

СЫКТЫВКАРСКИЙ ЛЕСНОЙ ИНСТИТУТ

**КАФЕДРА ДОРОЖНОГО, ПРОМЫШЛЕННОГО
И ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

**ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

**Методическое пособие
к дипломному и курсовому проектированию
для студентов специальности 270205
«Автомобильные дороги и аэродромы»
для всех форм обучения**



СЫКТЫВКАР 2007

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

**СЫКТЫВКАРСКИЙ ЛЕСНОЙ ИНСТИТУТ – ФИЛИАЛ
ГОУ ВПО САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ С. М. КИРОВА**

КАФЕДРА ДОРОЖНОГО, ПРОМЫШЛЕННОГО И ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

**ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

**Методическое пособие
к дипломному и курсовому проектированию для студентов
специальности 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы»
для всех форм обучения**

СЫКТЫВКАР 2007

УДК 629.014
ББК 39.311
Т38

Рассмотрено и рекомендовано к изданию на заседании кафедры дорожного, промышленного и гражданского строительства 10 апреля 2006 г. (протокол № 9).

Утверждено к изданию советом лесотранспортного факультета Сыктывкарского лесного института 24 апреля 2006 г. (протокол № 8).

Составитель:

А. И. Гусев, старший преподаватель

Рецензент:

Е. И. Михайлов, заместитель руководителя
Дорожного агентства Республики Коми

Ответственный редактор:

О. Г. Плехов, кандидат технических наук, доцент

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ :
Т38 метод. пособие к диплом. и курсов. проектированию для студ. спец. 270205 «Автомобильные
дороги и аэродромы» для всех форм обуч. / сост. А. И. Гусев ; СЛИ. – Сыктывкар, 2007. – 100 с.
УДК 629.014
ББК 39.311

Издание содержит рабочую программу, а также рекомендации и задания по выполнению курсового и дипломного проектов по дисциплине «Технология и организация строительства автомобильных дорог» в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта. Приведены данные для расчетов и методика расчета параметров технологии и организации строительства дорожных конструкций. Расчеты сопровождаются ссылками на литературные источники и справочный материал. Предназначено для студентов специальности 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы» всех форм обучения.

Темплан 2005/06 учеб. г. Изд. № 68.

© А. И. Гусев, составление, 2007
© Сыктывкарский лесной институт – филиал
ГОУ ВПО «Санкт-Петербургская государственная
лесотехническая академия имени С. М. Кирова», 2007

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА	6
1.1. Цель и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе	6
1.1.1. Цель преподавания дисциплины	6
1.1.2. Задачи изучения дисциплины	6
1.1.3. Дополнение к Государственному образовательному стандарту профессионального образования по дисциплине	6
1.1.4. Перечень дисциплин и тем, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины	7
1.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
1.2.1. Наименование тем лекционных занятий, их содержание, объем в часах	7
1.2.2. Практические занятия, их наименование и объем в часах	12
1.2.3. Лабораторные работы, их наименование и объем в часах	12
1.3. ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ	13
1.3.1. Самостоятельная работа и контроль успеваемости	13
1.3.2. Распределение часов по темам и видам занятий	13
1.4. ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ	17
1.4.1. Самостоятельная работа и контроль успеваемости	17
1.4.2. Распределение часов по темам и видам занятий	17
1.5. ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	20
1.6. ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ	21
1.7. КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ	24
1.8. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	24
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КУРСОВОМУ И ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ	25
2.1. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО И ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТОВ	25
2.1.1. Исходные данные	25
2.1.2. Содержание курсового и дипломного проектов	25
2.1.3. Оформление курсового и дипломного проектов	26
2.2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ	27
2.2.1. Поперечные профили	27
2.2.2. Климатическая характеристика района строительства	29
2.2.3. Расчет ширины полосы отвода (дорожной полосы)	31
2.2.4. Подготовительные работы	33
2.2.5. Искусственные сооружения	36
2.2.6. Объемы земляных работ	37
2.2.7. График распределения земляных работ	41
2.2.8. Среднее расстояние перемещения грунта при возведении насыпи из боковых резервов	43
2.2.9. Среднее расстояние перемещения грунта из выемки в насыпь	44
2.2.10. Среднее расстояние транспортирования при возведении насыпи из привозного грунта	47
2.2.11. Методы организации производства земляных работ	47
2.2.12. Технологическая карта на выполнение линейных работ по возведению земляного полотна из грунтов боковых резервов и грунтовых карьеров поточным методом	52
2.2.13. Строительство конструктивных слоев дорожной одежды	60
2.2.14. Линейный календарный график организации строительства участка автомобильной дороги	72

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	79
Приложение 1. ОБРАЗЕЦ ЗАДАНИЯ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ	80
Приложение 2. НЕКОТОРЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ, УЧИТЫВАЕМЫЕ ПРИ КУРСОВОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ.....	82
Приложение 3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ДЛЯ ВЫБОРА ДАННЫХ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ..	83
Приложение 4. РАСХОД МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УСТРОЙСТВА КОНСТРУКТИВНЫХ СЛОЕВ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ	88
Приложение 5. ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН.....	90

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Технология и организация строительства» является основной дисциплиной для специальности 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы» наряду с проектированием автомобильных дорог.

Основная задача технологии и организации строительства заключается в обеспечении сооружения автомобильной дороги в соответствии с проектом в заданные сроки с требуемыми эксплуатационными показателями при рациональном использовании всех ресурсов.

Выполнение курсового проекта способствует закреплению теоретически знаний студентов, умению принимать технически и экономически обоснованные решения, приобретению навыков самостоятельной работы с нормативно-технической литературой и ЭВМ.

В ходе выполнения проекта студенту необходимо:

- распределить все работы на линейные и сосредоточенные;
- выбрать технологию работ, учитывая производственные, природно-климатические и грунтово-гидрологические условия;
- выбрать методы организации строительства для всех видов работ;
- обосновать скорость поточного строительства;
- рассчитать объемы работ;
- произвести расчет необходимых ресурсов;
- комплектовать оптимальный состав отрядов машин частных потоков;
- разработать технологические схемы на все виды работ и линейный календарный график строительства участка автомобильной дороги с эюрами потребности в основных ресурсах.

Цель данного издания – помочь студентам всех форм обучения в усвоении теоретического материала по дисциплине и оказать методическую помощь в выполнении, оформлении и сдаче курсового и дипломного проектов.

1. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

1.1. Цель и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

1.1.1. Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Технология и организация строительства автомобильных дорог» является обеспечение теоретической подготовки будущего инженера для профессиональной деятельности в области строительства автомобильных дорог.

1.1.2. Задачи изучения дисциплины

В результате изучения курса студент должен **иметь представление** о научных основах дорожного строительства; об основных методах технологии работ; об организации и планировании строительного производства, а также **знать и уметь использовать** полученные знания в практике дорожного строительства, механизации работ; использование и применение строительных материалов; взаимосвязи технологических процессов с организацией строительства; использовать и обосновывать наиболее экономичные методы производства работ.

Программой курса предусмотрено: чтение теоретического материала, проведение практических и лабораторных занятий, выполнение курсового проекта. Промежуточная аттестация дисциплины проводится в форме зачета в 8-м семестре для очной формы обучения и 10-м семестре для заочной формы обучения. Курс завершается экзаменом в 9-м семестре для очной формы обучения и 11-м семестре для заочной формы обучения. Обязательным условием допуска к экзамену является выполнение курсового проекта.

1.1.3. Дополнение к Государственному образовательному стандарту профессионального образования по дисциплине

Технологические процессы строительства автомобильных дорог: производство подготовительных работ, применение в строительстве природных строительных материалов и отходов промышленности, их добыча и технологическая переработка; строительство сооружений поверхностного водоотвода, водопропускных и дренажных сооружений; строительство земляного полотна; строительство оснований дорожных одежд; строи-

тельство переходных и усовершенствованных типов покрытий; устройство защитных слоев и слоев износа.

Технологические процессы строительства земляного полотна в сложных природных и хозяйственных условиях: на болотах, в скальных грунтах и горном рельефе, при пониженных и отрицательных температурах, в районах вечной мерзлоты, в сыпучих песках, методом гидромеханизации.

Организация производственной базы; способы организации дорожно-строительных работ; технико-экономические показатели организации строительства автомобильных дорог.

1.1.4. Перечень дисциплин и тем, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины

Для полноценного усвоения учебного материала по дисциплине «Технология и организация строительства транспортных сооружений» студентам необходимо иметь прочные знания по следующим дисциплинам: «Геодезия», «Геология», «Дорожное грунтоведение», «Дорожно-строительные материалы», «Дорожные машины и производственные базы», «Изыскание и проектирование транспортных сооружений», «Искусственные сооружения автомобильных дорог».

1.2. Содержание дисциплины

1.2.1. Наименование тем лекционных занятий, их содержание, объем в часах

Введение. Технология и организация строительства автомобильных дорог, ее место среди специальных дисциплин и роль в повышении эффективности дорожного строительства. Пути дальнейшего совершенствования технологии и организации. «Технология и организация строительства автомобильных дорог» – дисциплина, определяющая профессиональный уровень инженера. Актуальные вопросы технологии дорожного строительства (1 ч).

Раздел I. Производственные предприятия дорожного строительства.

1.1. Назначение и размещение производственных предприятий. Разработка месторождений каменных материалов: назначение и классификация месторождений и карьеров; изыскания и технико-экономическая оценка месторождений; системы разработки месторождений; подготовка

месторождений к разработке; вскрышные и буровзрывные работы; разработка месторождений обломочных каменных материалов; генеральный план карьера; охрана природы, техника безопасности (2 ч).

1.2. Переработка каменных материалов. Технологические процессы дробления, сортировки и промывки; технология переработки гравийно-песчаных материалов; передвижные дробильно-сортировочные установки; получение дробленого песка; получение минерального порошка; способы улучшения качества каменных материалов; контроль качества и приемка продукции; склады готовой продукции: автоматизация и генеральные планы камнедробильных заводов; экономическая эффективность переработки каменных материалов; охрана труда (2 ч).

1.3. Базы битумных материалов. Назначение, классификация; технологические процессы, машины и оборудование; хранилища; способы подогрева вяжущих; генплан битумной базы; экология; охрана труда; противопожарная безопасность (2 ч).

1.4. Эмульсионные базы. Назначение, классификация; технологические процессы, машины и оборудование; автоматизация производственных процессов; контроль качества; генплан базы; охрана труда, противопожарная безопасность (2 ч).

1.5. Асфальтобетонные заводы. Назначение, классификация; технологические процессы, машины и оборудование: автоматизация производственных процессов; контроль качества; особенности работы в холодный период года; приготовление шламов; генплан заводов; переработка старого асфальтобетона; экология, охрана труда, противопожарная безопасность (4 ч).

1.6. Цементобетонные заводы. Назначение, классификация; технологические процессы, машины и оборудование, склады; автоматизация; особенности работы при пониженных и повышенных температурах; контроль качества; генплан заводов; экология, охрана труда, противопожарная безопасность (4 ч).

1.7. Заводы железобетонных конструкций. Назначение, классификация; технология элементов сборных конструкций, машины и оборудование; структура завода; склады готовой продукции; особенности работ на полигонах: контроль качества; генплан заводов; экология, охрана труда, противопожарная безопасность (1 ч).

Раздел 2. Теоретические основы технологии строительства земляного полотна.

2.1. Оптимизация технологии. Обеспечение прочности и работоспособности дороги; взаимосвязь технологии и организации работ; основы теории надежности (1 ч).

2.2. Оптимальные способы перемещения земляных масс, перемешивания, уплотнения и профилирования грунтов (1 ч).

2.3. Контроль качества. Влияние качества на прочность, устойчивость и надежность автодорог. Активный и пассивный методы контроля качества. Строительные и заводские лаборатории. Неразрушающие способы оценки качеств дорожных конструкций (2 ч).

Раздел 3. Возведение земляного полотна.

3.1. Конструкции земполотна – воздействие на него подвижной нагрузки и природных факторов; требования к грунтам, способы их улучшения; технология сооружения земполотна; сроки выполнения земляных работ (2 ч).

3.2. Подготовка дорожной полосы. Восстановление и закрепление трассы. Расчистка дорожной полосы; удаление растительного слоя: разбивка работ (4 ч).

3.3. Назначение мероприятий по регулированию водно-теплового режима земполотна. Обеспечение поверхностного водоотвода; строительство дренажей, водонепроницаемых и капиллярорерывающих слоев (2 ч).

3.4. Возведение насыпей, разработка выемок. Способы отсыпки насыпей и разработки выемок и грунтовых карьеров; возведение земполотна на косогорах (6 ч).

Раздел 4. Возведение земполотна в особых условиях

4.1. Возведение земполотна из скальных грунтов. Типы поперечных профилей; буровзрывные работы; технология, машины и оборудование; особенности контроля качества (2 ч).

4.2. Гидромеханизация земляных работ. Условия и эффективность гидромеханизации; разработка грунтов гидромониторами и землесосными снарядами; транспортировка и укладка грунта (2 ч).

4.3. Сооружение земполотна на болотах. Типы болот; конструкции насыпей; сроки консолидации; возведение насыпей с полным, частичным выторфовыванием и без выторфовывания, с продольными прорезями и вертикальными дренами (6 ч).

4.4. Сооружение земполотна в зимнее время. Особенности зимних земляных работ, подготовительные работы; технология работ (2 ч).

4.5. Возведение земполотна в сыпучих песках, на засоленных грунтах, в районах вечной мерзлоты (2 ч).

Раздел 5. Заключительные работы по земполотну.

5.1. Отделочные, укрепительные работы, рекультивация земель; уширение и наращивание высоты насыпи при реконструкции дорог. Контроль качества земляных работ: соблюдение продольного и поперечного профи-

лей; методы контроля влажности и плотности грунтов; правила приемки земляных работ и готового земляного полотна (2 ч).

5.2. Организация работ по возведению земляного полотна. Особенности организации; определение объектов земляных работ; выбор машин; проекты земляных работ; технологические карты (4 ч).

Раздел 6. Теоретические основы технологии строительства оснований и покрытий.

6.1 Классификация оснований, покрытий и дорожных одежд; прочность и устойчивость дорожных одежд (ДО); изменение конструкций и обеспечение прочности и надежности ДО в период строительства. Теоретические предпосылки уплотнения (2 ч).

6.2. Транспортирование дорожно-строительных материалов: рациональное размещение материалов; границы действия карьеров; производительность перевозок. Приготовление и перемешивание материалов на основе вяжущих и пути повышения их качества. Обеспечение стабильности толщины и ровности слоев; производительность распределяющих и разравнивающих машин (2 ч).

Раздел 7. Подготовка дорожного полотна и строительство оснований.

7.1. Подготовка земляного полотна. Полосы разделительные и безопасности; укрепление обочин. Строительство оснований: классификация; бетонные основания; основания из каменных материалов, обработанных и необработанных вяжущих; основания из грунтов, укрепленных органическими и неорганическими вяжущими (10 ч).

7.2. Осушение верхней части земляного полотна и ДО: дополнительные дренирующие слои; обеспечение функционирования дренирующих слоев (2 ч).

Раздел 8. Технология строительства усовершенствованных покрытий.

8.1. Цементобетонные покрытия: конструкции ДО с цементобетонными покрытиями; требования к материалам; перевозка цементобетонной смеси; технология строительства неармированных, армированных предварительно напряженных и сборных покрытий; работы при пониженной температуре; контроль качества; охрана труда (6 ч).

8.2. Свойства и особенности материалов на основе органических вяжущих; нормативы прочности и устойчивости покрытий при разной температуре (2 ч).

8.3. Технология асфальтобетонных покрытий: особенности работы асфальтобетонных покрытий, назначение асфальтобетонных смесей; подготовительные работы; организация строительства покрытий из горячих,

и холодных асфальтобетонных смесей: литые асфальтобетонные смеси; пластобетон; работа при пониженной температуре; контроль качества и приемка; охрана труда (10 ч).

8.4. Усовершенствованные мостовые: брусчатые; мозаичные; клинкерные; из асфальтобетонных и цементобетонных плит (2 ч).

8.5. Усовершенствованные облегченные покрытия: из материалов, обработанных вяжущим смешением на дороге, в стационарной установке; полужесткие ДО (4 ч).

8.6. Защитные слои и слои износа; назначение; поверхностная обработка; втапливание щебня; слои износа из смесей, паст, мастик; полимерные вяжущие; осветление покрытий (4 ч).

Раздел 9. Технология строительства покрытий переходного и простейшего типов.

9.1. Покрытия переходного типа: назначение; особенности подготовки земполотна; щебеночные, гравийные, грунтощебеночные покрытия, булыжные мостовые (4 ч).

9.2. Покрытия простейшего типа: назначение; профилированные грунтовые и грунтово-цементные, улучшенные местными материалами; деревянно-лежневые (2 ч).

Раздел 10. Организация дорожно-строительных работ.

10.1. Цели и задачи организации дорожных работ; индустриализация, механизация и автоматизация строительства; технико-экономические показатели; транспортные работы; состав парка дорожно-строительных машин; подготовка к строительству; охрана природы (2 ч).

10.2. Организация производственной базы: материально-техническое снабжение; размещение производственных предприятий; складское хозяйство; техническое обслуживание и ремонт техники; обеспечение электроэнергией, водой, паром (4 ч).

10.3. Способы организации работ: поточный способ и его экономическая эффективность; разновидности поточного способа; непоточные способы (4 ч).

10.4. Проектирование организации работ: проекты организации строительства и производства работ; способы построения потоков работ; сроки работ специализированного потока; длина сменной захватки; почасовые графики; технологические карты; календарные графики; системы сетевого планирования; диспетчерское управление (8 ч).

Всего 124 часа

1.2.2. Практические занятия, их наименование и объем в часах

1. Асфальтобетонные заводы (4 ч).
2. Эмульсионные базы (2 ч).
3. Цементобетонные заводы (2 ч).
4. Заводы железобетонных изделий (2 ч).
5. Технологические карты подготовки дорожной полосы (4 ч).
6. Дорожно-климатический график (4 ч).
7. Технологические карты по возделыванию земполотна в различных условиях (6 ч).
8. Схемы гидромеханизации работ (2 ч).
9. Земполотно на болотах. Технология работ, машины (4 ч).
10. Отделочные и укрепительные работы по земполотну (2 ч).
11. Технология строительства оснований (6 ч).
12. Технология строительства покрытий из асфальтобетона, машины (6 ч).
13. Технология строительства цементобетонных покрытий. Машины и оборудование (4 ч).
14. Щебеночные и гравийные покрытия. Технология, машины (4 ч).
15. Сроки работ специализированных потоков. Способы построения потоков, длина стенной захватки, технологические карты (4 ч).
16. Проекты организации строительства и производства работ (6 ч).

Всего 62 часа

1.2.3. Лабораторные работы, их наименование и объем в часах

1. Технологические схемы разработки карьеров (4 ч).
2. Технологические схемы баз органических вяжущих (4 ч).
3. Объемы земляных работ (2 ч).
4. Средняя дальность перемещения грунтов (2 ч).
5. Кривая распределения земляных масс (2 ч).
6. График распределения земляных масс (2 ч).
7. Технология отделочных работ по земляному полотну (2 ч).
8. Буровзрывные работы (4 ч).
9. Технология строительства оснований (4 ч).
10. Технология строительства покрытий из а/бетона (4 ч).
11. Машины и оборудование для строительства цементобетонных покрытий (2 ч).
12. Технология устройства защитных слоев и слоев износа (6 ч).

13. Способы построения потоков, длина сменной захватки (4 ч).

14. Календарные графики производства работ (6 ч).

Всего 48 часов

1.3. Очная форма обучения

1.3.1. Самостоятельная работа и контроль успеваемости

Изучение материала контролируется контрольным опросом (КО), отчетом по лабораторной работе (ОЛР), выполнением домашних заданий (ДЗ), контрольной работы (КР), курсового проекта (КП). Итоговый контроль знаний осуществляется на зачете и экзамене.

Вид самостоятельной работы	Кол-во часов	Вид контроля успеваемости
1. Проработка лекционного материала по конспектам и учебной литературе	62	КО, зачет, экзамен
2. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям	24	КО, ОЛР
3. Подготовка к практическим занятиям	31	ФО, КО
4. Выполнение курсового проекта	40	КП
5. Выполнение домашних заданий	46	ДЗ
6. Подготовка к зачету	10	Зачет
7. Подготовка к экзамену	20	Экзамен
ВСЕГО:	233	

1.3.2. Распределение часов по темам и видам занятий

Наименование темы (раздела)	Объем работ студента, ч				Форма контроля успеваем
	лекции	лаборат./ практ. занятия	СР	все-го	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Введение	1	–/–	4	5	ФО, КО
Раздел I. Производственные предприятия дорожного строительства					
Назначение и размещение производственных предприятий	2	–/–	5	7	ФО, КО
Переработка каменных материалов	2	4/–	5	11	ФО, КО
Базы битумных материалов	2	4/2	5	13	ФО, КО
Эмульсионные базы	2	–/4	4	10	ФО, КО
Асфальтобетонные заводы	4	–/2	4	10	ФО, КО
Цементобетонные заводы	4	–/2	4	10	ФО, КО
Раздел 2. Теоретические основы технологии строительства земполотна					
Оптимизация технологии	1	2/4	5	12	ФО, КО
Оптимальные способы перемещения земляных масс, перемешивания, уплотнения и профилирования грунтов	1	2/2	5	10	ФО, КО

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Контроль качества. Влияние качества на прочность, устойчивость и надежность автодорог. Активный и пассивный методы контроля качества. Строительные и заводские лаборатории. Неразрушающие способы оценки качеств дорожных конструкций	2	4/–	4	9	ФО, КО
Контроль качества	2	–/–	4	6	ФО, КО
Раздел 3. Возведение земляного полотна					
Конструкции земляного полотна	2	2/–	4	8	ФО, КО
Подготовка дорожной полосы	4	–/4	5	13	ФО, КО
Назначение мероприятий по регулированию водно-теплого режима земляного полотна	2	–/–	4	6	ФО, КО
Возведение насыпей, разработка выемок	6	–/–	4	10	ФО, КО
Раздел 4. Возведение земляного полотна в особых условиях					
Возведение земляного полотна из скальных грунтов	2	–/–	4	6	ФО, КО
Гидромеханизация земляных работ.	2	4/–	4	10	ФО, КО
Сооружение земляного полотна на болотах	6	–/4	5	15	ФО, КО
Сооружение земляного полотна в зимнее время	2	–/–	5	7	ФО, КО
Возведение земляного полотна в сыпучих песках, на засоленных грунтах, в районах вечной мерзлоты	2	–/6	5	13	ФО, КО
Раздел 5. Заключительные работы по земляному полотну					
Отделочные, укрепительные работы, рекультивация земель; уширение и наращивание высоты насыпи при реконструкции дорог. Контроль качества земляных работ: соблюдение продольного и поперечного профилей; методы контроля влажности и плотности грунтов; правила приемки земляных работ и готового земляного полотна	2	1/2	4	6	ФО, КО
Организация работ по возведению земляного полотна. Особенности организации; определение объектов земляных работ; выбор машин; проекты земляных работ; технологические карты	4	1/2	4	10	ФО, КО
Раздел 6. Теоретические основы технологии строительства оснований и покрытий					
Классификация оснований, покрытий и дорожных одежд; прочность и устойчивость дорожных одежд (ДО); изменение конструкций и обеспечение прочности и надежности ДО в период строительства; Теоретические предпосылки уплотнения	2	–/–	4	6	ФО, КО
Транспортирование дорожно-строительных материалов: рациональное размещение материалов; границы действия карьеров; производительность перевозок. Приготовление и перемешивание материалов на основе вяжущих и пути повышения их качества. Обеспечение стабильности толщины и ровности слоев; производительность распределяющих и разравнивающих машин	2	4/–	4	10	ФО, КО

1	2	3	4	5	6
Раздел 7. Подготовка дорожного полотна и строительство оснований					
Подготовка земполотна. Полосы разделительные и безопасности; укрепление обочин. Строительство оснований: классификация; бетонные основания; основания из каменных материалов, обработанных и необработанных вяжущих; основания из грунтов, укрепленных органическими и неорганическими вяжущими	10	-/6	4	20	ФО, КО
Осушение верхней части земполотна и ДО: дополнительные дренирующие слои; обеспечение функционирования дренирующих слоев	2	-/-	4	6	ФО, КО
Раздел 8. Технология строительства усовершенствованных покрытий					
Цементобетонные покрытия: конструкции ДО с цементобетонными покрытиями; требования к материалам; перевозка цементобетонной смеси; технология строительства неармированных, армированных предварительно напряженных и сборных покрытий; работы при пониженной температуре; контроль качества; охрана труда	6	2/4	4	16	ФО, КО
Свойства и особенности материалов на основе органических вяжущих; нормативы прочности и устойчивости покрытий при разной температуре	2	-/-	4	6	ФО, КО
Технология асфальтобетонных покрытий: особенности работы асфальтобетонных покрытий, назначение асфальтобетонных смесей; подготовительные работы; организация строительства покрытий из горячих, теплых и холодных асфальтобетонных смесей: литые асфальтобетонные смеси; пластобетон; работа при пониженной температуре; контроль качества и приемка; охрана труда	10	4/6	4	24	ФО, КО
Усовершенствованные мостовые: брусчатые; мозаичные; клинкерные; из асфальтобетонных и цементобетонных плит	2	-/-	4	6	ФО, КО
Усовершенствованные облегченные покрытия: из материалов, обработанных вяжущим смешением на дороге, в стационарной установке; полужесткие ДО	4	-/-	4	8	ФО, КО
Защитные слои и слои износа; назначение; поверхностная обработка; втапливание щебня; слои износа из смесей, паст, мастик; полимерные вяжущие; осветление покрытий	4	6/-	4	14	ФО, КО

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Раздел 9. Технология строительства покрытий переходного и простейшего типов					
Покрытия переходного типа: назначение; особенности подготовки земполотна; щебеночные, гравийные, грунтощебеночные покрытия, булыжные мостовые	4	-/4	4	12	ФО, КО
Покрытия простейшего типа: назначение; профилированные грунтовые и грунтовые, улучшенные местными материалами; деревянно-лежневые	2	-/-	4	6	ФО, КО
Раздел 10. Организация дорожно-строительных работ					
Цели и задачи организации дорожных работ; индустриализация, механизация и автоматизация строительства; технико-экономические показатели; транспортные работы; состав парка дорожно-строительных машин; подготовка к строительству; охрана природы	2	-/-	4	6	ФО, КО
Организация производственной базы: материально-техническое снабжение; размещение производственных предприятий; складское хозяйство; техническое обслуживание и ремонт техники; обеспечение электроэнергией, водой, паром	4	-/-	4	8	ФО, КО
Способы организации работ: поточный способ и его экономическая эффективность; разновидности поточного способа; непоточные способы	4	4/4	5	17	
Проектирование организации работ: проекты организации строительства и производства работ; способы построения потоков работ; сроки работ специализированного потока; длина сменной захватки; почасовые графики; технологические карты: календарные графики; системы сетевого планирования; диспетчерское управление	8	6/6	5	25	ФО, КО
Выполнение курсового проекта	–	–	40	40	КП
Подготовка к зачету	–	–	10	10	Зачет
Подготовка к экзамену	–	–	20	20	Экзамен
ВСЕГО	124	48/62	233	467	

1.4. Заочная форма обучения

1.4.1. Самостоятельная работа и контроль успеваемости

Вид самостоятельной работы	Кол-во часов	Вид контроля успеваемости
1. Проработка лекционного материала по конспектам и учебной литературе	16	КО, зачет, экзамен
2. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям	6	КО
3. Подготовка к практическим занятиям	7	ФО, КО
4. Выполнение курсового проекта	50	КП
5. Выполнение контрольных работ (2)	20	КР
6. Изучение тем, не рассматриваемых на лекциях	280	ФО, КО
7. Подготовка к зачету	10	Зачет
8. Подготовка к экзамену	20	Экзамен
ВСЕГО:	409	

1.4.2. Распределение часов по темам и видам занятий

Наименование темы (раздела)	Объем работ студента, ч				Форма контроля успеваем
	лекции	лаборат./ практ. занятия	СР	всего	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Введение	–	–/–	8	8	ФО, КО
Раздел I. Производственные предприятия дорожного строительства					
Назначение и размещение производственных предприятий	–	–/–	8	8	ФО, КО
Переработка каменных материалов	1	–/–	8	9	ФО, КО
Базы битумных материалов	1	–/–	8	9	ФО, КО
Эмульсионные базы	1	–/–	8	9	ФО, КО
Асфальтобетонные заводы	1	1/1	8	11	ФО, КО
Цементобетонные заводы	1	1/1	8	11	ФО, КО
Раздел 2. Теоретические основы технологии строительства земполотна					
Оптимизация технологии	–	–/–	8	8	ФО, КО
Оптимальные способы перемещения земляных масс, перемешивания, уплотнения и профилирования грунтов	1	–/–	8	9	ФО, КО
Контроль качества. Влияние качества на прочность, устойчивость и надежность автодорог. Активный и пассивный методы контроля качества. Строительные и заводские лаборатории. Неразрушающие способы оценки качеств дорожных конструкций	–	–/–	8	8	ФО, КО
Контроль качества	–	–	8	8	ФО, КО
Раздел 3. Возведение земляного полотна					
Конструкции земполотна	1	2/–	8	11	ФО, КО
Подготовка дорожной полосы	–	–/2	8	10	ФО, КО
Назначение мероприятий по регулированию водно-теплового режима земполотна	–	–/–	8	8	ФО, КО

Продолжение таблицы

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Возведение насыпей, разработка выемок	2	-/-	8	10	ФО, КО
Раздел 4. Возведение земполотна в особых условиях					
Возведение земполотна из скальных грунтов	–		8	8	ФО, КО
Гидромеханизация земляных работ.	1	1/-	8	10	ФО, КО
Сооружение земполотна на болотах	1	-/2	8	11	ФО, КО
Сооружение земполотна в зимнее время	1	-/-	8	9	ФО, КО
Возведение земполотна в сыпучих песках, на засоленных грунтах, в районах вечной мерзлоты	1	-/-	8	9	ФО, КО
Раздел 5. Заключительные работы по земполотну					
Отделочные, укрепительные работы, рекультивация земель; уширение и наращивание высоты насыпи при реконструкции дорог. Контроль качества земляных работ: соблюдение продольного и поперечного профилей; методы контроля влажности и плотности грунтов; правила приемки земляных работ и готового земполотна	1	-/1	8	10	ФО, КО
Организация работ по возведению земполотна. Особенности организации; определение объектов земляных работ; выбор машин; проекты земляных работ; технологические карты	1	1/-	8	10	ФО, КО
Раздел 6. Теоретические основы технологии строительства оснований и покрытий					
Классификация оснований, покрытий и дорожных одежд; прочность и устойчивость дорожных одежд (ДО); изменение конструкций и обеспечение прочности и надежности ДО в период строительства; Теоретические предпосылки уплотнения	1	-/-	8	9	ФО, КО
Транспортирование дорожно-строительных материалов: рациональное размещение материалов; границы действия карьеров; производительность перевозок. Приготовление и перемешивание материалов на основе вяжущих и пути повышения их качества. Обеспечение стабильности толщины и ровности слоев; производительность распределяющих и разравнивающих машин	–	-/-	8	8	ФО, КО
Раздел 7. Подготовка дорожного полотна и строительство оснований					
Подготовка земполотна. Полосы разделительные и безопасности; укрепление обочин. Строительство оснований: классификация; бетонные основания; основания из каменных материалов, обработанных и необработанных вяжущих; основания из грунтов, укрепленных органическими и неорганическими вяжущими	2	3/-	8	13	ФО, КО
Осушение верхней части земполотна и ДО: дополнительные дренирующие слои; обеспечение функционирования дренирующих слоев	–	-/2	8	10	ФО, КО

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Раздел 8. Технология строительства усовершенствованных покрытий					
Цементобетонные покрытия: конструкции ДО с цементобетонными покрытиями; требования к материалам; перевозка цементобетонной смеси; технология строительства неармированных, армированных предварительно напряженных и сборных покрытий; работы при пониженной температуре; контроль качества; охрана труда	–	–/–	8	8	ФО, КО
Свойства и особенности материалов на основе органических вяжущих; нормативы прочности и устойчивости покрытий при разной температуре	–	–/–	8	8	ФО, КО
Технология асфальтобетонных покрытия: особенности работы асфальтобетонных покрытий, назначение асфальтобетонных смесей; подготовительные работы; организация строительства покрытий из горячих, теплых и холодных асфальтобетонных смесей: литые асфальтобетонные смеси; пластобетон; работа при пониженной температуре; контроль качества и приемка; охрана труда	–	1/–	8	9	ФО, КО
Усовершенствованные мостовые: брусчатые; мозаичные; клинкерные; из асфальтобетонных и цементобетонных плит	1	–/–	8	9	ФО, КО
Усовершенствованные облегченные покрытия: из материалов, обработанных вяжущим смешением на дороге, в стационарной установке; полужесткие ДО	1	–/2	8	11	ФО, КО
Защитные слои и слои износа; назначение; поверхностная обработка; втапливание щебня; слои износа из смесей, паст, мастик; полимерные вяжущие; осветление покрытий	1	–/–	9	10	ФО, КО
Раздел 9. Технология строительства покрытий переходного и простейшего типов					
Покрытия переходного типа: назначение; особенности подготовки земполотна; щебеночные, гравийные, грунтощебеночные покрытия, булыжные мостовые	4	2/–	9	15	ФО, КО
Покрытия простейшего типа: назначение; профилированные грунтовые и грунтовые, улучшенные местными материалами; деревянно-лежневые	4	–/3	9	16	ФО, КО
Раздел 10. Организация дорожно-строительных работ					
Цели и задачи организации дорожных работ; индустриализация, механизация и автоматизация строительства; технико-экономические показатели; транспортные работы; состав парка дорожно-строительных машин; подготовка к строительству; охрана природы	–	–/–	8	8	ФО, КО

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Организация производственной базы: материально-техническое снабжение; размещение производственных предприятий; складское хозяйство; техническое обслуживание и ремонт техники; обеспечение электроэнергией, водой, паром	–	–/–	8	8	ФО, КО
Способы организации работ: поточный способ и его экономическая эффективность; разновидности поточного способа; непоточные способы	1	–/–	9	10	
Проектирование организации работ: проекты организации строительства и производства работ; способы построения потоков работ; сроки работ специализированного потока; длина сменной захватки; почасовые графики; технологические карты: календарные графики; системы сетевого планирования; диспетчерское управление	2	–/–	9	11	ФО, КО
Выполнение курсового проекта	–	–	50	50	КП
Выполнение контрольных работ (2)	–	–	20	20	КР
Подготовка к зачету	–	–	10	10	Зачет
Подготовка к экзамену	–	–	20	20	Экзамен
ВСЕГО	32	12/14	409	467	

1.5. Вопросы к зачету

1. Назначение и размещение производственных предприятий.
2. Назначение и классификация месторождений и карьеров.
3. Изыскания и технико-экономическая оценка месторождений.
4. Системы разработки месторождений каменных материалов.
5. Вскрышные и буровзрывные работы в карьерах.
6. Технология дробления, сортировки, промывки каменных материалов.
7. Назначение и классификация баз битумных материалов.
8. Технология и оборудование эмульсионных баз.
9. Технология и оборудование асфальтобетонных заводов.
10. Технология и оборудование цементобетонных заводов.
11. Технология и оборудование складов цемента.
12. Технология приготовления минерального порошка.
13. Технология и оборудование заводов железобетонных конструкций.
14. Охрана труда и противопожарная безопасность на производственных предприятиях.

15. Поперечные профили насыпей и выемок.
16. Дорожная классификация грунтов.
17. Перечень и технология подготовительных работ при строительстве автомобильных дорог.
18. Конструкция и технология строительства дренажей для перехвата грунтовых вод.
19. Строительство глубоких дренажей.
20. Конструкция и технология строительства водонепроницаемых и капилляропрерывающих слоев.
21. Технология возведения насыпей из боковых резервов.
22. Способы отсыпки насыпей.
23. Технология возведения насыпей с перемещением грунта из выемки.
24. Технология возведения насыпей из грунтов карьеров.
25. Технология разработки выемок.
26. Технологические мероприятия по обеспечению устойчивости земполотна.
27. Возведение земполотна при отрицательных температурах.
28. Возведение земполотна гидромеханизированным способом.
29. Возведение земполотна в сыпучих песках.
30. Земляные работы в районах вечной мерзлоты.
31. Типы болот. Конструкции земполотна на болотах.
32. Технология работ по выторфовыванию.
33. Технология работ по строительству земполотна с вертикальными дренами.
34. Планировка и укрепление откосов.
35. Контроль качества земляных работ.

1.6. Вопросы к экзамену

1. Классификация дорожных одежд по типам покрытий.
2. Классификация оснований дорожных одежд.
3. Подготовка земполотна к строительству основания.
4. Осушение верхней части земполотна и нижней дорожной одежды: дополнительные дренирующие слои основания и обеспечение их функционирования.
5. Теоретические предпосылки уплотнения оснований и покрытий. Выбор уплотняющих машин.
6. Приготовление и перемешивание материалов на основе вяжущих и пути повышения их качества.
7. Обеспечение стабильности толщины и ровности слоев дорожной одежды.

8. Разделительные и краевые полосы, конструкция и технология строительства.
9. Укрепление обочин.
10. Основание из щебеночных материалов.
11. Основание из гравийных, грунтогравийных, грунтощебеночных и шлаковых материалов.
12. Основание из минеральных материалов, обработанных органическими вяжущими.
13. Основание из грунтов, укрепленных неорганическими вяжущими.
14. Основание из грунтов, укрепленных органическими вяжущими.
15. Основания из цементобетона.
16. Конструкция дорожных одежд с цементобетонными покрытиями.
17. Требования к материалам для цементобетонных покрытий.
18. Технология строительства цементобетонных покрытий с использованием комплекта машин ДС-100.
19. Армобетонные покрытия. Конструкция. Технология. Применение.
20. Непрерывно армированные цементобетонные покрытия. Конструктивные особенности. Конструкции дорожных одежд с таким покрытием.
21. Предварительно напряженные цементобетонные покрытия с внешним обжатием.
22. Предварительно напряженные цементобетонные покрытия с внутренним обжатием.
23. Особенности работ по строительству цементобетонных покрытий при пониженной температуре.
24. Сборные покрытия из цементобетонных плит. Особенности работ и применения. Технология строительства.
25. Контроль качества при строительстве цементобетонных покрытий.
26. Выбор вяжущих материалов при строительстве покрытий с применением органических вяжущих.
27. Прочность и устойчивость асфальтобетонных покрытий при разной температуре.
28. Конструкции дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием.
29. Классификация асфальтобетонных смесей и их назначение.
30. Организация строительства покрытий из горячих и теплых асфальтобетонных смесей.
31. Укладка горячих и теплых асфальтобетонных смесей .
32. Автоматизация строительства асфальтобетонных смесей.
33. Уплотнение покрытий из горячих асфальтобетонных смесей.
34. Особенности строительства покрытий из холодных асфальтобетонных смесей.

35. Особенности строительства покрытий из горячих литых асфальтобетонных смесей.
36. Покрытие из пластобетонов.
37. Особенности строительства асфальтобетонных покрытий при пониженной температуре.
38. Технический контроль и приемка асфальтобетонных покрытий.
39. Брусчатые мостовые. Применение. Конструкция. Строительство.
40. Мозаичные мостовые. Применение. Конструкция. Строительство.
41. Клинкерные мостовые. Применение. Конструкция. Строительство.
42. Мостовые из цемента- и асфальтобетонных плит.
43. Строительство покрытий из щебня по способу пропитки.
44. Строительство покрытий из минеральных материалов, обработанных органическими вяжущими по способу смешения на дороге.
45. Строительство покрытий из щебня, обработанного органическим вяжущим в стационарной установке.
46. Назначение защитных слоев и слоев износа.
47. Строительство слоев износа по способу поверхностной обработке.
48. Применение полимерных вяжущих для строительства слоев износа.
49. Строительство слоев износа по способу втапливания щебня.
50. Строительство слоев износа с применением смесей, пост и мастик.
51. Понятие о реконструкции дорог.
52. Технология уширения дорожных одежд при реконструкции.
53. Технология усиления дорожных одежд при реконструкции.
54. Покрытие переходного типа. Особенности подготовки земполотна.
55. Технология строительства щебеночных покрытий.
56. Технология строительства гравийных и грунтощебеночных покрытий.
57. Покрытие низших типов. Местные грунты как материал для покрытия.
58. Строительство покрытий из грунтов, улучшенных скелетными добавками.
59. Строительство и назначение профилированных грунтовых дорог.
60. Строительство и назначение покрытий из древесины.
61. Обустройство дорог, предназначенное для обслуживания дорог.
62. Обустройство дороги, предназначенное для безопасности движения.
63. Обустройство дороги для обслуживания транспортных средств и проезжающих.

1.7. Контрольные работы

Контрольные работы выполняются студентами заочной формы обучения на темы:

1. «Технология возведения земполотна».
2. «Технология строительства конструктивного слоя дорожной одежды».

Исходные данные: категория дороги; план трассы с указанием расположения карьеров и производственных предприятий; грунтовые и гидрологические условия на участке трассы; наименование и параметры конструктивного слоя дорожной одежды.

Содержание контрольной работы № 1: поперечный профиль земляного полотна; технологическая карта возведения земполотна.

Содержание контрольной работы № 2: технологическая карта строительства конструктивного слоя дорожной одежды.

1.8. Курсовой проект

Курсовой проект выполняется на тему «Технология и организация работ по строительству участка автомобильной дороги».

Исходные данные: принимаются согласно приложению 1.

Категория дороги, план трассы с указанием местоположения карьеров и производственных предприятий, продольный профиль участка дороги, сроки строительства.

Содержание проекта: дорожно-климатический график, календарная продолжительность строительного сезона, скорость потока. Технологическая карта подготовки дорожной полосы, график распределения земляных работ, расчет ресурсов для выполнения земляных работ. Технологическая карта возведения земполотна. Конструкция дорожной одежды и потребность в материалах. Технологическая карта устройства дорожной одежды. Линейный календарный график организации работ.

Объем курсового проекта: пояснительная записка 30–40 страниц, 4–5 чертежей на листах формата А3.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КУРСОВОМУ И ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

2.1. Методика выполнения курсового и дипломного проектов

2.1.1. Исходные данные

В качестве исходных данных для курсового (КП) и дипломного (ДП) проектирований используются следующие материалы:

- Продольный профиль участка автомобильной дороги протяжением не менее 2 км (КП) или 6 км (ДП).
 - Категория дороги и дорожно-климатическая зона района строительства.
 - Схема трассы (КП) или план трассы (ДП) автодороги с указанием местонахождения участка дороги и производственных предприятий по обеспечению дорожно-строительными материалами.
 - Толщина по оси дороги и материал конструктивных слоев дорожной одежды (КП) или поперечный профиль дорожной одежды (ДП)
 - Сроки строительства участка дороги.
- Некоторые технологические требования, учитываемые при курсовом проектировании, приведены в приложении 2.

2.1.2. Содержание курсового и дипломного проектов

- Технические показатели автодороги заданной категории
- Характерные поперечные профили дорожной конструкции в зависимости от высоты насыпи (глубины выемки) и типа грунта земполотна, категории дороги и технологии работ.
- Поперечные профили дорожной одежды.
- Климатическая характеристика района строительства. Дорожно-климатический график.
- Ведомость расчета ширины полосы отвода (дорожной полосы).
- Технологические карты очистки дорожной полосы от леса, пней, кустарника и растительного слоя.
- Ведомость искусственных сооружений и состав отряда по их строительству.
- Объемы земляных работ. Ведомость объемов земляных работ. График распределения земляных работ. Кривая распределения земляных масс.
- Скорость потока. Определение минимальной и оптимальной длины захватки линейных работ с одновременным выбором поточного или поточно-прогрессивного метода организации строительных работ.

– Технологические карты и подсчет необходимых ресурсов для выполнения линейных и сосредоточенных земляных работ. Состав специализированных отрядов.

– Ведомость объемов дорожно-строительных материалов для устройства дорожной одежды и укрепительных работ.

– Технологические карты по строительству конструктивных слоев дорожной одежды. Состав специализированных отрядов.

– Линейный календарный график строительства участка дороги с эпюрами потребности в автотранспорте для строительства дорожной одежды.

– Сметная документация (ДП).

В качестве иллюстрационного материала при защите дипломного проекта используются:

– карта местности с выделенным участком автомобильной дороги;

– дорожно-климатический график;

– продольный профиль участка дороги;

– план трассы дороги;

– график распределения земляных работ;

– кривая распределения земляных масс;

– технологические схемы строительства земляного полотна и конструктивных слоев дорожной одежды;

– линейный календарный график строительства участка дороги;

– сводная смета расходов на строительство;

– чертежи и схемы по конструктивной части дипломного проекта.

2.1.3. Оформление курсового и дипломного проектов

Курсовой проект оформляется в виде расчетно-пояснительной записки с включением в нее всех схем и чертежей. Текстовый материал – на бумаге формата А4, а чертежи, при необходимости, – на формате А3 и бесформатной бумаге. Общий объем курсового проекта – 30–40 стр.

Дипломный проект оформляется аналогично, но объем его (по спецразделу) должен составлять 60–70 стр. Иллюстрационный материал в основном выполняется на чертежной бумаге формата А1. Продольный профиль и график распределения земляных работ – на бесформатной бумаге. В целом проекты должны оформляться с учетом требований «Единой системы конструкторской документации» (ЕСКД), в частности ГОСТа 2.109–73 «Основные требования к чертежам» [4], [2].

2.2. Методика расчета параметров технологии и организации

2.2.1. Поперечные профили

Поперечные профили земполотна, дорожной одежды и рабочие отметки на продольном профиле являются исходным материалом для подсчета объемов земляных работ, объемов дорожно-строительных материалов для конструктивных слоев дорожной одежды и для расчета ширины дорожной полосы. Поперечные профили необходимо разработать для наиболее характерных участков, используя для этого данные СНиП 2.05.02–85 «Автомобильные дороги» [10].

Согласно требованиям СНиП 2.05.02–85, крутизна откосов для дорог I–III категории при высоте насыпи до 3 м принимается равной 1:4, а для дорог IV–V категории при высоте насыпи до 2 м – 1:3. Крутизна откосов насыпей свыше указанных высот и до 12 м принимается с учетом данных табл. 1.

Таблица 1
Максимальная крутизна откосов насыпей

Наименование грунтов	Высота до 6 м	Высота до 12 м	
		нижняя часть	верхняя часть (h = 6 м)
Пески крупно- и среднезернистые	1:1,5	1:1,5	1:1,5
Пески мелкозернистые, супеси, суглинки	1:1,5	1:1,75	1:1,5
Пески одномерные, супеси и суглинки пылеватые	1:1,75	1:2	1:1,75

Крутизна откосов выемки глубиной до 1 м принимается в пределах от 1:5 до 1:10, а глубиной от 1 до 12 м – согласно данным табл. 1 для насыпи высотой до 6 м.

Для предохранения выемок глубиной от 1 до 5 м от снежных заносов устраиваются дополнительные закуветные полки шириной не менее 4 м. Для выемок в переувлажненных и мягкопластичных грунтах (вечномерзлые, лессовидные и пр.) необходимо предусматривать устройство закуветных полок шириной не менее 1 м при глубине выемки от 2 до 6 м и не менее 2 м – при глубине выемки от 6 до 12 м.

Во всех выемках и в насыпях высотой до 1,5 м необходимо предусматривать устройство кюветов. При возведении насыпи из боковых резервов водоотводным сооружением может быть спланированный боковой резерв. При поперечных уклонах местности более 20 %, независимо от высоты насыпи, предусматривается устройство односторонних боковых канав с нагорной стороны.

Поперечные профили разрабатываются на всю конструкцию дороги, а не на земполотно. Это позволяет упростить расчеты объемов земляных работ, т. к. в большинстве случаев (при устройстве присыпных обочин) ширина земполотна будет изменяться в зависимости от принятых уклонов откосов.

С изменением уклонов откосов изменяется и расход дорожно-строительных материалов на устройство некоторых конструктивных слоев дорожной одежды, в частности подстилающего слоя и присыпных обочин.

Параметры поперечных профилей дорожной одежды приводятся на рис. 1 и в табл. 2.

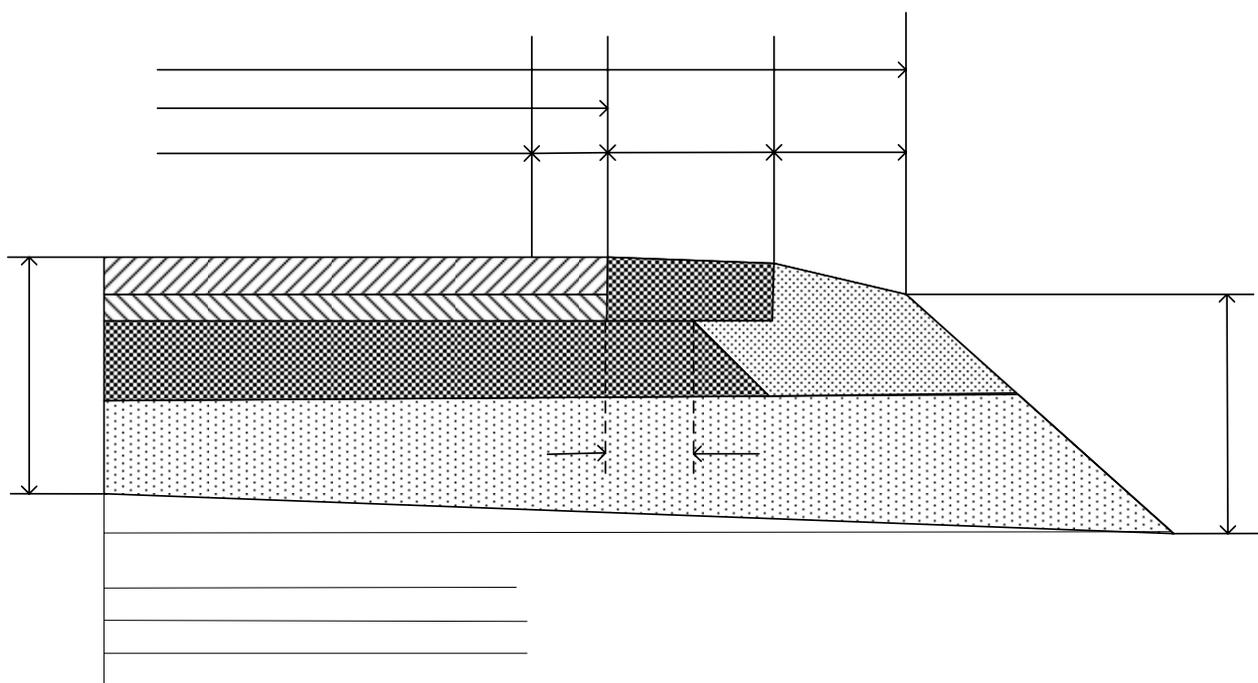


Рис. 1. Поперечный профиль дорожной одежды

Таблица 2
Параметры поперечных профилей дорожной одежды

Наименование параметра	Обозначение	Величина параметра для категории дороги			
		II	III	IV	V
1. Ширина проезжей части, м	B_{II}	7,5	7,0	6,0	4,5
2. Ширина краевой полосы, м	b_0	0,75	0,50	0,5	—
3. Ширина укрепленной обочины, м	b_1	2,25	1,25	1,00	1,0
4. Ширина неукрепленной обочины, м	b_2	0,75	0,75	0,50	0,75
5. Ширина проезжей части с краевыми полосами, м	B	9,0	8,0	7,0	4,5
6. Общая ширина дорожной конструкции, м	B_0	15,0	12,0	10,0	8,0

Толщина дорожной одежды по бровкам (при присыпных обочинах) (h , м): $h_{до}$

28 $\rightarrow i_0 = 0,02$

$\rightarrow i_3 = 0,03$

$$h = \frac{h_{\text{до}} + \frac{B}{2}(i_3 - i_0) + b_1(i_3 - i_1) + b_2(i_3 - i_2)}{1 - mi_3}, \quad (2.1)$$

где $h_{\text{до}}$ – толщина дорожной одежды по оси дороги; i_3 – поперечный уклон земляного полотна; i_0 – поперечный уклон проезжей части; i_1 – поперечный уклон укрепленной части обочины, i_2 – поперечный уклон неукрепленной части обочины и сливной призмы, m – коэффициент крутизны откосов.

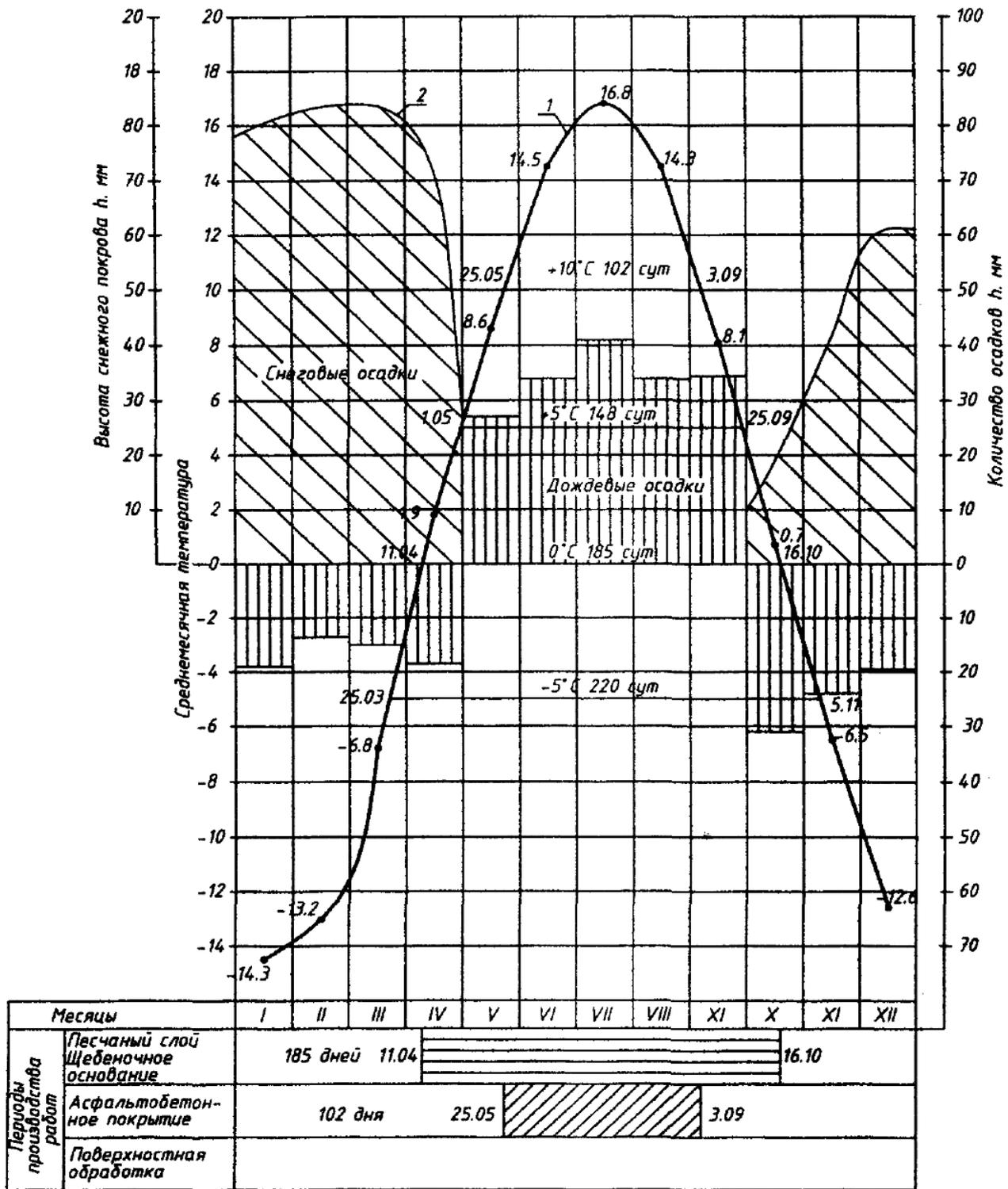
2.2.2. Климатическая характеристика района строительства

Климатические условия района строительства определяют период и продолжительность проведения всех видов работ. Инженерная оценка климатической характеристики производится по СНиП 2.01.01–82 «Строительная климатология и геофизика» [9] и по данным метеостанций. Продолжительность строительного сезона для отдельных видов работ определяется на основании классификации дорожно-строительных работ в зависимости от температуры воздуха (табл. 3) и дорожно-климатического графика (рис. 2).

Таблица 3

Классификация дорожно-строительных работ по температуре окружающей среды

Группа работ	Перечень работ	Среднесуточная температура
0	Очистка дорожной полосы от леса. Строительство искусственных сооружений. Выторфовка болот. Сосредоточенные земляные работы	Не ограничивается
I	Очистка дорожной полосы от пней, растительного слоя. Линейные земляные работы. Устройство слоев дорожной одежды из необработанных каменных материалов и песка. Устройство ограждений, разметка проезжей части.	Не ниже 0 °С
II	Строительство слоев дорожной одежды из асфальтобетонных и цементобетонных смесей, из грунтов и минеральных материалов, обработанных вяжущими в установках; из грунтов, обработанных неорганическим вяжущим смешением на дороге	Не ниже +5 °С весной и +10 °С осенью
III	Строительство слоев дорожной одежды из минеральных материалов и грунтов, обработанных органическим вяжущим смешением на дороге	Не ниже +10 °С
IV	Устройство поверхностных обработок. Устройство слоев дорожной одежды из щебня, обработанного битумом методом пропитки	Не ниже +15 °С



1 - среднемесячная температура воздуха
 2 - высота снегового покрова

Рис. 2. Образец дорожно-климатического графика

Дорожно-климатический график строится с использованием температурной характеристики областей Российской Федерации (табл. 1 приложения 3). Продолжительность осенней и весенней распутицы (T_p , дн.) определяется по формуле

$$T_p = Z_k - Z_n, \quad (2.2)$$

где Z_k и Z_n – даты начала и окончания распутицы.

Для весны:

$$Z_n^B = Z_{0\text{ }^\circ\text{C}} + \frac{5}{\alpha}; \quad Z_k^B = Z_n^B + \frac{0,7h}{\alpha}. \quad (5.2)$$

Для осени:

$$Z_n^O = Z_{+3\text{ }^\circ\text{C}}; \quad Z_k^O = Z_{0\text{ }^\circ\text{C}}, \quad (5.3)$$

где $Z_{0\text{ }^\circ\text{C}}$ – дата перехода среднесуточной температуры через $0\text{ }^\circ\text{C}$; $Z_{+3\text{ }^\circ\text{C}}$ – тоже через $+3\text{ }^\circ\text{C}$; h – средняя глубина промерзания грунта в районе строительства, см; α – климатический коэффициент, характеризующий скорость оттаивания грунта, см/сут.

2.2.3. Расчет ширины полосы отвода (дорожной полосы)

Границы полосы отвода зависят от поперечного профиля дороги, наличия боковых резервов или площадки для кавальеров, если грунты выемки не пригодны для использования в насыпи, наличия площадки для складирования и временного хранения снимаемого растительного слоя. Кроме того, ширина полосы отвода увеличивается на ширину 1 м с каждой стороны по сравнению с шириной, занимаемой инженерными сооружениями автодороги.

Расчет ширины полосы отвода ($B_{\text{по}}$, м) производится по следующим формулам:

– при высоте насыпи до 6 м:

$$B_{\text{по}} = B_0 + 2Hm + 2b'_k + 2b'_p + 2 + 2b_{\text{пл}}; \quad (2.3)$$

– при высоте насыпи более 6 м:

$$B_{\text{по}} = B_0 + 2 \cdot 6m + 2(H - 6)m_1 + 2b'_k + 2b'_p + 2 + 2b_{\text{пл}}; \quad (2.4)$$

– при выемке:

$$B_{\text{по}} = B_3 - 2H_3m_1 + 2b'_k + 2 + 2b_{\text{пл}}, \quad (2.5)$$

где B_0 – ширина дорожной конструкции по бровкам (в зависимости от категории дороги, для дорог: II категории $B_0 = 15$ м, III категории $B_0 = 12$ м, IV категории $B_0 = 10$ м, V категории $B_0 = 8$ м); H – рабочая отметка; m – коэффициент крутизны откосов насыпи; b'_k – ширина боковой канавы по верху; b'_p – ширина бокового резерва по верху; $b_{пл}$ – площадка для складирования растительного грунта; m_1 – коэффициент крутизны откосов нижней части насыпи высотой более 6 м или внешнего откоса выемки, бокового резерва, боковой канавы; $B_3 = B_0 + 2hm$ – ширина земполотна; $H_3 = H - h$ – высота земполотна или глубина выемки до бровки земполотна; h – толщина дорожной одежды по бровкам.

Ширина боковой канавы по верху (b'_k , м):

$$b'_k = b_k + h_k(m + m_1), \quad (2.6)$$

где b_k – ширина боковой канавы по дну (для треугольного сечения канавы $b_k = 0$, для трапецеидального – $b_k \geq 0,4$ м); h_k – глубина боковой канавы (принимается по расчету, но не менее 0,3 и не более 1,0 м).

Ширина бокового резерва по верху (b'_p , м):

$$b'_p = S_p / h_p + \frac{h_p(m + m_1)}{2}, \quad (2.7)$$

где S_p – площадь поперечного сечения одного бокового резерва, m^2 ; h_p – глубина резерва (задается в зависимости от уровня грунтовых вод (УГВ), но не более 1,5 м).

При возведении всего земполотна из боковых резервов (S_p , m^2):

$$S_p = 0,55 \left(B_3 \cdot H_3 + H_3^2 \cdot m + \frac{B_3^2 \cdot i_3}{4} \right), \quad (2.8)$$

где $i_3 = 0,03$ – уклон сливной призмы земполотна.

При возведении только нижней части земполотна высотой h_c из боковых резервов:

$$S_p = 0,55 (B_c^F \cdot h_c + h_c^2 \cdot m), \quad (2.9)$$

где $B_c^F = B_0 + 2(H - h_c)m$ – ширина слоя земполотна, возводимого из боковых резервов; h_c – толщина слоя земляного полотна, возводимого из боковых резервов, м.

При необходимости складирования растительного грунта ширина одной из двух площадок ($b_{пл}$) определяется по формуле

$$b_{пл} = \frac{0,5k_0(B_{по} - 2)t}{h_{\delta}} + \frac{h_{\delta}(m_3 + m_4)}{2}, \quad (2.10)$$

где $k_0 = 1,15$ – коэффициент относительного разуплотнения растительного слоя; t – толщина снимаемого растительного слоя, м; h_{δ} – высота бурта растительного грунта, м ($h_{\delta} \leq 1,5$ м); m_3 и m_4 – коэффициенты крутизны внутреннего и внешнего откосов бурта (от 1:1 до 1:1,5).

Образец ведомости расчета ширины дорожной полосы приводится в табл. 4.

Рассчитанная по каждому пикету ширина дорожной полосы будет очень дробной, поэтому ее нужно усреднить по характерным участкам.

Таблица 4

Образец ведомости расчета ширины дорожной полосы

B_{II}	b_0	b_1	b_2	i_0	i_1	i_2	i_3	$h_{до}$	B	B_0	X	b_k	h_k					
ПК	H_p	m	m_1	t	h_p	h_c	h_k	b_k	B_b	h	b'_k	B_3	H_3	B_c	S_p	b'_p	$B_{по}$	$B'_{по}$
7	0,5	1,3	0,8	0	0	0,1	0	0,5	8	12,00	0,51	0,40	0,30					
0	1,2	4	1,5	0,2	0,6	0	0	0	0	0,57	0,00	16,59	0,63	0,00	7,71	14,50	76,60	80,60
100	2,5	4	1,5	0,2	0,6	1	0	0	0	0,57	0,00	16,59	1,93	24,00	15,40	27,32	106,13	110,13
200	2,86	4	1,5	0,2	0,6	1	0	0	0	0,57	0,00	16,59	2,29	26,88	16,98	29,96	112,49	116,49
300	3,56	1,5	1,5	0,2	0,6	1	0	0	0	0,53	0,00	13,59	3,03	19,68	11,65	20,32	65,31	69,31
400	5,8	1,5	1,5	0	0	0	0,5	0	0	0,53	1,50	13,59	5,27	0,00	0,00	0,00	34,40	34,40
500	6,6	1,5	1,8	0	0	0	0	0	0	0,53	0,00	13,59	6,07	0,00	0,00	0,00	34,10	34,10
600	4,64	1,5	1,5	0	0	0	0,5	0	0	0,53	1,50	13,59	4,11	0,00	0,00	0,00	30,92	30,92
700	2,45	4	1,5	0	0	0	0,5	0	1	0,57	2,75	16,59	1,88	0,00	0,00	0,00	58,85	58,85
800	0	4	1,5	0,1	0	0	0,3	0	0	0,57	1,65	16,59	-0,57	0,00	0,00	0,00	23,61	27,61
900	-1,9	4	1,8	0,1	0	0	0,3	0,4	0	0,57	2,13	16,59	-2,42	0,00	0,00	0,00	31,32	35,32
###	-3,7	4	1,8	0,1	0	0	0,3	0,4	0	0,57	2,13	16,59	-4,25	0,00	0,00	0,00	37,73	41,73

Примечание: $B'_{по}$ – ширина полосы отвода с площадками для складирования снятого растительного слоя; B_b – ширина бермы, м.

2.2.4. Подготовительные работы

Подготовительные работы включают:

- восстановление и закрепление трассы;
- уборку леса;
- корчевку пней;
- снятие растительного слоя;
- устройство водоотвода.

Восстановление и закрепление трассы производится путем восстановления пикетажа и переноса его за пределы дорожной полосы.

Уборка леса относится к нулевой группе работ и проводить ее целесообразно в зимний период (замерзшие болота, транспортная доступность). Технологические операции – валка леса, обрубка, сбор и сжигание сучьев, трелевка хлыстов с укладкой их в штабель, погрузка хлыстов и вывозка лесовозными автопоездами к месту дальнейшей переработки. Объем работ по уборке леса определяется исходя из площади полосы отвода, степени ее облесения, характера лесонасаждения и данных табл. 5.

Таблица 5

Характеристика лесонасаждений [8]

Характер по крупности	Средний объем хлыста (дерева), м ³	Диаметр пня, (хлыста), см	Характеристика по густоте	Число деревьев на 1 га	Запас древесины на 1 га, м ³	
					всего	в т. ч. деловой
Крупный	Более 0,83	Более 34,0 (32,0)	Густой	От 200	240	187
			Ср. густоты	81–200	168	130
			Редкий	До 80	100	79
Средней крупности	0,4–0,83	27–34 (26–32)	Густой	От 340	211	165
			Ср. густоты	161–340	155	121
			Редкий	До 160	100	78
Мелкий	0,2–0,40	19–26 (17–24)	Густой	От 500	150	117
			Ср. густоты	301–500	120	94
			Редкий	До 300	90	70
Очень мелкий	0,04–0,20	12–18 (10–16)	Густой	От 850	102	80
			Ср. густоты	401–850	75	58
			Редкий	До 400	48	37
Тонкомерный	До 0,04	До 12 (10)	Густой	От 1450	58	45
			Ср. густоты	801–1450	45	35
			Редкий	До 800	32	25

При разработке технологической карты по уборке леса используется ЕНиР «Лесозаготовительные работы» [5] или табл. 3 приложения 3.

Сменная производительность машин (кроме транспортных) $\Pi_{см}$ определяется по формуле

$$\Pi_{см} = \frac{Tq_n}{t_n}, \quad (2.11)$$

где $T = 8$ ч – продолжительность смены; q_n – единица измерения объема работ; t_n – норма времени на единицу измерения объема работ, машино-часы (или человеко-часы, если определяется сменная норма выработки на человеко-день).

Для транспортных машин сменная производительность определяется по формуле

$$\Pi_{\text{см}} = \frac{Tk_{\text{и}}q}{\left(\frac{2l}{V_{\text{ср}}} + t_{\text{пр}}\right)\delta}, \quad (2.12)$$

где $k_{\text{и}}$ – коэффициент использования времени смены ($k_{\text{и}} \approx 0,85$); q – грузо-подъемность машины, т; l – средневзвешенное расстояние вывозки, км; V – среднетехническая скорость движения машины в грузовом и порожнем направлении, км/ч; $t_{\text{пр}}$ – затраты времени на погрузочно-разгрузочные работы в расчете на один рейс, час; δ – объемная масса перевозимого материала, т/м³ – вводится в формулу, если производительность необходимо определить не в тоннах, а в кубометрах.

Корчевка пней производится в весенний период при глубине оттаявшего грунта не менее 0,2–0,3 м или в летний период. Объем работ по корчевке пней определяется исходя из степени облесенности дорожной полосы с учетом следующих требований: корчевка пней необходима на участках, занятых выемкой, насыпью высотой до 1,5 м, боковыми или сосредоточенными резервами; под насыпью высотой от 1,5 до 2,0 м допускается оставление пней, спиленных заподлицо с поверхностью земли, а под насыпью высотой более 2 м допускается оставление пней высотой до 0,1 м. Кроме того, корчевка пней обязательна на участках, где предусмотрено снятие растительного слоя. Производительность корчевателей определяется по данным табл. 4 приложения 3.

Снятие растительного слоя можно проводить одновременно с корчевкой пней или одновременно с работами по устройству земляного полотна. В последнем случае создаются лучшие условия по исключению локального переувлажнения грунтов основания земполотна или грунтов боковых резервов. Снятие растительного слоя производится на тех же участках, которые раскорчевываются. В тех случаях, когда растительный слой представляет ценность для сельскохозяйственного производства, или для рекультивации площадей, ранее занятых дорожно-строительными производствами, или для укрепления откосов земполотна, снятие его производится на всей площади дорожной полосы. Объем работ определяется произведением площади на толщину растительного слоя.

Система поверхностного водоотвода включает в себя боковые каналы в выемках и вдоль насыпей высотой до 1,5 м, выработанные боковые резервы, водоотводные каналы, нагорные каналы у выемок, каналы для осушения болот. Ряд водоотводных сооружений устраивают до или одновременно с возведением земполотна – нагорные каналы, каналы для осушения болот, водоотводные каналы, резервы. Резервам придают поперечный уклон 20–30 ‰ в сторон от земполотна или в середину резерва, если ширина его больше 6 м. Уклон боковых канав ≥ 5 ‰, в исключительных

случаях ≥ 3 ‰. Поэтому необходимо учитывать невозможность устройства боковых канав на участках значительной протяженности с малыми продольными уклонами поверхности земли.

Объем работ по устройству водоотводных сооружений определяется с использованием продольного профиля участка дороги и характерных поперечных профилей.

2.2.5. Искусственные сооружения

Строительство искусственных сооружений (малых мостов и труб) производится после корчевки пней и подготовки подъездных дорог, но не ограничивается температурными условиями. Поэтому не исключается возможность строительства в зимний период.

Примерный состав специализированного отряда для строительства круглых железобетонных труб:

- бульдозер ДЗ-53 (или экскаватор) – 1;
- автомобильный кран – 1;
- пневмокоток – 1;
- подвижная электростанция – 1;
- электровибраторы разных марок – 3;
- битумный котел емкостью 400 л – 1;
- общее число рабочих – 9–10.

Марка автомобильного крана выбирается в соответствии с массой блоков оголовков и звеньев трубы.

Длина конкретной трубы (L , м) определяется по формуле

$$L = B_0 + 2m(H - d - \delta), \quad (2.13)$$

где H – рабочая отметка, м; d – внутренний диаметр (отверстие) трубы, м; δ – толщина стенки трубы, м.

Результаты расчетов по трубам заносятся в ведомость, образец которой приводится в табл. 6, а для расчетов используются данные табл. 7.

Таблица 6

Образец ведомости искусственных сооружений

ПК	Наименование искусственного сооружения	Размеры, м		Количество отрядов-смен				всего
		отверстие	длина	на 1 м трубы	на трубу	на 2 оголовка	на укрепление русла	
ИТОГО:								

Таблица 7

Нормативы трудозатрат на строительство круглых железобетонных труб

Отверстие труб, м	Количество отрядо-смен для:								
	бесфундамент- ных труб		фундаментных труб				укрепления русла и откосов		
	на 1 м трубы	на 2 ого- ловка	I типа		III типа		монолитный бетон	бло- ками П-1	блока- ми П-2
			на 1 м трубы	на 2 ого- ловка	на 1 м трубы	на 2 ого- ловка			
1,0	00,6	4,2	0,17	4,1	0,20	4,11	6,7	51	2,8
2×1,0	0,14	5,8	0,35	5,8	0,40	5,85	8,1	6,5	3,9
3×1,0	0,20	7,3	0,50	7,2	0,60	7,2	9,4	7,1	4,5
1,25	0,08	4,9	0,22	4,8	0,25	4,8	7,3	5,8	3,2
2×1,25	0,14	6,4	0,45	6,3	0,55	6,3	9,4	7,5	4,2
3×1,25	0,22	7,9	0,75	7,8	0,85	7,8	11,6	9,9	5,7
1,5	0,09	5,7	0,27	5,5	0,30	5,5	8,2	6,3	3,8
2×1,5	0,19	7,9	0,55	7,7	0,60	7,7	12,4	8,7	5,2
3×1,5	0,28	10,1	0,90	9,9	1,00	9,9	13,3	10,7	6,9
2,0	–	–	0,35	6,9	0,35	6,92	10,0	8,6	4,6
2×2,0	–	–	0,67	9,7	0,70	9,7	13,0	11,2	6,5
3×2,0	–	–	1,20	12,5	1,30	12,5	14,3	14,0	8,4

При строительстве типовых железобетонных мостов длиной до 20 м норматив трудозатрат ориентировочно принимается равным 2,0 отрядо-сменам на 1 пог. м моста.

2.2.6. Объемы земляных работ

Объемы земляных работ учитывают объемы насыпей, объемы выемок, объемы грунта для засыпки траншей после выторфовки, объемы работ по сооружению водоотводных сооружений (канав). Подсчет объемов земляных работ производится попикетно (или на участках меньшей длины, границы которых определяются нулевыми отметками или переломами проектной линии), аналитически или на ЭВМ по программе Excel. Объемы должны корректироваться поправками, учитывающими толщину снимаемого растительного слоя, разность рабочих отметок.

Основные формулы для подсчета объемов земляных работ (при наличии присыпных обочин).

Площадь насыпи (S , м²) без поправок при $H \leq 6$ м:

$$S = B_3 \cdot H_3 + H_3^2 \cdot m + \frac{B_3^2 \cdot i_3}{4}; \quad (2.14)$$

То же при $H > 6$ м:

$$S = B_3 \cdot H_3 + H_3^2 \cdot m + \frac{B_3^2 \cdot i_3}{4} + (H - 6)^2 (m_1 - m); \quad (2.15)$$

Площадь выемки (S_V , м²):

$$S_V = -(B_3 + 2b'_k)H_3 + H_3^2 \cdot m_1 + S_k - \frac{B_3^2 \cdot i_3}{4}, \quad (2.16)$$

где $B_3 = B_0 + 2mh$ – ширина земполотна; $H_3 = H - h$ – высота земполотна или со знаком минус глубина выемки; m – коэффициент крутизны откосов насыпи при $H \leq 6$ м; i_3 – поперечный уклон поверхности земполотна; $H = \frac{H_1 + H_2}{2}$ – средняя рабочая отметка; m_1 – коэффициент крутизны откосов нижней части насыпи при $H > 6$ м и внешних откосов выемки и боковых канав; $b'_k = b_k + h_k(m + m_1)$ – ширина боковой канавы по верху; $S_k = 2b_k \cdot h_k + h_k^2(m + m_1)$ – площадь боковых канав; B_0 – ширина дорожной конструкции по бровкам; h – толщина дорожной одежды по бровкам; b_k – ширина боковой канавы по дну; h_k – глубина боковой канавы.

Поправка на разность рабочих отметок для насыпи ($\Delta S_{\Delta H}$, м²) при $H \leq 6$ м:

$$\Delta S_{\Delta H} = \frac{(\Delta H)^2 \cdot m}{12}. \quad (2.17)$$

То же при $H > 6$ м и для выемки:

$$\Delta S_{\Delta H} = \frac{(\Delta H)^2 \cdot m_1}{12}, \quad (2.18)$$

где $\Delta H = H_1 - H_2$ – разность рабочих отметок.

Поправка на толщину убираемого растительного слоя (ΔS_t , м²) для насыпи при $H \leq 6$ м:

$$\Delta S_t = (B_0 + 2Hm)t + t^2 \cdot m, \quad (2.19)$$

где t – толщина растительного слоя.

То же для насыпи $H > 6$ м:

$$\Delta S_t = (B_0 + 2 \cdot 6m + 2(H - 6)m_1)t + t^2 \cdot m_1. \quad (2.20)$$

То же для выемки:

$$\Delta S_t = (B_3 + 2b'_k - 2 \cdot H_3 \cdot m_1)t - t^2 \cdot m_1. \quad (2.21)$$

Объем насыпи (V , м³) с поправками:

$$V = L \cdot (S + \Delta S_{\Delta H} + \Delta S_t) \cdot k_0, \quad (2.22)$$

где L – протяжение участка; k_0 – коэффициент относительного уплотнения, равный 1,1.

То же для выемки (V_V , м³):

$$V_V = L(S_V + \Delta S_{\Delta H} - \Delta S_t). \quad (2.23)$$

Объем выторфовки (V_T , м³) при условии $H_T \cdot m_T = H \cdot m$:

$$V_T = L \left[B_0 \cdot H_T + H_T \cdot H \cdot m + \frac{(\Delta H_T)^2 \cdot H \cdot m}{12 H_T} \right]. \quad (2.24)$$

То же при $H > 6$ м:

$$V_T = L \cdot \left[(B_0 + 2 \cdot 6 \cdot m + 2(H - 6) \cdot m_1) H_T - H_T^2 \cdot m_T + \frac{(\Delta H_T)^2 \cdot m_T}{12} \right],$$

где H_T – средняя глубина выторфовки с учетом снятия слоя толщиной 0,2 м минерального дна; m_T – коэффициент крутизны откосов траншеи выторфовки (равный 0,5–1,0 в зависимости от консистенции торфа и применяемого механизма):

$$m_T = \frac{H \cdot m}{H_T},$$

где H – высота дорожной конструкции над поверхностью болота; m – коэффициент крутизны откоса.

При подсчете объемов грунта для засыпки траншеи в торфяной толще необходимо учитывать изменение сечение траншеи от давления насыпи. Коэффициент увеличения объема при $W_T < 600$ % – 1,15; $W_T > 600$ % – 1,25.

Образец ведомости подсчета объемов земляных работ приведен в табл. 8.

2.2.7. График распределения земляных работ

График распределения земляных работ является основным документом, на основе которого составляются технологические карты и разрабатывается проект производства работ. Он определяет источники грунта для насыпей, объемы, направления и расстояния перемещения грунтов, способы производства земляных работ и применяемые типы дорожно-строительных машин. Главным при разработке графика распределения земляных работ является выбор способа производства работ на отдельных участках. Основные способы производства работ следующие:

1. Возведение насыпи из боковых резервов с применением в качестве ведущей машины бульдозера или скрепера или совместно бульдозера и скрепера. Для этого способа подходят участки дороги с грунтами, пригодными для возведения насыпи, с низким расположением уровня грунтовых вод, с небольшими колебаниями величин рабочих отметок. Кроме того, участок должен проходить по местности, для которой отвод земель под дорожную полосу, включающую дополнительные площади под боковые резервы, не вызывает административных затруднений. Бульдозеры эффективны при высоте насыпи до 1,5 м и расстоянии перемещения до 50 м. Скреперы предпочтительны при высоте насыпи в пределах от 1,5 до 2 м. При значительных колебаниях величин рабочих отметок желательно использовать совместную работу бульдозера и скрепера, при этом бульдозеры работают на поперечном перемещении грунта, а скрепер – на продольном. Данный способ может использоваться для возведения насыпей как на всю высоту, так и только нижней части. Глубина бокового резерва не должна превышать 1,5 м.

2. Возведение насыпи из сосредоточенных резервов или грунтовых карьеров с применением в качестве ведущей машины скрепера или экскаватора. Данный способ используется там, где невозможно использовать первый способ. При сосредоточенных грунтовых резервах в качестве ведущей машины чаще применяют скрепер. Прицепные скреперы эффективны при расстояниях перемещения до 600 м, а самоходные – до 3 км. При расстояниях перемещения грунта более 3 км применяется экскаватор с самосвалами.

3. Разработка выемки с перемещением грунта в прилегающие насыпи (если грунты пригодны для возведения насыпи) или в отвал. Ведущей машиной может быть скрепер или экскаватор. Для зачистных работ и перемещения грунта на небольшие расстояния в состав комплекта машин входит во всех случаях бульдозер.

В целом график распределения земляных работ обеспечивает баланс грунтовых масс, определяет источники грунта, объемы, направления и расстояния перемещения грунтов, способы производства земляных работ и применяемые типы дорожно-строительных машин. Образец графика распределения земляных работ приведен на рис. 3.

2.2.8. Среднее расстояние перемещения грунта при возведении насыпи из боковых резервов

Среднее расстояние перемещения грунта ($l_{\text{ср}}$, м) при возведении насыпи из двухсторонних резервов равно расстоянию между центрами тяжести сечений резерва и половины насыпи (рис. 4);

$$l_{\text{ср}} = \frac{b_p^0}{2} + \left(H_3 + \frac{h_p}{2} \right) m + x, \quad (2.25)$$

где $b_p^0 = \frac{0,55 \left(B_3 \cdot H_3 + H_3^2 \cdot m + \frac{B_3^2 \cdot i_3}{4} \right)}{h_p}$ – ширина резерва посередине, м;

0,55 – коэффициент, учитывающий деление насыпи на две части и коэффициент относительного уплотнения $K_0 = 1,1$; $B_3 = B_0 + 2hm$ – ширина земполотна по бровкам, м; $H_3 = H - h$ – высота земполотна, м; h_p – глубина резерва, задается в зависимости от УГВ, но не более 1,5 м; x – расстояние от центра тяжести сечения половины насыпи до бровки земполотна, м.

$$x = \frac{S_1 \cdot \frac{B_3}{4} + S_2 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{B_3}{2} - S_3 \cdot \frac{1}{3} H_3 \cdot m}{S_1 + S_2 + S_3}, \quad (2.26)$$

где $S_1 = H_3 \cdot \frac{B_3}{2}$; $S_2 = \frac{B_3^2 \cdot i_3}{8}$; $S_3 = \frac{H_3^2 \cdot m}{2}$ – площади фигур поперечного сечения насыпи.

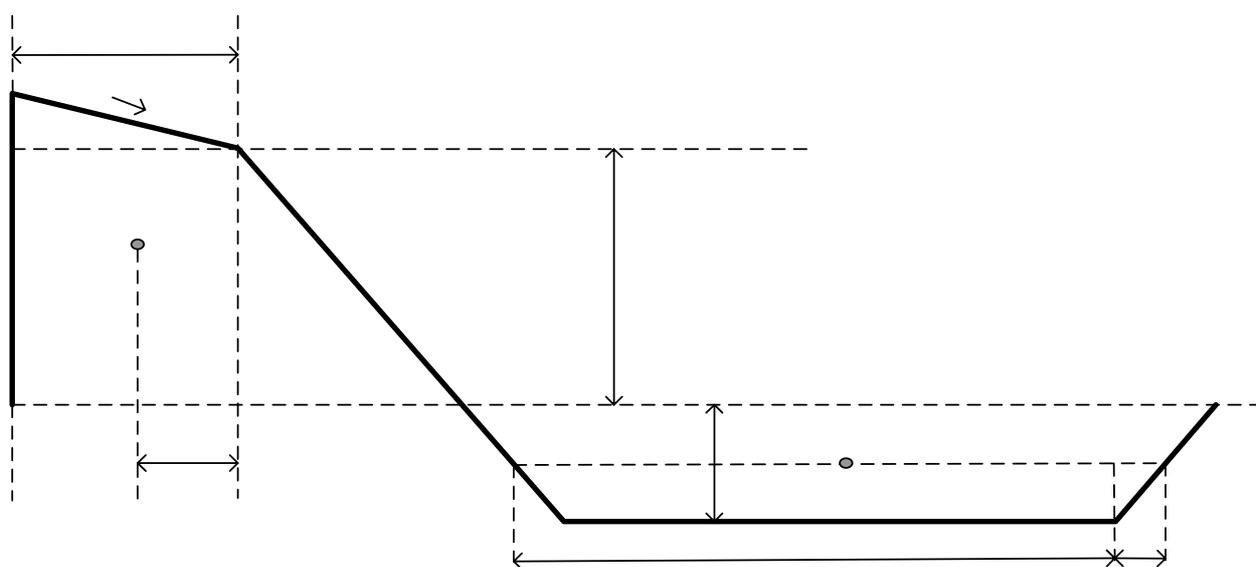


Рис. 4. Боковой резерв

Элементы насыпи см. на рис. 5.

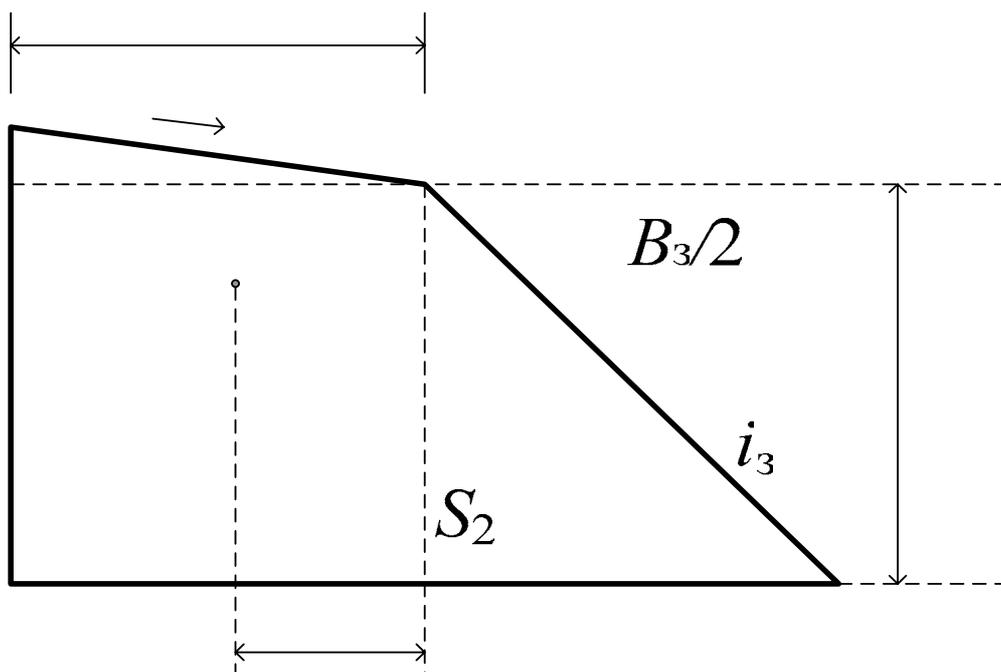


Рис. 5. Элементы насыпи

Среднее расстояние перемещения грунта при возведении насыпи из одностороннего резерва:

$$l_{\text{cp}} = \frac{b_p^0}{2} + \left(H_3 + \frac{h_p}{2} \right) S_1 + \frac{B_3}{2}, \quad (2.27)$$

где $b_p^0 = \frac{k_0 \left(B_3 \cdot H_3 + H_3^2 \cdot m + \frac{B_3^2 \cdot i_3}{4} \right)}{h_p}$; $k_0 = 1,1$ – коэффициент относительного уплотнения, т. е. отношение плотности грунта в насыпи к плотности грунта в резерве.

2.2.9. Среднее расстояние перемещения грунта из выемки в насыпь

Наиболее рационально среднее расстояние перемещения грунта из выемки в насыпь определять с помощью кривой распределения земляных масс, которую строят используя продольный профиль участка дороги и ведомость объемов земляных работ (табл. 8).

Кривая распределения земляных масс (рис. 6) представляет собой ломаную линию, при построении которой по горизонтальной оси откладыва-

ются расстояния (пикет (ПК)), а по вертикальной – объемы земляных работ с нарастающим итогом. При этом объемы выемки откладываются со знаком «-» на нисходящей ветви кривой, а объемы насыпей – со знаком «+» на восходящих ветвях (можно принять и обратное правило, т. к. сущность от этого не изменяется). Ветви насыпи по обе стороны от ветви выемки по объему должны быть равны половине объема выемки, если перемещение грунта из выемки предусматривается в две стороны.

Свойства кривой распределения земляных масс:

- большая крутизна кривой соответствует большим объемам;
- разность отметок по оси ординат соответствует в масштабе объему земли на соответствующем участке продольного профиля;
- любая горизонтальная секущая (или распределительная) линия при пересечении с кривой отмечает границы, в которых соблюдается баланс объемов насыпи и выемки;
- кривая распределения земляных масс в сочетании с горизонтальной секущей дает возможность определения средневзвешенного расстояния перемещения грунта.

Так, среднее расстояние перемещения грунта из выемки в насыпь, расположенную левее (см. рис. б), равно:

$$l_{\text{cp}}^{\text{л}} = \frac{S_1}{Y_1}, \quad (2.28)$$

а расположенную правее:

$$l_{\text{cp}}^{\text{п}} = \frac{S_2}{Y_2}. \quad (2.29)$$

Общее средневзвешенное расстояние:

$$L_0 = \frac{S_1 + S_2}{Y_1 + Y_2}, \quad (2.30)$$

где S_1, S_2 – площади, ограниченные секущей линией и ломаной линией, $\text{м}^3 \cdot \text{м}$; Y_1, Y_2 – высоты многоугольников, м^3 .

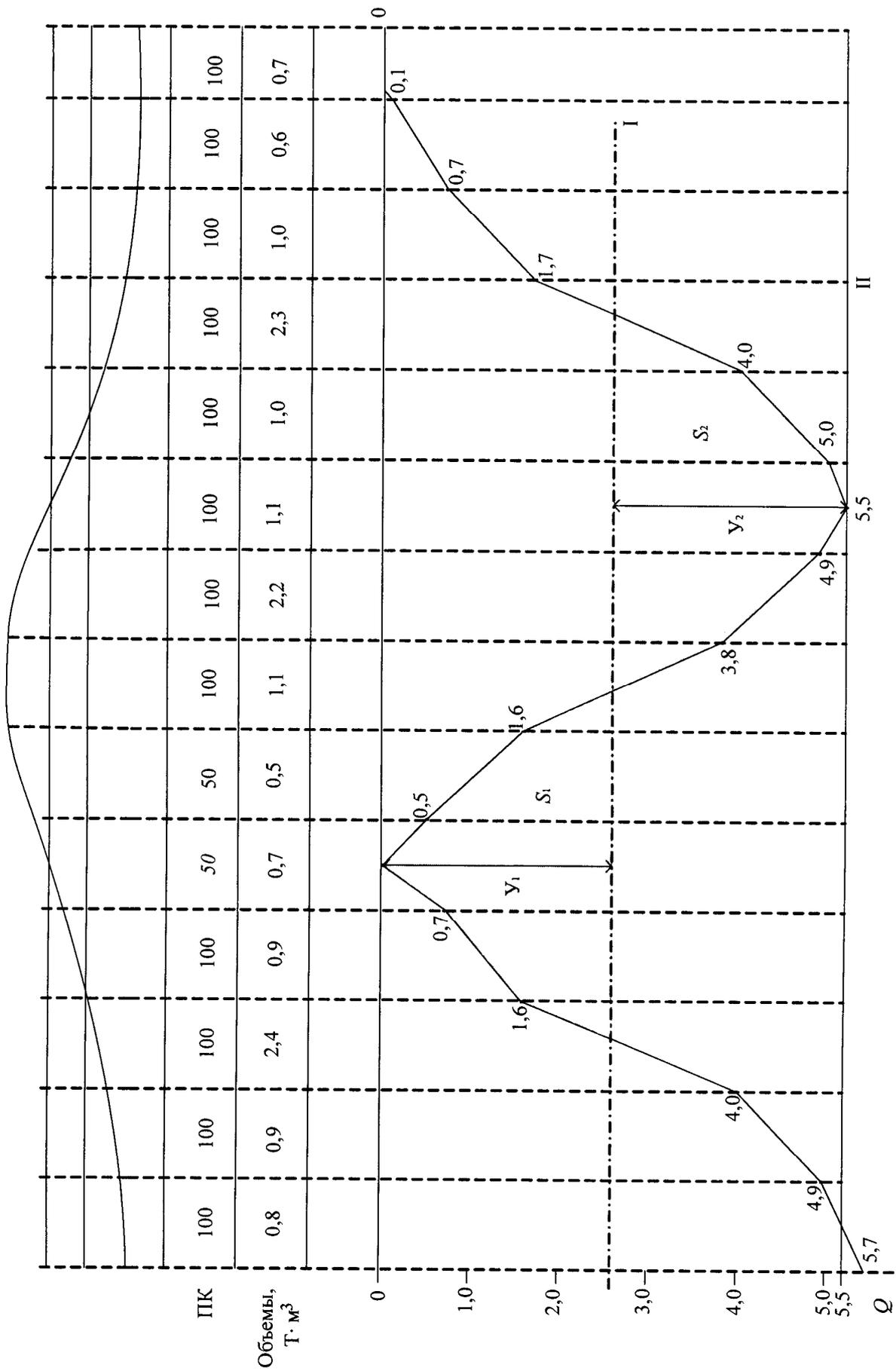


Рис. 6. Кривая распределения земляных масс

2.2.10. Среднее расстояние транспортирования при возведении насыпи из привозного грунта

При наличии нескольких грунтовых карьеров или при возведении нескольких участков насыпи из одного карьера сменную производительность транспортных средств определяют по средневзвешенному расстоянию перевозки. Средневзвешенное расстояние ($L_{\text{ср}}$, м) перевозки находится на основе равенства транспортной работы, т. е. сумма произведений единичных объемов на единичные расстояния должна быть равна произведению общего объема на средневзвешенные расстояния. Формула для определения средневзвешенного расстояния:

$$L_{\text{ср}} = \frac{g_1 l_1 + g_2 l_2 + \dots + g_n l_n}{g_1 + g_2 + \dots + g_n}, \quad (2.31)$$

где g_1, g_2, \dots, g_n – единичные объемы, м³; l_1, l_2, \dots, l_n – единичные расстояния перевозки, м.

2.2.11. Методы организации производства земляных работ

Общие положения

При строительстве автомобильных дорог наиболее прогрессивным и производительным является *поточный метод* организации работ, при котором обеспечивается непрерывный и равномерный выпуск продукции и непрерывное и равномерное использование трудовых и материально-технических ресурсов. Поточный метод применим при выполнении линейных работ, а непоточный – при выполнении сосредоточенных работ.

К *линейным* относятся работы, объемы которых равномерно распределены по протяженности дороги или периодически повторяются. К *сосредоточенным* относятся работы, которые по сложности, трудоемкости и большим объемам резко отличаются от работ на смежных участках.

На автомобильных дорогах к линейным относятся работы по строительству насыпей и неглубоких выемок с небольшой разницей в рабочих отметках, конструктивных слоев дорожной одежды, водопропускных труб. К сосредоточенным относятся работы по строительству высоких насыпей, глубоких выемок, больших и средних мостов.

При поточном методе скорость всех частных потоков, т. е. потоков по строительству земполотна, конструктивных слоев дорожной одежды, одинакова.

При *поточно-прогрессивном методе* скорость каждого предыдущего частного потока должна быть больше скорости последующего потока, т. е.

скорость возрастает по слоям от покрытия к земполотну. Это позволяет обеспечить лучшую загрузку машин в потоках и необходимый фронт работ для последующих потоков.

Показателем скорости потоков является длина сменной захватки.

Сосредоточенные работы выполняются непоточным методами строительства. Для них основными организационными параметрами являются продолжительность работ и сменный объем работ.

Определение скорости потока

Скорость потока определяется длиной сменной захватки. Минимальная длина сменной захватки (l_{\min} , м) – это минимальная скорость потоков, при которой обеспечивается строительство автодороги в заданные (директивные) сроки:

$$l_{\min} = \frac{L}{T_P}, \quad (2.32)$$

где L – длина участка автодороги, намеченного к строительству, м; T_P – число рабочих смен в директивном сроке.

$$T_P = (T_K - T_B - T_{oc} - T_{рем} - T_{орг} - T_{тех})K_{см} - T_{разв}, \quad (2.33)$$

где T_K – календарное число дней; T_B – число выходных дней $\left(\frac{2}{7} \cdot T_K\right)$; T_{oc} – число дней простоя по метеоусловиям (см. табл. 2 приложения 3) $\approx 3-9\%$ от T_K в зависимости от дорожно-климатической зоны; $T_{рем}$ – число дней простоя техники в ремонте ($\approx 3\%$ от T_K); $T_{орг}$ – число дней простоя по организационным причинам; $T_{тех}$ – число дней простоя по технологической необходимости; $K_{см}$ – коэффициент сменности работы; $T_{разв}$ – период развертывания комплексного потока, смен.

Период развертывания потока – число рабочих смен от начала работы первого частного потока до начала работы последнего частного потока:

$$T_{разв} = \sum t_1 + \sum t_2, \quad (2.34)$$

где $\sum t_1$ – число смен, затрачиваемых на строительство земполотна и конструктивных слоев дорожной одежды на первой захватке; $\sum t_2$ – организационные и технологические разрывы между работой отрядов (потоков). Значения t_1 и t_2 находятся по табл. 9.

Ориентировочное значение величин t_1 и t_2
для различных конструктивных слоев автодороги

Наименование конструктивных слоев (работ)	Количество смен, дн.	
	t_1	t_2
1. Срезка растительного слоя	1	0
2. Земполотно (n слоев)	$2 \times n$	2
3. Дренирующий слой (n слоев)	$2 \times n$	1
4. Слои из рядового щебня (n слоев)	$2 \times n$	0–1
5. Слои из фракционного щебня:		
– 2 фракции щебня	2–3	0–1
– 3 фракции щебня	3	0–1
– 4 фракции щебня	4	0–1
6. Слои из фракционного щебня, устраиваемые методом пропитки	1	0–1
7. Слои из черного горячего рядового щебня	1	0–1
8. Слои из минеральных материалов или грунтов, обработанных цементом:		
– в установке	1	(7)
– смешением на дороге	1	(7)
9. Слои из минеральных материалов, обработанных жидким битумом методом смешения на дороге	2	(3)
10. То же методом смешения в установке	1	(3)
11. Слои из горячего асфальтобетона	1	0
12. Слои из холодного асфальтобетона	1	(3)
13. Подгрунтовка	1	1
14. Поверхностная обработка	1	0
15. Цементобетонные покрытия	1	(14)

Максимальная длина сменной захватки (l_{\max} , м) определяется производительностью и количеством ведущих машин в потоке (отряде) (ведущая машина – наиболее производительная и дорогая):

$$l_{\max} = \frac{P_{\text{см}} \cdot n}{F_c \cdot k_0}, \quad (2.35)$$

где $P_{\text{см}}$ – сменная производительность ведущей машины, м^3 (или м^2); n – число ведущих машин в отряде (потоке); F_c – площадь поперечного сечения конструктивного слоя (или ширина слоя), м^2 (м); k_0 – коэффициент относительного уплотнения материала слоя (только для $P_{\text{см}}$ в м^3).

Расчетная длина сменной захватки должна быть равной или несколько меньшей максимальной. В идеальном случае величина расчетной сменной захватки должна быть оптимальной.

Параметр оптимизации – приведенные затраты ($Z_{\text{п}}$):

$$Z_{\Pi} = C + E_{\Pi} \cdot K = \frac{\sum C_{\text{м-см}}}{Q_l} + \frac{E_{\Pi} \cdot \sum C_{\text{м}} \cdot K_n}{12 \cdot Q_0}, \quad (2.36)$$

где C – себестоимость единицы продукции; $E_{\Pi} = 0,12$ – нормативный коэффициент эффективности капвложений (инвестиций); K – удельные капвложения (инвестиции); $\sum C_{\text{м-см}}$ – суммарная стоимость машино-смен; Q_l – объем работ на захватке; $\sum C_{\text{м}}$ – суммарная стоимость машин, входящих в частный поток; K_n – число месяцев работы потока на рассматриваемом участке дороги; Q_0 – общий объем работ на участке.

Расшифровка себестоимости работ:

$$C = \frac{C_1 n_1 + C_2 n_2 + \dots + C_n n_n}{Q_l}, \quad (2.37)$$

где C_1, C_2, \dots, C_n – себестоимость машино-смен дорожных машин (при значительной доле в технологическом процессе ручного труда в себестоимость необходимо дополнительно включать зарплату дорожных рабочих);

$n = \left\lfloor \frac{Q_l}{\Pi_{\text{см}}} \right\rfloor$ – количество машино-смен, округленное до большего целого числа,

что равнозначно количеству машин каждого типа, входящих в частный поток, т. к. на сменной захватке машина обрабатывает одну машино-смену.

Расшифровка капвложений (инвестиций):

$$K = \frac{K_n}{Q_0 \cdot 12} (C_{m1} n_1 + C_{m2} n_2 + \dots + C_{mn} n_n), \quad (2.38)$$

где $C_{m1}, C_{m2}, \dots, C_{mn}$ – стоимость машин; n_1, n_2, \dots, n_n – количество машин.

Расшифровка сменной производительности машин

В любой частный поток входят дорожные машины двух типов.

Первый тип – машины, производительность которых не зависит от длины сменной захватки. К таким машинам относятся экскаваторы на погрузке, автосамосвалы на подвозке, бульдозеры на разработке боковых резервов и на разравнивании слоев земполотна и дорожной одежды, щебне-распределители, асфальтоукладчики и др.

Второй тип – машины, производительность которых зависит от длины захватки. К таким машинам относятся уплотняющие машины (в наибольшей степени прицепные и полуприцепные катки, работающие с разворотом), автогрейдеры на планировке верха конструктивных слоев и нарезке сливной призмы земполотна.

Для машин первого типа сменная производительность при изменении длины захватки остается постоянной и определяется по ЕНиР [4], [11] или по расчетам.

Для машин второго типа сменная производительность ($\Pi_{см}$) определяется по формуле

$$\Pi_{см} = \frac{Tk_{и}(B \cdot \sin \alpha - a)l_3V_p}{(Zl_3 + t_pV_p)n_c}, \quad (2.39)$$

где $T = 8$ ч – продолжительность смены; $k_{и} \approx 0,85$ – коэффициент использования времени смены; B – ширина рабочего органа машины; α – фронтальный угол установки рабочего органа к продольной оси участка дороги; a – ширина перекрытия следа; l_3 – длина захватки; V_p – рабочая скорость машины; Z – коэффициент характера работы машины: при $Z = 2$ – работа с холостым ходом, при $Z = 1$ – работа без холостого хода; t_p – время, затрачиваемое на разворот, переключение передач, манипуляции с рабочим органом; n_c – число проходов машины по одному следу.

График изменения себестоимости как наиболее определяющей части приведенных затрат для машин первого типа имеет вид, представленный на рис. 7.

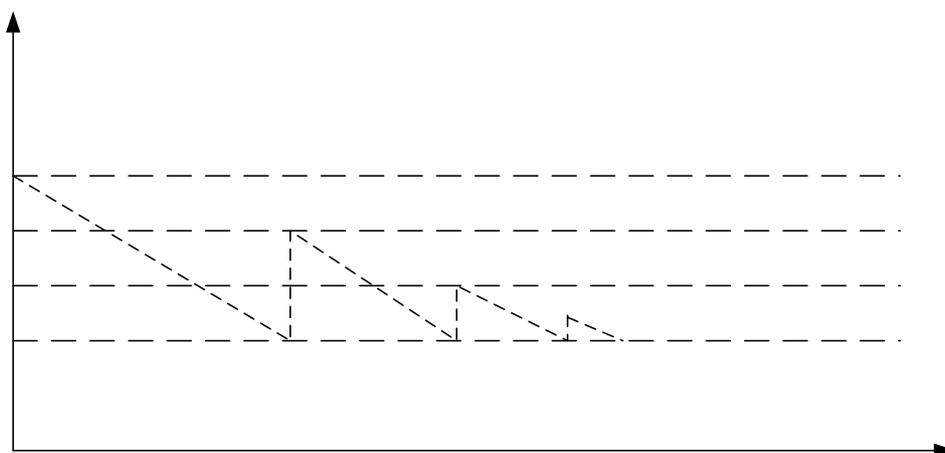


Рис. 7. График изменения себестоимости работ для машин первого типа

Минимум себестоимости обеспечивается при коэффициенте использования машин, равном 1. Резкий скачок – при увеличении числа машин на 1 шт. При этом чем больше машин, тем скачок будет меньше, т. к. с увеличением числа машин минимально возможный коэффициент их использования возрастает.

График изменения себестоимости для машин второго типа определен на рис. 8.

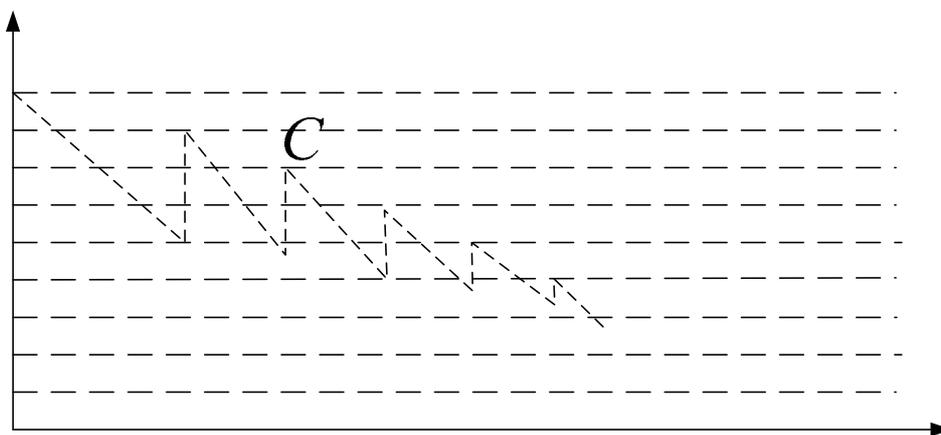


Рис. 8. График изменения себестоимости работ для машин второго типа

Этот график отличается от предыдущего графика тем, что минимум себестоимости на переломах уменьшается с увеличением длины захватки. Остальные закономерности аналогичны.

График изменения приведенных затрат для частного потока, включающего машины первого и второго типов, будет иметь более сложные очертания.

Градация длины захватки при расчете значений приведенных затрат должна быть максимально дробной, чтобы зафиксировать скачки графика. Особенности данной методики:

- при минимальных приведенных затратах обеспечивается максимальное использование машин отряда ($K_{исп}$);
- методика может использоваться для подбора оптимального состава машин в отряде частного потока, для чего необходимо просчитать несколько вариантов формирования отряда машинами разного типа.

2.2.12. Технологическая карта на выполнение линейных работ по возведению земляного полотна из грунтов боковых резервов и грунтовых карьеров поточным методом

Общие положения

В общем виде любая технологическая карта должна состоять из следующих разделов:

- 1) пояснительной записки, в которой указывается область применения технологической карты, технология выполнения наиболее сложных и объемных рабочих операций, требования техники безопасности;
- 2) технологической последовательности операций с расчетом необходимых материально-технических и трудовых ресурсов;
- 3) состава комплекса машин и численность рабочих;

4) технологической схемы выполнения работ.

При линейных работах возведение земляного полотна может производиться полностью из грунтов боковых резервов, полностью из грунтов грунтовых карьеров или частично (нижняя часть насыпи) из боковых резервов и частично (верхняя часть насыпи) из грунтового карьера.

В данном разделе рассмотрен последний вариант, т. к. он позволяет в более краткой форме познакомить с особенностями двух первых вариантов.

Определение расчетных параметров земляного полотна

Параметры земполотна на каждом пикете различны, в частности, различны рабочие отметки. Разрабатывать технологию и организацию работ для каждого пикета практически невозможно, поэтому для участка, намеченного для выполнения линейных работ, определяют расчетные (средние) параметры земполотна. Наиболее изменяемый параметр – высота земполотна.

Среднюю высоту земполотна ($H_{\text{ср}}$, м) можно определить тремя способами.

1. Как среднее арифметическое:

$$H_{\text{ср}} = \frac{\sum H_p}{n_p} - h + t_p, \quad (2.40)$$

где H_p – рабочие отметки, м; n_p – число рабочих отметок на участке; h – толщина дорожной одежды по бровкам, м; t_p – толщина срезаемого растительного слоя, м.

2. Как среднее геометрическое:

$$H_{\text{ср}} = \frac{\sum H_p \cdot l}{\sum l} - h + t_p, \quad (2.41)$$

где l – расстояние, относящееся к данной рабочей отметке.

3. По средней площади поперечного сечения насыпи ($F_{\text{ср}}$, м²) на рассматриваемом участке:

$$F_{\text{ср}} = \frac{Q_o}{L_{\text{уч}}}, \quad (2.42)$$

где Q_o – общий объем земляных работ на участке (берется по ведомости объемов земляных работ), м³; $L_{\text{уч}}$ – протяженность участка, м.

Площадь поперечного сечения насыпи можно выразить через параметры земполотна:

$$F_{\text{cp}} = B_3 \cdot H_{\text{cp}} + H_{\text{cp}}^2 \cdot m + \frac{B_3^2 \cdot i_3}{4}, \quad (2.43)$$

При решении этого квадратного уравнения, принимая в качестве неизвестного H_{cp} , получают:

$$H_{\text{cp}} = \frac{-B_3 + \sqrt{B_3^2 + 4m \left(F_{\text{cp}} - \frac{B_3^2 \cdot i_3}{4} \right)}}{2m}, \quad (2.44)$$

где $B_3 = B_0 + 2mh$ – ширина земполотна, м; B_0 – ширина дорожной конструкции по бровкам, м; m – коэффициент крутизны откосов насыпи; i_3 – поперечный уклон сливной призмы земполотна, в долях единицы.

Последний способ является более точным и наиболее предпочтительным. Далее разбивают поперечное сечение насыпи на слои (т. к. насыпи возводятся послойно), толщина которых зависит от применяемых механизмов для уплотнения (рис. 9). Например, для пневмокатков она не должна превышать 0,40 м. Желательно толщину всех слоев назначать одинаковой.

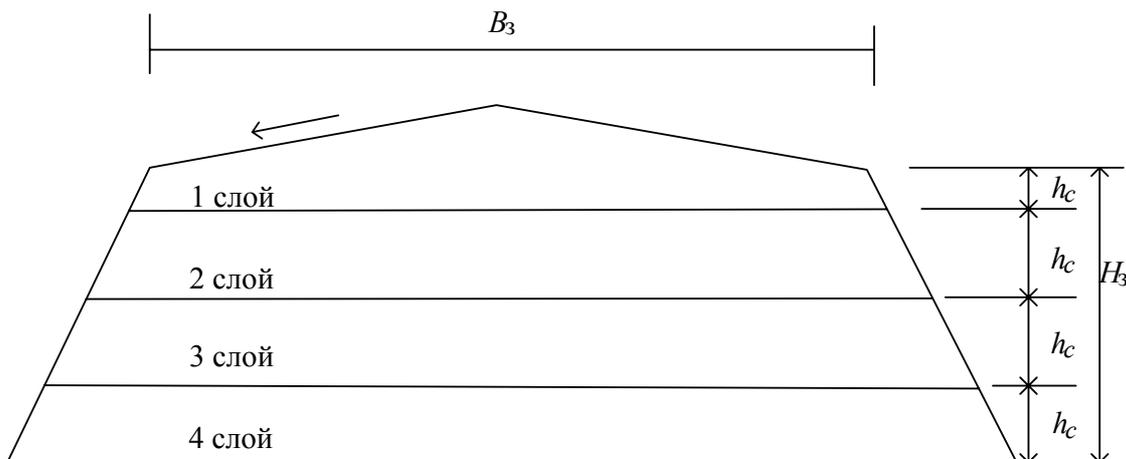


Рис. 9. Поперечное сечение земполотна с разбивкой на слои

Площади поперечного сечения слоев (S , м^2) (при одинаковой толщине):

$$S_1 = (B_3 + h_c \cdot m)h_c + \frac{B_3^2 \cdot i_3}{4}, \quad (2.45)$$

$$S_2 = (B_3 + 3h_c \cdot m)h_c, \quad (2.46)$$

$$S_3 = (B_3 + 5h_c \cdot m)h_c, \quad (2.47)$$

$$S_4 = (B_3 + 7h_c \cdot m)h_c \text{ и т. д.} \quad (2.48)$$

Объем земляных работ (Q_n , м³) по каждому слою определяется по формуле

$$Q_n = S_{\Pi} l_{\text{зах}}, \quad (2.49)$$

где $l_{\text{зах}}$ – расчетная длина захватки, м; S_{Π} – площадь поперечного сечения слоя, м².

Расчет потребных ресурсов на возведение земполотна

Для расчета потребных ресурсов в первую очередь определяются объемы работ. В качестве примера рассмотрим расчет объемов работ для автодороги III категории со следующими параметрами: $B_{\Pi} = 7$ м; $b_0 = 0,5$ м; $b_1 = 1,25$ м; $b_2 = 0,75$ м; $i_0 = 0,02$; $i_1 = 0,04$; $i_2 = 0,06$; $i_3 = 0,03$; $B = 8$ м; $B_0 = 12$ м; $h_{\text{до}} = 0,5$; $m = 4$; $H_3 = 1,2$ м (определена по средней площади поперечного сечения земполотна на участке, выделенном для поточного строительства).

1. Толщина дорожной одежды по бровкам:

$$h = \frac{h_{\text{до}} + \frac{B}{2}(i_3 - i_0) + b_1(i_3 - i_1) + b_2(i_3 - i_2)}{1 - m \cdot i_3} =$$

$$= \frac{0,5 + \frac{8}{2}(0,03 - 0,02) + 1,25(0,03 - 0,04) + 0,75(0,03 - 0,06)}{1 - 4 \cdot 0,03} = 0,574 \text{ м.}$$

2. Ширина земполотна:

$$B_3 = B_0 + 2m \cdot h = 12 + 2 \cdot 4 \cdot 0,574 = 16,59 \text{ м.}$$

Земполотно разбивают на 4 слоя толщиной $h_c = 0,3$ м. Длину захватки принимают равной 200 м.

3. Объемы слоев:

$$Q_1 = l_3 \cdot S_1 = l_3 \left(B_3 \cdot h_c + h_c^2 \cdot m + \frac{B_3^2 \cdot i_3}{4} \right) =$$

$$= 200 \cdot \left(16,59 \cdot 0,3 + 0,3^2 \cdot 4 + \frac{16,59^2 \cdot 0,03}{4} \right) = 1480 \text{ м}^3;$$

$$Q_2 = l_3 \cdot S_2 = l_3 (B_3 + 3h_c \cdot m) h_c = 200 \cdot (16,59 + 3 \cdot 0,3 \cdot 4) \cdot 0,3 = 1211 \text{ м}^3;$$

$$Q_3 = l_3 \cdot S_3 = l_3 (B_3 + 5h_c \cdot m) h_c = 200 \cdot (16,59 + 5 \cdot 0,3 \cdot 4) \cdot 0,3 = 1355 \text{ м}^3;$$

$$Q_4 = l_3 \cdot S_4 = l_3 (B_3 + 7h_c \cdot m) h_c = 200 \cdot (16,59 + 7 \cdot 0,3 \cdot 4) \cdot 0,3 = 1499 \text{ м}^3.$$

Два нижних слоя возводятся из боковых резервов, а два верхних – из грунта карьера, удаленного на расстояние 3,6 км.

4. Ширина слоя земполотна, возводимого из боковых резервов:

$$B_c = B_3 + 2m(2h_c) = 16,59 + 2 \cdot 4(2 \cdot 0,3) = 21,39 \text{ м.}$$

5. Площадь поперечного сечения бокового резерва:

$$S_p = 0,5(B_c \cdot 2h_c + (2h_c)^2 \cdot m) = 0,5(21,39 \cdot 0,6 + 0,6^2 \cdot 4) = 7,137 \text{ м}^2.$$

6. Ширина бокового резерва по верху:

$$b'_p = \frac{S_p}{h_p} + \frac{h_p(m + m_1)}{2} = \frac{7,137}{0,5} + \frac{0,5(4 + 1,5)}{2} = 15,649 \text{ м,}$$

где $h_p = 0,5$ м – принятая глубина бокового резерва; $m_1 = 1,5$ – коэффициент крутизны внешнего откоса боковых резервов.

7. Расстояние от бровки слоя до центра масс половины слоя:

$$x = \frac{S_1 \cdot \frac{B_c}{4} - S_2 \cdot \frac{1}{3}(2h_c)m}{S_1 + S_2} = \frac{6,417 \cdot \frac{21,39}{4} - 0,72 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0,6 \cdot 4}{6,417 + 0,72} = 4,73 \text{ м,}$$

где $S_1 = \frac{B_c \cdot 2h_c}{2} = \frac{21,39 \cdot 0,6}{2} = 6,417 \text{ м}^2$; $S_2 = \frac{1}{2}(2h_c)^2 \cdot m = \frac{0,6^2 \cdot 4}{2} = 0,72 \text{ м}^2$.

8. Среднее расстояние перемещения грунта из боковых резервов в насыпь:

$$l_{cp} = \frac{b'_p}{2} + 2h_c \cdot m + x = \frac{15,649}{2} + 0,6 \cdot 4 + 4,73 = 14,95 \text{ м.}$$

9. Площадь верха земполотна:

$$S_b = B_3 \cdot l_3 = 16,59 \cdot 200 = 3318 \text{ м}^2.$$

10. Площадь откосов насыпи и резервов:

$$S_{от} = 2l_3 \sqrt{(H_3 + h_p)^2 + (H_3 + h_p)^2} \cdot m^2 = \\ = 2 \cdot 200 \sqrt{(1,2 + 0,5)^2 + (1,2 + 0,5)^2} \cdot 4^2 = 2804 \text{ м}^2.$$

11. Площадь подошвы насыпи:

$$S_{П} = l_3 (B_3 + 2H_3 \cdot m) = 200(16,59 + 2 \cdot 1,2 \cdot 4) = 5238 \text{ м}^2.$$

12. Площадь дна резервов:

$$S_p = 2l_3 \cdot b_p = 2 \cdot 200 \cdot 12,899 = 5160 \text{ м}^2,$$

где $b_p = \frac{S_p}{h_p} - \frac{h_p(m + m_1)}{2} = 12,899$ – ширина резерва по низу.

13. Площадь полосы отвода:

$$S_{по} = l_3 (B_3 + 2H_3 \cdot m + 2b'_p) = 200(16,59 + 2 \cdot 1,2 \cdot 4 + 2 \cdot 15,649) = 11498 \text{ м}^2.$$

14. Площадь внешних откосов резерва:

$$S_{ор} = l_3 \cdot 2 \sqrt{h_p^2 + (h_p \cdot m_1)^2} = 200 \cdot 2 \cdot \sqrt{0,5^2 + (0,5 \cdot 1,5)^2} = 361 \text{ м}^2.$$

Производительность дорожно-строительных машин определяется для 8-часовой смены по ЕНиР [4] или расчетом по формулам, если рассматриваемая работа (машина) не включена в ЕНиР. В частности, производительность транспортных машин (самосвалов) всегда определяется по формуле (2.39).

Расчет 1. Производительность автосамосвалов КамАЗ-55111 при подвозке грунта для земполотна на расстояние 3,6 км при погрузке экскаватором с емкостью ковша 1,25 м³:

$$П_{см} = \frac{T \cdot k_{и} \cdot q}{\left(\frac{2L}{V} + t_{пр}\right) \delta_r} = \frac{8 \cdot 0,85 \cdot 13}{\left(\frac{2 \cdot 3,6}{30} + 0,23\right) \cdot 1,35} = 139,3 \text{ м}^3/\text{смену} \quad (2.50)$$

где $T = 8$ ч – продолжительность смены; $k_{и} = 0,85$ – коэффициент использования времени смены; $q = 13$ т – грузоподъемность самосвала; $L = 3,6$ км – дальность возки; $t_{пр} = 0,23$ ч – продолжительность погрузочно-

разгрузочных работ; $\delta_r = 1,35 \text{ т/м}^3$ – насыпная объемная масса грунта; $V = 30 \text{ км/ч}$ – среднетехническая скорость движения.

Пример расчетов по технологической последовательности операций возведения земполотна приведен в табл. 10, а по расчету состава машин и рабочих в отряде – в табл. 11.

Таблица 10

Технологическая последовательность операций по возведению земполотна.

Линейные работы. Участок ПК 0 – ПК 8 для захватки $L_{\text{захв}} = 200 \text{ м}$ [4]

№ опер./ № захв.	Обоснова- ние норм	Наименование технологических операций	Ед. изм.	Объем на захватке (участке)	Сменная производи- тельность	Требуется	
						маш.- смен	чел.- дн.
1	2	3	4	5	6	7	8
0/0	–	Разбивочные работы	м	(800)	–	–	–
1/1	Е2-1-5-2а	Срезка растительного слоя бульдозером ДЗ-18	м ²	11498	11594	0,99	0,99
2/2	Е2-1-36-3а	Планировка подошвы насыпи бульдозером ДЗ-18	м ²	5238	14286	0,37	0,37
3/2	Е2-1-29-Б- табл. 3-2б	Уплотнение подошвы насыпи прицепным пневмокатком ДУ-39А ($n = 3$ прохода)	м ²	5238	9639	0,54	0,54
4/3	Е2-1-22-5а	Разработка и перемещение грунта для 4-го слоя бульдозером ДЗ-28, $l = 15 \text{ м}$	м ³	1499	1600	0,94	0,94
5/3	Е2-1-28-4а	Разравнивание грунта 4-го слоя бульдозером ДЗ-28	м ³	1499	1905	0,79	0,79
6/4	Е2-1-29-А- табл. 2-2б	Уплотнение 4-го слоя прицепным пневмокатком ДУ-39А (8 проходов)	м ³	1499	1632	0,92	0,92
7/5	Е2-1-22-5а	Разработка и перемещение грунта для 3-го слоя бульдозером ДЗ-28, $l = 15 \text{ м}$	м ³	1355	1600	0,85	0,85
8/5	Е2-1-28-4а	Разравнивание грунта 3-го слоя бульдозером ДЗ-28	м ³	1355	1905	0,71	0,71
9/6	Е2-1-29-А- табл. 2-2б	Уплотнение 3-го слоя пневмокатком ДУ-39А ($n = 8$ проходов)	м ³	1355	1632	0,83	0,83
10/К	Е2-1-8- табл. 3-7а	Разработка и погрузка грунта для 2-го слоя экскаватором ЭО-6111; $V_k = 1,25 \text{ м}^3$	м ³	1211	952	1,27	2,54
11/7	Расчет 1	Подвозка грунта автосамо- свалами КамАЗ 55111, $L = 3,6 \text{ км}$ на 2-й слой	м ³	1211	139,3	8,69	8,69
12/7	Е2-1-28-4а	Разравнивание грунта 2-го слоя бульдозером ДЗ-28	м ³	1211	1905	0,64	0,64
13/8	Е2-1-29-А- табл. 2-2б	Уплотнение 2-го слоя пневмо- катком ДУ-39А ($n = 8$ проходов)	м ³	1211	1632	0,74	0,74

1	2	3	4	5	6	7	8
14/К	Е2-1-8-табл. 3-7а	Разработка и погрузка грунта для 1-го слоя экскаватором ЭО-6111; $V_k = 1,25$	м ³	1480	952	1,55	3,01
15/9	Расчет 1	Подвозка грунта для 1-го слоя автосамосвалами КамАЗ-55111; $L = 3,6$ км	м ³	1480	139,3	10,62	10,62
16/9	Е2-1-28-4а	Разравнивание грунта 1-го слоя бульдозером ДЗ-28	м ³	1480	1905	0,78	0,78
17/10	Е2-1-29-А-табл. 2-2б	Уплотнение 1-го слоя пневмокатком ДУ-39А ($n = 8$ проходов)	м ³	1480	1632	0,91	0,91
18/11	Е2-1-37-табл. 2-2а	Планирование верха земполотна автогрейдером ДЗ-99 ($n = 3$ прохода)	м ²	3318	11852	0,28	0,28
19/11	Е2-1-38-табл. 2-2а	Нарезка сливной призмы автогрейдером ДЗ-99 ($n = 3$ прохода)	м ²	3318	9275	0,36	0,36
20/11	Е2-1-39-10в	Планировка откосов насыпи и резерва автогрейдером ДЗ-99 ($n = 2$ прохода)	м ²	2804	13333	0,21	0,21
21/11	Е2-1-39-10в	Планировка внешних откосов резервов автогрейдером ДЗ-99 ($n = 2$ прохода)	м ²	361	13333	0,03	0,03
22/11	Е2-1-36-3а	Планировка дна резервов бульдозером ДЗ-18 ($n = 2$ прохода)	м ²	5160	14286	0,36	0,36
		ИТОГО:		–	–	33,38	34,65

Таблица 11

**Расчет комплекта машин и численности рабочих отряда
по возведению земполотна поточным способом**

Наименование машин	Требуется машино-смен	Принятие кол-ва машин (коэф. исп.)	Специальность рабочего	Количество рабочих
1. Бульдозер ДЗ-18	1,72	2 (0,86)	Машинист 6 р.	2
2. Бульдозер ДЗ-28	4,71	5 (0,94)	Машинист 6 р.	5
3. Пневмокаток ДУ-39А	3,94	4 (0,99)	Машинист 6 р.	4
4. Экскаватор ЭО-6111, $V_k = 1,25$ м ³	2,82	3 (0,94)	Машинист 6 р. Машинист 5 р.	3 3
5. Самосвал КамАЗ-55111	19,31	19 (1,02)	Шофер	19
6. Автогрейдер ДЗ-99	0,88	1 (0,88)	Машинист 6 р.	1
ИТОГО:	33,38	34	–	37

Технологическая схема возведения земполотна

Технологическая схема в обязательном порядке должна содержать следующие строки:

- номера захваток;
- длину захваток;

- номера и наименования операций, выполняемых на захватке;
- необходимые ресурсы на захватке: рабочие, машины с указанием их номеров, номера выполняемой операции и коэффициенты использования машины на захватке;
- почасовые графики работы механизмов на захватке;
- план потока с размещением машин на захватках.

Пример технологической схемы по возведению земполотна приведен на рис. 10.

Почасовые графики служат для уточнения порядка использования машин во времени на одной или нескольких захватках и их воздействия. Работа каждой машины на почасовом графике изображается наклонной прямой линией в координатах: время смены в часах – по вертикали, протяженность захватки – по горизонтали.

Почасовые графики дают наглядную картину по степени использования каждой машины и возможность контроля правильности чередования технологических операций.

2.2.13. Строительство конструктивных слоев дорожной одежды

Потребный расход дорожно-строительных материалов определяется по формуле

$$V = l \cdot S \cdot k_0 \cdot k_n, \quad (2.51)$$

где l – длина участка (захватки), м; S – площадь поперечного сечения конструктивного слоя дорожной одежды, м²; k_0 – коэффициент относительного уплотнения материала (отношение объемной массы уплотненного материала к объемной массе в насыпном состоянии (см. табл. 6 приложения 13); $k_n = 1,02–1,04$ – коэффициент, учитывающий потери материала при технологических операциях.

Потребное количество материала в тоннах определяется умножением полученной величины в кубометрах на насыпную объемную массу (см. табл. 6 приложения 3).

Для определения расхода компонентов материалов конструктивных слоев необходимо использовать данные приложения 4.

Определение площадей поперечного сечения конструктивных слоев дорожной одежды в соответствии с поперечным профилем на рис. 11.

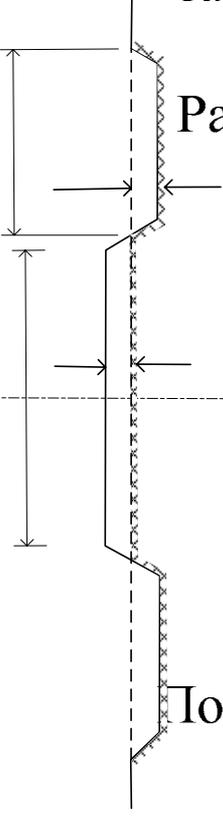
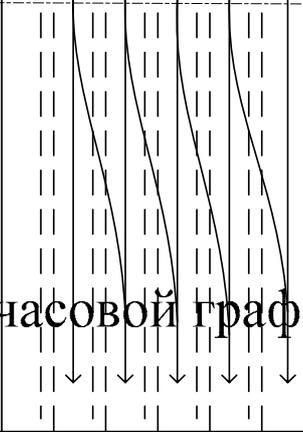
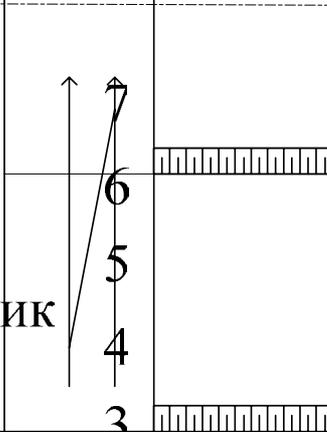
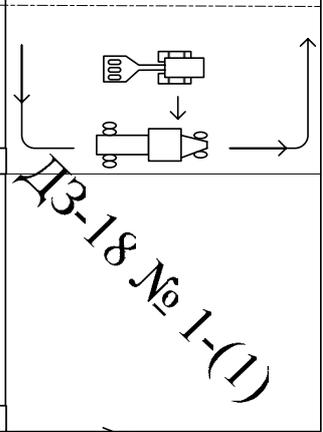
	№ захватки		1
	Длина захватки, м		200
	Наименование технологических операций	0. Разбивочные работы.	1. Срезка растительного слоя и его перемещение за пределы резерва.
	Машины и их загрузка		Бульдозер ДЗ-18 № 1. опер. 1 (0,99) Машинист 6 р. – 1 Рабочие 4 р. – 2
			

Рис. 10. Технологическая схема возведения земполотна



Рис. 10. Продолжение

8	9	10	12
200	200	200	200
13. Уплотнение грунта 2-го слоя.	14. Разработка и перемещение грунта 1-го слоя. 15. Подвозка грунта. 16. Разравнивание грунта.	17. Уплотнение грунта 1-го слоя.	18. Планировка поверхности земполотна. 19. Нарезание сливной призмы. 20. Планировка откосов. 21. Планировка дна резервов.
Пневмокоток ДУ-39А № 3 – опер. 13 (0,74)	Экскаватор ЭО-6111 $V_k=1,25$ № 1; 2 (0,94) КамАЗ-55111 10 шт. опер. 16 (1,02). Бульдозер ДЗ-28 № 5 опер. 17 (0,78).	Пневмокоток ДУ-39А № 4 опер. 18 (0,91)	Автогрейдер ДЗ-99 № 1 опер. 19 (0,28), опер. 20 (0,36), опер. 21 (0,24). Бульдозер ДЗ-18 № 2 – опер. 22 (0,36).

Рис. 10. Окончание

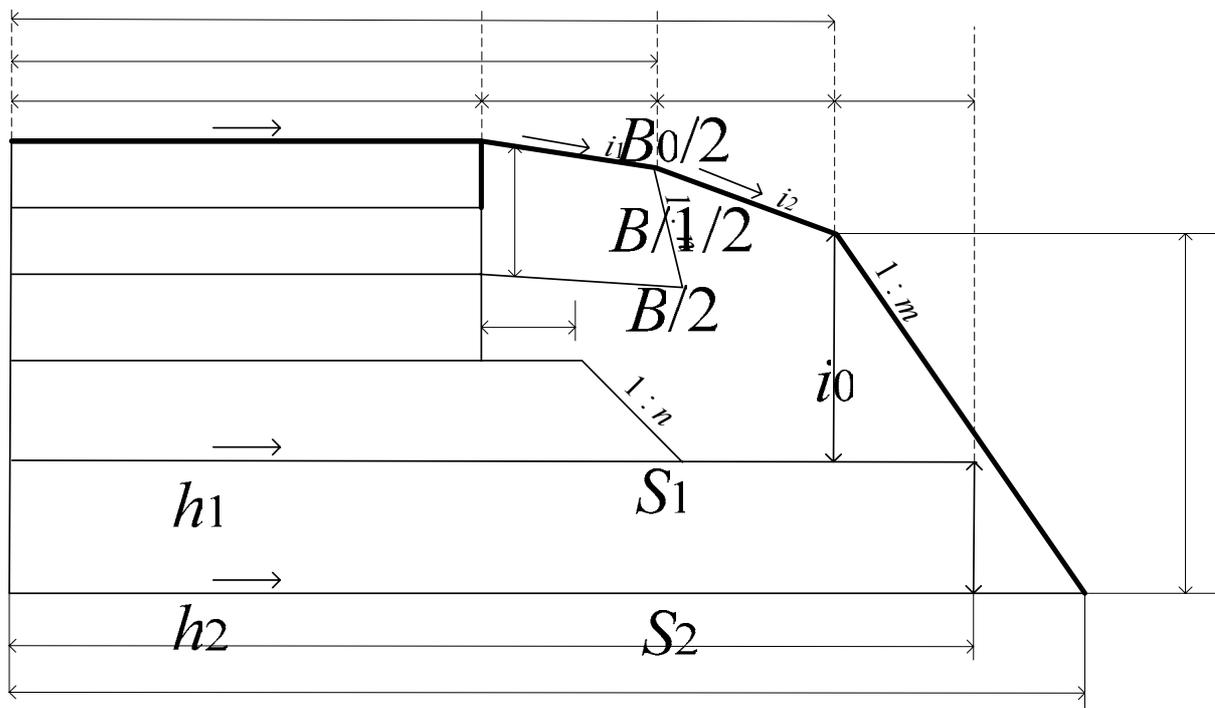


Рис. 11. Поперечный профиль дорожной одежды

h_3

S_3

a

В качестве примера принимаем III категорию дороги со следующими параметрами:

$B = 8$ м – ширина проезжей части с краевыми полосами;

$b_1 = 1,25$ м – ширина укрепленной (щебенной) части обочины;

$b_2 = 0,75$ м – ширина неукрепленной части обочины;

$B_0 = 12$ м – ширина дорожной конструкции;

S_1 – верхний слой асфальтобетонного покрытия толщиной $h_1 = 4$ см (II марки, тип Б, плотный мелкозернистый);

S_2 – нижний слой асфальтобетонного покрытия толщиной $h_2 = 6$ см (II марки, тип А, пористый, крупнозернистый);

S_3 – верхний слой основания толщиной $h_3 = 8$ см (черный щебень, горячий, обработанный вязким битумом в установке);

S_4 – нижний слой основания толщиной $h_4 = 16$ см (рядовой щебень марки 1000);

S_5 – дренарующий слой толщиной $h_5 = 26$ см (крупнозернистый песок);

S_6 – слой щебня для укрепления обочины толщиной $h_6 = 12$ см;

S_7 – присыпные обочины (крупнозернистый песок);

$i_0 = 0,02$ – поперечный уклон проезжей части;

$i_1 = 0,04$ – то же укрепленной части обочины;

$i_2 = 0,06$ – то же неукрепленной части обочины;

$i_3 = 0,03$ – поперечный уклон земляного полотна;

$m = 4$ – коэффициент крутизны откосов;

$n = 1$ – то же слоев из щебня;

$a = 0,1$ м – полка для упорных боковых брусьев;

h_{1-1} – толщина дорожной одежды (без дренирующего слоя) по бровке;
 h_{2-1} – толщина дренирующего слоя по бровке.

$$\begin{aligned} h_{1-1} &= (h_1 + h_2 + h_3 + h_4) + b_1(i_0 - i_1) + b_2(i_0 - i_2) = \\ &= (0,04 + 0,06 + 0,08 + 0,16) + 1,25(0,02 - 0,04) + 0,75(0,02 - 0,06) = \\ &= 0,285 \text{ м.} \end{aligned}$$

$$b_3 = \frac{h_{1-1} \cdot m}{1 - i_0 \cdot m} = \frac{0,285 \cdot 4}{1 - 0,02 \cdot 4} = 1,24 \text{ м};$$

$$b_4 = \frac{B_0}{2} + b_3 = \frac{12}{2} + 1,24 = 7,24 \text{ м};$$

$$B_1 = B + 2b_1 = 8 + 2 \cdot 1,25 = 10,50 \text{ м};$$

$$h_{2-1} = h_5 + b_4(i_3 - i_0) = 0,26 + 7,24(0,03 - 0,02) = 0,3324 \text{ м.}$$

$$\begin{aligned} h &= \frac{(h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5) + B/2(i_3 - i_0) + b_1(i_3 - i_1) + b_2(i_3 - i_2)}{1 - i_3 \cdot m} = \\ &= \frac{(0,04 + 0,06 + 0,08 + 0,16 + 0,26) + 8/2(0,03 - 0,02) + \\ &+ 1,25(0,03 - 0,04) + 0,75(0,03 - 0,06)}{1 - 0,03 \cdot 4} = 0,6875 \text{ м.} \end{aligned}$$

$$B_3 = B_0 + 2m \cdot h = 12 + 2 \cdot 4 \cdot 0,6875 = 17,5 \text{ м.}$$

Площади поперечного сечения слоев:

$$S_1 = B \cdot h_1 = 8 \cdot 0,04 = 0,32 \text{ м}^2;$$

$$S_2 = B \cdot h_2 = 8 \cdot 0,06 = 0,48 \text{ м}^2;$$

$$S_3 = B \cdot h_3 = 8 \cdot 0,08 = 0,64 \text{ м}^2;$$

$$S_4 = (B + 2a) \cdot h_4 + h_4^2 \cdot n = (8 + 2 \cdot 0,1) \cdot 0,16 + 0,16^2 \cdot 1 = 1,34 \text{ м}^2;$$

$$S_5 = 2 \left(\frac{h_5 + h_{2-1}}{2} \cdot b_4 \right) + \frac{h_{2-1}^2 \cdot m}{1 - i_3 \cdot m} = 2 \left(\frac{0,26 + 0,33}{2} \cdot 7,24 \right) + \frac{0,33^2 \cdot 4}{1 - 0,03 \cdot 4} = 4,77 \text{ м}^2;$$

$$S_6 = 2 \cdot b_1 \cdot h_6 + h_6^2 \cdot n = 2 \cdot 1,25 \cdot 0,12 + 0,12^2 \cdot 1 = 0,31 \text{ м}^2.$$

Общая площадь дорожной одежды:

$$\begin{aligned} S_0 &= 0,25 \left(B^2 \cdot i_0 + (B_1^2 - B^2) \cdot i_1 + (B_0^2 - B_1^2) \cdot i_2 + (B_3^2 - B_0^2) \frac{1}{m} - B_3^2 \cdot i_3 \right) = \\ &= 0,25 \left(8^2 \cdot 0,02 + (10,5^2 - 8^2) \cdot 0,04 + (12^2 - 10,5^2) \cdot 0,06 + \right. \\ &\left. + (17,5^2 - 12^2) \cdot \frac{1}{4} - 17,5^2 \cdot 0,03 \right) = 9,13 \text{ м}^2. \end{aligned}$$

Площадь поперечного сечения присыпных обочин:

$$\begin{aligned} S_7 &= S_0 - (S_1 + S_1 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6) = \\ &= 9,13 - 0,32 - 0,48 - 0,64 - 1,34 - 4,77 - 0,31 = 1,27 \text{ м}^2. \end{aligned}$$

Общий объем потребности строительных материалов приводится в табл. 12.

Таблица 12

Ведомость потребности в дорожно-строительных материалах для дорожной одежды

№	Наименование материала	Площадь поперечного сечения, м ²	k ₀	k _П	Расход материала		
					ед. изм.	на 1 пог. м	на захватку (L _з = 200 м)
1.	Плотный мелкозернистый а/бетон II марки, тип В (δ = 1,85)	0,32	1,27	1,02	м ³	0,415	83,0
					т	0,767	153,4
2.	Пористый крупнозернистый а/бетон II марки, тип А (δ = 1,8)	0,48	1,27	1,02	м ³	0,62	124,4
					т	1,12	223,8
3.	Черный горячий щебень (δ = 1,70)	0,64	1,27	1,02	м ³	0,83	165,8
					т	1,41	281,9
4.	Битум БНД 90/130 для подгрунтовки, 1 л/м ²	–	–	–	л	8,0	1600,0
5.	Рядовой щебень (70–5 мм) (δ = 1,3, марка 1000)	1,34	1,27	1,04	м ³	1,77	354,0
					т	2,30	460,2
	Вода – 2 % от массы щебня				м ³	0,046	9,2
6.	Песок дренажного слоя (δ = 1,40)	4,77	1,20	1,03	м ³	5,90	1179,1
					т	8,25	1650,8
	Вода – 2 % от массы песка				м ³	0,165	33,0
7.	Щебень для обочин (δ = 1,3)	0,31	1,27	1,04	м ³	0,41	81,9
					т	0,53	106,5
	Вода – 2 % от массы щебня				м ³	0,011	2,1
8.	Песок присыпных обочин (δ = 1,40)	1,27	1,20	1,03	м ³	1,57	313,9
					т	2,20	439,5
	Вода – 2 %				м ³	0,044	8,8

Расчет потребных ресурсов на строительство дорожной одежды

Необходимые ресурсы (помимо материалов) определяются в результате детальных расчетов по каждой операции (табл. 13) и формирования комплекта машин по каждому частному потоку (табл. 14).

Таблица 13

Технологическая последовательность операций по строительству конструктивных слоев дорожной одежды поточным способом [4]; [11]

№ опер./ № захв.	Обоснование норм	Наименование технологических операций	Ед. изм.	Объем на захватке (участке)	Сменная производительность	Требуется	
						маш.-смен	чел.-дн.
1	2	3	4	5	6	7	8
Устройство дренирующего слоя ($L_{\text{захв}} = 200$ м)							
1/карьер	Е2-1-8-табл. 3-6а	Разработка и погрузка песка экскаватором с $V_k = 1,0 \text{ м}^3$ ($t_n = 1,0$)	м^3	1179,1	800,0	1,47	2,94
2/1	Расчет 1	Подвозка песка КамАЗ-55111, $l = 4$ км	м^3	1179,1	132,5	8,90	8,90
3/1	Е2-1-28-3а	Разравнивание песка бульдозером ДЗ-18 слоем $h = 0,26$ м ($t_n = 0,46$)	м^3	1179,1	1739,1	0,68	0,68
4/2	Расчет 2	Подвозка и розлив воды ПМ-130Б, $l = 2,5$ км	м^3	33,0	54,5	0,61	1,2
5/2	Е2-1-29-табл. 2-2б	Уплотнение песка пневмокатком ДУ-16В, $h = 0,26$ м ($n = 8$ проходов; $t_n = 0,29 + 4 \cdot 0,05$)	м^3	1179,1	1632,7	0,72	0,72
6/2	Е2-1-37-табл. 2-2а	Планировка поверхности автогрейдером ДЗ-99-1 (3 прохода) ($t_n = 0,18 \cdot 1,25$)	м^2	2896	11852	0,24	0,24
Устройство нижнего слоя основания из рядового щебня ($L_{\text{захв}} = 200$ м)							
1/карьер	Е2-1-8-табл. 3-5б	Погрузка щебня с $V_k = 0,8 \text{ м}^3$ ($t_n = 1,5$)	м^3	354,0	533	0,66	0,66
2/1	Расчет 3	Подвозка щебня КамАЗ-55111, $l = 4,5$ км	м^3	354,0	133,3	2,66	2,66
3/1	Расчет 4	Распределение щебня распределителем ДС-49	м^2	1640	2825	0,58	1,74
4	Расчет 2	Подвозка и розлив воды ПМ-130Б, $l = 2,5$ км	м^3	9,2	54,5	0,17	0,17
5/2	Е17-3а-б	Укатка слоя щебня комбинированным катком ДУ-52 ($n = 10$ проходов) ($t_n = 0,24 + 5 \cdot 0,03$)	м^2	1640	2051	0,80	0,80
Проверка поперечного профиля и ровности. Исправление дефектов							
Устройство верхнего слоя основания из черного горячего щебня ($L_{\text{захв}} = 200$ м)							
1/1	Расчет 5	Подвозка и розлив битума автогудронатором ДС-39Б, $l = 6$ км	л	1600	15800	0,1	0,1
2/2	Расчет 6	Подвозка черного щебня КамАЗ-55111, $l = 6$ км	м^3	165,8	88,1	1,88	1,88
3/2	Е17-6-табл. 3-2б	Укладка черного щебня асфальтоукладчиком ДС-1, $h = 8$ см ($t_n = 0,39$; $k_{\text{сп}} = 0,85$)	м^2	1600	1744	0,92	4,6

1	2	3	4	5	6	7	8
4/2	E17-7-12	Подкатка слоя черного щебня легким гладковальцовым катком $n = 10$ проходов	м ²	1600	1096	1,46	1,46
Проверка поперечного профиля и ровности. Исправление дефектов							
5/2	E17-7-14	Укатка слоя черного щебня тяжелым гладковальцовым катком $n = 12$ проходов ($t_n = 0,64$)	м ²	1600	1250	1,28	1,28
Перестановка упорных брусьев							
Устройство нижнего слоя покрытия из асфальтобетона ($L_{захв} = 400$ м)							
1/1	Расчет 7	Подвозка асфальтобетонной смеси КамАЗ-55111, $l = 6$ км	м ³	248,8	83,2	3,00	3,00
2/1	E17-6-табл. 3-1а	Укладка асфальтобетонной смеси асфальтоукладчиком ДС-48 $h = 6$ см ($t_n = 0,17$; $k_{сп} = 0,95$)	м ²	3200	4471	0,72	5,70
3/1	E17-7-22	Подкатка легким катком ($n = 4$ прохода) ($t_n = 0,25$)	м ²	3200	3200	1,00	1,00
Проверка поперечного профиля и ровности. Исправление дефектов							
4/1	E17-7-25	Укатка тяжелым катком ($n = 10$ проходов)	м ²	3200	2222	1,44	1,44
Перестановка упорных брусьев							
Устройство верхнего слоя покрытия из асфальтобетона ($L_{захв} = 400$ м)							
1/1	Расчет 7	Подвозка асфальтобетонной смеси КамАЗ-55111, $l = 6$ км	м ³	166,0	83,2	2,00	2,00
2/1	E17-6-табл. 3-1а	Укладка асфальтобетонной смеси асфальтоукладчиком ДС-48 $h = 4$ см ($t_n = 0,17$; $k_{сп} = 1,0$)	м ²	3200	4706	0,68	5,44
3/1	E17-7-26	Подкатка легким катком ($n = 5$ проходов) ($t_n = 0,31$)	м ²	3200	2581	1,24	1,24
Проверка поперечного профиля и ровности. Исправление дефектов							
4/1	E17-7-29	Укатка тяжелым катком ($n = 12$ проходов)	м ²	3200	1852	1,73	1,73
Уборка упорных брусьев							
Устройство присыпных обочин ($l_{захв} = 200$ м)							
1/карьер	E2-1-8-табл. 3-6а	Разработка и погрузка песка экскаватором ЕТ-18-40 с $V_k = 1,0$ м ³ ($t_n = 1$)	м ³	313,9	800	0,39	0,78
2/1	Расчет 1	Подвозка песка КамАЗ-55111, $l = 4$ км	м ³	313,9	132,5	2,37	2,37
3/1	E2-1-28-3а	Разравнивание песка бульдозером ДЗ-18 ($t_n = 0,46$)	м ³	313,9	1739,1	0,18	0,18
4/2	Расчет 2	Подвозка и розлив воды ПМ-130Б, $l = 2,5$ км	м ³	8,8	54,5	0,16	0,16
5/2	E2-1-29-табл. 2-2б	Уплотнение песка полуприцепным пневмокотком ДУ-16В ($n = 8$ проходов) ($t_n = 0,29 + 4 \cdot 0,05$)	м ³	313,9	1632,7	0,19	0,19
6/2	E2-1-37-табл. 2-2а	Планировка поверхности автогрейдером ДЗ-99 ($n = 3$ прохода) ($t_n = 0,18 \cdot 1,25$)	м ²	800	11852	0,07	0,07

1	2	3	4	5	6	7	8
Укрепление обочин щебнем ($L_{\text{захв}} = 200$ м)							
1/карьер	Е2-1-8- Табл. 3-5б	Погрузка щебня экскаватором ЕТ-14 с $V_{\text{к}} = 0,8 \text{ м}^3$ ($t_{\text{н}} = 1,5$)	м^3	81,9	533	0,15	0,15
2/1	Расчет 3	Подвозка щебня КамАЗ-55111, $l = 4,5$ км	м^3	81,9	133,3	0,61	0,61
3/1	Е17-1-8- табл. 2-8	Разравнивание щебня автогрей- дером ДЗ-99-1 ($t_{\text{н}} = 0,18 \cdot 1,25$)	м^2	800	3556	0,23	0,23
4/2	Расчет 2	Подвозка и розлив воды ПМ-130Б, $l = 2,5$ км	м^2	2,1	54,5	0,04	0,04
5/2	Е17-3а-б	Укатка комбинированным кат- ком ДУ-52 ($n = 5$ проходов) ($t_{\text{н}} = 0,24$)	м^2	800	3333	0,24	0,24
Проверка поперечного профиля и ровности. Исправление дефектов							

Таблица 14

Расчет комплекта машин и численности рабочих
для строительства дорожной одежды

Наименование машин	Требуется машино- смен	Принято кол-во машин (коэф. исп.)	Специальность рабочих	Кол-во рабочих
1	2	3	4	5
<i>Отряд по строительству дренарующего слоя</i>				
1. Экскаватор ЕТ-18-40 с $V_{\text{к}} = 1,0 \text{ м}^3$	1,47	2 (0,74)	Машинист 6 р. Помощник 5 р.	2 2
2. Автосамосвал КамАЗ-55111	8,90	9 (0,98)	Шофер	9
3. Бульдозер ДЗ-18	0,68	1 (0,68)	Машинист 6 р.	1
4. Поливомоечная машина ПМ-130Б	0,61	1 (0,61)	Шофер Рабочий 4 р.	1 1
5. Пневмокоток полуприцепной ДУ-16В	0,72	1 (0,72)	Машинист 6 р.	1
6. Автогрейдер ДЗ-99-1	0,24	1 (0,24)	Машинист 6 р.	1
ИТОГО:	12,62	15	–	18
<i>Отряд по строительству щебеночного основания</i>				
1. Экскаватор ЕТ-14 с $V_{\text{к}} = 0,8 \text{ м}^3$	0,66	1 (0,66)	Машинист 6 р.	1
2. Автосамосвал КамАЗ-55111	2,66	3 (0,89)	Шофер	3
3. Щебнераспределитель ДС-49	0,58	1 (0,58)	Машинист 6 р. Рабочие 5 р.	1 2
4. Поливомоечная машина ПМ-130Б	0,17	*– (0,17)	Шофер	–
5. Комбинированный каток ДУ-52	0,80	1 (0,80)	Машинист 6 р.	1
ИТОГО:	4,87	6		8
<i>Отряд по строительству верхнего слоя основания из черного щебня</i>				
1. Автосамосвал КамАЗ-55111	1,88	2 (0,94)	Шофер	2
2. Автогудронатор ДС-3Б	0,1	1 (0,1)	Шофер	1
3. Асфальтоукладчик ДС-1	0,92	1 (0,92)	Машинист 6 р. Рабочие 5, 3, 2, 1 р.	1 4
4. Легкий гладковальцовый каток ДУ-50	1,46	2 (0,73)	Машинист 5 р.	1
5. Тяжелый гладковальцовый каток ДУ-49А	1,28	2 (0,64)	Машинист 6 р.	1
ИТОГО:	5,64	8		10

1	2	3	4	5
<i>Отряд по строительству асфальтобетонного покрытия (числитель – для нижнего слоя покрытия, знаменателе – для верхнего слоя)</i>				
1. Автосамосвал КамАЗ-55111	$\frac{3,00}{2,00}$	$\frac{3(0,75)}{2(1,0)}$	$\frac{\text{Шофер}}{\text{Шофер}}$	$\frac{3}{2}$
2. Асфальтоукладчик ДС-48	$\frac{0,72}{0,68}$	$\frac{1(0,72)}{1(0,68)}$	$\frac{\text{Машинист 6 р.}}{\text{Рабочие 5–1 р.}}$	$\frac{1}{7}$
3. Легкий гладковальцовый каток ДУ-50	$\frac{1,00}{1,24}$	$\frac{1(1,0)}{2(0,62)}$	$\frac{\text{Машинист 5 р.}}{\text{Машинист 5 р.}}$	$\frac{1}{2}$
4. Тяжелый гладковальцовый каток ДУ-49А	$\frac{1,44}{1,73}$	$\frac{2(0,72)}{2(0,87)}$	$\frac{\text{Машинист 6 р.}}{\text{Машинист 6 р.}}$	$\frac{1}{2}$
ИТОГО:	$\frac{6,16}{5,65}$	$\frac{7}{7}$	– –	$\frac{14}{14}$
<i>Отряд по строительству присыпных обочин</i>				
1. Экскаватор ЕТ-14 с $V_k = 1,0 \text{ м}^3$	0,39	*– (0,39)	$\frac{\text{Машинист 6 р.}}{\text{Машинист 5 р.}}$	– –
2. Автосамосвалы КамАЗ-55111	2,37	3 (0,79)	Шофер	3
3. Бульдозер ДЗ-18	0,18	1 (0,18)	Машинист 6 р.	1
4. Поливомоечная машина ПМ-130Б	0,16	1 (0,16)	$\frac{\text{Шофер}}{\text{Рабочий 4 р.}}$	1 1
5. Пневмокоток полуприцепной ДУ-16В	0,19	*– (0,19)	Машинист 6 р.	–
6. Автогрейдер ДЗ-99-1	0,07	*– (0,07)	Машинист 6 р.	–
ИТОГО:	3,36	5		6
<i>Отряд по строительству укрепленных обочин</i>				
1. Экскаватор ЕТ-14 с $V_k = 0,8 \text{ м}^3$	0,15	*– (0,15)	Машинист 6 р.	–
2. Автосамосвалы КамАЗ-55111	0,61	1 (0,61)	Шофер	1
3. Автогрейдер ДЗ-99-1	0,23	1 (0,23)	Машинист 6 р.	1
4. Поливомоечная машина ПМ-130Б	0,04	*– (0,04)	Шофер	–
5. Комбинированный каток ДУ-52	0,24	*– (0,24)	Машинист 6 р.	–
ИТОГО:	1,27	2		2

* Используются машины аналогичных марок из других отрядов, где они загружены не полностью.

Для определения сменной производительности машин используется ЕНиР сб. Е2 [4] и сб. Е17 [11]

$$P_{\text{см}} = \frac{T \cdot q}{t_{\text{н}}}, \quad (2.52)$$

где $T = 8 \text{ ч}$ – продолжительность смены; q – единица измерения объема работ; $t_{\text{н}}$ – норма времени на единицу объема работ, маш.-ч.

Для транспортных машин и машин, неохваченных перечнем ЕНиР [4] и [11], сменная производительность определяется расчетом по соответствующей формуле (2.39).

Расчет 1. Производительность автосамосвала КамАЗ-55111 при расстоянии подвозки песка 4 км и погрузке экскаватором с емкостью ковша 1,0 м³:

$$П_{см} = \frac{T \cdot k_b \cdot Q}{\left(\frac{2L}{V} + t_{пр}\right) \delta} = \frac{8 \cdot 0,85 \cdot 13}{\left(\frac{2 \cdot 4}{30} + 0,21\right) \cdot 1,4} = 132,5 \text{ м}^3.$$

где $T = 8$ ч – продолжительность смены; $k_b = 0,85$ – коэффициент использования внутрисменного времени; $Q = 13$ т – грузоподъемность самосвала; $L = 4$ км – расстояние подвозки песка; $V = 30$ км/ч – среднетехническая скорость движения автосамосвала; $t_{пр} = 0,21$ ч – продолжительность погрузочно-разгрузочных работ (см. табл. 2. приложения 5); $\delta = 1,4$ т/м³ – объемная масса насыпного песка.

Расчет 2. Производительность поливомоечной машины ПМ-130Б на подвозке и разливе воды при $l = 2,5$ км:

$$П_{см} = \frac{T \cdot k_b \cdot Q}{\frac{2L}{V} + t_{пр} \cdot Q} = \frac{8 \cdot 0,85 \cdot 6,0}{\frac{2 \cdot 2,5}{30} + 0,097 \cdot 6} = 54,5 \text{ м}^3,$$

где $Q = 6$ м³ – вместимость цистерны; $t_{пр} = 0,097$ ч/т – норма времени на наполнение и розлив воды.

Расчет 3. Производительность автогрейдера ДЗ-99-1 на планировании поверхности дренирующего слоя:

$$П_{см} = \frac{T \cdot q}{t_n \cdot n_c \cdot k_c} = \frac{8 \cdot 1000}{0,18 \cdot 3 \cdot 1,25} = 11851,8 \text{ м}^2,$$

где $t_n = 0,18$ маш.-ч – норма времени на 1000 м² согласно ЕНиР [4] (Е2-1-37-табл. 2-2а); $n_c = 3$ – число проходов по одному следу; $k_c = 1,25$ – коэффициент, учитывающий длину пробега автогрейдера в одном направлении ($l =$ до 200 м).

Расчет 4. Производительность автосамосвала КамАЗ-55111 при подвозке щебня на расстояние 4,5 км и погрузке экскаватором с $V_k = 0,8$ м³:

$$П_{см} = \frac{T \cdot k_b \cdot Q}{\left(\frac{2L}{V} + t_{пр}\right) \delta} = \frac{8 \cdot 0,85 \cdot 13}{\left(\frac{2 \cdot 4,5}{30} + 0,21\right) \cdot 1,3}$$

Технологические схемы строительства конструктивных слоев дорожной одежды

Технологические схемы строительства конструктивных слоев дорожной одежды аналогичны технологическим схемам строительства земляного полотна. При большом временном разрыве между окончанием строительства земляного полотна и началом строительства дорожной одежды в технологический процесс необходимо включить операции по планировке и подкатке земляного полотна.

Количество захваток на каждый конструктивный слой определяется его толщиной, типом уплотняющей машины, характером технологии и свойствами материала слоя. По возможности число назначаемых захваток должно исключать помехи работе машин на захватке. Для слоев из песка, гравийных материалов, рядового щебня число захваток не должно быть менее двух, для фракционного щебня (способ заклинки) – не менее трех. Для слоев из горячих битумно-минеральных смесей и с использованием минеральных вяжущих (цемент и др.) все операции должны закончиться в течение одной смены, т. е. вынужденно назначается одна захватка.

Технологическая схема строительства конструктивных слоев дорожной одежды приводится на рис. 12.

2.2.14. Линейный календарный график организации строительства участка автомобильной дороги

Линейный календарный график является основным документом проекта организации и проекта производства работ и используется при оперативном управлении строительством автомобильной дороги. На таком графике наглядно отражается динамика изменения строительно-монтажных работ, выполняемых непосредственно на дороге. Наиболее приемлем линейный календарный график при поточном способе организации работ. Строится график на основе предварительно разработанных технологических карт. Оси графика: горизонтальная – протяженность участка дороги; вертикальная – время в рабочих сменах и месяцах. Работа отдельного потока (или отдельной бригады, звена) изображается наклонной линией. Совокупность линий – работа комплексного потока.

В целом линейный график согласовывает во времени и пространстве все производственные процессы и их взаимодействие между собой, позволяет определить направление, скорость (по величине наклона линии) и место нахождения машин и механизмов на определенное время потока, потребность в материально-технических ресурсах, а также сроки строительства.

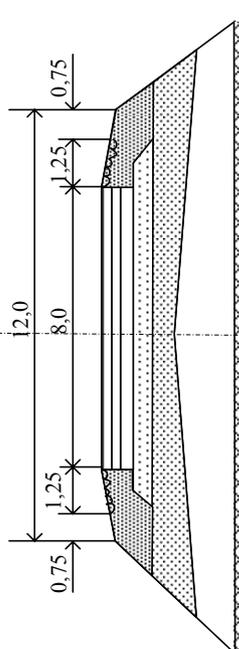
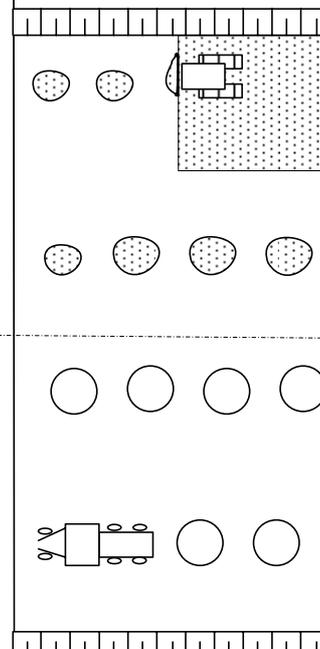
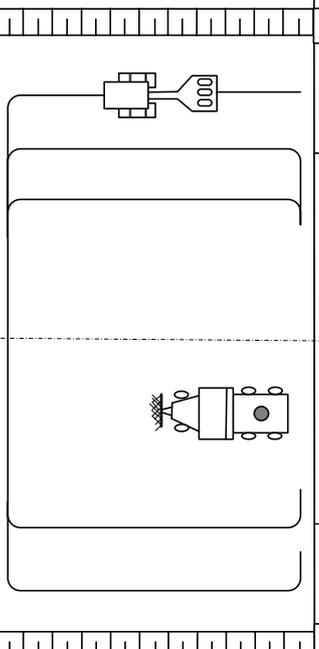
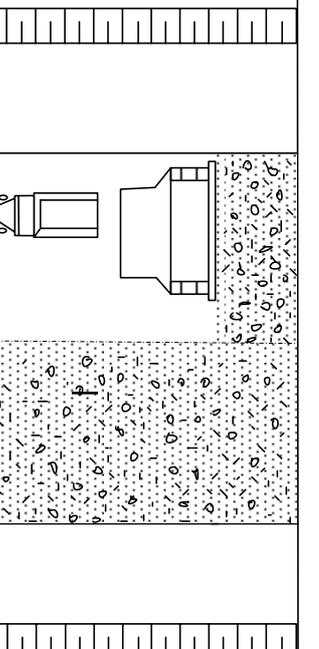
№ захватки	1	2	3
Длина захватки, м	200	200	200
Наименование технологических операций	1. Разработка и погрузка песка. 2. Подвозка песка. 3. Разравнивание слоя песка.	4. Подвозка и розлив воды. 5. Уплотнение дренарующего слоя. 6. Планировка поверхности слоя.	7. Погрузка щебня. 8. Подвозка щебня. 9. Распределение щебня рядового.
Машины и их загрузка	Экскаватор ЕТ-18-40 с $V_k = 1,0$ кубометров, № 1; 2 (0,74) КамАЗ-55111 – 9 шт.; опер. 2 (0,99); Бульдозер ДЗ-18 № 1, опер. 3 (0,68)	ПМ-130Б № 1, опер. 4 (0,61); ДУ-16В № 1, опер. 5 (0,72); ДЗ-99 № 1, опер. 6 (0,24)	Экскаватор ЕТ-14 № 1 с $V_k = 0,8$ кубометров, опер. 7 (0,66) КамАЗ-55111 – 3 шт., опер. 8 (0,89), опер. 9 (0,58)
Рабочие	Рабочие 12	Рабочие 4	Рабочие 7
Почасовой график	<i>ДЗ-18 № 1-(3) КамАЗ-55111-(2) ЕТ-18-40 № 1-2-(1)</i>	<i>ДЗ-99 № 1-(6) ДУ-16В № 1-(5) ПМ-130Б № 1-(4)</i>	<i>ДС-49, № 1-(9) КамАЗ-55111-(8) ЕТ-14 № 1-(7)</i>
			

Рис. 12. Технологическая схема строительства конструктивных слоев дорожной одежды

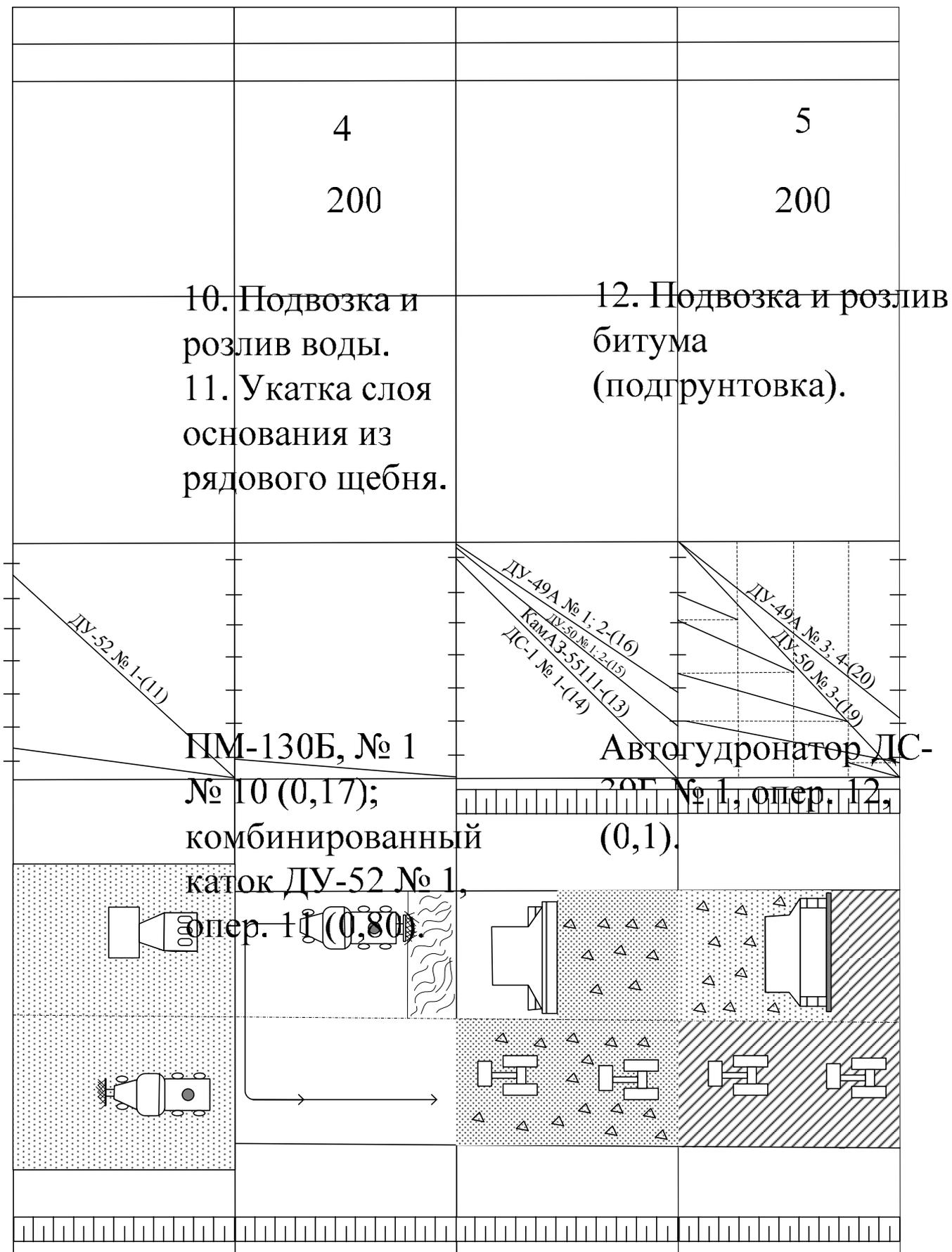


Рис. 12. Продолжение

8	9	10
400	200	200
<p>21. Подвозка а/бетона для верхнего слоя покрытия. 22. Укладка а/бетона. 23. Подкатка слоя а/бетона. 24. Укладка слоя а/бетона.</p>	<p>25. Разработка и погрузка песка. 26. Подвозка песка на присыпные обочины. 27. Разравнивание слоя песка.</p>	<p>28. Подвозка и розлив воды. 29. Укатка слоя песка. 30. Планирование поверхности.</p>
<p>КамАЗ-55111 – 2 шт., опер. 21 (1,0); а/укладчик ДС-48 № 1, опер. 22 (0,68); каток ДУ-50 № 3, 4, опер. 23 (0,62); Каток ДУ-49А, № 3, 4, опер. - 24 (0,87).</p>	<p>Экскаватор ЕТ-18-40 с $V_k = 1,0$ кубометров, № 2, опер. 25 (0,39); КамАЗ-55111 – 3 шт., опер. 26 (0,79); бульдозер ДЗ-18 № 2, опер. 27 (0,18).</p>	<p>ПМ-130Б № 2, опер. 28 (0,16); каток ДУ-16В № 1, опер. 29. (0,19); автогрейдер ДЗ-99 № 1, опер. 30 (0,07).</p>

Рис. 12. Продолжение

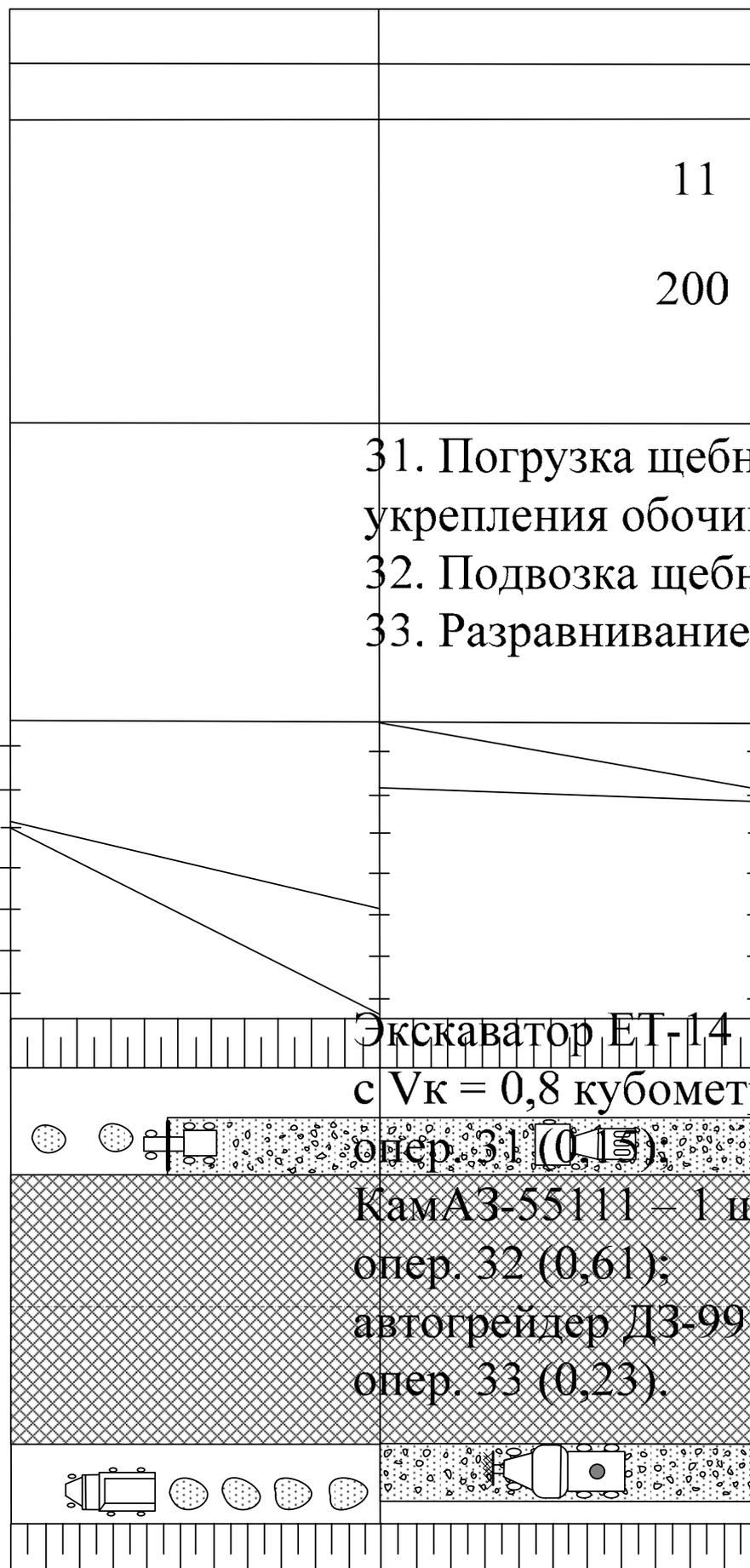


Рис. 12. Окончание

ДЗ-99 № 1-(33)
К

Сосредоточенные работы изображаются в виде столбиков высотой, равной количеству рабочих смен, необходимых для их выполнения, а фронт работ – горизонтальной или наклонной прямой. Границы фронта работ ограничиваются вертикальными прямыми. Завершение сосредоточенных работ планируется за 2–3 смены до момента подхода к границе фронта работ отряда поточного строительства.

Линейный календарный график включает эпюры потребности в дорожно-строительных материалах, дорожно-строительных и транспортных машинах и рабочих. Более сложно построение эпюр потребности в транспортных машинах. Из-за изменения расстояний подвозки материалов меняется сменная производительность машин, а следовательно, и их количество. Поэтому предварительно проводятся расчеты, разбивая весь строящийся участок дороги на отдельные участки протяженностью от 0,25 до 1,0 км.

Для курсового проекта строится только эпюра потребности в транспортных машинах и только для строительства дорожной одежды. Протяженность отдельных участков для расчета – 0,25 км.

При послойном строительстве земляного полотна и отдельных конструктивных слоев дорожной одежды, строительство каждого слоя изображается отдельной линией. Кроме директивной линии одного или двух нижних слоев земляного полотна (в зависимости от попикетной разницы в объемах), вычерчивается фактическая ломаная линия, соответствующая фактическим попикетным объемам. Координата времени ломаной линии для нижнего слоя, при условии, что все вышележащие слои на всем протяжении имеют одинаковый объем, определяются по следующей формуле

$$n_l = n_0 + \frac{\sum \Delta Q_l \cdot L}{\sum Q_L \cdot l_3}, \quad (2,53)$$

где n_l – координата времени на расстояние l от начала участка; n_0 – координата времени в начале участка, смен; $\sum \Delta Q_l$ – объемы земляных работ по нижнему слою земляного полотна на отрезке участка протяженностью l , м³; L – общая протяженность участка, м; $\sum \Delta Q_L$ – суммарный объем земляных работ по нижнему слою на всем рассматриваемом участке дороги, м³; l_3 – длина сменной захватки, принятая при строительстве земляного полотна, м.

Общий вид линейного календарного графика приведен на рис. 13.

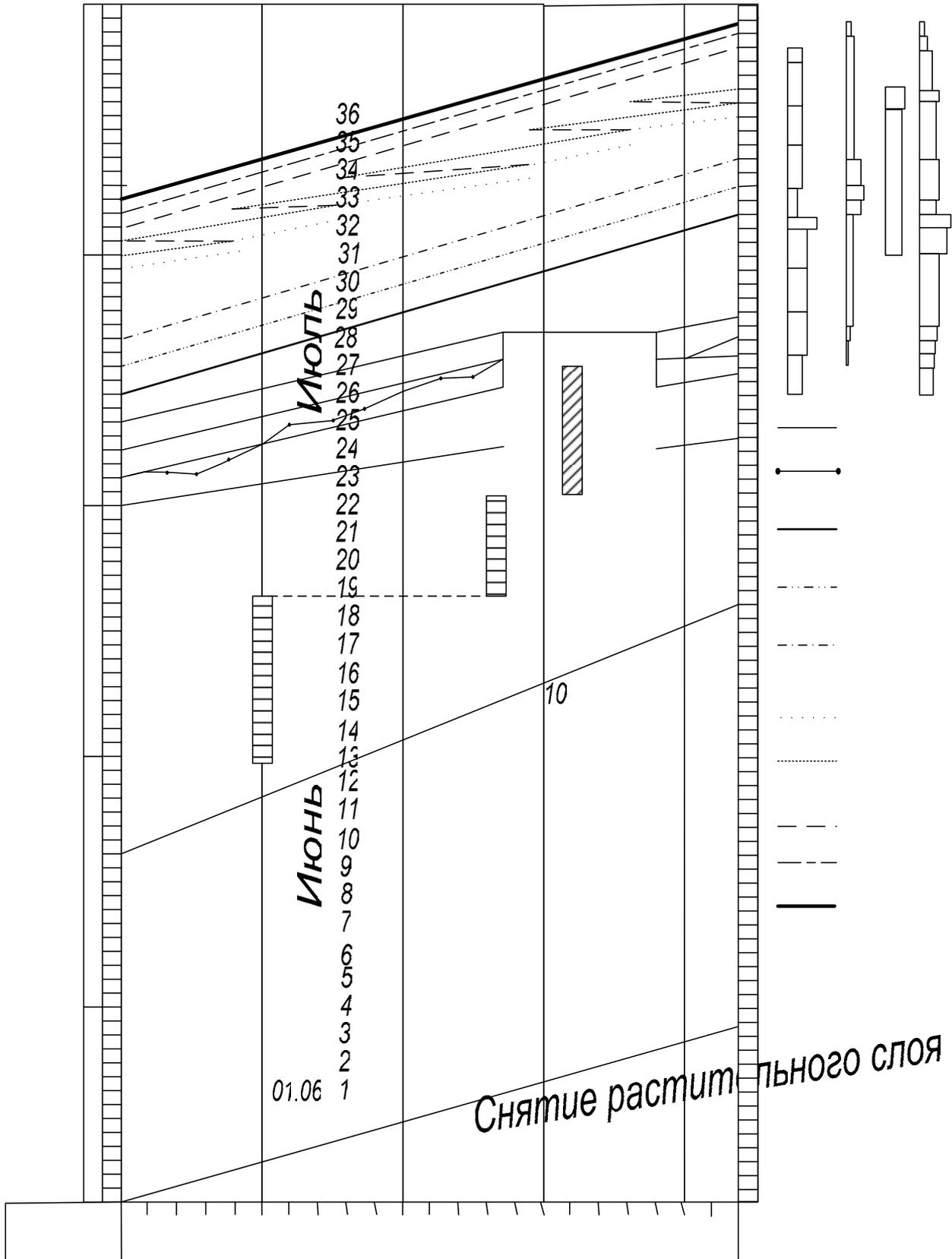


Рис. 13. Образец линейного календарного графика

Май

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 2.109–73. Основные требования к чертежам [Текст]. – М. : Госстандарт СССР, 1973. – 38 с.
2. ГОСТ 2.109–73. Основные требования к чертежам [Текст]. – Изм. № 11 ; введ. 28.02.06. – М., 2006. – 2 с.
3. *Грехов, Г. Ф.* Организация строительства лесовозных дорог [Текст] : учеб. пособие / Г. Ф. Грехов, Г. А. Бессараб. – Л. : ЛТА, 1997. – 116 с.
4. Земляные работы [Текст] : ЕНиР. Сб. Е2. Вып. 1. – М. : Стройиздат, 1988. – 224 с.
5. Лесозаготовительные работы [Текст] : ЕНиР. – М. : Экономика. 1989. – 83 с.
6. *Лукина, В. А.* Возведение земляного полотна автомобильных дорог [Текст] : учеб. пособие / В. А. Лукина. – Архангельск : АЛТИ, 1992. – 70 с.
7. *Лукина, В. А.* Технология и организация строительства дорожных одежд автомобильных дорог [Текст] : учеб. пособие / В. А. Лукина, Ю. Л. Лукин. – Архангельск : АГТУ, 1999. – 68 с.
8. Расчистка трассы линейных сооружений от леса [Текст] : ЕНиР. Сб. Е13. – М. : Стройиздат, 1988. – 31 с.
9. СНиП 2.01.01–82 Строительная климатология и геофизика [Текст]. – М. : ЦИТП Госстрой СССР, 1983. – 136 с.
10. СНиП 2.05.02–85 Автомобильные дороги [Текст]. – М. : ЦИТП Госстрой СССР, 1985. – 56 с.
11. Строительство автомобильных дорог [Текст] : ЕНиР. Сб. Е17. – М. : Стройиздат, 1989. – 48 с.
12. *Яковлев, Ю. М.* Организация и технология строительства дорожных одежд [Текст] : метод. указания / Ю. М. Яковлев, М. С. Коганзон, М. Г. Горячев. – М. : МАДИ, 2001. – 41 с.

ОБРАЗЕЦ ЗАДАНИЯ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

СЫКТЫВКАРСКИЙ ЛЕСНОЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА ДОРОЖНОГО, ПРОМЫШЛЕННОГО И ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Специальность 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы»

ЗАДАНИЕ

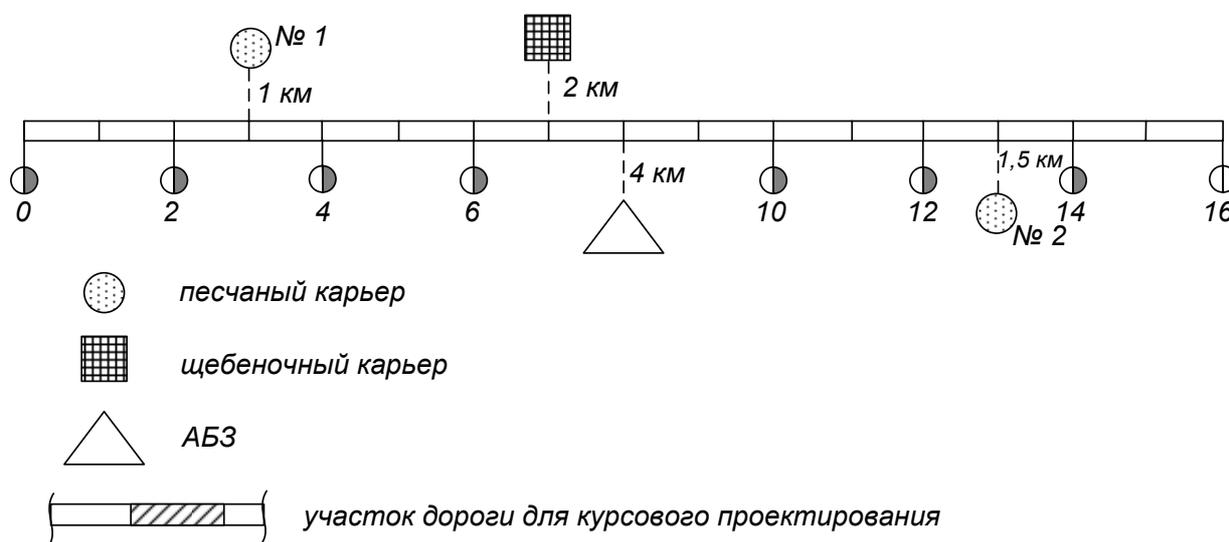
на выполнение курсового проекта

по дисциплине «Технология и организация строительства автомобильных дорог»
 студенту ____ курса _____ формы обучения _____ группы, шифр _____

Тема «Организация работ по строительству участка автомобильной дороги».

Исходные данные:

1. Район строительства –
2. Категория дороги –
3. Схематический план трассы –



4. Продольный профиль участка автодороги протяжением 2 км.
5. Сроки строительства – 01.01–31.07, в т. ч. по основным работам – 01.06–31.07.
6. Тип покрытия –
7. Тип основания –

Содержание курсового проекта:

1. Технические показатели автодороги заданной категории. Характерные поперечные профили в зависимости от высоты насыпи (глубины выемки) и типа грунта земполотна. Поперечный профиль дорожной одежды.
2. Климатическая характеристика района строительства. Дорожно-климатический график.
3. Объемы земляных работ. Ведомость объемов земляных работ. График распределения земляных работ. Ведомость распределения земляных работ. Кривая распределения земляных масс.
4. Скорость потока.
5. Подготовительные работы. Дорожная полоса отвода. Очистка дорожной полосы от леса, пней и растительного слоя. Технологические карты.
6. Ведомость искусственных сооружений и состав отряда по их строительству.
7. Технологические карты и подсчет необходимых ресурсов для выполнения линейных и сосредоточенных земляных работ. Состав специализированных отрядов.
8. Ведомость объемов дорожно-строительных материалов для устройства дорожной одежды и укрепительных работ.
9. Технологические карты по строительству конструктивных слоев дорожной одежды и обочин. Состав специализированных отрядов.
10. Линейный календарный график строительства участка автодороги.

Задание выдал –

Задание получил –

НЕКОТОРЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ, УЧИТЫВАЕМЫЕ ПРИ КУРСОВОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

1. В выемках и нулевых местах грунты, не пригодные к применению в земполотне, должны быть заменены пригодными на глубину не менее 0,8 м.
2. Возведение насыпей без послойного уплотнения допускается:
 - на болотах, ниже поверхности болота;
 - при пересечении водоемов, подводной части;
 - при гидронамыве.
 При этом должен использоваться только песчаный непылеватый грунт.
3. При уплотнении земполотна, возведенного с использованием скреперов или самосвалов, число проходов катка по одному следу можно уменьшить до 0,4 от рекомендованного.
4. Технология уплотнения насыпей высотой более 1,5 м должна предусматривать следующую последовательность проходов катков: I проход – в 2 м от бровки, II и последующий проходы – смещение на 0,3 ширины вальца в сторону бровки. Полосу шириной 0,3 м от бровки катком не уплотняют в целях обеспечения безопасности работы катка.
5. Допускаемая влажность грунта при уплотнении:

Наименование грунта	Влажность относительно оптимальной при коэффициентах уплотнения	
	0,98	0,95
Супесь легкая крупная	0,8–1,35	0,75–1,50
Супесь легкая	0,8–1,25	0,75–1,35
Супесь тяжелая и суглинок легкий	0,85–1,15	0,8–1,30
Суглинок тяжелый	0,9–1,05	0,85–1,20

6. При работе бульдозера на участках с уклонами более 100 % производительность, определяемая по ЕНиР, должна корректироваться.

Коэффициент снижения производительности при работе бульдозера вверх по уклону:

$$k = 1 - \frac{0,25 \cdot i}{100}$$

Коэффициент повышения производительности при работе бульдозера вниз по уклону:

$$k = 1 + \frac{0,5 \cdot i}{100}$$

где i – величина уклона, %.

**ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ДЛЯ ВЫБОРА ДАННЫХ
КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Таблица 1

Температурная характеристика строительного сезона по регионам
Российской Федерации [4]

Регион	Дата перехода температуры через							
	0 °С		+5 °С		+10 °С		+15 °С	
	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень
1. Архангельская обл.	10.04	23.10	03.05	25.09	24.05	30.9	28.06	04.08
2. Астраханская обл.	07.03	06.12	04.04	06.11	28.04	13.10	16.05	14.09
3. Брянская обл.	29.03	08.11	17.04	14.10	6.05	20.09	03.06	25.08
4. Владимирская обл.	02.04	31.10	20.04	10.10	08.05	17.09	09.06	24.08
5. Волгоградская обл.	23.03	15.11	07.04	28.10	23.04	09.10	10.05	19.09
6. Вологодская обл.	07.04	27.10	26.04	04.10	15.05	10.09	16.06	14.08
7. Воронежская обл.	28.03	10.11	13.04	19.10	28.04	27.09	19.05	05.09
8. Ивановская обл.	03.04	31.10	21.04	08.10	08.05	15.09	09.06	21.08
9. Кировская обл.	10.04	20.10	28.04	30.9	23.05	11.09	16.06	16.08
10. Курская обл.	28.03	10.11	14.04	19.10	03.05	25.09	26.05	01.09
11. Ленинградская обл.	08.04	27.10	25.04	04.10	16.05	10.09	18.06	13.08
12. Московская обл.	03.04	02.11	21.04	10.10	9.05	16.09	09.06	22.08
13. Мурманская обл.	06.05	13.10	26.05	12.09	21.06	17.07	–	–
14. Нижегородская обл.	02.04	30.10	19.04	09.10	07.05	18.09	02.06	25.08
15. Новгородская обл.	02.04	06.11	23.04	12.10	13.05	16.09	12.06	17.08
16. Орловская обл.	28.03	09.11	17.04	15.10	07.05	21.09	03.06	26.08
17. Пензенская обл.	03.04	01.11	18.04	13.10	04.05	22.09	27.05	31.08
18. Пермская обл.	11.04	19.10	30.04	28.09	16.05	08.09	17.06	15.08
19. Псковская обл.	30.03	11.11	19.04	15.10	11.05	19.09	12.06	20.08
20. Республика Карелия	16.04	01.11	05.05	06.10	27.05	10.09	26.06	07.08
21. Республика Коми	13.04	15.10	04.05	25.09	27.05	03.09	24.06	07.08
22. Рязанская обл.	01.04	05.11	18.04	14.10	04.05	21.09	26.05	29.08
23. Самарская обл.	02.04	04.11	17.04	15.10	03.05	25.09	20.05	05.09
24. Саратовская обл.	03.04	04.11	16.04	17.10	01.05	29.09	16.05	09.09
25. Смоленская обл.	30.03	08.11	18.04	14.10	07.05	18.09	07.06	22.08
26. Тамбовская обл.	31.03	06.11	16.04	16.10	03.05	23.09	23.05	01.09
27. Тульская обл.	01.04	05.11	19.04	14.10	06.05	20.09	31.05	27.08
28. Ярославская обл.	08.04	23.10	29.04	29.09	20.05	06.09	18.06	12.08

Таблица 2

Суммарное количество дней по регионам Российской Федерации с обильными осадками при плюсовой температуре (T_{oc}) [9]

Номер региона по табл. 1	T_{oc}	№ региона по табл. 1	T_{oc}	№ региона по табл. 1	T_{oc}	№ региона по табл. 1	T_{oc}
1	19	8	27	15	25	22	25
2	22	9	24	16	24	23	23
3	28	10	25	17	22	24	14
4	26	11	27	18	20	25	23
5	25	12	25	19	28	26	24
6	25	13	14	20	25	27	24
7	27	14	22	21	23	28	26

Таблица 3

Нормы времени на некоторые лесозаготовительные работы [5]

Номер раздела ЕНиР	Наименование работы	На 1 м ³ при среднем объеме хлыста, м ³					
		0,14-0,17	0,18-0,21	0,22-0,29	0,30-0,39	0,40-0,49	0,50-0,75
3.1.4	Валка леса б/п МП-5 в одиночку	(0,167)	(0,143)	(0,123)	(0,101)	(0,086)	(0,074)
	То же вдвоем	(0,097)	(0,084)	(0,071)	(0,058)	(0,050)	(0,043)
3.1.17	Обрезка (б/пила «Тайга-214»), сбор и сжигание сучьев	0,194	0,167	0,141	0,116	0,100	0,085
3.1.18	Обрубка, сбор и сжигание сучьев	(0,660)	(0,569)	(0,483)	(0,417)	(0,341)	(0,276)
3.1.13	Трелевка хлыстов ТДТ-55 до 150 м	0,886	0,745	0,631	0,504	0,429	0,382
3.1.13	То же до 300 м	(0,163)	(0,140)	(0,113)	(0,102)	(0,090)	(0,082)
		0,326	0,280	0,226	0,203	0,180	0,163
	Трелевка хлыстов ТТ-4 до 150 м	(0,184)	(0,152)	(0,123)	(0,110)	(0,097)	(0,090)
	То же до 300 м	0,368	0,304	0,246	0,219	0,194	0,180
3.1.10	Бесчokerная трелевка хлыстов ТБ-1 до 150 м	–	–	–	(0,085)	(0,072)	(0,064)
	То же до 300 м	–	–	–	0,169	0,144	0,127
3.1.10	Бесчokerная трелевка хлыстов ТБ-1 до 150 м	–	–	–	(0,089)	(0,075)	(0,067)
	То же до 300 м	–	–	–	0,177	0,150	0,133
		На 1 шт. при среднем диаметре пня, см					
		До 16	17–24	25–32	33–40	> 40	
3.1.2	Спиливание пней заподлицо	(0,035)	(0,070)	(0,108)	(0,175)	(0,233)	
		На 1 м³ при среднем объеме хлыста, м³					
		До 0,39	0,40–0,75	0,76 и более			
3.1.28	Погрузка хлыстов челюстным погрузчиком П-19-А в автопоезда	(0,040)	(0,032)	(0,028)			

Таблица 4

Нормы времени на корчевку пней (на 1 га) корчевателем типа ДЗ-8, ДЗ-18 [8]

Диаметр пней, см	Число пней на 1 га, шт.	Норма времени (маш.-ч), чел.-ч
13–18	До 300	(5,4), 10,8
	300–450	(6,8), 13,6
	450–600	(9,5), 19,0
	600–750	(12,0), 24,0
	750–900	(15,0), 30,0
	900–1050	(17,5), 35,0
	1050–1250	(20,5), 41,0
	Более 1250	(25,0), 50,0
19–22	До 300	(6,3), 12,6
	300–450	(7,9), 15,8
	450–600	(11,0), 22,0
	600–750	(14,0), 28,0
	750–900	(17,5), 35,0
	Более 900	(21,0), 42,0
	23–26	До 200
200–300		(6,8), 13,6
300–400		(9,5), 19,0
400–500		(12,0), 24,0
500–600		(15,0), 30,0
600–700		(17,5), 35,0
700–800		(20,5), 41,0
Более 800		(23,0), 46,0
27–30	До 150	(5,0), 10,0
	150–200	(5,8), 11,6
	200–250	(7,4), 14,8
	250–300	(9,1), 18,2
	300–350	(10,5), 21,0
	350–400	(12,5), 25,0
	400–450	(14,0), 28,0
	450–500	(15,5), 31,0
	500–600	(18,0), 36,0
	Более 600	(21,5), 43,0
31–34	До 100	(4,5), 9,0
	100–150	(5,6), 11,2
	150–200	(7,9), 15,8
	200–250	(10,0), 20,0
	250–300	(12,5), 25,0
	300–350	(14,5), 29,0
	350–400	(17,0), 34,0
	400–450	(19,0), 38,0
	450–500	(21,5), 43,0
	Более 500	(23,5), 47,0
35–42	До 90	(6,3), 12,6
	90–120	(7,4), 14,8
	120–150	(9,5), 19,0
	150–200	(12,5), 25,0
	200–250	(16,0), 32,0
	250–300	(19,5), 39,0
	300–350	(23,0), 46,0
	Более 350	(26,5), 53,0

Распределение грунтов на группы по трудности их разработки механизированным способом [4]

Наименование грунта	Средняя плотность, т/м ³	Группа грунтов при разработке			
		одноковшовым экскаватором	бульдозером	скрепером	грейдером
Грунт растительный:					
– без корней	1,2	I	I	I	I
– с корнями	1,2	I	II	–	–
Торф	0,8–1,1	I	I	I	I
Супесь с примесью щебня, гравия:					
– до 10 % по объему	1,65	I	I	I	I
– с примесью > 10 %	1,75	I	II	II	–
Суглинок легкий:					
– с примесью до 10 %	1,70	I	I	I	I
– с примесью > 10 %	1,85	II	II	II	–
Суглинок тяжелый с примесью гравия и щебня:					
– до 10 %	1,75	II	II	II	II
– с примесью > 10 %	1,95	III	II	–	–
Глина жирная мягкая					
– без примесей:	1,8	II	II	II	II
– с примесью до 10 %	1,85	II	II	II	–
– с примесью > 10 %	1,90	III	III	III	–
Глина карбонная:					
– мягкая	1,95	III	III	III	III
– твердая ломовая	1,95–2,15	IV	III	–	–
Песок:					
– с примесью до 10 %	1,6	I	II	II	II
– с примесью > 10 %	1,7	I	II	II	–
Гравийно-галечные грунты:					
– с размером частиц до 80 мм	1,75	I	II	II	III
– то же > 80 мм	1,90	II	III	–	–
– с содержанием валунов до 10 %	1,95	III	III	–	–
– то же до 30 %	2,00	IV	IV	–	–
Дресва в коренном залегании	2,00	V	–	–	–
Щебень	1,75–1,95	II	III	–	–

Таблица 6

Насыпная объемная масса и коэффициенты относительного уплотнения
дорожно-строительных материалов [12]

Наименование материала	δ , т/м ³	k_0
Цементобетонная смесь	1,9–2,05	1,15
Асфальтобетонная смесь	1,65–1,90	1,25–1,30
Щебень изверженных пород	1,4–1,5	1,25–1,30
Щебень осадочных пород	1,2–1,3	1,25–1,30
Гравийный материал	1,3–1,4	1,25–1,30
Шлак металлургический	1,4–1,6	1,30
Цементогрунт	1,4–1,6	1,25
Песок крупнозернистый ($W = 6\%$)	1,37–1,50	1,20–1,25
Песок крупнозернистый ($W = 8\%$)	1,34–1,48	1,15–1,20
Песок мелкозернистый ($W = 10\%$)	1,30–1,38	1,11–1,16

**РАСХОД МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УСТРОЙСТВА
КОНСТРУКТИВНЫХ СЛОЕВ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ**

Таблица 1

Расход материалов на слои износа

Фракции, мм	Расход				
	щебня для втапливания, м ³ /100 м ²	поверхностная обработка			
		одиночная		двойная	
		щебня, м ³ /100 м ²	битума, л/ м ²	щебня, м ³ /100 м ²	битума, л/ м ²
Второй слой					
5–10	0,9–1,2	0,7–1,0	0,7–0,8	0,7–1,0	0,7–0,8
10–15	1,0–1,5	1,1–1,5	1,2–1,3	–	–
Первый слой					
15–20	1,3–1,8	1,5–2,2	1,6–1,8	1,2–1,5	1,1–1,4

Примечание: расход вяжущих уменьшается на 10–20 % при использовании для поверхностной обработки черного щебня.

Таблица 2

Расход материалов на слои, устраиваемые способом пропитки

Фракции, мм	Пропитка				Полупропитка			
	h = 8 см		h = 6,5 см		h = 6 см		h = 4 см	
	щебень, м ³ /100 м ²	битум, л/ м ²	щебень, м ³ /100 м ²	битум, л/ м ²	щебень, м ³ /100 м ²	битум, л/ м ²	щебень, м ³ /100 м ²	битум, л/ м ²
20–70	10,4	1 розлив	–	1 розлив	–	1 розлив	–	1 розлив
20–40	–	6–7	8,5	4–5	7,8	4–4,5	–	3,5–4,0
10–20	0,9–1,0	2 розлив	0,9–1,0	2 розлив	0,9–1,0	2 розлив	5,2	2 розлив
5–10	1,0–1,2	2–3	1,0–1,2	2–3	1,0–1,2	2–3	0,9–1,0	–

Примечание: суммарный расход битума при пропитке примерно равен 1–1,2 л/м² на 1 см толщины слоя пропитки.

Таблица 3

Расход материалов на слои дорожной одежды, устраиваемые
способом заклинки

Размер основной фракции	Расход расклинивающих фракций, м ³ /100 м ² , при размере их, мм		
	20–40	10–20	5–10
70–120	1,0	1,0	1,0
40–70	–	1,5	1,0

Примечания:

1. Расход основной фракции определяется обычным способом.
2. При строительстве оснований допускается одноразовая расклинка смесью фракций 5–40 и 5–20.

Таблица 4

Примерный состав асфальтобетона

Тип асфальтобетона	Содержание, % вес			Содержание битума, в % от минеральной части
	щебень	песок	минеральный порошок	
А	50–65	25–40	10	6,0
Б	40–50	38–48	12	6,5
В	30–40	46–56	14	7,0

Таблица 5

Расход черного щебня на покрытие и основание при толщине слоя 6 см, т/100 м²

Фракции щебня	Покрытие	Основание	Отклонение ± 1 м
20–40	11,7	11,7	1,95
10–20	1,1	1,1	–
5–10	0,8	–	–

ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Таблица 1

Автомобили-самосвалы

Марка автосамосвала	Грузоподъемность, т	Вместимость кузова, м ³	Стоимость 1 маш.-ч, у. е.	Стоимость машины, тыс. у. е.
Зил-ММЗ-555	5,25	3,0	3,10	4,20
Зил-ММЗ-450241	5,28	3,8	3,40	4,40
Зил-4516	10,00	7,6	5,40	8,60
Урал-55224	7,22	5,5	3,80	6,92
МАЗ-503Б	7,00	5,0	4,30	6,80
МАЗ-5549	8,00	5,1	4,40	7,70
МАЗ-5551	10,00	7,2	4,90	9,70
МАЗ-55165	15,00	10,5	5,90	14,60
МАЗ-5163+	25,00	13,0	13,00	24,50
МАЗ-8571	10,00	7,2	5,00	9,80
КамАЗ-5511	13,00	8,0	5,20	12,40
КамАЗ-55111	12,50	6,0	5,10	9,50
КрАЗ-256Б1	18,0	8,6	6,00	17,20
КрАЗ-65034	27,00	15,0	13,40	26,40
БелАЗ-7528	36,00	18,0	18,00	32,20
МоАЗ-7506	32,00	16,0	16,00	29,00
ВДС-16	16,00	8,0	8,00	15,30
ВДС-25	25,00	13,0	12,20	22,40
Урал-Ивеко-6529	20,00	12,0	9,60	16,40

Производительность автосамосвалов:

$$\Pi = \frac{T \cdot k_{и} \cdot q \cdot k_{г}}{\left(\frac{2L}{V} + t_{п} + t_{р} \right) \delta},$$

где $T = 8$ ч – продолжительность смены; $k_{и} = 0,85$ – коэффициент использования времени смены; q – грузоподъемность автосамосвала, т; $k_{г}$ – коэффициент использования грузоподъемности автосамосвала; L – среднее расстояние подвозки материала, км; V – среднетехническая скорость движения автосамосвала, км/ч; $t_{п}$ – время погрузочных работ в расчете на один рейс, ч; $t_{р}$ – время разгрузки, ч; δ – объемная масса материала, т/м³.

Примечание: среднетехнические скорости движения автосамосвалов:

- по грунтовым дорогам – 25–30 км/ч;
- по дорогам с твердым покрытием – 35–45 км/ч.

При расстоянии подвозки 1 км и менее скорости движения снижаются на 20 %.

Таблица 2

Затраты времени на погрузочно-разгрузочные работы для автосамосвалов

Грузоподъемность автосамосвалов, т	Время погрузки, ч			Время разгрузки, ч
	экскаватор, $V_K \leq 0,65 \text{ м}^3$	экскаватор, $V_K > 0,65 \text{ м}^3$	из бункера	
5–8	0,16	0,12	0,10	0,03
9–12	0,20	0,14	0,12	0,04
13–16	0,24	0,16	0,14	0,05
17–20	0,28	0,18	0,16	0,06
21–24	0,32	0,20	0,18	0,07
25–28	0,36	0,22	0,20	0,08
29–32	0,40	0,24	0,22	0,09
33–36	0,44	0,26	0,24	0,10
37–40	0,48	0,28	0,26	0,11

Таблица 3

Поливомоечные машины

Марка (база)	Вместимость цистерны, м^3	Ширина поливки, м	Стоимость машины, тыс. у. е.	Стоимость маш.-ч, у. е.
ПМ-130Б (ЗИЛ)	6,0	8–18	14,0	11,3
КО-002 (ЗИЛ)	6,5	8,5–20	14,3	11,7
КО-802 (КамАЗ)	11,0	5–15	26,0	17,2
МД-532-03 (КамАЗ)	9,0	5–15	25,3	17,0

Производительность поливомоечных машин:

$$P_{\text{см}} = \frac{T \cdot k_B \cdot Q}{\frac{2L}{V} + t_{\text{нр}} \cdot Q},$$

где Q – вместимость цистерны, м^3 ; L – расстояние подвозки, км; V – среднетехническая скорость (можно использовать данные по самосвалам), км/ч; $t_{\text{нр}} = 0,097 \text{ ч/м}^3$ – норма времени на наполнение и розлив воды через сопла.

Таблица 4

Подметально-уборочные машины

Марка	Ширина подметания, м	Рабочая скорость, км/ч	Стоимость маш.-ч, у. е.
КО-304	2,0	5–16	10,0
КО-304А	2,15	5–16	10,2
ПУ-53М	1,8	5–16	12,0
КО-318	2,2	5–16	11,0

Производительность ($\Pi_{\text{см}}$, м²/смену):

– при работе на участке с известной длиной и шириной:

$$\Pi_{\text{см}} = \frac{T \cdot k_B \cdot l \cdot B}{\left(\frac{l}{V} + t_p\right) \cdot n_c \cdot n_{\text{ш}}};$$

– при работе на участке неопределенной длины:

$$\Pi_{\text{см}} = \frac{T \cdot k_B \cdot (b - a) \cdot V}{n_c},$$

где l и B – длина и ширина участка, м; b – ширина подметания, м; $a \approx 0,2$ м – ширина перекрытия следа; n_c – число проходов по одному следу; $n_{\text{ш}} = \frac{B}{b - a}$ – число проходов по ширине участка (целое число); V – скорость движения машины, м/ч.

Таблица 5

Автогудронаторы

Наименование показателей	Единица измерения	Значение показателей для:		
		ДС-39Б	ДС-82	ДС-142Б
База		ЗиЛ-433362	ЗиЛ-130В1	КамАЗ-53213
Вместимость цистерны	м ³	4,0	6,0	7,5
Ширина розлива	м	До 4	до 4	До 4
Норма розлива	л/м ²	0,5–3,0	0,5–7,0	0,5–7,0
Рабочие скорости	км/ч	3,5–24,6	3,0–9,5	4,0–20,5
Стоимость машин	тыс. у. е.	11,0	15,0	18,0
Стоимость маш.-ч	у. е.	8,8	10,5	11,2

Производительность автогудронаторов:

$$\Pi_{\text{см}} = \frac{T \cdot k_{\text{и}} \cdot Q}{\frac{2L}{V} + (t_{\text{н}} + t_p)Q},$$

где $t_{\text{н}} = 0,14$ ч/м³ – норма времени на розлив на наполнение; $t_p = 0,1$ ч/м³ – норма времени на розлив без дополнительного подогрева; $t_p = 0,19$ ч/м³ – то же с дополнительным подогревом.

Таблица 6

Установки (термос-бункеры) для перевозки литых асфальтобетонных смесей

Наименование показателей	Единица измерения	Значение показателей для:					
		УРД-2М	КДМ-150	КДМ-1501	КДМ-1502	КДМ-1503	ОРД-1023
Вместимость бункера	т	6,6	9,2	6,6	9,2	5,0	4,4
Расположение вала мешалки	–	вертикальное					
Частота вращения вала	об/мин	3–5					
Вид топлива системы подогрева	–	дизельное	газ пропан				

Примечание: база – КамАЗ-5320, 52211, 53212, 55111; МАЗ-5337; КрАЗ-6444.

Производительность установок

$$P_{\text{см}} = \frac{T \cdot k_{\text{и}} \cdot Q}{\frac{2L}{V} + t_{\text{н}} + t_{\text{р}}},$$

где $t_{\text{н}} = 0,012$ ч/т – норма времени на погрузку; $t_{\text{р}} = 0,01$ ч/т – норма времени на разгрузку в бункер асфальтоукладчика.

Таблица 7

Битумо-щебнераспределители
(для синхронного распределения щебня и вяжущего)

Наименование показателей	Значение показателей для:			
	ДС-180	Чипсилер-40	Чипсилер-26	Чипсилер-19
База	КамАЗ-54115	Полуприцеп «Кайзер»	Полуприцеп СЗАП-9905	МАЗ-5551
Емкость кузова для щебня, м ³	7,0	12,0	5,5	4,0
Объем резервуара для вяжущего, м ³	4,0	6,0	3,5	2,5
Рабочая скорость, км/ч	3–6	3–6	3–6	3–6
Ширина распределения, м	До 3,0	до 3,85	До 3,10	До 2,5

Таблица 8

Щебнераспределители

Наименование показателей	Значение показателей для		
	ДС-8	ДС-49	ДС-54
Ширина укладки, м	3,0; 3,5; 3,75	0,25–3,75	3,0; 3,5; 3,75
Рабочая скорость, км/ч	200	170–1260	46–804
Толщина слоя, см	4–20	4–20	4–20
Вместимость бункера, м ³	4,5	4,5	4,5
Стоимость машины, тыс. у. е.	18,6	19,26	19,26
Стоимость маш.-ч, у. е.	5,50	6,30	5,80

Асфальтоукладчики

Марка	Тип движителя*	Производительность, т/ч	Ширина укладки, м	Толщина укладки, см	Рабочая скорость, км/ч	Стоимость машины, тыс. у. е.	Стоимость маш.-ч, у. е.
ДС-48	к	До 200	3–3,8	3–15	1,9–17	20,6	5,00
ДС-94	г	До 150	3–4,5	2–15	1,5–14	20,3	4,40
ДС-126А	г	До 150	3–3,8	До 20	1,6–13	20,0	4,20
ДС-113	к	До 250	3–7,5	До 15	1,2–18	30,0	9,00
ДС-114	к	До 400	до 12	До 15	1,2–10,7	80,4	18,50
ДС-404М	к	До 200	3–7,5	2–30	0,9–9,7	35,0	9,60
ДС-143	г	До 170	3–4,5	До 15	1,6–3,6	26,0	7,90
ДС-155	к	До 250	3–7,0	До 20	1,7–22	36,0	10,20
Асфальтоукладчики новой модификации							
ДС-179	г	До 250	3–7,0	До 30	1,0–14	70,3	15,00
ДС-181	к	До 250	3–4,5	До 30	1,0–15	96,3	20,00
ДС-195	г	До 210	3–4,5	3–22	1,75–8,6	66,2	13,60
ДС-404Б	к	До 450	3–7,0	До 30	1,6–5,6	100,6	18,00
АСФ-К-4-03 (ДС-191, 504М)	к	До 250	3–4,5	До 30	1,0–14	102,8	20,00
АСФ-К-4-02 (ДС-191, 506М)	к	До 450	3–6,5	До 30	1,0–14	133,7	22,00

* к – колесный движитель; г – гусеничный движитель.

Производительность асфальтоукладчиков и распределителей дорожно-строительных материалов

$$P_{\text{см}} = T \cdot k_{\text{и}} (b - a) V_{\text{р}} \cdot k_{\text{сл}} \cdot k_{\text{п}},$$

где b – ширина укладываемого слоя, м; $a = 0,05$ м – ширина перекрытия смежных полос; $V_{\text{р}}$ – рабочая скорость, м/ч; $k_{\text{сл}}$ – коэффициент, учитывающий толщину укладываемого слоя; $k_{\text{п}} = 1-0,8$ – коэффициент, учитывающий условия работы.

Таблица 10

Коэффициенты, учитывающие толщину укладываемого слоя ($k_{\text{сл}}$)

Тип машины	Значение $k_{\text{сл}}$ при толщине слоя, см											
	3	4	6	8	10	12	14	16	20	24	28	30
Рядовые а/укладчики (h до 20 см)	1,1	1,05	0,95	0,85	0,75	0,65	0,60	0,55	0,45	–	–	–
Современные а/укладчики (h до 30 см)	1,15	1,12	1,04	0,97	0,91	0,85	0,80	0,75	0,67	0,58	0,48	0,45
Распределители ДСМ	–	1,18	1,12	1,06	1,00	0,94	0,88	0,82	0,72	–	–	–

Дорожные уплотняющие машины

Марка	Масса, т	Ширина уплотнения, м	Стоимость ма- шины, тыс. у. е.	Стоимость маш.-ч, у. е.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Прицепные кулачковые катки</i>				
ДУ-3А	13,0–29,0	2,8	–	–
ДУ-26	5,0–9,0	2,0	–	–
ДУ-32А	7,5–18,0	2,6	–	–
<i>Прицепные пневмокотки</i>				
ДУ-4	6,0	2,5	4,20	2,60
ДУ-30	12,5–50,0	2,2	17,60	5,90
Ду-39Б	8,0–25,0	2,5	9,63	3,54
<i>Полуприцепные пневмокотки</i>				
ДУ-16В	7,3–26,0	2,6	23,22	11,20
ДУ-21	28, –57,0	3,0	35,50	16,40
ДУ-37В	6,0–17,0	2,6	18,60	9,25
Ду-59	18,0–54,0	2,8	30,40	14,50
<i>Самоходные пневмокотки</i>				
ДУ-29	15,3–30,0	2,2	25,15	9,90
ДУ-31А	8,3–16,0	1,92	17,12	9,12
ДУ-55	20,0	2,5	50,60	21,30
ДУ-65	11,0–12,0	1,7	15,40	7,90
ДУ-100	14,0	2,0	47,30	18,40
ДУ-101	16,0	2,0	56,00	19,80
<i>Прицепные виброкотки</i>				
ДУ-14	3,0	1,5		
ДУ-74	9,5	1,7		
ДУ-94	7,5	2,0		
<i>Самоходные виброкотки</i>				
ДУ-47Б	8,5	1,4	25,7	12,3
ДУ-54А	1,5–2,2	0,87	10,3	5,1
ДУ-63	10,5	1,7	40,2	20,1
ДУ-72	3,8–5,5	1,08	15,8	7,6
ДУ-73	6,0	1,4	20,5	10,2
ДУ-82	3,5	1,3	28,0	14,0
ДУ-85	13,0	2,0	54,7	27,3
ДУ-96	7,8	1,5	37,7	18,4
ДУ-98	11,5	1,7	47,3	23,3
ДУ-111	7,0	1,7	40,0	19,6
<i>Самоходные гладковальцовые катки</i>				
ДУ-9А	15,0–18,0	1,29	15,4	7,2
ДУ-48Б	10,0–13,0	2,35	9,8	4,4
ДУ-49А	11,0–18,0	1,29	12,4	6,2
ДУ-50	10,0–13,0	2,35	9,8	5,0
<i>Комбинированные катки</i>				
ДУ-52 (с вибровальцами)	16,0	2,0	57,0	19,2
ДУ-57-1 (с вибровальцами)	20,0	2,4	65,8	21,4
ДУ-57-2 (с кулачковыми вальцами)	20,0	2,4	61,3	20,8
ДУ-57-3 (с решетчатыми вальцами)	20,0	2,4	60,4	20,0

ДУ-58 (с вибровальцами)	16,0	2,0	57,0	19,2
-------------------------	------	-----	------	------

Окончание табл. 11

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
ДУ-62 (с вибровальцами)	13,0	2,2	56,5	18,6
ДУ-84 (с вибровальцами)	14,0	2,0	56,0	18,4
ДУ-97 (с вибровальцами)	7,6	1,5	37,7	13,2
ДУ-99 (с вибровальцами)	10,5	1,7	47,3	15,3

Производительность дорожных катков при работе на участке определенной длины

$$P_{\text{см}} = \frac{T \cdot k_{\text{и}} \cdot l \cdot B}{\left(\frac{l}{V_{\text{р}}} + t_n \right) n_c \cdot n_{\text{ш}}}$$

где l – длина участка, м; B – ширина уплотняемого участка, м; $V_{\text{р}}$ – рабочая скорость, м/ч; n_c – число проходов по одному следу; t_n – время на реверсирование хода (0,005); $n_{\text{ш}} = \frac{B}{b-a}$ – число проходов по ширине (целое число); b – ширина укатки, м; $a = 0,2$ м – ширина перекрытия следа.

Таблица 12

Экскаваторы

Марка	Ходовое оборудование*	Вместимость ковша, м ²			Стоимость машины, тыс. у. е.	Стоимость маш.-ч, у. е.
		прямая лопата	обратная лопата	драглайн		
1. ЭО-2621В-3	к	0,28	–	–	22,2	7,31
2. ЭО-2626А	к	0,28	–	–	24,0	8,00
3. ЭО-3311Г	к	0,40	0,40	0,40	39,1	13,02
4. ЭО-3322Б	к	–	0,50	–	40,5	13,35
5. ЭО-4112А-1	г	0,75	–	0,80	73,1	24,02
6. ЭО-4225А-07	г	0,60	–	0,80	74,0	24,38
7. ЭО-4329	к	0,8	0,65	–	64,5	21,06
8. ЭО-4124	г	1,25	1,0	–	78,4	26,42
9. ЭО-5111Б	г	1,00	1,0	–	74,6	24,61
10. ЭО-5119	г	1,80	–	1,5	88,0	29,34
11. ЭО-5123-2	г	1,60	1,6	–	82,0	27,33
12. ЭО-5225-06	г	2,50	1,85	–	121,7	40,51
13. ЕК-12	к	0,65	–	–	49,8	16,63
14. ЕК-14-20	к	0,65	–	–	56,5	18,91
15. ЕТ-14	г	0,80	–	–	63,0	21,00
16. ЕК-18-20	к	1,00	–	–	71,7	23,90
17. ЕТ-18-40	г	1,00	–	–	76,7	25,65
18. ЕТ-25-20	г	1,40	–	–	85,7	28,43

*к – колесная ходовая база; г – гусеничная ходовая база.

Таблица 13

Экскаваторы-планировщики

Марка	Ширина захвата, м	Длина планируемой полосы, м
ЭО-3131	0,80	3,2
ЭО-3523А-1	0,85	3,2
ЭО-3532А	0,90	5,6

Таблица 14

Бульдозеры

Марка	Конструкция отвала*	Габариты отвала, м	Базовый трактор	Стоимость машины, тыс. у. е.	Стоимость маш.-ч, у. е.
1. ДЗ-37	н	2,10×0,6	МТЗ-50	7,22	3,36
2. ДЗ-29А	н	2,56×0,8	ДТ-75	8,00	3,87
3. ДЗ-42	н	2,50×0,8	ДТ-75	8,98	4,03
4. ДЗ-101	н	2,86×0,9	Т-4АП-1	19,48	5,09
5. ДЗ-110А	н	3,28×1,3	Т-130	39,60	6,11
6. ДЗ-27С	н	3,20×1,3	Т-130	39,52	6,08
7. ДЗ-24	н	3,36×1,3	Т-180	44,50	7,65
8. ДЗ-35Б	н	3,64×1,23	Т-180	46,86	7,87
9. ДЗ-118	н	4,31×1,55	ДЭТ-250	107,00	11,40
10. ДЗ-34С	н	4,54×1,55	ДЭТ-250	106,14	11,36
11. ДЗ-18	н	3,94×0,9	Т-100	18,88	4,62
12. ДЗ-104	у	3,28×0,9	Т-4АП-1	19,48	5,09
13. ДЗ-109	у	4,12×1,0	Т-130	41,17	6,80
14. ДЗ-28	у	3,94×1,0	Т-130	42,60	7,00
15. ДЗ-25	у	4,43×1,2	Т-180	51,20	8,43
16. ДЗ-48	у	3,60×1,2	К-702	126,80	14,21

* н – неповоротный отвал; у – универсальный отвал.

Таблица 15

Скреперы

Марка	Вместимость ковша, м ³	Тягач	Стоимость машины, тыс. у. е.	Стоимость маш.-ч, у. е.
<i>Скреперы прицепные</i>				
ДЗ-30 (ДЗ-33)	3,0	ДТ-75	9,92	3,76
ДЗ-111	4,5	Т-4АП1	24,90	4,60
ДЗ-20А	6,7	Т-130	26,60	5,64
ДЗ-26 (ДЗ-77С)	10,0	Т-180	44,10	6,32
ДЗ-23	15,0	ДЭТ-250	–	–
<i>Скреперы полуприцепные</i>				
ДЗ-87-1	4,5	Т-150	27,60	6,00
ДЗ-11-П	8,0	МоАЗ-546	40,80	6,15
<i>Скреперы самоходные</i>				
ДЗ-32	10,0	240 кВт	80,40	10,20
ДЗ-13А	15,0	365 кВт	120,03	16,57

ДЗ-155 с элеваторной загрузкой	15,0	404×2	140,00	18,00
--------------------------------	------	-------	--------	-------

Таблица 16

Автогрейдеры

Марка	Длина отвала, м	Мощность двигателя, кВт	Масса, т	Стоимость машины, тыс. у. е.	Стоимость маш.-ч, у. е.
1. ГС-10-1	2,73	58,8	7,0	51,7	7,08
2. ДЗ-99	3,04	66,0	8,0	62,3	7,24
3. ДЗ-122Б	3,46	99,0	14,6	76,7	8,10
4. ГС-14-02	3,60	110,4	13,5	71,7	8,20
5. ДЗ-31	3,70	130,0	12,4	69,8	8,28
6. А-120-1	3,75	132,0	15,2	70,7	10,24
7. ГС-18-06	3,74	132,0	18,0	81,0	10,60
8. ДЗ-98	4,25	173,0	19,5	91,3	12,82

Производительность при профилировании:

$$\Pi_{\text{см}} = \frac{T \cdot k_{\text{и}} (b \cdot \sin \alpha - a) l \cdot k_{\text{гр}}}{\left(\frac{l}{V_{\text{р}}} + t_{\text{р}} \right) n_{\text{с}}}, \text{ или } \Pi_{\text{см}} = \frac{T \cdot k_{\text{и}} \cdot l \cdot B \cdot k_{\text{гр}}}{\left(\frac{l}{V_{\text{р}}} + t_{\text{р}} \right) n_{\text{с}} \cdot n_{\text{ш}}},$$

где b – длина отвала, м; α – фронтальный угол установки ножа (50–55°); a – ширина перекрытия следа (0,3–0,5 м); l и B – длина и ширина участка профилирования, м; V – рабочая скорость, м/ч; $t_{\text{р}}$ – время разворота (0,01–0,03); $n_{\text{с}}$ – число проходов по одному следу (2–4); $n_{\text{ш}} = \frac{B}{b \cdot \sin \alpha - a}$ – число проходов по ширине участка (целое число); $k_{\text{гр}}$ – коэффициент, учитывающий категорию грунта по трудности разработки.

Группа грунта	1	2	3	4
$k_{\text{гр}}$	1,0	0,8	0,65	0,5

Таблица 17

Дорожные фрезы

Марка	База	Ширина обработки, м	Глубина обработки, м	Рабочая скорость, м/ч	Продолжительность разворота
ДС-18А	Т-130	2,5	0,20	105–760	0,08
ДС-74	Т-158	2,4	0,25	112–960	0,05

Автоцементовозы

Марка	Грузоподъемность, т (м ³)	Время, ч		
		загрузка	подготовка к выгрузке	разгрузка
ТЦ-3А	8 (6,8)	0,1–0,13	0,4	0,175
ТЦ-4	8 (6,8)	0,12–0,13	0,4	0,175
ТЦ-6	13,5 (11,8)	0,11–0,23	0,6	0,280
ТЦ-2	24 (21)	0,32–0,40	0,9	0,320

Учебное издание

Составитель ГУСЕВ Алексей Иванович

**ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

**Методическое пособие
к дипломному и курсовому проектированию для студентов
специальности 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы»
для всех форм обучения**

Сыктывкарский лесной институт – филиал ГОУ ВПО «Санкт-Петербургская государственная
лесотехническая академия имени С. М. Кирова» (СЛИ)
167982, г. Сыктывкар, ул. Ленина, 39
institut@sfi.komi.com, www.sli.komi.com

Подписано в печать 19.04.07. Формат 60 × 90 1/16. Усл. печ. л. 6,2. Тираж 100. Заказ № .

Редакционно-издательский отдел СЛИ.

Отпечатано в типографии СЛП