воздуха в помещениях

Помещение	Холодный и переходный периоды года	Теплый период года
Стойловые участки: – ТР-3, ТР-2, ТР-1, ТО-3, ТО-4; – ТО-2, экипировки	16–18 5	18–21 18–21
Отделения и участки мастерских: – лаборатория контрольно-измерительных приборов, – АЛСН, автостопов, выпрямительных установок; – прочие	20–23 17–19 16–18	22–25 20–22 20–22
Административно-служебные помещения	20–23	22–25

Таблица 4.24 – Наружные расчетные и вентиляционные температуры, продолжительность и средние температуры отопительного периода

Город	Отопительная температура, °С	Вентиляционная температура, °С	Продолжительность отопительного периода, сут	Средняя температура отопительного периода, °С
Астрахань	–22	–11	171	–2
Владивосток	–24	–16	205	–4,5
Вологда	–29	–16	232	–4,2
Воронеж	–25	–14	194	–3,7
Иркутск	–42	–29	243	–10,3
Казань	–29	–18	217	–5,9
Красноярск	–3,7	–22	231	–7,5
Самара	–29	–18	182	7,6
Санкт-Петербург	–24	–12	223	–2,0
Москва	–28	–14	212	–4,9
Новороссийск	–12	–4	125	–4,1
Новосибирск	–39	–25	223	–8,9
Одесса	–15	–7	160	1,1
Омск	–36	–24	227	–8,9
Ростов-на-Дону	–22	–10	175	–1,4
Рязань	–27	–15	208	–4,0
Саратов	–28	–17	196	–6,5
Екатеринбург	–32	–21	233	–6,5
Смоленск	–24	–13	213	–2,6
Ставрополь	–19	–7,8	149	–1,9
Волгоград	–25	–13	178	–2,6
Оренбург	–30	–19,6	182	–8,4
Чита	–39	–24,5	213	–14,1

Покажем пример расчета отопления на примере аппаратного отделения, для чего необходимо определить расчетный часовой расход тепла на отопление и вентиляцию отделения площадью 180 м^2 и высотой 4,8 м. Отделение расположено между двумя отапливаемыми помещениями; депо находится в районе г. Москвы.

Определим максимальный расчетный часовой расход тепла на отопление и вентиляцию по формуле (4.16).

Из таблицы 4.23 определяем, что оптимальная температура воздуха в аппаратном отделении $t_{\text{пом}} = 18 \text{ }^{\circ}\text{С}$.

По таблице 4.24 находим наружную температуру воздуха в районе г. Москвы: $t_{\text{нар}} = -28\text{ }^{\circ}\text{C}$ и вентиляционную температуру $t_{\text{вент}} = -14\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Из таблицы 4.22 удельный расход тепла на отопление и вентиляцию соответственно:

$$- e_o = 2,52 \text{ кДж/ч на } 1 \text{ м}^3 \text{ к } 1\text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$- e_{\text{вент}} = 0,84 \text{ кДж/ч на } 1 \text{ м}^3 \text{ к } 1\text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Аппаратное отделение расположено между двумя отапливаемым помещениями, поэтому уменьшаются теплопотери и в формулу вводится коэффициент, учитывающий уменьшение расчетных теплопотерь, K_y ; если к рассматриваемому помещению примыкает отапливаемое с одной стороны, то $K_y = 0,6$, если с двух сторон, то $K_y = 0,4$.

Подставив найденные значения в формулу (4.16), получим

$$B = [0,4 \cdot 2,52 \cdot [18 - (-28)] + 0,84 \cdot [18 - (-14)]] \cdot 864 = 62985 \text{ кДж/ч}.$$

Мы определили максимальный расход тепла аппаратным отделением за 1 ч при температуре наружного воздуха $t_{\text{нар}} = -28\text{ }^{\circ}\text{C}$; средняя температура отопительного периода $t_{\text{ср.от}} = -4,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ (из таблицы 4.24).

Средний расход тепла $B_{\text{ср}}$, кДж/ч можно определить по формуле

$$B_{\text{ср}} = \frac{1,1 \cdot B \cdot (t_{\text{пом}} - t_{\text{ср.от}})}{t_{\text{пом}} - t_{\text{нар}}}, \quad (4.17)$$

где 1,1 – коэффициент, учитывающий непроизводственные потери тепла.

$$B_{\text{ср}} = \frac{1,1 \cdot 62985 \cdot [18 - (-4,9)]}{18 - (-28)} = 34340 \text{ кДж/ч}.$$

4.10 Разработка вопросов охраны труда, мероприятий по сохранению экологии

4.10.1 Вопросы охраны труда при организации труда в цехе

Разрабатывая этот раздел дипломного проекта, необходимо рассмотреть в соответствии с технологией выполняемых работ в цехе опасные, вредные и особые факторы, перечислить и описать их. Разработать или описать уже имеющиеся в депо мероприятия по защите от них работников цеха, а также ос-

новные требования к технологическим процессам работ, основные безопасные приемы труда, требования к работникам и руководящему персоналу и т.п.

Ниже, в качестве примера, рассмотрены основные направления организации охраны труда в цехе ТР-1 тепловозов.

Требования к технологическим процессам ТР ТПС. Локомотивы до постановки на ремонт должны быть очищены от грязи, пыли, снега, льда. Электрические машины и аппараты должны быть продуты сжатым воздухом.

Ввод (вывод) ТПС в депо следует производить по команде одного лица – дежурного по депо или старшего мастера и под наблюдением сменного мастера (бригадира). Скорость передвижения локомотивов при вводе (выводе) в стойло не должна превышать 3 км/ч.

Передвижение толчками не допускается. Во время ввода (вывода) локомотивов в стойла створки ворот надежно закрепляются в открытом положении. Нахождение людей на крыше не допускается. Работники, находящиеся в стойле, оповещаются о вводе локомотива; работники обязаны выйти из смотровой канавы, на которую вводится локомотив. Локомотив должен полностью помещаться внутри здания. При этом важно соблюдать расстояния, обеспечивающие свободный проход персонала депо.

После ввода в стойло локомотив должен быть заторможен. До начала работ дизель следует заглушить. На пульте управления и в аппаратной камере необходимо вынуть предохранители, а на контакты пусковых контакторов надеть колпачки из изоляционного материала.

Ремонт экипажной части. Работами по подъему (опусканию) кузова локомотива должен руководить мастер или бригадир. Перемещение ТПС или прокручивание колесной пары во время ремонта должны производиться под контролем мастера или бригадира. При этом все другие работы прекращаются.

При замене отдельных деталей и сборочных единиц автоматических тормозов воздухораспределитель необходимо выключить, воздух из запасных резервуаров выпустить. Откручивать заглушки, краны, клапаны у приборов и резервуаров, находящихся под давлением, запрещается.

Ремонт электрооборудования. Перед началом ремонта электрооборудования ТПС обесточиваются все электрические цепи. Обтачивание и шлифование

коллекторов отдельных тяговых двигателей (далее – ТЭД) производится после вывешивания данной колесной пары и подключения ТЭД к источнику постоянного тока напряжением не более 110 В под контролем специально выделенного лица. При обтачивании и шлифовании коллектора тягового генератора непосредственно на локомотиве не должны выполняться работы, связанные с ремонтом дизеля и электрооборудования.

При замере электрического сопротивления изоляции выполнять другие работы на электрооборудовании запрещено.

Ремонт дизеля и вспомогательного оборудования. Перед началом работ по осмотру и ремонту дизеля должно быть проверено устойчивое положение плит настила пола дизельного помещения. Необходимо убедиться в отсутствии масла и топлива на поверхности пола.

Снимать и ставить топливные форсунки следует на неработающем дизеле. Перед пуском дизеля его нужно осмотреть, убрать все лишние предметы и установить ограждения и сетки. Один работник должен находиться у рукоятки ручного отключения дизеля.

Требования к зданиям, помещениям, устройствам и сооружениям депо. Здания и сооружения должны соответствовать требованиям строительных, санитарных, противопожарных норм, правил проектирования промышленных предприятий и норм технического проектирования депо. Проходы внутри производственных участков и отделений должны иметь ширину не менее 1,0 м. Ширина проездов для авто- и электрокаров вдоль производственного участка должна быть 1,8 м, торцовых стен – 3 м в соответствии с нормами технологического проектирования. Проходы и проезды не допускается загромождать оборудованием и различными материалами.

Ворота в стойловой части депо плотно закрываются. Механизм открывания ворот стойловой части должен быть заблокирован с устройством включения тепловых завес. Смотровые каналы должны иметь гладкие, легко моющиеся стены, освещение, отопление, а дно каналы – уклон к сборным колодцам; ниши, устроенные для размещения светильников, – защищены от попадания смазки и грязи.

Требования к отоплению и вентиляции. Температура, относительная влажность и скорость движения воздуха в рабочей зоне при всех видах текущего ремонта и технического обслуживания ТПС должны соответствовать ГОСТ 12.1.005-76.

Воздух, удаляемый общеобменной системой вентиляции, не должен загрязнять воздух жилых районов пылью и веществами в концентрации, превышающей предельно допустимые концентрации для атмосферного воздуха.

Шум и вибрация. Уровни шума в производственных помещениях не должны превышать нормы, установленные ГОСТ 12.1.003-83.

Требования к пожарной безопасности. В производственных помещениях и на территории депо должны быть обеспечены противопожарные мероприятия в соответствии с ГОСТ 12.1.004-85. Для тушения возгорания электропроводов и электропроводки используются только углекислотные огнетушители и сухой песок.

Требования к технологическому оборудованию и инструменту. Эксплуатируемое оборудование должно быть в исправном состоянии. Рабочее место следует держать в чистоте и порядке. Нельзя загромождать проходы запасными частями и материалами. Домкраты для подъема локомотивов испытываются на статическую нагрузку 1 раз в 3 года.

Баллоны и другие сосуды, работающие под давлением, следует эксплуатировать и испытывать в соответствии с действующими правилами устройства и безопасности эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

4.10.2 Мероприятия по сохранению экологии

В этом разделе должны быть раскрыты направления взаимодействия предприятия с окружающей средой. Локомотивное депо является тревожным объектом для экологии. Поэтому важно, чтобы были приняты все возможные меры для сохранения экологии.

Должны быть продуманы меры по следующим направлениям защиты:

- охрана окружающей воздушной среды;
- охрана и рациональное использование водных ресурсов;
- охрана почв и др.

В приведенном примере рассмотрены основные направления организации мероприятий по сохранению и защите экологии от воздействия технологических процессов цеха текущего ремонта ТР-1 локомотивов.

Охрана воздушной среды. Согласно графику производственно-профилактических работ производить очистку котлов, газоходов котлов в котельной в течение года, в результате чего уменьшатся выбросы вредных веществ в атмосферу. Разработать нормы предельно-допустимых выбросов (далее – ПДВ) по основному депо для контроля за выбросами вредных веществ.

Охрана и рациональное использование водных ресурсов. Постоянно производить очистку нефтеуловителей согласно графику, чтобы уменьшить количество нефтепродуктов в сточной воде. Контролировать ход строительства очистных сооружений основного депо, что даст экономический эффект примерно 300–350 тыс. р. в год.

Охрана почв. Продлить договор на вывоз токсичных отходов нефтепродуктов, то есть проводить утилизацию отходов. Производить сбор отработанных масел в специальные емкости. Производить сдачу лома черных металлов на вторичную переработку, что даст эффект 20 тыс. р. в год. Производить срезку замазученного грунта с подсыпкой песком тракционных путей депо (1000 м), причем делать это нужно постоянно для улучшения состояния тракционных путей. Постоянно проводить уборку и своевременный вывоз мусора с территории, производить вывоз люминесцентных ламп и их демеркуризацию в установленных пунктах.

В соответствии с вышерассмотренными мероприятиями в локомотивном депо составляется план мероприятий по сохранению экологии.

5 Выполнение экономической части

5.1 Общие указания

Экономическая часть дипломного проекта предусматривает составление производственно-финансового плана участка (отделения) депо, определение норм выработки рабочих цеха (отделения) и производительности труда работника депо.

5.2 Составление и расчет производственно-финансового плана цеха

Производственно-финансовый план – основной документ, на основании которого осуществляется вся производственно-хозяйственная и финансовая деятельность предприятия.

Профинплан цеха состоит из следующих разделов:

- производственная программа;
- технико-производственные показатели;
- план по труду;
- план эксплуатационных расходов.

5.2.1 Производственная программа цеха

Производственная программа цеха, участка или отделения представляет собой объем работ по выполнению определенных видов ремонта или обслуживания локомотивов в данном подразделении депо. Расчет программы работы цеха подробно был рассмотрен в п. 4.2.4. Расчет выполняется каким-либо одним из приведенных способов.

Производственная программа цеха является исходной величиной для всех расчетов экономической части проекта. Перед выполнением экономических расчетов следует тщательно проверить производственную программу и обязательно проконсультироваться по этому пункту с руководителем проекта.

При расчете производственной программы заготовительных цехов необходимо учесть их вклад в каждый вид ремонта и обслуживания локомотивов в депо. По нормативам трудоемкости на каждом виде ремонта выполняются работы одинаковой группы, но разных объемов (по трудовым затратам), например, работы по ремонту тормозного оборудования выполняются на каждом виде ре-

монта, но в разном объеме. Однако все эти работы должны выполняться специалистами автотормозного цеха. Поэтому расчет производственной программы таких цехов выгоднее вести, определяя общие затраты труда, или, точнее, нормативы трудовых затрат на эти работы в каждом виде ремонта, а затем привести к общему показателю и получить приведенную программу работы цеха в приведенных единицах продукции.

5.2.2 Техничко-производственные показатели

В этом пункте проекта следует рассчитать и привести основные технико-производственные показатели работы проектируемого цеха. К основным таким показателям относятся и расходы цеха на материалы и запасные части, необходимые для ремонта локомотива в рамках Правил ремонта и технологического запаса этих материалов. Для расчетов в дипломном проекте эти данные необходимо принять как средние величины или нормативные данные, действующие в условиях региона или базовых локомотивных депо. Ориентировочная стоимость материала и запчастей на единицу ремонта и технического обслуживания представлена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Ориентировочная стоимость материалов и запасных частей на единицу ремонта на 01.10.05 (данные следует уточнить в планово-экономическом отделе депо)

Вид ремонта или технического обслуживания	Серия ТПС (МВПС)	Стоимость материала на единицу ремонта, р.
ТР-3	ВЛ10, ВЛ11	310123
	ВЛ80	304271
	ЧС7	735600
	ЭР2, ЭР9	520184
ТР-2	ВЛ10, ВЛ11	26186
	ВЛ80	25043
	ЧС7	554782
	ЭР2, ЭР9	148944
ТР-1	ВЛ10, ВЛ11	15254
	ВЛ80	13660
	ЧС7	18500
	ЭР2, ЭР9	5254
ТО-3	ЧС7	9617
	ЭР2, ЭР9	780

При расчете расходов на материалы и запасные части для ремонта определенных объектов в заготовительных цехах можно использовать процент участия данного цеха в общем виде ремонта. Такой процент участия можно определить по трудоемкости работ в данном цехе и общей трудоемкости данного вида ремонта.

Затраты H , р., определяются по формуле

$$H = \frac{C_{\text{ед}} \cdot \gamma}{100}, \quad (5.1)$$

где $C_{\text{ед}}$ – ориентировочная стоимость материалов запасных частей на единицу каждого ремонта, р.;

γ – процент участия цеха в расходах по материалам и запасным частям на единицу ремонта.

Величина γ определяется по следующему выражению

$$\gamma = \frac{q_i}{q_{\text{общ}}} \cdot 100 \%, \quad (5.2)$$

где q_i – норматив трудоемкости для комплексной бригады, чел.-ч;

$q_{\text{общ}}$ – общая норма, чел.-ч.

Норматив трудоемкости для комплексной бригады и общую норму принять согласно приложениям.

Тогда общая стоимость материалов на все виды ремонтов по данному цеху $H_{\text{общ}}$, р., определяется по формуле

$$H_{\text{общ}} = H_{\text{гр}} \cdot M_{\text{гр}} + H_{\text{пас}} \cdot M_{\text{пас}}. \quad (5.3)$$

Определить общую стоимость материалов на программу ремонтов в цехе можно и другим способом, используя приведенную программу цеха, тогда

$$H_{\text{общ}} = H_{\text{гр}} \cdot M_{\text{прив}}. \quad (5.4)$$

Примечание – Погрешность в расчетах может быть вызвана из-за неточного определения коэффициента приведения.

5.2.3 План по труду

План по труду устанавливает число производственных рабочих, общий штат и фонд заработной платы на планируемый период. Результаты сводятся в штатную ведомость. Основными показателями плана по труду являются производительность труда, численность работников, среднемесячная заработная плата, фонд заработной платы.

5.2.3.1 Определение числа производственных рабочих

Определение явочного и списочного числа производственных рабочих произведено в п. 4.3.

5.2.3.2 Определение цехового штата

В состав цехового штата включаются работники, которые участвуют в работе цеха и выполняют какие-либо работы, не связанные непосредственно с выпуском главной продукции цеха. Однако без их участия производственный процесс может стать менее производительным. В состав цехового штата обычно входит управленческий аппарат, обслуживающий персонал, вспомогательный персонал и др.

В дипломном проекте в цеховой штат следует включить управленческий аппарат в лице начальника цеха, мастеров, освобожденных бригадиров. В бригадах могут быть не освобожденные бригадиры – это высококвалифицированные, опытные и наиболее ответственные рабочие, которые выполняют некоторые обязанности бригадира за дополнительную оплату.

Обычно освобожденный бригадир назначается в бригадах, численность которой достигает 5–7 и более человек.

Мастер назначается на 2–3 бригады или на смену (сменный мастер). В большом цехе (численность рабочих от 25 до 30 и более) может быть введена должность старшего мастера или начальника цеха, участка.

При выполнении дипломного проекта этот вопрос окончательно решается после консультации с руководителем проекта. При решении по укомплектованию цехового штата необходимо воспользоваться опытом региональных предприятий железнодорожного транспорта, в том числе и локомотивных депо, где проходила технологическая практика.

5.2.3.3 Составление и расчет штатной ведомости

Штатная ведомость – это расчетный документ, с помощью которого определяют заработную плату каждого работника цеха. Штатная ведомость дает исчерпывающие сведения о главной части основных расходов – заработной плате производственных рабочих (определяет годовой фонд заработной платы производственных рабочих). В штатной ведомости приводятся и сведения о заработной плате цехового штата.

Для расчета штатной ведомости необходимо иметь некоторые исходные данные и справочные материалы:

- средний тарифный разряд работ в цехе (выбирается в соответствии с нормативами трудоемкости работ в цехе);
- штатное расписание рабочих с разбивкой по квалификации и в пределах рассчитанного списочного количества рабочих;
- выписку из действующей тарифной сетки с тарифными коэффициентами, часовыми тарифными ставками по каждому квалификационному разряду.

Средний тарифный разряд рабочих не должен превышать среднего разряда работ в цехе. Но он не должен отличаться и в сторону занижения, так как в этом случае низкий уровень квалификации рабочих не обеспечит требуемого качества работ. Завышенный уровень квалификации рабочих приводит к перерасходу фонда заработной платы, который определен по уровню среднего разряда работ в цехе.

Полученное расчетом число производственных рабочих разбиваем согласно тарифной сетке по образцу таблицы 5.2 и по разрядам – таблица 5.3.

Таблица 5.2 – Пример тарифной сетки рабочих на 01.08.05
(данные следует уточнить)

Разряд	1	2	3	4	5	6	7	8
Тарифный коэффициент	1,20	1,62	1,92	2,18	2,40	2,56	2,82	3,07
Тарифная ставка, р.	13,099	17,684	20,959	23,797	26,198	27,945	30,783	33,512

Таблица 5.3 – Пример штатного расписания цеха ТР-1

Профессия (должность)	Число, чел.	Разряд	Тарифная ставка (оклад), р.
Мастер	1	10	7965,000
Бригадир (освобожденный)	4	8	6938,000
Слесарь по ремонту ПС	35	5	26,198
Слесарь по ремонту ПС	5	6	27,945
Мойщик-уборщик ПС	8	2	17,684
Машинист моечной установки	1	3	20,959
Распределитель работ	1	4	23,797
Всего по цеху	55	–	–

Тарифная сетка должна быть действующей на момент выполнения дипломного проекта. Для того чтобы определить часовые тарифные ставки какого-либо квалификационного разряда, достаточно иметь сведения о минимальной заработной плате первого тарифного разряда. Зная эту ставку, легко определить стоимость тарифного часа любого разряда, используя тарифные коэффициенты.

Выбрав предположительно уровень квалификации рабочих и их число, необходимо проверить уровень среднего тарифного разряда рабочих на соответствие со средним тарифным разрядом работ. Проверка выполняется в следующем порядке.

Средний тарифный коэффициент $\kappa_{\text{ср}}$ определяется по формуле

$$\kappa_{\text{ср}} = \frac{\kappa_1 \cdot \mathcal{U}_{\text{яв1}} + \kappa_2 \cdot \mathcal{U}_{\text{яв2}} + \dots + \kappa_n \cdot \mathcal{U}_{\text{явn}}}{\mathcal{U}_{\text{яв1}} + \mathcal{U}_{\text{яв2}} + \dots + \mathcal{U}_{\text{явn}}}, \quad (5.5)$$

где κ – тарифный коэффициент соответствующего разряда
(см. таблицу 5.2);

$\mathcal{U}_{\text{яв}}$ – явочное число рабочих с соответствующим разрядом

(в рассматриваемом примере рабочих со 2-м разрядом – 8 чел.,
с 3-м разрядом – 1 чел., с 4-м разрядом – 1 чел.,
с 5-м разрядом – 35 чел., с 6-м разрядом – 5 чел.).

$$\kappa_{\text{ср}} = \frac{1,62 \cdot 8 + 1,92 \cdot 1 + 2,18 \cdot 1 + 2,4 \cdot 35 + 2,56 \cdot 5}{50} = 2,28.$$

Средний разряд рабочих $T_{\text{ср}}$, может быть определен по следующему выражению

$$T_{\text{ср}} = T_{\text{м}} + \frac{\kappa_{\text{ср}} - \kappa_1}{\kappa_2 - \kappa_1}, \quad (5.6)$$

где $T_{\text{м}}$ – ближайший меньший тарифный разряд (в данном примере тарифный коэффициент 2,28 занимает место между тарифными коэффициентами 2,18 и 2,4, т. е. между 4-м и 5-м тарифными разрядами); следовательно, $T_{\text{м}} = 4$;

κ_1 – тарифный коэффициент ближайшего меньшего тарифного разряда (см. таблицу 5.2);

κ_2 – тарифный коэффициент ближайшего большего тарифного разряда (см. таблицу 5.2).

Подставив значения в формулу (5.6), получим

$$T_{\text{ср}} = 4 + \frac{2,28 - 2,18}{2,4 - 2,18} = 4,5.$$

Если этот результат удовлетворяет условиям соотношения разрядов рабочих и работ, то расчет продолжают далее. Если нет – производят перераспределение рабочих по уровню квалификации и вновь определяют средний разряд рабочих.

Расчет штатной ведомости можно вести для каждого работника отдельно с учетом его уровня квалификации по соответствующему тарифному разряду и тарифной ставке этого разряда. Однако для планирования можно все расчеты выполнить по рассчитанному среднему разряду рабочих, что может заметно сократить объем расчетов. Рассмотрим порядок расчета и заполнения формы штатной ведомости подробнее, по графам.

Графа 1

В этой графе указывается номер статьи профинплана для цеха.

В настоящее время для отражения расходов локомотивного хозяйства на техническое обслуживание, ремонт электровозов и электросекций используются следующие статьи:

- 6101 «Техническое обслуживание электровозов, работающих в грузовом движении»;
- 6102 «Текущие виды ремонта электровозов, работающих в грузовом движении»;
- 6103 «Капитальные виды ремонта электровозов, работающих в грузовом движении»;
- 6105 «Техническое обслуживание электровозов, работающих в пассажирском движении»;
- 6106 «Текущие виды ремонта электровозов, работающих в пассажирском движении»;
- 6107 «Капитальные виды ремонта электровозов, работающих в пассажирском движении»;
- 6109 «Техническое обслуживание маневровых электровозов»;
- 6110 «Текущие виды ремонта маневровых электровозов»;
- 6111 «Капитальные виды ремонта маневровых электровозов»;
- 6201 «Техническое обслуживание электросекций»;
- 6202 «Текущие виды ремонта электросекций»;
- 6203 «Капитальные виды ремонта электросекций».

В нашем примере цех ТР-1 выполняет один вид ремонта, поэтому в графе 1 указывается одна статья расхода.

Графа 2

В данной графе приводится перечень профессий рабочих (слесари, электрики, аккумуляторщики и т.д.).

Графа 3

В этой графе приводится средний тарифный разряд рабочих (по расчету).

Графа 4

Списочное число рабочих отделения и штата было произведено ранее.

Графа 5

Месячную тарифную ставку одного рабочего необходимо выбрать из тарифной сетки или рассчитать.

Тарифная ставка одного производственного рабочего за час определяется путем интерполяции, если средний разряд рабочего не целое число, тогда

$$T_{\text{ч}} = a + \frac{b - a}{10} \cdot n, \quad (5.7)$$

где $T_{\text{ч}}$ – часовая тарифная ставка искомого не целого разряда по цеху, р.

(в нашем примере – для разряда 4,5);

a – часовая тарифная ставка ближайшего меньшего целого разряда тарифной сетки, р. (см. таблицу 5.2);

b – часовая тарифная ставка ближайшего большего целого разряда, р. (см. таблицу 5.2);

n – число десятых долей к целому разряду (для нашего примера целый разряд – 4, десятых долей – 5);

10 – постоянное число, показывающее число десятых долей в целом разряде.

$$T_{\text{ч}} = 23,797 + \frac{26,198 - 23,797}{10} \cdot 5 = 24,9 \text{ р.}$$

Месячная тарифная ставка $T_{\text{мес}}$, р., определяется по формуле

$$T_{\text{мес}} = T_{\text{ч}} \cdot D, \quad (5.8)$$

где D – число рабочих часов в месяц, $D = 166,7$ ч.

$$T_{\text{мес}} = 24,9 \cdot 166,7 = 4150,83 \text{ р.}$$

В графу 5 заносят данные расчета тарифных ставок $T_{\text{ст}}$, ч по видам ремонта для контингента рабочих цеха по формуле

$$T_{\text{ст}} = \text{Ч}_{\text{сп}} \cdot T_{\text{мес}}, \quad (5.9)$$

$$T_{\text{ст}} = 50 \cdot 4150,83 = 207541,5 \text{ р.}$$

Оплата труда цехового штата (мастера, старшего мастера, бригадира и т. д.) цеха проводится по месячным должностным окладам.

Оклады работников цехового штата в депо определяются также по тарифной сетке в соответствии с присвоенным квалификационным разрядом бригадира, мастера или начальника цеха. Для расчета можно принять их разряды несколько выше разряда рабочих цеха, участка или отделения. Иногда эти разряды могут быть установлены вышестоящими организациями в соответствии с группой депо.

В приведенном примере оклад бригадира составляет 6938 р., мастера – 7965 р. Если обязанности бригадира выполняет один из квалифицированных рабочих (неосвобожденный бригадир), то ему начисляется доплата в установленном размере (10 % от его тарифной части заработка при составе бригады 10 человек и 15 % – при составе бригады более 10 человек).

Графа 6

В данной графе определяют сдельный приработок. Категория сдельного приработка учитывает возможные работы, которые будут выполнены рабочими сверх установленной нормы выработки. Принимаем для расчета и планирования расходов величину сдельного приработка $T_{\text{пр}}$, р., не более 15% от общего заработка производственных рабочих:

$$T_{\text{пр}} = T_{\text{ст}} \cdot 0,15, \quad (5.10)$$

$$T_{\text{пр}} = 207541,5 \cdot 0,15 = 31131,2 \text{ р.}$$

Графа 7

В этой графе определяется средний размер премии. Этот вид доплаты в современных условиях работы локомотивных депо может и отсутствовать по различным причинам. Наиболее вероятен этот вид доплаты в условиях действия тарифной системы оплаты. При договорной или аккордной оплате труда такой доплаты нет, если она не будет оговорена по условиям договора. Если величину премии $T_{\text{прем}}$, р. необходимо учесть при планировании расходов, то расчет можно выполнить примерно следующим образом:

– для производственных рабочих можно принимать до 25 % от сдельного заработка (от суммы граф 5- и 6-штатной ведомости)

$$T_{\text{прем}} = (T_{\text{ст}} + T_{\text{пр}}) \cdot 0,25, \quad (5.11)$$

$$T_{\text{прем}} = (207541,5 + 31131,2) \cdot 0,25 = 59668,2 \text{ р.};$$

– для работников с повременной оплатой труда можно средний размер премии принимать до 30 % от тарифной ставки (от графы 5 – штатной ведомости)

$$T_{\text{прем}} = T_{\text{окл}} \cdot 0,3, \quad (5.12)$$

$$T_{\text{прем}}^{\text{мас}} = 7965 \cdot 0,3 = 2389,5 \text{ р.},$$

$$T_{\text{прем}}^{\text{бр}} = 6938 \cdot 0,3 \cdot 4 = 8325,6 \text{ р.}$$

Графа 8

В данной графе рассчитывается доплата за работу в праздничные дни. Этот вид доплаты имеет место для работников, работающих по круглосуточному графику работы. При планировании расходов эта доплата не превышает обычно 2,2 % от сдельного заработка. Процент определить нетрудно, если известно на планируемый период количество праздничных дней.

Работа в праздничные дни оплачивается в двойном размере. Если работа организована не по круглосуточному графику, то расчет этой графы не производится.

Графа 9

В этой графе определяется доплата за работу в ночное время. При организации работ по круглосуточному графику работа в ночное время выпадает каждому работнику почти обязательно. А эта работа считается работой с ненормальными условиями труда и требует или доплаты, или установления каких-либо льгот для работника.

Доплата за каждый час ночной работы на каждом предприятии может быть установлена по согласованию между работниками и руководством. На предприятиях железной дороги эта доплата была установлена около 40 % от часовой тарифной ставки.

Если работа организована не по круглосуточному графику, то расчет этой графы не производится.

Графа 10

В соответствии с Отраслевым тарифным соглашением для работников, занятых в основной деятельности железных дорог, и работников промышленных предприятий введена ежемесячная выплата вознаграждения за выслугу лет. Размер вознаграждения за выслугу лет устанавливается в зависимости от стажа непрерывной работы.

В дипломном проекте оплату за выслугу лет $T_{\text{высл}}$, р., принять в размере 13 % от месячной тарифной ставки (оклада):

$$T_{\text{высл}} = T_{\text{ст}} \cdot 0,13, \quad (5.13)$$

$$T_{\text{высл}}^{\text{пр. раб.}} = 207541,5 \cdot 0,13 = 26980,4 \text{ р.},$$

$$T_{\text{высл}}^{\text{бр}} = 4 \cdot 6938 \cdot 0,13 = 3607,76 \text{ р.},$$

$$T_{\text{высл}}^{\text{мас}} = 7965 \cdot 0,13 = 1035,5 \text{ р.}$$

Графа 11

В этой графе определяется доплата за вредность $T_{\text{вред}}$, р., которую необходимо принять для проекта 8 % от тарифной ставки

$$T_{\text{вред}} = T_{\text{ст}} \cdot 0,08, \quad (5.14)$$

$$T_{\text{вред}} = 207541,5 \cdot 0,08 = 16603,3 \text{ р.}$$

В дипломном проекте принять, что работы в тяжелых и вредных условиях труда выполняются в размере 5 % от всех работ на соответствующем виде ремонта, тогда

$$T_{\text{вред}}^{\text{пр. раб.}} = T_{\text{вред}} \cdot 0,05, \quad (5.15)$$

$$T_{\text{вред}}^{\text{пр. раб.}} = 16603,3 \cdot 0,05 = 830,2 \text{ р.}$$

Графа 12

В данной графе определяется железнодорожная надбавка $T_{\text{надб}}$, р., которая начисляется в размере 20 % к месячной тарифной ставке (окладу)

$$T_{\text{надб}} = T_{\text{ст}} \cdot 0,2, \quad (5.16)$$

$$T_{\text{надб}}^{\text{пр. раб.}} = 207541,5 \cdot 0,2 = 41508,3 \text{ р.},$$

$$T_{\text{надб}}^{\text{бр}} = 4 \cdot 6938 \cdot 0,2 = 5550,4 \text{ р.},$$

$$T_{\text{надб}}^{\text{мас}} = 7965 \cdot 0,2 = 1593,0 \text{ р.}$$

Графа 13

Для оплаты труда работников железных дорог, расположенных в северных и отдаленных районах, на Дальнем Востоке, в Сибири и на Урале, а также в районах с тяжелыми природными и климатическими условиями, применяются районные коэффициенты к заработной плате.

Так, например, доплата по Уральскому коэффициенту производственным рабочим производится в размере 15 % от заработка, в который включаются все выше рассчитанные ставки, доплаты и премии, кроме железнодорожной надбавки. Доплата осуществляется по следующей формуле:

$$T_{\text{ур}} = (T_{\text{ст}} + T_{\text{пр}} + T_{\text{прем}} + T_{\text{высл}}) \cdot 0,15, \quad (5.17)$$

$$T_{\text{ур}}^{\text{пр. раб.}} = (207541,5 + 31131,2 + 59668,2 + 26980,4) \cdot 0,15 = 48798,2 \text{ р.}$$

Доплата по Уральскому коэффициенту штату отделения определяется по выражению

$$T_{\text{ур}} = (T_{\text{окл}} + T_{\text{прем}} + T_{\text{высл}}) \cdot 0,15, \quad (5.18)$$

$$T_{\text{ур}}^{\text{бр}} = (27752,0 + 8325,6 + 3607,8) \cdot 0,15 = 5952,8 \text{ р.},$$

$$T_{ур}^{мас} = (7965,0 + 2389,5 + 1035,5) \cdot 0,15 = 1708,5 \text{ р.}$$

Графа 14

В данной графе указываются прочие доплаты. К прочим доплатам относят выплаты локомотивным бригадам (за классность, экономию электроэнергии, топлива и т. д.). Если таких доплат не предусматривается, то в таком случае расчет этой графы не производится.

Графа 15

В этой графе определяется общий заработок:

– для производственных рабочих:

$$T_{общ} = T_{ст} + T_{пр} + T_{прем} + T_{высл} + T_{вред} + T_{надб} + T_{ур}, \quad (5.19)$$

$$T_{общ}^{пр.раб.} = 207541,5 + 31131,2 + 59668,2 + 26980,4 + 830,2 + 41508,3 + 48798,2 = 416458,0 \text{ р.};$$

– для бригадиров и мастера:

$$T_{общ} = T_{окл} + T_{прем} + T_{высл} + T_{надб} + T_{ур}, \quad (5.20)$$

$$T_{общ}^{бр} = 27752,0 + 8325,6 + 3607,8 + 5550,4 + 5952,8 = 51188,6 \text{ р.},$$

$$T_{общ}^{мас} = 7965,0 + 2389,5 + 1035,5 + 1593,0 + 1708,5 = 14691,5 \text{ р.}$$

Графа 16

В графе 16 определяется годовой фонд заработной платы путем умножения месячного заработка на число месяцев в году:

– годовой фонд заработной платы производственных рабочих:

$$T_{год}^{пр.раб.} = 416458,0 \cdot 12 = 4997496,0 \text{ р.};$$

– годовой фонд заработной платы бригадиров и мастера:

$$T_{\text{год}}^{\text{бр}} = 51188,6 \cdot 12 = 614263,2 \text{ р.},$$

$$T_{\text{год}}^{\text{мас}} = 14691,5 \cdot 12 = 176298,0 \text{ р.}$$

В заключении нужно подсчитать итоги граф по вертикали, а затем итог по всему цеху.

Штатная ведомость представлена в таблице 5.4.

5.2.4 План расходов. Порядок расчета статей расходов

Планирование расходов цеха или отделения является важной частью дипломного проекта. Расчет ведется по алгоритму заполнения таблицы «План расходов». Первоначально в таблицу заносятся результаты расчетов основных расходов – заработной платы работников цеха и расходов на материалы и запасные части для ремонта. За основу берутся данные расчета штатной ведомости.

После расчета основных расходов и внесения их в таблицу плана расходов приступают к расчетам остальных видов расходов и разносят их по графам в соответствии с номерами статей расходов.

Номенклатура статей расходов установлена и утверждена ОАО «РЖД». Система статей расходов позволяет более четко провести анализ и учет расходов. Каждая статья имеет наименование, соответствующее определенным расходам. Средства с одной статьи расходов обычно не должны произвольно переноситься в другую статью.

Форма таблицы «План расходов» может быть разной. В дипломном проекте можно воспользоваться предлагаемой формой таблицы. Если будет использована форма таблицы локомотивного депо, необходимо взять алгоритм ее расчета в деповском варианте.

Рассмотрим порядок расчета расходов по приведенной табличной форме.

Таблица 5.4 – Штатная ведомость

Номер статьи расходов	Наименование профессии	Средний тарифный разряд	Количество рабочих	Месячный фонд заработной платы, р.										Итого	Годовой фонд зарплаты, р.
				Тарифная ставка (оклад)	Сдельный приработок	Премия	за работу в праздничные дни	за работу в ночное время	за выслугу лет	за вредность	Ж.д. надбавка	Районный коэффициент	Прочие доплаты		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
6230	Производственные рабочие:														
	слесарь	4-5	50	207541,5	31131,2	59668,2	-	-	26980,4	830,2	41508,3	48798,2	-	416458,0	4997496,0
	Итого	4-5	50	207541,5	31131,2	59668,2	-	-	26980,4	830,2	41508,3	48798,2	-	416458,0	4997496,0
6785 6785	Штат отделения:														
	мастер	оклад	1	7965,0	-	2389,5	-	-	1035,5	-	1593,0	1708,5	-	14691,5	176298,0
	бригадир	оклад	4	27752,0	-	8325,6	-	-	3607,8	-	5550,4	5952,8	-	51188,6	614263,2
	Итого	-	5	-	-	10715,1	-	-	4643,3	-	7143,4	7661,3	-	65880,1	790561,2
	Всего	-	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5788057,2

5.2.4.1 Графа 1

В этой графе указываются номера статей расходов (см. таблицу 5.5).

5.2.4.2 Графа 2

В данной графе указывается наименование статей расходов (наименование статей расходов и их содержание следует смотреть в таблице 5.5).

5.2.4.3 Графа 3

В графу 3 заносится количество ремонтов в год (см. п. 3.3.2, в графу заносится результат расчета в абсолютных единицах или в единицах приведенной продукции).

5.2.4.4 Графа 4

В этой графе указывается списочное количество рабочих (см. п. 5.1.3.3, количество рабочих, непосредственно участвующих в выполнении производственной программы, то есть производственных рабочих комплексных или специализированных бригад цеха).

Статья 6785. Списочное число цехового штата (численность цехового штата и конкретный его состав принят ранее и включен в штатную ведомость, см. таблицу 5.3).

5.2.4.5 Графа 5

Годовой фонд заработной платы производственных рабочих представлен в таблице 5.4.

Статья 6757 *«Оплата труда производственного персонала за непроработанное время»*. Численность работников, планируемая по этой статье, соответствует рассчитанному по всем вышеперечисленным статьям контингенту работников на замещение. По этой статье планируется дополнительная заработная плата за непроработанное, но по закону оплачиваемое время отпусков и выполнения государственных и общественных обязанностей, а также другие, предусмотренные законодательством выплаты за непроработанное на производстве, но оплачиваемое время.

Размер дополнительной заработной платы определяется умножением фонда заработной платы каждой категории работников, рассчитанного по явочному контингенту, на коэффициент дополнительной заработной платы, принимаемый в дипломном проекте равным 0,09.

Статья 6785 *«Заработная плата цехового персонала»*. По этой статье расчет произведен в п. 5.1.3.3 (см. таблицу 5.4).

5.2.4.6 Графа 6

Статья 6757 *«Отчисления на социальное страхование»*. Расчет плановых отчислений по такой или подобной статье может быть выполнен по-разному, в зависимости от типа производственных отношений и форм собственности на данном предприятии, а также от действующего трудового законодательства на расчетный период.

В дипломном проекте эти расходы принять в пределах 10 % от годового фонда заработной платы производственных рабочих и работников штата цеха.

5.2.4.7 Графа 7

Стоимость материалов и запасных частей на годовой объем работ цеха (расчет величины этих планируемых расходов выполнен ранее, см. п. 5.1.2).

Статья 6765 *«Содержание и эксплуатация оборудования, кроме природоохранного назначения»* (принимается в пределах 4,5 % от стоимости зданий, стоимость одного квадратного метра здания уточнить в локомотивных депо), площадь цеха или отделения принять по нормативам для депо первой группы).

5.2.4.8 Графы 7, 9, 10

Статья 6765 *«Содержание и эксплуатация оборудования, кроме природоохранного назначения»*:

– расходы на содержание и текущий ремонт оборудования в дипломном проекте принять на обслуживание – 0,5 %, на ремонт – 4 % от стоимости оборудования, расходы по содержанию и возобновлению инструмента и инвентаря на одного производственного рабочего – 200 р.);

– затраты на электрическую энергию для производственных целей $E_э$, р. можно определить по формуле

$$E_э = P_{уст} \cdot T_{об} \cdot \eta \cdot \kappa \cdot e_э, \quad (5.21)$$

где $P_{уст}$ – установленная мощность оборудования, кВт
(сумма потребляемой энергии всех установок, работающих в цехе);

$T_{об}$ – годовой фонд работы оборудования, ч;

η – коэффициент загрузки оборудования, $\eta = 0,85$;

κ – средний коэффициент спроса, $\kappa = 0,3$;

$e_э$ – стоимость 1 кВт·ч на производственные нужды, р.;

– расходы на сжатый воздух, пар, воду и кислород для производственных нужд (принять 1 % от стоимости запасных частей и материалов).

5.2.4.9 Графы 8, 9, 10

Статья 6768 *Обслуживание и текущий ремонт зданий и сооружений производственного назначения*». На эту статью планируются расходы на отопление и освещение цеха, содержание его в чистоте, а также на воду для бытовых и хозяйственных нужд. Расчет этих расходов связан с нормативными данными по расходу тепла, света и воды, а также с действующими тарифами на эти энергетические объекты для производственных потребителей, каким является локомотивное депо в целом и цех или отделение в частности. Справочные данные по действующим тарифам следует уточнить на текущий период. Порядок расчета может быть следующим.

Затраты на отопление $E_{от}$, р. определяются по формуле

$$E_{от} = \frac{B_{ср} \cdot T_{от} \cdot e}{i \cdot 1000}, \quad (5.22)$$

где $B_{ср}$ – средний расход тепла в помещении цеха, кДж/ч (см. раздел 4.9.4);

$T_{от}$ – количество часов отопительного периода, ч;

e – стоимость 1 т пара, р.;

i – теплота испарения, $i = 2268$ кДж/кг.

Затраты на освещение $E_{\text{осв}}$, р., определяются по формуле

$$E_{\text{осв}} = \frac{S \cdot w \cdot T \cdot e_3 \cdot \kappa_{\text{спр}}}{1000}, \quad (5.23)$$

где S – площадь цеха, м^2 ;

w – расход электроэнергии на освещение, $\text{Вт}/\text{м}^2$

(принимают для мастерских $10,5 \text{ Вт}/\text{м}^2$);

T – время освещения, ч (по действующим нормативам в зависимости от вида выполняемых работ и графика рабочего периода цеха или отделения);

e_3 – стоимость одного $\text{кВт} \cdot \text{ч}$, р. (по действующим тарифам);

$\kappa_{\text{спр}}$ – коэффициент спроса, $\kappa_{\text{спр}} = 0,75 \dots 0,80$ (принимается в зависимости от вида выполняемых работ и графика рабочего периода цеха).

Расходы на воду $E_{\text{в}}$, р. можно определить из следующего выражения:

$$E_{\text{в}} = \frac{Ч_{\text{сп}} \cdot (\gamma_1 + \gamma_2) \cdot 250 \cdot e_{\text{в}}}{1000}, \quad (5.24)$$

где $Ч_{\text{сп}}$ – списочное число производственных рабочих и цехового штата, чел. (см. таблицу 5.4);

γ_1 – удельный расход воды на хозяйственно-бытовые нужды, $\gamma_1 = 25 \text{ л}/\text{чел.}$;

γ_2 – удельный расход воды в душевой, $\gamma_2 = 40 \text{ л}/\text{чел.}$;

250 – число рабочих дней в году;

$e_{\text{в}}$ – стоимость 1 м^3 воды, р. (принимать по действующему тарифу).

Расчет ведется на расходуемую воду для хозяйственно-бытовых нужд средним данным расхода на каждого работающего в производственной сфере и на расходуемую воду в душевой на каждого работника цеха. Эти нормативы необходимо сверить с действующими в условиях локомотивного депо.

5.2.4.10 Графа 10

Статья № 6761 «Охрана труда и производственная санитария». Этот вид расходов планируется по-разному, в зависимости от типа производственных отношений и форм собственности на данном предприятии, а также от действующего трудового законодательства на расчетный период.

В дипломном проекте эти расходы приняты в пределах 5 % от годового фонда заработной платы производственных рабочих.

Статья 6771 «Амортизация основных средств производственного назначения». Для определения размеров этих расходных составляющих необходимо выяснить, по какой схеме начисляются амортизационные отчисления на предприятии. В некоторых сферах производства амортизационные отчисления определяются по единому (одному) показателю, а в некоторых – по двум на капитальный ремонт и на полное восстановление.

В дипломном проекте принять норму отчислений на капитальный ремонт зданий 2,8 %, оборудования – 12 %.

Ориентировочную стоимость оборудования на 1 м² принять равной 3100 р., а стоимость 1 м² здания – 1240 р. (данные необходимо уточнить в локомотивном депо на текущий момент выполнения дипломного проекта).

Допустим, необходимо определить затраты по данной статье для отделения площадью 180 м², тогда

$$180 \cdot 1240 \cdot 0,028 + 180 \cdot 3100 \cdot 0,12 = 73209,6 \text{ р.}$$

5.3 Определение себестоимости продукции цеха

Себестоимость продукции является одним из качественных показателей работы предприятия. Этот показатель дает возможность оценить не только работу, но и качество управления предприятием в конечном счете. Себестоимость можно определить способом калькулирования, когда известны общие расходы по статьям или нормативы по доли участия цеха в общем производстве. В дипломном проекте приведен пример расчета себестоимости по определению. Весь комплекс расчетов дает возможность определить общую сумму расходов цеха на выполнение заданной программы работ, при этом величину себестоимости можно определить упрощенным способом.

Себестоимость – это количество расходов цеха (предприятия), приходящееся на единицу готовой продукции.

Себестоимость C , р., определяется по следующей формуле

$$C = \frac{P}{M_{\text{рем}}^{\text{год}}}, \quad (5.25)$$

где P – расходы цеха, р. (см. таблицу 5.5, графа «Всего»);

Таблица 5.5 – План расходов

№ статьи расходов	Наименование расходов	Число ремонтов	Контингент	Затраты, р.						Всего
				Фонд заработной платы	Начисление на соцстрахование	Материалы	Топливо	Электроэнергия	Прочие расходы	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Прямые расходы										
...	Текущий ремонт ТР-1	...	...	...	—	...	—	—	—	...
—	Итого	...	...	...	—	...	—	—	—	...
Прямые расходы, общие для мест возникновения затрат и видов работ										
6757	Зарплаты по оплате труда производственного персонала за непроработанное время	—	—	...	...	—	—	—	—	...
6761	Охрана труда и производственная санитария	—	—	—	—	—	—	—	...	...
6765	Содержание и эксплуатация оборудования, кроме природоохранного назначения	—	—	—	—	...	—	...	...	...
6768	Обслуживание и текущий ремонт зданий, сооружений производственного назначения	—	—	—	—	...	...	...	...	...

Продолжение таблицы 5.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6771	Амортизация основных средств производственного назначения	—	—	—	—	—	—	—	...	...
—	Итого	—	—	...	...	...	...	...	...	...
Общехозяйственные расходы (с содержанием штата)										
	Заработная плата цехового персонала	—	...	...	—	—	—	—	—	...
—	Итого	—	...	...	—	—	—	—	—	...
—	Всего	—	...	...	...	...	...	...	...	...

5.4 Определение производительности труда работников депо и норм выработки по участку (отделению)

Основной продукцией локомотивного депо являются перевезенные тонно-км брутто народнохозяйственных грузов.

Производительность труда в натуральных единицах в тонно-км брутто определяется количеством перевезенного груза, приходящегося на одного работника, занятых в основной деятельности депо.

Производительность труда работников Π , т-км брутто, определяется по формуле

$$\Pi = \frac{A_{\text{год}}}{\chi_{\text{сп}}}, \quad (5.26)$$

где $A_{\text{год}}$ – годовой объем работы депо, т-км;

$\chi_{\text{сп}}$ – списочный штат работников депо, чел.

Расчет норм выработки рабочих участка или отделения выражается в трудовых единицах и отражает отношение нормированных человеко-часов к фактически затраченным человеко-часам для выполнения заданного объема работы.

Выполнение норм выработки рабочими участка (отделения) $H_{\text{выр}}$, %, можно определить из следующего выражения:

$$H_{\text{выр}} = \frac{M \cdot q_{\text{норм}}}{\chi_{\text{я}} \cdot T} \cdot 100\%, \quad (5.27)$$

где M – число ремонтов каждого вида за месяц;

$q_{\text{норм}}$ – нормы затраты рабочей силы на единицу ремонта, чел.-ч;

T – фонд времени одного рабочего за месяц, ч.

6 Выполнение графической части

Основные требования к выполнению графической части дипломного проекта изложены в п.1.4.

Графическая часть должна содержать не менее четырех технологических листов в виде графиков, схем, диаграмм, таблиц и так далее. Графические разработки проекта должны отражать результаты работы, выполненной студентом при его значительном участии. Чертежи, которые не содержат результатов работы дипломника, могут быть представлены более чем четырьмя технологическими листами.

Графическая часть проекта должна состоять из следующих обязательных листов формата А1:

- лист 1 «План и разрез депо и мастерских»;
- лист 2 «План-схема тяговой территории депо»;
- лист 3 «План цеха (отделения) с расстановкой технологического и подъемно-транспортного оборудования»;
- лист 4 «Специальный вопрос».

Примечание – При разработке поточной линии ремонта сборочной единицы (детали) или составлении сетевого графика технологического процесса число графических работ может быть ограничено тремя листами.

Список использованных источников

1 Низов, А. С. Основные требования к содержанию и оформлению дипломных проектов : метод. указания / А. С. Низов, А. Г. Пяткова. – Екатеринбург : УрГУПС, 2000. – 75 с.

2 ГОСТ 2.105-95. Общие требования к текстовым документам. – М.: Изд-во стандартов, 1996. – 30 с.

3 Яковлев, Д. В. Задание на дипломный проект и краткие методические указания к его выполнению для учащихся-заочников специальности 1605 / Д. В. Яковлев. – М.: ВЗТ, 1986. – 46 с.

4 Хасин, Л. Ф. Организация эксплуатации тягового подвижного состава: метод указания к выполнению курсового проекта / Л. Ф. Хасин. – М.: Маршрут, 2003. – 105 с.

- 5 Хасин, Л. Ф. Экономика, организация и управление локомотивным хозяйством / Л. Ф. Хасин, В. Н. Матвеев: учеб. для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта; под ред. Л. Ф. Хасина. – М.: Желдориздат, 2002. – 452 с.
- 6 Постол, Б.Г. Управление технической эксплуатацией локомотивов: метод. пособие к выполнению курсового проекта / Б. Г. Постол. – Хабаровск: ДВГУПС, 2002. – 48 с.
- 7 Постол, Б. Г. Основы управления локомотиворемонтным предприятием: учеб. пособие / Б. Г. Постол – Хабаровск: ДВГУПС, 2005. – 125 с.
- 8 Папченков, С. И. Локомотивное хозяйство: пособие по дипломному проектированию для техникумов ж.-д. транспорта / С. И. Папченков – М.: Транспорт, 1988. – 192 с.
- 9 Попов, В. А. Методические указания по выполнению дипломного проекта для студентов специальности 1707.01 / В. А. Попов, А. И. Ерохин, И. Н. Попкова. – Челябинск: ЧИПС, 2000. – 40 с.
- 10 Лапицкий, В. Н. Технология ремонта подвижного состава: метод. указания по выполнению курсового проекта / В. Н. Лапицкий – М.: Маршрут, 2004. – 43 с.
- 11 Правила тяговых расчетов для поездной работы. – М.: Транспорт, 1985. – 287 с.
- 12 Осипов, С.И. Основы тяги поездов: учеб. для студентов техникумов и колледжей ж.-д. транспорта / С. И. Осипов, С. С. Осипов. – М.: УМК МПС России, 2000. – 592 с.
- 13 Номенклатура расходов основных видов хозяйственной деятельности железнодорожного транспорта. – М.: МПС России, 2003. – 140 с.
- 14 О системе технического обслуживания и ремонта локомотивов : распоряжение ОАО «РЖД» № 3р от 17 января 2005 г. – М.: РЖД, 2005. – 11 с.
- 15 О планово-предупредительной системе технического обслуживания и ремонта моторвагонного подвижного состава : распоряжение № 622р от 6 апреля 2006 г. – М.: РЖД, 2006. – 6 с.
- 16 Нормативы трудоемкости технического обслуживания ТО-3 и текущих видов ремонта электропоездов и дизель-поездов в условиях депо. – М.: РЖД, 2005. – 21 с.
- 17 Нормативы трудоемкости технического обслуживания ТО-3 и текущих видов ремонта электровозов постоянного и переменного тока в условиях депо. – М.: РЖД, 2005. – 23 с.
- 18 Сборник типовых технически обоснованных норм времени на слесарные работы при техническом обслуживании и текущем ремонте электровозов ВЛ10. – М.: Транспорт, 1976. – 550 с.
- 19 РД–ЦЛПр–12/5–2003. Технический регламент оснащенности основным техническим оборудованием моторвагонного депо для выполнения текущего ремонта ТР-3 электропоездов. – М.: Трансиздат, 2004. – 64 с.
- 20 РД–ЦЛПр–12/4–2003. Технический регламент оснащенности основным техническим оборудованием моторвагонного депо для выполнения текущего ремонта ТР-2 электропоездов. – М. Трансиздат, 2004. – 52 с.

21 РД–ЦЛПр–12/3–2003. Технический регламент оснащённости основным техническим оборудованием моторвагонного депо для выполнения текущего ремонта ТР-1 электропоездов. – М.: Трансиздат, 2004. – 16 с.

22 РД–ЦЛПр–12/2–2003. Технический регламент оснащённости основным техническим оборудованием моторвагонного депо для выполнения технического обслуживания ТО-3 электропоездов. – М.: Трансиздат, 2004. – 8 с.

23 РД 32 ЦТ 528 – 2005. Средний и текущий ТР-3 ремонты электровозов ВЛ10 в/и, ВЛ11, ВЛ85, ВЛ80 в/и, ВЛ65. Регламент технологической оснащённости. – М.: ПКБ ЦТ ОАО «РЖД», 2006.

24 РД 32 ЦТ 508 – 2005. Текущий ремонт ТР-2 электровозов ВЛ10 в/и, ВЛ11, ВЛ85, ВЛ80 в/и, ВЛ65. Регламент технологической оснащённости. – М.: ПКБ ЦТ ОАО «РЖД», 2006.

25 РД 32 ЦТ 513 – 2005. Текущий ремонт ТР-1 электровозов ВЛ10 в/и, ВЛ11, ВЛ85, ВЛ80 в/и, ВЛ65. Регламент технологической оснащённости. – М.: ПКБ ЦТ ОАО «РЖД», 2006.

Подписано в печать 20.03.07.

Бумага Гознак. Отпечатано на ризографе.

Формат 60x84¹/₁₆. Уч.-изд. л. 10,4. Усл. печ. л. 9,5.

Тираж 100 экз. Заказ 9.

Цена договорная

Отпечатано в Издательском центре ЧИПС
454091 Челябинск, ул. Цвиллинга, 56

