

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Маланичева Наталья Николаевна
Должность: директор филиала
Дата подписания: 07.01.2022 16:49
Уникальный программный ключ:
94732c3d953a82d495decc5155d5c573885fedd18

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ (СамГУПС)»**

Филиала СамГУПС в г. Нижнем Новгороде

И.Г. Хорошайлова

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
МДК 02.01 СТРОИТЕЛЬСТВО И РЕКОНСТРУКЦИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ
ДОРОГ**

Нижний Новгород, 2022

ББК 39.21

УДК 625.1

Рецензенты:

Н.В. Пшениснов – к.э.н., доцент кафедры «Техника и технология железнодорожного транспорта»

Автор

И.Г. Хорошайлова – преподаватель высшей категории СПО

В методическом пособии изложены основные методические рекомендации по выполнению курсового проекта по дисциплине «Строительство и реконструкция железных дорог» для специальности 08.02.10 «Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство». Предназначено для закрепления теоретического материала по проектированию производства работ по сооружению земляного полотна железной дороги нормальной колеи 1520 мм на участке длиной 3 км в обычных условиях в нескальных и немерзлых грунтах при использовании типовых поперечных профилей. Это дает возможность в полном объеме использовать комплексную механизацию, применяя различные виды землеройных машин, изученных в теоретическом материале дисциплины.

Методическое пособие полностью соответствует рабочим программам указанных дисциплин.

Оглавление

1. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	4
2. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	4
3.ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	9
4.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	Ошибка!
Закладка не определена.	
5. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ.....	48

1 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1.1 Цели и задачи курсового проекта

Целью курсового проекта является формирование у обучающихся практических навыков разработки технологии ремонта пути.

Задачи курсового проекта:

1. Определять объемы земляных работ, потребности строительства в материалах для верхнего строения пути, машинах, механизмах, рабочей силе для производства всех видов путевых работ;
2. Использовать машины и механизмы по назначению, соблюдая правила техники безопасности;
3. Сформировать навыки проектирования и сооружения земляного полотна на основе исходных данных, заданных преподавателем.
4. Развитие навыков обеспечения условий безопасного сооружения земляного полотна с использованием современных путевых машин и инновационных технологий строительства.
5. Приобретение навыков самостоятельного решения конкретных инженерных задач строительного производства.

В ходе выполнения курсового проекта у студентов будут сформированы следующие профессиональные компетенции:

ПК 2.1. Участвовать в проектировании и строительстве железных дорог, зданий и сооружений.

ПК. 2.2. Производить ремонт и строительство железнодорожного пути с использованием средств механизации.

ПК 2.3. Контролировать качество текущего содержания пути, ремонтных и строительных работ, организовывать их приемку.

ПК 2.5. Обеспечивать соблюдение при строительстве, эксплуатации железных дорог требований охраны окружающей среды и промышленной безопасности, проводить обучение персонала на производственном участке.

1.2 Структура курсового проекта

Содержание курсового проекта:

- титульный лист;
- задание на курсовую работу (выданное руководителем);
- оглавление;
- введение;
- техническая часть;
- список использованной литературы;

-графическая часть.

Пояснительная часть работы выполняется на стандартных листах писчей бумаги формата А4 (210х297 мм), ее объем 20—25 страниц.

Текстовая часть включает все пояснения и обоснования принимаемых проектных-решений, расчетные формулы и вычисления. Результаты повторяющихся вычислений следует представлять в виде таблиц.

Техническая часть курсового проекта состоит из семи разделов:

- Определение объемов земляных работ.

- Распределение земляных масс.

- Определение типоразмеров ведущих машин, состава землеройных комплексов и технико-экономических показателей их работы.

- Календарный график производства работ.

- Технология основных работ по сооружению земляного полотна.

- Охрана труда при производстве земляных работ.

- Мероприятия по охране окружающей среды и природопользования.

Графическая часть курсового проекта включает один лист чертежей (приложение 17). На нем вычерчивается продольный профиль участка земляного полотна, график попикетных объемов насыпей и выемок, помассивный график объема земляных работ с распределением земляных масс и разбивкой на рабочие участки, технологическая карта, разрабатываемая в составе курсового проекта для одного из производственных участков земляных работ и характерные поперечные профили. Чертеж календарного графика работ в текстовой части курсовой работы выполняется на масштабно-координатной бумаге формата А4.

Графический материал и аналитические расчеты являются основным содержанием курсовой работы по сооружению земляного полотна.

Приступая к выполнению курсового проекта, студенту необходимо предварительно ознакомиться с полным содержанием методического пособия, подготовить рекомендуемую литературу. При выполнении каждого раздела курсовой работы вначале следует изучить соответствующий раздел методического пособия, ознакомиться с материалами, приведенными в имеющихся литературных источниках, рассмотреть примеры расчетов и приложений, относящихся к разделу.

Составление пояснительной части и работа над чертежами должны вестись параллельно, так как выбор решений, представляемых на чертежах, должен быть обоснован соответствующими расчетами (пояснениями) в текстовой части, где также содержится обоснование принятых технических решений, ссылки на нормативную и другую справочную литературу.

2 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

2.1 Оформление текстовой части курсового проекта

Курсовой проект должна быть выполнена с учетом ГОСТ 7.32-2017 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу «Отчет о научно-исследовательской работе».

При выполнении курсовой проект необходимо выполнять следующие требования ГОСТа:

- формат бумаги – А4;
- поля: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее и нижнее – 20 мм;
- шрифт – Times New Roman, размер – 14 (в сносках – 12);
- цвет шрифта – черный;
- интервал между абзацами – 0 пт.;
- междустрочный интервал – 1,5 (в сносках – 1);
- выравнивание основного текста – по ширине, выравнивание заголовков глав, пунктов, таблиц и рисунков – по центру;
- отступ первой строки (абзац) – 1,25 см (не допускается создание абзацной строки с помощью клавиши «Пробел»).

Оформление таблиц

По ГОСТ 7.32-2017 на все таблицы в тексте должны быть ссылки.

Цифровой материал должен оформляться в виде таблиц. Таблицы применяют для наглядности и удобства сравнения показателей.

Таблица должна располагаться непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

На все таблицы в отчете должны быть ссылки. При ссылке следует печатать слово «таблица» с указанием ее номера.

Наименование таблицы, при ее наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Наименование следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в следующем формате:

Таблица Номер таблицы - Наименование таблицы.

Наименование таблицы приводят с прописной буквы без точки в конце. Если наименование таблицы занимает две строки и более, то его следует записывать через один междустрочный интервал.

Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела при большом объеме курсовой работы. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой: Таблица 2.3.

Заголовки граф и строк таблицы следует печатать с прописной буквы, а подзаголовки граф - со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставятся. Заголовки граф выравнивают по центру, а заголовки строк — по левому краю.

Пример:

Таблица 1 – Название таблицы

Наименование показателей	20__	20__	20__
выручка, тыс. руб.			
себестоимость, тыс. руб.			

Оформление рисунков

Для повышения наглядности текстового материала применяются рисунки. Рисунок нужно располагать непосредственно после текста, в котором он упоминается впервые, или на следующей странице.

Слово «Рисунок», его номер и через тире наименование помещают после рисунка и располагают в центре под рисунком без точки в конце. Если наименование рисунка состоит из нескольких строк, то его следует записывать через один межстрочный интервал.

Наименование рисунка приводят с прописной буквы без точки в конце.

Перенос слов в наименовании рисунка не допускается.

Пример:

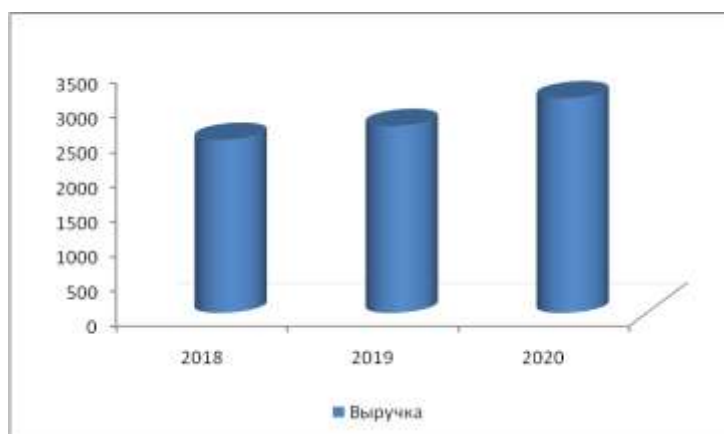


Рисунок 1 – Динамика выручки

Оформление формул

Формулы в курсовой работе следует располагать посередине строки и обозначать порядковой нумерацией в пределах всей курсовой работы арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке. Одну формулу обозначают (1).

Пример:

$$A = \frac{a}{b} \quad (1)$$

В курсовой работе рекомендуется приводить ссылки на использованные источники литературы. При нумерации ссылок на источники, использованные при написании курсовой работы, приводится сплошная нумерация для всего текста работы в целом или для отдельных разделов. Порядковый номер ссылки (отсылки) приводят арабскими цифрами в квадратных скобках в конце текста ссылки, с указанием номера страницы, с которой взят текст. Порядковый номер библиографического описания источника в списке использованных источников соответствует номеру ссылки.

Пример: [1, с. 17].

2.2. Оформление списка литературы

Список литературы оформляется с учетом требования ГОСТ 7.32-2017

Статья в периодических изданиях

1. Власов, В. А. Анализ финансовой отчетности // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского. Гуманитарные науки – 2011 – № 23 – С. 338-344.

2. Хазанов, А. М. Анализ финансовой отчетности // Вопросы экономики – 2009 – № 3 – С. 129-146.

Книги, монографии

1. Земсков А.И., Шрайберг Я.Л. Анализ финансовой отчетности: учебник для вузов. — М.: Либерия, 2003 — 351 с.

Описание статьи из сборника материалов научной конференции:

1. Парфенова С.Л., Гришакина Е.Г., Золотарев Д.В. «Название статьи» 4-я Международная научно-практическая конференция «Название конференции...» // Стимул СТ - 2015 - С. 241-252.

Описание ресурса Интернет (сайта):

Название сайта: сайт.– URL: <https://исторический-сайт.рф/> (дата обращения: 01.09.2020).

3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Вариант 1

1. Категория дороги – 2
2. Грунты – супесь
3. Продольный профиль строительства дороги – 3 км
4. Ширина основной площадки – 7,6 м

Таблица 1. «Рабочие отметки»

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Выемка								3	4	3,5	2,5	1,5	1			
Насыпь	1	2	4	2	1,5	1									1,5	2

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Выемка				1,5	3	3,5	2,5	1,5	1,5	2					0
Насыпь	2,5	2,5										1,5	3,5	2,5	0

СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

А Содержание пояснительной записки

Введение 5%

1. Определение объемов земляных работ. 20%
2. Распределение земляных масс. 20%
3. Определение типоразмеров ведущих машин, состава землеройных комплексов и технико-экономических показателей их работы. 10%
4. Календарный график производства работ. 10%
5. Технология основных работ по сооружению земляного полотна. 10%
6. Охрана труда при производстве земляных работ. 10%
7. Мероприятия по охране окружающей среды и природопользования. 10%
8. Заключение 5%
9. Список литературы

В Графическая часть

Один лист чертежей – продольный профиль заданного участка земляного полотна, график поикетных объемов насыпей и выемок, помассивный график объема земляных работ с распределением земляных масс и разбивкой на рабочие участки, технологическая карта, разрабатываемая в составе курсовой работы для одного из производственных участков земляных работ и характерные поперечные профили.

Вариант 2

1. Категория дороги – 2
2. Грунты – песок без примесей.
3. Продольный профиль строительства дороги – 3 км.
4. Ширина основной площадки – 7,6 м.

Таблица 1. «Рабочие отметки»

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Выемка	0	1,5	5	1									0,5	4,5	3,5	2,5
Насыпь						1	1,5	3	2	1,5	1					

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Выемка	1								1	2	1,5	3	2	1	0
Насыпь			3	4	2	2,5	0,5								0

СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

А Содержание пояснительной записки

Введение 5%

1. Определение объемов земляных работ. 20%
2. Распределение земляных масс. 20%
3. Определение типоразмеров ведущих машин, состава землеройных комплексов и технико-экономических показателей их работы. 10%
4. Календарный график производства работ. 10%
5. Технология основных работ по сооружению земляного полотна. 10%
6. Охрана труда при производстве земляных работ. 10%
7. Мероприятия по охране окружающей среды и природопользования. 10%
8. Заключение 5%
9. Список литературы

В Графическая часть

Один лист чертежей – продольный профиль заданного участка земляного по-

лотна, график попикетных объёмов насыпей и выемок, помассивный график объема земляных работ с распределением земляных масс и разбивкой на рабочие участки, технологическая карта, разрабатываемая в составе курсовой работы для одного из производственных участков земляных работ и характерные поперечные профили.

Вариант 3

1. Категория дороги – 1
2. Грунты – суглинок
4. Продольный профиль строительства дороги – 3 км.
5. Ширина основной площадки – 7,6 м.

Таблица 1. «Рабочие отметки»

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Выемка							1.5	3.5	4.0	2.0	1.0	1.5				
Насыпь	-0.5	-0.75	-5.0	-2.0	-1.0									-2.5	-3.5	-4.0

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Выемка					2.0	4.5	5.0	4.0	3.0	2.0					
Насыпь	-4.5	-2.0	-1.0									-2.0	-3.0	-4.0	-1.0

СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

А Содержание пояснительной записки

Введение 5%

1. Определение объемов земляных работ. 20%
2. Распределение земляных масс. 20%
3. Определение типоразмеров ведущих машин, состава землеройных комплексов и технико-экономических показателей их работы. 10%
4. Календарный график производства работ. 10%
5. Технология основных работ по сооружению земляного полотна. 10%
6. Охрана труда при производстве земляных работ. 10%
7. Мероприятия по охране окружающей среды и природопользования. 10%
8. Заключение 5%
9. Список литературы

В Графическая часть

Один лист чертежей – продольный профиль заданного участка земляного полотна, график попикетных объемов насыпей и выемок, помассивный график

объема земляных работ с распределением земляных масс и разбивкой на рабочие участки, технологическая карта, разрабатываемая в составе курсовой работы для одного из производственных участков земляных работ и характерные поперечные профили.

Вариант 4

Грунты – супесь

Продольный профиль строительства дороги – 3,0 км.

Ширина основной площадки – 7,6 м.

Категория - 2

Таблица 1 - Рабочие отметки

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Выем-	1,5	2,0	2,5	4,0	3,0	2,0	1,0									2,5
Насып									1,5	1,9	4,5	5,5	4,7	3,5		

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Выемка	3,5	4,2	3,7	2,1								1,0	1,5	1,7	1,2
Насып						3,2	4,5	5,5	4,4	2,0					

СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

А Содержание пояснительной записки

Введение 5%

1. Определение объемов земляных работ. 20%
2. Распределение земляных масс. 20%
3. Определение типоразмеров ведущих машин, состава землеройных комплексов и технико-экономических показателей их работы. 10%
4. Календарный график производства работ. 10%
5. Технология основных работ по сооружению земляного полотна. 10%
6. Охрана труда при производстве земляных работ. 10%
7. Мероприятия по охране окружающей среды и природопользования. 10%
8. Заключение 5%
9. Список литературы

В Графическая часть

Один лист чертежей – продольный профиль заданного участка земляного полотна, график поикетных объемов насыпей и выемок, помассивный график объема земляных работ с распределением земляных масс и разбивкой на рабочие участки, технологическая карта, разрабатываемая в составе курсовой работы для одного из производственных участков земляных работ и характерные поперечные профили.

Вариант 5

Подробный продольный профиль участка строительства – 3,0 км.

Категория железной дороги – 5

Ширина основной площадки земляного полотна – 6.4 м

Грунты – суглинок

Таблица № 1 – Рабочие отметки

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
выемка	0	2,5	3,2	3,6	2,5									2,1	3,0	4,1
насыпь							2,0	3,4	4,5	4,5	4,6	2,6				

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
выемка	4,5	3,2											1,5	3,0	0
насыпь				3,0	3,4	2,9	2,5	1,5	3,3	2,2	1,4				

СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

А Содержание пояснительной записки

Введение 5%

1. Определение объемов земляных работ. 20%
2. Распределение земляных масс. 20%
3. Определение типоразмеров ведущих машин, состава землеройных комплексов и технико-экономических показателей их работы. 10%
4. Календарный график производства работ. 10%
5. Технология основных работ по сооружению земляного полотна. 10%
6. Охрана труда при производстве земляных работ. 10%
7. Мероприятия по охране окружающей среды и природопользования. 10%
8. Заключение 5%
9. Список литературы

В Графическая часть

Один лист чертежей – продольный профиль заданного участка земляного полотна, график поикетных объемов насыпей и выемок, помассивный график объема земляных работ с распределением земляных масс и разбивкой на рабочие участки, технологическая карта, разрабатываемая в составе курсовой работы для одного из производственных участков земляных работ и характерные поперечные профили.

Вариант 6

1. Категория дороги – 2

2. Грунты – суглинок тяжелый

3. Продольный профиль строительства дороги – 3,0 км.

4. Ширина основной площадки – 7,6 м.

Таблица 1. «Рабочие отметки»

№	Насыпь	Выемка
0		1,5
1		3,0
2		3,5
3		5,5
4		2,5
5		1,0
6		
7	4,0	
8	5,5	
9	5,0	
10	3,5	
11	2,5	
12	1,0	
13		
14		0,5
15		1,7

№	Насыпь	Выемка
16		3,8
17		4,2
18		3,0
19		3,5
20		1,0
21		
22	1,0	
23	2,0	
24	4,0	
25	4,5	
26	3,5	
27	2,0	
28	1,0	
29	0,5	
30	0	0

Вариант 7

1. Категория дороги – 1

2. Грунты – супесь

3. Продольный профиль строительства дороги – 3,0 км.

4. Ширина основной площадки – 7,6 м.

Таблица 1. «Рабочие отметки»

№	Насыпь	Выемка	№	Насыпь	Выемка
0		1	16		3,5
1		2,5	17		4
2		3,5	18		2
3		3	19		1
4		2	20		1,5
5		1	21		
6		0,5	22	1,5	
7		Выемка	№	Насыпь	Выемка
8	3	1	16		3,5
9	4	2,5	17		4
10	4,5	3,5	18		2
11	5	3	19		1
12	3,5	2	20		1,5
13	2,5	1	21		
14		0,5	22	1,5	
15		Выемка	№	Насыпь	Выемка

Вариант 8

1. Категория дороги – 2
2. Грунт- суглинок
3. Продольный профиль строительства дороги – 3,0 км.
4. Ширина основной площадки – 7,6 м.

Таблица 1. «Рабочие отметки»

№	Насыпь	Выемка
0	0	1,2
1		2,0
2		2,5
3		4,0
4		3,0
5		
6	1,0	
7	1,5	
8	5,0	
9	2,0	
10	1,5	
11		
12		2,0
13		2,8
14		4,0
15		3,5

№	Насыпь	Выемка
16		2,2
17		
18	0,5	
19	1,5	
20	3,0	
21	2,0	
22		
23		3,0
24		4,0
25		2,0
26		1,5
27		2,0
28		2,0
29		1,0
30	0	0

Вариант 9

Подробный продольный профиль участка строительства – 3,0км.

Категория железной дороги – I

Ширина основной площадки земляного полотна – 7,6м

Грунты – супесь тяжелая

Таблица № 1

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
выемка	0,25	1,5	4,5	3,5	1,0									3,0	2,0	4,0
насыпь							2,0	4,0	3,5	5,5	4,0	1,5				

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
выемка	5,0	4,5											4,0	3,0	1,0
насыпь				3,0	3,5	2,5	1,5	1,5	3,0	2,0	1,0				

Вариант 10

Категория дороги – 3

Грунт – крупнозернистый песок

Продольный профиль строительства дороги – 3 км.

Ширина основной площадки – 7.3 м.

Таблица 1. «Рабочие отметки»

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Выемка							1,0	2,5	3,5	1,5	4,0	4,5	2,0			
Насыпь	0,8	3,5	3,0	2,5	1,5										2,0	2,7

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Выемка						2,2	3,5	4,5	2,5	1,0					
Насыпь	3,5	3,0	2,0	1,0								2,5	1,5	0,7	0

СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

А Содержание пояснительной записки

Введение 5%

1. Определение объемов земляных работ. 20%
2. Распределение земляных масс. 20%
3. Определение типоразмеров ведущих машин, состава землеройных комплексов и технико-экономических показателей их работы. 10%
4. Календарный график производства работ. 10%
5. Технология основных работ по сооружению земляного полотна. 10%
6. Охрана труда при производстве земляных работ. 10%
7. Мероприятия по охране окружающей среды и природопользования. 10%
8. Заключение 5%
9. Список литературы

В Графическая часть

Один лист чертежей – продольный профиль заданного участка земляного полотна, график попикетных объемов насыпей и выемок, помассивный график объема земляных работ с распределением земляных масс и разбивкой на рабочие участки, технологическая карта, разрабатываемая в составе курсовой работы для одного из производственных участков земляных работ и характерные поперечные профили.

4.2. Методические указания к выполнению курсового проекта

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Объемы земляных работ в дорожном строительстве определяют по рабочим отметкам продольного профиля с учетом размеров и формы земляного полотна.

Все сооружения земляного полотна делятся на две группы: типовые и сооружения, требующие индивидуального проектирования. В пособии рассматриваются только типовые земляные сооружения.

1.1 Обработка продольного профиля

Продольный и поперечный профили земляного полотна являются рабочими чертежами, по которым определяются объемы земляных работ. Для подсчета объемов выемок и насыпей продольный профиль разбивается на расчетные участки, границами которых служат нулевые точки (места перехода выемок в насыпи, и наоборот), места изменения ширины земляного полотна, крутизны откосов насыпей.

Определение границ расчетных участков для подсчета геометрических объемов конструктивных элементов земляного полотна получило название *обработка продольного профиля*.

1.2 Определение положения нулевых точек

Нулевой точкой называется точка перехода выемки в насыпь, и наоборот.

Положение нулевых точек на продольном профиле определяется расстоянием (X) от ближайшего пикета слева:

$$X = \frac{100 \cdot H_{\text{л}}}{H_{\text{л}} + H_{\text{нр}}} \quad (1)$$

где 100 — расстояние между пикетами (м);

$H_{\text{л}}$ — рабочая отметка на пикете слева от нулевой точки (м);

$H_{\text{нр}}$ — то же, справа от нулевой точки.

Определение положения нулевых точек дает возможность определить границы расчетных участков (табл. 1.2.1).

Участок №	Вид сооружения	Границы участка	Длина, м
1	Выемка	ПК0 — ПК3 + 20	320
2	Насыпь	ПК3 + 20 — ПК8 + 30	510
3	Выемка	ПК8 + 30 — ПК14 + 80	650
4	Насыпь	ПК14 + 80-ПК16 + 90	210
5	Выемка	ПК16 + 90-ПК27 + 20	1030
6	Насыпь	ПК27 + 20 — ПК30	280
Итого		ПК0-ПК30	3000

1.3 Определение положения высокой насыпи

При переходе нормальной насыпи (высота до 6 м) в высокую (высота более 6 м) изменяется очертание поперечного профиля за счет образования нижней уположенной части с показателем крутизны откоса 1,75. Поэтому при подсчете объемов насыпей предварительно определяют границы расположения на продольном профиле высоких насыпей.

Положение начала высокой насыпи находят из выражения:

$$X = L \left(\frac{H_0 \cdot H_L}{H_{np} - H_L} \right) \quad (2)$$

где L — расстояние между рабочими отметками H_L и H_{np} (м);

H_0 — предельная высота нормальной насыпи ($H_0= 6$ м);

H_L — ближайшая слева рабочая отметка от начала высокой насыпи

H_{np} — то же, рабочая отметка справа.

Аналогично определяется положение на продольном профиле конца высокой насыпи:

$$X = (L \frac{H_L \cdot H_0}{H_L - H_{np}}) \quad (3)$$

1.4 Определение геометрических объемов выемок и насыпей

Используя методику профессора С.П. Першина, выполнить вычисления в табличной форме.

Определить:

Основные объемы сооружения (выемки, насыпи) по формуле

$$V = \frac{L}{2}(B \cdot (H_1 + H_2) + (H_1 + H_2)^2 - H_1 \cdot H_2) \quad (4)$$

где B — ширина выемки по низу, насыпи — по верху (м);

L — длина расчетного участка (м);

H_1 и H_2 — рабочие отметки на границах расчетного участка (м).

Поправки к основным объемам (дополнительные объемы):

— объем сливной призмы в насыпях по формуле

$$V_{\text{сп}} = F_{\text{сп}} \cdot L = 0,075 \cdot L(b + 2,3) \quad (5)$$

где $F_{\text{сп}}$ — площадь поперечного сечения сливной призмы (м²);

L — длина расчетного участка (м);

b — ширина основной площадки земляного полотна (м);

— разность объемов кюветов и сливной призмы в выемках: при типовых размерах кювета разность объемов равна

$$V_{\text{сп}} = L(2 \cdot F_k \cdot F_{\text{сп}}) = L(1,56 - 0,075(b + 2,3)) \quad (6)$$

где F_k — площадь поперечного сечения кювета, при типовых размерах кюветов она равна 0,78 м²;

L — расстояние между левыми и правыми рабочими отметками $H_{\text{л}}$ и $H_{\text{пр}}$ (м);

— поправку к объему на уположение высоких насыпей с откосами в нижней части 1:1,75 по формуле

$$V_{\text{увн}} = 0,125 \cdot L((H_1 - H_0)^2 + (H_2 - H_0)^2) \quad (7)$$

— дополнительный объем на уширение земляного полотна в кривых участках

$$V_{\text{кр}} = 0,5 \cdot a \cdot (H_1 + H_2)L \quad (8)$$

где a — уширение земляного полотна в кривых (м);

- поправку к объему за счет косогорности местности (круче 1:10)

$$V_{kr} = K_{kr}(V_o + S \cdot L) \quad (9)$$

где K — коэффициент пропорциональности, определяемый из формулы

$$K_{kr} = \frac{m^2}{n^2 - m^2} \quad (10)$$

где m — показатель крутизны откосов земляного полотна, для высоких насыпей m принимается по нижней части (т.е. 1,75);

n — показатель косогорности местности;

V_o — основной объем, подсчитанный без учета косогорности, по формуле (4);

S — дополнительная площадь поперечного сечения земляного полотна за счет косогорности местности;

объем, занимаемый телом водопропускной трубы, определяется по формуле

$$V_{тр} = F_{тр} \cdot L_{тр} \quad (11)$$

где F — площадь сечения трубы по наружному обмеру (m^2);

$L_{тр}$ — расчетная длина трубы в теле насыпи (м):

для нормальной насыпи (до 6 м):

$$L_{тр} = b + 2 \cdot m(H - 0,5 \cdot d_n) \quad (12)$$

для высокой насыпи (более 6 м)

$$L_{тр} = b + 2 \cdot m \cdot H_o + 2 \cdot m(H - H_o - 0,5 \cdot d_n) \quad (13)$$

где H — рабочая отметка в месте расположения трубы (м);

d_n — наружный диаметр круглой трубы или высота прямоугольной (м).

Толщина стенок круглой трубы из сборных железобетонных звеньев ориентировочно составляет от 0,15 до 0,18 м; прямоугольной трубы — от 0,12 до 0,15 м.

Объем, занимаемый трубой, вычитают; остальные дополнительные объемы прибавляют к основному объему сооружения.

Определение геометрических объемов выемок и насыпей выполняется в программе Microsoft Office Excel в табличной форме, пример приведен в приложении 4.

1.5 График попикетных объемов земляных работ

На основе расчетов (см. приложение 4) объемы являются профильными (геометрическими). Общая сумма всех геометрических объемов выемок и насыпей на участке называется *профильной кубатурой*. Ее следует различать с рабочей кубатурой, к которой относится только объем разрабатываемого на данном участке грунта (в выемках, резервах и карьерах).

Для определения объема профильной кубатуры на участке пользуются графиком попикетных объемов земляных работ. Он дает наглядное представление о размещении профильной кубатуры вдоль оси земляного полотна и облегчает решение задачи распределения земляных масс. График вычерчивается под продольным профилем земляного полотна (см. приложение 17). Горизонтальная ось принимается за нулевую линию графика. Она разбивается на отрезки по числу пикетов на продольном профиле. На каждом отрезке откладывают в условно принятом масштабе в виде вертикальных столбиков профильные объемы выемок и насыпей, подсчитанные по пикетно. При этом объемы выемок располагают вверх, а насыпей — вниз от нулевой линии. Рекомендуется закрашивать диаграмму на участках выемок красным цветом, а на участках насыпей — желтым, как и на продольном профиле.

По графику попикетных объемов земляных работ подсчитывают по-массивные объемы, т.е. объемы каждой отдельной выемки и насыпи, а также объем профильной кубатуры ($V_{пр}$) по всей длине продольного участка:

$$V_{пр} = \sum V_n + \sum V_v \quad (14)$$

где $\sum V_n$ - суммарный объем всех насыпей (m^3)

$\sum V_v$ суммарный объем всех выемок (m^3).

2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗЕМЛЯНЫХ МАСС

Схема работ; при которых грунт из выемок перемещается в насыпи (вдоль трассы земляного полотна), получила название *продольной возки*. Если насыпи отсыпают; используя грунт из резервов и карьеров, а выемки разрабатывают в кавальеры и отвалы, имеет место *поперечная возка*.

Выбор той или иной схемы работ на каждом конкретном участке является основной задачей распределения земляных масс. При этом с целью сокращения затрат необходимо учитывать дальность возки грунта на каждом участке работ. Определение рационального соотношения между продольным и поперечным перемещениями грунта на участке выполняют с помощью кривой объемов земляных работ.

2.1 Кривая объемов земляных работ

Кривую объемов земляных работ (земляных масс) получают путем преобразования столбчатой диаграммы графика попикетных объемов в кумуляту. Для ее построения алгебраически суммируются объемы выемок и насыпей от начала участка (слева направо). При этом объемы выемок считаются со знаком «плюс», объемы насыпей со знаком «минус». Ординаты кривой подсчитываются на всех пикетах и нулевых точках продольного профиля. При их вычислении необходимо учитывать, что рабочий объем грунта, получаемый из выемок, будет меньше профильного за счет недоборов и потерь грунта при транспортировании. С другой стороны, для возведения насыпей потребуется объем грунта большей профильной кубатуры, так как для удобства уплотнения грунта и производства планировочно-отделочных работ насыпь отсыпают с запасом грунта по высоте и на откосах, а затем лишний грунт срезают принимая во внимание эти и другие факторы, влияющие на рабочий объем грунта, при построении кривой объемов профильную кубатуру выемок учитывают с коэффициентом 0,9; профильную кубатуру насыпей с коэффициентом 1,1.

Контроль вычисления ординат и построения кривой объемов производят по формуле

$$V_i = 0,9 \cdot \sum V_B - 1,1 \cdot \sum V_H \quad (15)$$

где V_i — искомая ордината кривой объемов земляных работ;

V_B, V_H — соответственно профильные объемы выемок и насыпей от начала профиля до искомой ординаты.

Для удобства работы рекомендуется ординаты кривой объемов земляных работ подсчитывать в ведомости (приложение 5).

Кумулятивная кривая строится на помассивном графике объемов земляных работ под графиком попикетных объемов земляных работ (см. приложение 17).

Кривая объемов земляных работ обладает следующими свойствами:

1) значение ординаты любой точки кривой представляет собой алгебраическую сумму объемов выемок и насыпей, расположенных от начала кривой до данной точки. При этом объемы выемок принимаются со знаком «плюс», объемы насыпей — со знаком «минус». Таким образом, знак и

величина ординаты дают представление о балансе земляных масс: знак «плюс» означает избыток рабочей кубатуры, знак «минус» — ее дефицит,

2) восходящие ветви кривой соответствуют положению выемок на продольном профиле, нисходящие ветви — положению насыпей;

3) вершины кривой (точки перегиба) соответствуют нулевым точкам на продольном профиле;

4) любая горизонтальная прямая, пересекающая восходящую и нисходящую ветви кривой, отсекает на ней участок, в пределах которого объем выемки равен объему насыпи (участок равных объемов). Эту прямую называют распределительной линией. Расстояние от распределительной линии до соответствующей вершины кривой равно объему рабочей кубатуры на этом участке;

5) площадь сегмента, ограниченного кривой объемов и распределительной линией, равна произведению рабочей кубатуры на среднюю дальность перемещения грунта из выемки в насыпь на данном участке.

Перечисленные свойства кривой позволяют решать задачи распределения земляных масс.

2.2 Определение рабочей и профильной кубатуры по участкам работ

С помощью кривой объемов земляных работ земляное полотно может быть разбито на несколько участков, отличающихся по способу перемещения грунта: с продольной или поперечной возкой.

Участки с продольной возкой получают, отсекая на кривой сегменты равных объемов. При этом положение распределительных линий выбирают таким, чтобы получить наименьший объем рабочей кубатуры, а также возможно меньшее среднее расстояние перемещения грунта.

Иногда роль распределительной линии выполняет нулевая линия кривой объемов. Проведя одну или несколько распределительных линий, разбивают земляное полотно на ряд участков (с продольной и поперечной схемой работ).

Если характер кривой позволяет рассмотреть несколько вариантов разбивки земляного полотна на массивы грунта, необходимо провести их сравнение и выбрать лучший из них.

В курсовой работе необходимо выполнить:

- сравнение объемов рабочей кубатуры;
- соотношение длины участков с продольной и поперечной схемами земляных работ;
- сравнение коэффициентов распределения земляных масс, которые определяются по формуле:

$$K = \frac{V_{np}}{V_p} \quad (16)$$

где V_{np} — объем профильной кубатуры на участке (м^3);

V_p — объем рабочей кубатуры.

Рабочая кубатура и длина каждого из расчетных участков определяются путем замеров на *чертеже*. Профильная кубатура при известном объеме рабочей кубатуры на участке может быть подсчитана по формулам:

—для участка с продольным перемещением грунта:

$$V_{np} = 2,0202 \cdot V_p \quad (17)$$

- для участков с поперечным перемещением грунта;

- из резервов (карьеров) в насыпь:

$$V_{np} = \frac{V_p}{1,1} \quad (18)$$

- из выемок в кавальеры (отвалы):

$$V_{np} = \frac{V_p}{0,9} \quad (19)$$

Пример вариантов распределения земляных масс представлен в приложении 6.

Анализ графиков попикетных и помассивных объемов земляных работ показывает, что суммарный объем выемок ($179\,462\text{ м}^3$) превышает суммарный объем насыпей ($37\,136\text{ м}^3$). Следовательно, лишний грунт будет перемещаться в кавальер. Так как сумма объемов выемок больше, чем сумма объемов насыпей, то распределение земляных масс производится по принципу удовлетворения потребителей.

Целесообразно выемку ПК0—ПК3 + 37 разрабатывать комплексом машин с ведущей машиной-экскаватором «драглайн» с перемещением грунта в кавальер в объеме $12\,238,02\text{ м}^3$.

Насыпь ПК3 + 37—ПК8 + 36 целесообразно возвести с перемещением грунта из выемки ПК0—ПК3 + 37 объемом $15\,637,72\text{ м}^3$.

Выемку ПК8 + 36—ПК14 + 85 объемом $61\,291,1\text{ м}^3$ целесообразно разрабатывать комплексом машин с ведущей машиной-экскаватором «прямая лопата» с перемещением грунта в кавальер автосамосвалами.

Насыпь ПК14 + 85—ПК16 + 84 объемом 5245,64 м³ целесообразно возводить перемещением грунта из выемки ПК8 + 36—ПК14 + 85.

Выемку ПК16 + 84—ПК25 объемом 54 877,88 м³ целесообразно разрабатывать комплексом машин с ведущей машиной-экскаватором «драглайн» с перемещением грунта в кавальер.

Насыпь ПК25-ПК30 объемом 30 109,16 м³ целесообразно возводить комплексом машин с ведущей машиной-скрепером с перемещением грунта из выемки ПК16 + 84—ПК25 в насыпь ПК25—ПК30.

Принятое решение на распределение земляных масс между источниками и потребителями грунта и выбор способов комплексной механизации сводятся в ведомость (приложение 7).

2.3 Определение средней дальности перемещения грунта

Среднее расстояние перемещения грунта на участках с продольной схемой работ определяется с помощью кривой распределения земляных масс. Для этого на сегментах равных объемов строят равновеликие им прямоугольники. Сторона такого прямоугольника параллельна распределительной линии и представляет собой расстояние между центрами тяжести соответствующих земляных массивов. Это расстояние с учетом коэффициента развития землевозной дороги, является средней дальностью возки грунта на данном продольном участке (L_v)

$$L_v = K_d + L_{cp} \quad (20)$$

где K_d — коэффициент развития землевозной дороги;

L_{cp} — расстояние между центрами тяжести массивов грунта, определяемое графически (м).

На участках с поперечной схемой работ среднее расстояние перемещения грунта определяется с учетом поперечных размеров земляных сооружений (выемок и кавальеров, насыпей и резервов). Если на поперечном участке используется бестранспортная схема работ, среднее расстояние перемещения грунта принимается равным расстоянию между осью выемки (насыпи) и осью кавальера (резерва). В случае применения транспортных схем необходимо учитывать размещение на участке въездов и съездов:

$$L_v = L_{cp} + S_{cp} \quad (21)$$

где S_{cp} — расстояние между осями сооружений (м).

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПОРАЗМЕРОВ ВЕДУЩИХ МАШИН, СОСТАВА ЗЕМЛЕРОЙНЫХ КОМПЛЕКСОВ И ТЕХНИКО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИХ РАБОТЫ

3.1. Общие положения

На предварительном этапе выбора способа производства работ решаются основные вопросы, определяющие состав и объем работ, технологическую последовательность и способы выполнения отдельных процессов, типы применяемых машин и т.д. Оптимальное решение для заданных условий можно получить из нескольких равноценных решений.

Определение типоразмеров ведущих машин

Комплекты машин для производства земляных работ называют по типу ведущей машины: бульдозерный, скреперный, экскаваторный и др. Каждый из них имеет определенную область эффективного использования, что следует учитывать при назначении комплектов на тот или иной производственный участок.

Земляные работы при сооружении железнодорожного земляного полотна должны выполняться с максимальным применением комплексной механизации всех видов работ.

Выбор типоразмеров ведущих машин определяется условиями производства земляных работ:

- требуемая расчетная производительность ($\text{м}^3/\text{смену}$);
- объем земляных работ (м^3);
- дальность транспортировки грунта (км);
- величина рабочих отметок (м^3).

Скреперными комплектами возводят насыпи из резервов и разрабатывают выемки, перемещая грунт в кавальеры при рабочих отметках до 6 м. Выемки с перемещением грунта в насыпь (продольная схема работ) разрабатывают при любых рабочих отметках. Дальность транспортирования грунта прицепными скреперами до 500 м, самоходными (полуприцепными) - до 5000 м.

Экскаваторные комплекты могут быть двух типов: экскаваторно-отвалы и экскаваторно-транспортные. Экскаваторно-отвалы создают на базе драглайна для возведения из боковых резервов насыпей высотой до 4 м и разработки в кавальеры выемок глубиной не более 12 м. Драглайны работают совместно с бульдозерами, которые разравнивают грунт и перемещают его за пределы действия рабочего оборудования драглайна.

Экскаваторно-транспортные комплексы формируют как на базе прямой лопаты, так и обратной лопаты или драглайна. Этими комплектами разрабатывают выемки, карьеры, резервы с перевозкой грунта в насыпи при любых рабочих отметках и дальности возки до 5 км, а при отсутствии местных грунтов на более дальние расстояния.

В качестве транспортных средств можно использовать автосамосвалы, землевозные тележки (думперы), землевозные железнодорожные вагоны (думпкары), а также прицепные и самоходные скреперы.

Типоразмер экскаватора-драглайна характеризуется параметрами: емкостью ковша (м^3); длиной стрелы (м); углом наклона стрелы (α°).

Типоразмер экскаватора «прямая лопата» и экскаватора-драглайна при работе их в комплекте с автосамосвалами характеризуется емкостью ковша (м^3) и определяется в зависимости от объема земляных работ на объекте (м^3).

Типоразмер самоходного и прицепного скреперов характеризуется емкостью ковша (м^3) и определяется в зависимости от дальности транспортировки грунта и объема земляных работ.

Типоразмер бульдозера характеризуется мощностью двигателя базового трактора (л.с.) и определяется в зависимости от дальности транспортировки грунта (при продольной схеме производства работ) или высоты насыпи (при поперечной схеме).

Например: в качестве ведущих машин землеройных комплексов выбирают комплект № 1 — экскаватор-драглайн Э-652 с ковшом емкостью 8 м^3 , длиной стрелы 10 м и углом наклона 45, так как наибольшая глубина выемки-4,1 м; объем земляных работ на объекте 12 238 м^3 .

3.1.Определение состава землеройных комплексов

Комплект машин подбирается с расчетом обеспечения максимальной производительности ведущей машины, наименьшей трудоемкости и стоимости работ.

В состав комплекса включаются машины, обеспечивающие все технологические операции по сооружению земляного полотна:

- разработку грунта в отвал или с погрузкой в транспортные средства;
- перемещение грунта из выемок в насыпи, кавальеры;
- последовательное разравнивание грунта в насыпях, кавальерах;
- последовательное уплотнение грунта в насыпях.

Потребность в ведущих машинах комплекса определяется условием выполнения работ в установленные сроки с учетом оптимального насыщения фронта работ машинами.

Количество ведущих машин определяется по формуле:

$$N = \frac{V}{V_{\text{дн}} \cdot T} \quad (22)$$

где V — общий объем грунта (м^3);

$V_{\text{дн}}$ — дневная выработка ($\text{м}^3/\text{дн}$);

T — срок выполнения работ (количество рабочих дней машины).

Дневная выработка машины определяется по формуле

$$V_{\text{дн}} = \frac{100 \cdot n_{\text{см}} \cdot 8}{H_{\text{вр}}} \quad (23)$$

где $n_{\text{см}}$ — число смен 1—2;

$H_{\text{вр}}$ — норма времени ведущей машины по [4].

Количество необходимых транспортных средств определяется по формуле

$$H = \frac{T_{\text{л}} + T_{\text{уст.л}} + T_{\text{р}} + T_{\text{уст.р}} + T_{\text{м}} + T_{\text{пр}}}{T_{\text{п}} + T_{\text{уст.п}}} \quad (24)$$

где $T_{\text{л}}$ и $T_{\text{п}}$ — продолжительность погрузки автосамосвала (0,2+0,4 мин);

$T_{\text{уст.п}}$ — продолжительность установки автосамосвалов под погрузку (0,2 + 0,3 мин);

$T_{\text{р}}$ — продолжительность разгрузки автосамосвала (0,4 + 0,5 мин);

$T_{\text{уст.р}}$ — продолжительность установки автосамосвалов под разгрузку (0,2 + 0,4 мин);

$T_{\text{м}}$ $T_{\text{н}}$ — продолжительность технологических перерывов (маневры, разъезды) (0,4 ч- 0,5 мин).

Продолжительность пробега автосамосвала в оба конца ($T_{\text{пр}}$) рассчитывается по формуле

$$T = \frac{2 \cdot L}{V_{\text{ср}}} \quad (25)$$

где L — длина расчетного участка;

$V_{\text{ср}}$ — средняя скорость движения автосамосвала в оба конца, (25 км/ч). Пример составления комплекса ведущей машины представлен в приложении 8.

3.2. Определение технико-экономических показателей работы землеройных комплексов

К основным технико-экономическим показателям работы землеройных комплексов (приложение 9) относятся:

- расчетная эксплуатационная производительность ведущей машины ($\text{м}^3/\text{смену}$);
- выработка на одного рабочего ($\text{м}^3/\text{смену}$);
- трудоемкость работ на единицу продукции (чел.-дн.).

Производительность экскаваторов при разработке грунта при устройстве выемок и насыпей определяется в зависимости от типа и вместимости ковша, глубины забоя, группы грунта и способа его разработки.

Производительность самоходного и прицепного скреперов определяется в зависимости от вместимости ковша, расстояния перемещения грунта, его группы и вида с учетом влажности.

Производительность бульдозера определяется в зависимости от его марки, расстояния перемещения и группы грунта с учетом его состояния, а также подъема пути перемещения грунта.

Выработка на одного рабочего ($\text{м}^3/\text{смену}$) определяется по формуле:

$$B = \frac{\Pi}{N} \quad (26)$$

где Π —производительность комплекта машин (ведущей машины);

N — количество рабочих в комплексной бригаде в соответствии с технологической схемой.

Производительность комплекта машин определяется в зависимости от условий производства

$$\Pi = \frac{100 \cdot n_{см} \cdot 8}{H_{ср}} \quad (27)$$

где $n_{см}$ — число смен 1—2;

$H_{вр}$ — норма времени ведущей машины (по ЕНиР2-1).

4. КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

Календарный график — один из основных документов организации строительства и производства работ. В нем устанавливается тех-

нологическая последовательность работ, их взаимная увязка во времени, сроки выполнения отдельных процессов и всего комплекса работ, потребность в ресурсах (людских, технологических, материальных).

Основой для составления календарного графика являются решения по формированию и выбору комплектов машин.

Для построения календарного графика производства работ по сооружению земляного полотна необходимо определить продолжительность работы (количество рабочих дней) ведущих землеройных машин на рабочих участках. Количество рабочих дней машины определяем по формуле

$$T = \frac{V \cdot H_{вр}}{100 \cdot n_{ст} \cdot 8 \cdot n_m} \quad (28)$$

где V — общий объем грунта (m^3);

n_m — количество ведущих машин.

Календарный график строится на масштабно-координатной бумаге по данным технологических расчетов (приложение 10).

5.ТЕХНОЛОГИЯ ОСНОВНЫХ РАБОТ ПО СООРУЖЕНИЮ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Технология основных земляных работ разрабатывается в соответствии с Техническими указаниями по технологии сооружения железнодорожного земляного полотна в зависимости от вида землеройного комплекта и включает:

- схему работы землеройного комплекта с указанием расстановки и движения землеройных и транспортных машин и порядка выполнения работ;

- схему организации забоя иди резания грунта;
- основные технические указания по технологии работ;
- основные правила охраны труда.

Для написания раздела курсовой работы необходимо использовать сборник [4], где представлены подробное описание технологии основных земляных работ и техническая характеристика землеройных и вспомогательных машин.

5.1. Разработка выемок с отвалом грунта в кавальеры и возведение насыпей из резервов драглайном

Технологический процесс состоит из разработки драглайном грунта в выемке или резерве, перемещения его непосредственно в насыпь или кавальер, послойного разравнивания бульдозером и уплотнение грунтоуплотняющими машинами в насыпи (приложение 11), при необходимости с разворотом автосамосвалов на насыпи (приложение 12).

Разработка грунта в выемках и резервах драглайном ведется двумя способами: проходками с торцевыми (лобовыми) забоями и проходками с боковыми забоями. По сравнению с боковым забоем, лобовой обеспечивает значительно большую глубину копания. Однако при работе с боковым забоем значительно уменьшается объем бульдозерных работ, связанных с дополнительным перемещением грунта в земляные сооружения.

Насыпь отсыпают послойно участками длиной от 50 до 100 м.

При двухсторонних резервах экскаватор работает поочередно в каждом из резервов, разрабатывая их в такой же последовательности, как и при одностороннем резерве.

При двухстороннем расположении кавальеров экскаватор разрабатывает сначала одну половину выемки, отваливая грунт в кавальер, расположенный с этой же стороны, затем - другую. При этом драглайн отсыпает грунт непосредственно в кавальер или в промежуточный отвал, из которого грунт перемещается в кавальер бульдозером.

Проходки драглайна должны быть такой ширины, чтобы средняя величина угла поворота стрелы не превышала 90° — 120° . Расстояние между стоянками должно быть не более $1/3$ длины стрелы драглайна.

Разработку грунта следует начинать с низовой стороны земляного полотна для обеспечения постоянного водоотвода из забоев. Для предотвращения нарушения структуры грунта в основании выемки забой разрабатывают с недобором до верха сливной призмы 0,15—0,25 м. Недобор грунта удаляется при производстве планировочных работ.

5.2. Разработка выемок, карьеров, резервов одноковшовыми экскаваторами и возведение насыпей автосамосвалами

Технологический процесс состоит из разработки в забое грунта с погрузкой его в автосамосвалы и перемещения из выемки или карьера в насыпь, послойного разравнивания бульдозером и уплотнения грунтоуплотняющими машинами (приложение 13).

Разработка выемок и карьеров экскаватором «прямая лопата» производится:

-боковым забоем (продольными проходками), когда транспортные средства размещаются сбоку от экскаватора, в одном или разных уровнях с ним;

—лобовым забоем (лобовыми проходками), когда экскаватор образует траншею, а грунт выгружается в транспортные средства, размещаемые сзади экскаватора на дне траншеи, в одном уровне с ним.

По сравнению с работой в боковых забоях при работе в лобовых увеличивается продолжительность цикла и уменьшается производительность экскаватора.

Продольные уклоны проходок не должны превышать уклонов, допустимых для транспортных средств. От забоя должен быть обеспечен надежный отвод воды, для чего устраивают продольные канавы или временные кюветы с уклоном не менее 2 % со стоком воды к ним в поперечном направлении от каждой проходки.

При глубине выемки до 5 м ее разрабатывают в один ярус, при большей глубине — в два и более ярусов. Разработку каждого яруса начинают с низовой стороны для обеспечения отвода воды из забоя. В обычных условиях уклон дна проходок должен быть в пределах от 3 до 8 %.

Грунт в выемке разрабатывают с недобором для предотвращения нарушения его естественной структуры. Доступный недобор при работе экскаватора «прямая лопата» 0,1—0,2 м от верха сливной призмы. Недобор грунта удаляется при производстве планировочных работ.

Движение груженных автосамосвалов при отсыпке слоев насыпи должно производиться по слою, выровненному бульдозером. При кольцевой езде автосамосвалов отсыпается половина ширины слоя, а по другой — движутся груженные автосамосвалы.

В случае возведения высоких насыпей с оставлением прогалов для водопропускных труб и на подходах к мостам, а также при невозможности проезда порожних автосамосвалов около насыпи, отсыпка слоев выполняется с разворотом автосамосвалов на насыпи.

При ширине слоя не менее 11 м груженные автосамосвалы разворачиваются около места выгрузки грунта, отсыпку ведут одновременно по всей ширине слоя. По длине насыпь делят на две захватки, на одной из которых ведется отсыпка грунта автосамосвалами с разравниванием его бульдозером, на другой — уплотнение грунта катками.

Для отсыпки вышележащих слоев, ширина которых менее 11 м, насыпь разбивается на захватки длиной 30—50 м, при этом на первой захватке слой отсыпается до проектной отметки. Разгрузка самосвалов в данном случае ведется задним ходом.

5.3. Разработка выемок и возведение насыпей скреперами

Технологический процесс состоит из разработки в выемки или резервы грунта, перемещении и укладки его в насыпь или кавальер послойного уплотнения.

Разработка выемок с перемещением грунта в насыпи (продольная транспортировка) производится при любых рабочих отметках (приложение 14).

Прицепные скреперы с ковшом емкостью 8 м³ должны работать в сцепе с трактором 100—130 л.с.; скреперы с ковшом емкостью 10 м³ с трактором 140—130 л.с.; скреперы с ковшом емкостью 15 м³ с трактором 300 л.с.

Самоходные скреперы с ковшом емкостью 9,11 и 15 м³ при наборе грунта подталкиваются гусеничными тракторами мощностью не менее 140—180 л.с. или колесными, мощностью не менее 200—300 л.с., оборудованными специальным подталкивающим устройством.

Наполнение ковша скрепера следует производить на прямолинейном участке. При наличии уклона слои набора грунта должны быть наклонными под углом 3—7°. При наполнении ковша скрепера резание грунта осуществляется по обычной, гребенчатой, ребристошахматной схемам и клевками. Выемки (резервы) разрабатываются скрепером послойно на всю ширину с небольшим уклоном (5...8*) в сторону набора грунта. При резании грунта применяются различные способы срезания стружки. Более предпочтительным является способ, когда срезается, по возможности, слой постоянной толщины. При всех способах резания набор грунта следует производить на первой скорости с максимально возможной толщиной стружки.

Разработку грунта ведут послойно, начиная с участков, прилегающих к бровкам выемки (резерва). Разгрузку грунта также необходимо выполнять послойно, горизонтальными рядами, при движении скрепера по прямой.

В зависимости от расположения забоев и мест отсыпки грунта движение скреперов может быть организовано по различным схемам. Рациональную схему движения принимают с учетом следующих требований:

- путь движения при наполнении и разгрузке ковша должен быть прямолинейным, а путь транспортирования — кратчайшим;

-забой должен быть такой длины, чтобы ковш скрепера загружался полностью, и был рассчитан на движение скрепера с трактором- толкачом;

-длина фронта разгрузки должна быть достаточной для полной выгрузки ковша;

—уклон пути на въездах и съездах должен соответствовать тяговой силе скрепера и обеспечивать безопасность движения. При транспортировке грунта скреперами из выемок в насыпи применяются схемы по эллипсу восьмерке, зигзагу и продольно-челночная.

При продольном перемещении грунта чаще всего используется так называемая *вытянутая эллиптическая (<кольцевая)* схема движения скреперов с устройством дороги за пределами возводимого земляного полотна (приложение 15). Скреперные дороги устраивают, как правило, с односторонним движением с минимальным числом поворотов, подъемов и спусков. Расстояние между съездами и въездами на земляные сооружения зависит от рабочих отметок на участке. Въезды на насыпь и съезды при высоте ее до 1,5—2 м рекомендуется устраивать прямыми, при большей высоте — косыми.

Ширина проезжей части скреперных дорог принимается не менее 4,5 м при емкости ковша до 10 м³ и не менее 5,5 м при емкости ковша свыше 15 м³; крутизна — не более 1:5 или 1:6 для въездов и 1:2 или 1:3 для съездов.

После отсыпки слоя грунта он уплотняется пневмокатком весом 25—30 т, перед пропуском которого отсыпанный слой должен быть спланирован бульдозером.

Землевозные дороги следует содержать в исправном состоянии.

5.4. Разработка выемок и возведение насыпей бульдозерами

Технологический процесс сооружения земляного полотна бульдозерами состоит из разработки грунта в выемке (или резерве) и перемещения его в насыпь (или кавальер) послойного разравнивания, уплотнения грунта грунтоуплотняющими машинами (приложение 16).

Разработку выемки бульдозером следует вести, начиная от откосов, слоями толщиной до 30—40 см по всей длине забоя и ширине выемки. Для обеспечения заданной крутизны откоса выемки, разработку каждого нижележащего слоя начинают с отступом от края предыдущего слоя на величину не менее $m \times Л$ (m — показатель крутизны откоса; $Л$ — толщина слоя).

Резание, особенно плотных грунтов, следует производить по гребенчатой схеме. В тяжелых грунтах набор осуществляется «плавающим»,

т.е. незакрепленным отвалом; в легких грунтах отвал следует закреплять в положении, обеспечивающем определенную глубину резания.

Возведение насыпи бульдозерами из резервов производится попеременно на двух смежных захватках. При этом на одной из них ведется отсыпка грунта с разравниванием его горизонтальными слоями по всей ширине насыпи, а на другой — уплотнение грунта грунтоуплотняющими машинами.

Насыпь возводимая с перемещением грунта из выемки, по длине делится на две захватки. Отсыпка слоя начинается с дальней от выемки захватки. После отсыпки и разравнивания грунта на этой захватке он уплотняется, а на смежной с ней захватке — отсыпается. Уплотнение грунта рекомендуется выполнять навесными на тракторе трамбующими машинами.

С увеличением высоты, возводимой из резерва насыпи, значительно снижается производительность бульдозера и увеличивается объем грунта, необходимый для устройства въезда его на насыпь. Въезд необходимо устраивать сплошным на всем протяжении насыпи с уклоном не круче $1 + 5 \text{ ‰}$. Потребный для устройства въезда грунт является дополнительной присыпкой к насыпи и в дальнейшем не используется.

5.5. Технология уплотнения насыпей

Уплотнение насыпей должно производиться послойно в процессе производства работ специальными грунтоуплотняющими машинами. Эффективность уплотнения зависит от вида и влажности грунта, толщины уплотняемого слоя, режима работы грунтоуплотняющих машин, температурных условий.

Наибольший экономический эффект достигается при уплотнении грунтов, имеющих оптимальную влажность. В процессе производства работ не следует допускать переувлажнения грунта. В дождливый период года отсыпанный грунт необходимо немедленно разравнивать и уплотнять, придавая поверхности слоя уклон $1—2 \text{ ‰}$ в сторону откосов.

Легковыветривающиеся размягчаемые скальные грунты (мергели, аргиллиты, алевролиты и т.п.), а также крупнообломочные грунты необходимо отсыпать слоями толщиной не более 0,4 м (при размере отдельных камней не более 0,3 м) и уплотнять по следующей технологии:

-в верхней метровой части насыпи каждый слой уплотняется шестью — восьмью проходами пневматических катков типа ДУ-16 (Д- 551), решетчатых ЗУР-25 или машинами ударного типа за один проход со скоростью 150 м/ч.

Слабовыветривающиеся скальные грунты рекомендуется отсыпать слоями толщиной не более 1,5—2 м.

Уплотнение насыпей катками рекомендуется производить на участках длиной не менее 200 м. Уплотнение машинами ударного действия можно эффективно производить при фронте работ не менее 25 м.

Если ширина насыпи меньше указанных размеров, поворот уплотняющих машин выполняется на специальных разъездах, нулевых местах или вне пределов насыпи с использованием въездов и съездов.

При фронте уплотнения до 50 м работа уплотняющих машин ударного действия возможна без разворота, по челночной схеме, при условии принятия специальных мер безопасности по обеспечению видимости при движении назад.

Перед началом уплотнения грунт разравнивается бульдозером или автогрейдером слоем принятой толщины. Особое внимание должно быть уделено уплотнению грунтов на участках въездов, съездов и концевых участков захваток.

Работа грунтоуплотняющих машин должна быть четко увязана с работой основных машин для возведения насыпи.

Уплотнение насыпей катками. Уплотнение пневмокатками. Пневмокатки весом 25—30 т с давлением на колесо 4—5 т рекомендуется применять для уплотнения насыпей, возводимых из талых песчаных и глинистых грунтов.

Пневмокатки типа ЗУ-25 позволяют уплотнять слои грунта по всей ширине насыпи, включая бровочные части, не нарушая при этом требования охраны труда. Они оснащены автосцепкой на переднем и заднем дышле, что позволяет реверсировать их работу на площадках шириной 8 м путем быстрой перецепки тягача.

Давление в шинах всех колес катка должно быть одинаковым и составлять при уплотнении глин, суглинков и каменных материалов

—8 атм., супесей — 3—4 атм. и песков — 2 атм. Для уплотнения несвязных грунтов следует применять катки, вес которых меньше конструктивного, с балластом на 40 %.

В качестве тягачей прицепных пневмокатков используются тракторы мощностью 100-130 л.с.

Уплотнение решетчатыми катками. Для уплотнения насыпей из всех видов грунтов, в том числе связанных с влажностью не более оптимальной, применяются прицепные решетчатые 25-тонные катки ЗУР-25.

Наиболее рационально уплотнять решетчатыми катками скальные и крупнообломочные грунты, а также грунты с включениями мерзлых комьев при производстве работ зимой.

При уплотнении песчаных и супесчаных грунтов каток ЗУР-25 рекомендуется разгрузить до 20 т (снять четыре балластных блока симметрично продольной оси катка), чтобы уменьшить величину разрыхления верхней части слоя при уплотнении. В качестве тягача к решетчатому катку используются тракторы мощностью 100—130 л.с.

Уплотнение виброкатками. Прицепные виброкатки Д-480, Д-630 и Д-61 ЗА (статическая масса, соответственно 3, 6 и 12 т) используются для уплотнения, в основном, песчаных, крупнообломочных, скальных, а также увлажненных глинистых грунтов.

Виброкаток Д-631А используется также для уплотнения основной площадки выемок в слабых грунтах.

Для перемещения виброкатков используются тракторы мощностью 75—100 л.с.

Уплотнение насыпей машинами ударного действия. Грунтоуплотняющие машины ударного и виброударного действия предназначены для уплотнения всех видов грунтов, независимо от фронта работ, в летний и зимний периоды.

Конструкции дизель-трамбовочной машины УМТС-2 и виброударных машин позволяют уплотнять слои по всей ширине насыпи без нарушения требований охраны труда. Рабочие органы этих машин сдвигаются поперек тракторного хода до 1 м за след гусеницы, что может вызвать обрушения откоса.

При уплотнении насыпей необходимо сохранять постоянную высоту подъема плит у машины Д-471 и не допускать передвижения отдельных трамбовок у дизель-трамбовочных и виброударных машин при прекращении работы.

6. ОХРАНА ТРУДА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

При производстве земляных работ необходимо руководствоваться СНиП 04.80 «Техника безопасности в строительстве».

При работе с землеройными машинами необходимо соблюдать все основные правила охраны труда.

7. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

В транспортном строительстве сформирован экосистемный подход, являющийся частью науки транспортной экологии, предметом которой является изучение взаимодействия природы и транспорта. Остальную содержательную часть составляет разработка инженерных методов и мероприятий по защите окружающей среды. Они уменьшают риск техногенных аварий и катастроф, связанных с созданием и эксплуатацией транспортных объектов.

Железнодорожный транспорт является одним из самых крупных землепользователей, которому из государственного фонда отводят определенные площади для размещения линейных коммуникаций и объектов производства. При строительстве железнодорожных путей и примыкающих к ним сооружений нарушаются большие площади при разработке земельных и балластных карьеров. Все возникающие при строительстве дорог экологические проблемы сгруппированы по следующим направлениям принятия строительных решений:

- землепользование;
- архитектурно-планировочное;
- конструктивное;

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Исходные данные

№ варианта и профильного профиля	Категория дороги	№ варианта и профильного профиля	Тип грунта
1	2	3	4
1	1	16	Суглинок лессовидный
2	2	17	Песок без примесей
3	3	18	Глина мягкая жирная
4	4	19	Супесь легкая
5	1	20	Суглинок тяжелый
6	2	21	Глина ломовая
7	3	22	Суглинок легкий
8	4	23	Глина сланцевая
9	1	24	Супесь тяжелая
10	2	25	Песок гравелистый
11	3	26	Суглинок лессовидный
12	4	27	Песок без примесей
13	1	28	Глина мягкая жирная
14	2	29	Супесь легкая
15	3	30	Суглинок тяжелый

Приложение 2

Поперечные размеры земляного полотна однопутных железных дорог

Ширина основной площадки земляного полотна, м	Категория дороги		
	1 и 2	3	4
	7,6	7,3	7,1
Уширение земляного полотна (м) в кривых радиусом			
3000,4000	0,2		
2500,2000,1800	0,3		
1500,1200,1000,800,700	0,4		
600,500,400,350,300,250,200, 180	0,3		

Приложение 3

Варианты и характеристика грунтов на участке земляного полотна

Наименование грунтов	Ср. плотность, кг/м ³	Средний коэффициент разрыхления		Группа грунта при разработке			
		K _p	K _o	экскавато	скрепером	бульдозе	грейдером
Суглинок лессовидный	1700	1,2	1,04	1	1	1	1
Песок без примесей	1600	1.1	1,02	1	2	2	2
Глина мягкая жирная	1800	1,25	1,06	2	2	2	2
Супесь легкая	1650	1,12	1,04	1	1	1	1
Суглинок тяжелый	1750	1,26	1,06	2	2	2	2
Елина ломовая	1950	1,28	1,07	4	—	3	. 3
Суглинок легкий	1700	1,18	1,03	1	1	1	1
Глина сланцевая	2000	1,3	1,08.	4	—	3	—
Супесь тяжелая	1750	1,17	1,05	2	2	2	2
Песок гравелистый	. 1700	1,15	1,03	1	2	2	2

Приложение 4

Ведомость подсчета профильных объемов выемок и насыпей

Пк+	L,м	В,м	Н,м	Н1+Н2	(Н1+Н2) ²	Н1xН2	V ₀ , м	Поправки к объему, м				Профильный объ-ем, м		
								V _{спр}	V _{спк}	V _{увп}	V _{кр} V	**	насыпи	выемки
0		12	0											
	100			4,56	20,7	0	3775	81	0	0	0	0		3856
1		16	4,56											
	100			11,34	128,6	30,9	13955	81	0	0	0	0		14036
2		16	6,78											
	100			8,25	68,1	9,9	9504	81	0	0	0	0		9585
3		12	1,47											
	37			1,47	2,2	0	366	30	0	0	0			396
37		12	0											
	63			2,54	М	0	1163	47	0	0	0	1210	0	
4		7,6	2,54											
	100			4,41	19,4	4,7	2410	74*	0	110	22	2572	0	
5		7»6	1,87											
	100			3,46	11,9	2,9	1765	74	0	87	0	1926	0	
6		7,6	1,59											
	100			6,93	48	8,5	4610	1 74	0	178	0	4862	0	

Приложение 5

Ведомость подсчета ординат кривой объемов

ПК	Профильные объемы		Ординаты кривой		Контроль вычислений
	насыпь	выемка	минус	плюс	
1	2	3	4	5	6
0				0	
1		3856,68		3471,01	$27\,875,73 \cdot 0,9 = 25\,088,16$
2		14036,94		16\,104,26	
3		9585,79		24731,47	
3 + 37		396,32		25088,16	
Итого					
	1210,35				$25088,16 - 15637,71 \cdot 1,1 = 7886,68$
	2572,72				
4	1925,72			23\,756,78	
5	4362,74			20\,926,79	
6	4804,41			18\,808,49	
7	261,77			13459,49	
8				8174,64	
Итого					

Приложение 6

Варианты распределения земляных масс по участкам работ

№	1-й вариант			
участка	Длина участка, м		Кубатура, м³	
	поперечная	продольная	рабочая	профильная
1	130		12238,02	13597,8
2		710	15637,71	31\,591,3
3	480		61\,291,1	68\,101,22
4		360	5245,64	10597,24
5	820		54877,1	60375,53
6		500	30109,53	60826,53
2-й вариант				
1	130	750	67477,51	31591,3
2	710			56\,554,48
3	480	270		10\,597,24
4				88\,601,56
5	820	500		60\,126,53
6			10109,16	

Приложение 7

Ведомость распределения земляных масс по источникам и потребителям грунта

Объект	Объем земляных работ	Разделение земляных масс												Ст юсоб коми пекс- меха!ной	
		Источники						Потребители						Наименование машины	Объем работ, м
		Выемка		Резерв		Карьер		Насыпь		Кавальер		Отвал			
		ПК	V _м	ПК	V _м	ПК	V _м	ПК	V _м	ПК	V _м	ПК	V _м		
Выемка пко- ПКЗ + 37	27 876	ПКО- ПК1 + 30	12 238							ПКО- ПК1 + 30	12 238			Эд	12 238
		ПК1 + 30- ПКЗ + 37	15 638					ПКЗ + 37- ПК8 + 36	15 638					Сс	15 638
Выемка ПК8 + 36- ПК14 + 85	66 537	ПК8 + 36- ПК13 + 76	61 291							ПК8 + 36 — ПК13 + 76	61 291			Эпл	61 291
		ПК13 + 76 — ПКИ + 85	5246					ПКИ+ 85- ПК8 + 36	5246					Сс	5246
Выемка ПК 16+84- ПК27+26	84 987	ПК16 + 84- ПК25	54 878							ПК016 + 84- ПК25	54 878			Эд	54 878
		ПК25- ПК27 + 26	30 109					ПК27 + 26 — ПК30	30 109					Сс	30 109
Итого															
Выемки			179 400												
Насыпи									50 993						
Кавальеры											128				
Итого К											128				179 400

Приложение 8

Комплекс ведущей машины-экскаватора «прямая лопата»

1 Комплекс экскаватор «прямая лопата»				
Комплект машин		Состав комплексной бригады		
Наименование машины	Количество	Профессия	Разряд	Количество рабочих, чел.
Экскаватор «прямая лопата» ЭО-5122 с ковшом емкостью 1,6 м ³	1	Машинист экскаватора	6	1
Автосамосвалы КрАЗ-256Б грузоподъемностью 10 т	5	Шофер автосамосвала	—	5
Бульдозер на тракторе Т-100	1	Машинист бульдозера	5	1
Пневмокаток массой 25 - 30 т	1	Машинист пневмокатка	5	1
Итого	8	-	-	8

Приложение 9

Технико-экономические показатели работы землеройных комплексов

Показатели	Единицы измерения	Комплексы					
		1		2			3
		РУ-1	РУ-5	РУ-2	РУ-4	РУ-6	РУ-3
Производительность	м ³ /смену	667	952	286	286	354	615
Выработка на одного рабочего	м ³ /смену	222	317	95	95	от	77
Трудоемкость единицы продукции	чел-дн /1000 м ³ *	0,054	0,087	0,042	0,027	0,086	0,4

5 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

оценка «отлично» - ставится при условии, что все расчеты выполнены верно, графический материал представленный в работе соответствует полученным расчетным данным. Пояснительная записка оформлена в соответствии с предъявляемыми требованиями. При защите работы студент свободно владеет материалом, дает полные и развернутые ответы на все вопросы, при необходимости аргументирует свой ответы произведенными расчетами;

оценка «хорошо» - ставится при условии, что в расчетах допущено не более 2 ошибок, графический материал представленный в работе соответствует полученным расчетным данным. Пояснительная записка оформлена в соответствии с предъявляемыми требованиями. При защите работы студент свободно владеет материалом, дает полные и развернутые ответы на все вопросы, при необходимости аргументирует свой ответы произведенными расчетами;

оценка «удовлетворительно» - ставится при наличии ошибок, оказывающих серьезное влияние на последующие расчеты, графический материал представленный в работе выполнен с ошибками. Пояснительная записка оформлена не в полном соответствии с предъявляемыми требованиями. При защите работы студент не демонстрирует свободное владение материалом, затрудняется с ответами на вопросы, не может аргументировать свой ответы произведенными расчетами;

оценка «неудовлетворительно» - ставится при полностью неправильных расчетах, неправильно представленном графическом материале.