

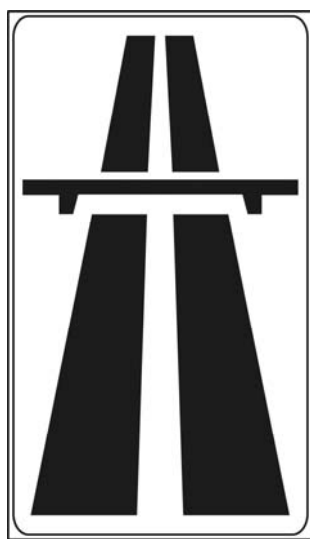
МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Автомобильные дороги»

СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов специальности
1-70 03 01 «Автомобильные дороги»
дневной и заочной форм обучения*

Часть 1



Могилев 2024

УДК 625.7\8
ББК 39.311
С38

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Автомобильные дороги» «26» марта 2024 г.,
протокол № 8

Составитель ст. преподаватель Т. А. Полякова

Рецензент канд. техн. наук, доц. С. В. Данилов

В методических рекомендациях приведены основные теоретические материалы, примеры расчета практических задач по дисциплине «Строительство автомобильных дорог».

Учебное издание

СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Часть 1

Ответственный за выпуск	А. М. Брановицкий
Корректор	А. А. Подошевко
Компьютерная верстка	М. М. Дударева

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 26 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2024

Содержание

Введение.....	4
1 Практическая работа № 1. Климатическая характеристика района строительства. Построение дорожно-климатического графика.....	5
2 Практическая работа № 2. Ознакомление с нормативной литературой по курсу. Определение производительности дорожно-строительных машин ...	9
3 Практическая работа № 3. Расчет объемов и ресурсов на подготовительные работы.....	12
4 Практическая работа № 4. Разработка графика распределения земляных масс.....	14
5 Практическая работа № 5. Выбор машин для возведения земляного полотна.....	16
6 Практическая работа № 6. Расчет ресурсов на земляные работы.....	17
7 Практическая работа № 7. Построение линейного календарного графика возведения земляного полотна.....	18
Список литературы.....	19
Приложение А.....	20
Приложение Б.....	21
Приложение В.....	22

Введение

Целью учебной дисциплины «Строительство автомобильных дорог» является формирование у студентов профессиональных знаний по технологиям строительства, реконструкции и ремонта земляного полотна и дорожных одежд всех существующих категорий автомобильных дорог на основе применения современных материалов, передовых способов строительства и производительных машин и комплексов.

Основные задачи учебной дисциплины: изучить особенности операций технологических процессов, методологию расчета ресурсов и комплектования звеньев при сооружении земляного полотна и строительстве дорожных одежд; требования к качеству строительства на всех этапах сооружения элементов автомобильной дороги; передовой опыт строительства автомобильных дорог и достижения науки и техники в дорожной отрасли; нормативные документы и стандарты, применяемые в расчетных и проектных работах, а также порядок контроля за соблюдением действующих норм и ведения технической документации.

Главная цель методических рекомендаций – закрепление полученных теоретических знаний в области дорожного строительства, выработка навыков работы с нормативной и справочной литературой.

Работа с методическими рекомендациями должна обеспечить формирование компетенций УК 5, БПК 7.

В методических рекомендациях приведены основные теоретические материалы, примеры расчета практических задач и задания по дисциплине «Строительство автомобильных дорог» в соответствии с учебной программой.

1 Практическая работа № 1. Климатическая характеристика района строительства. Построение дорожно-климатического графика

Для рациональной организации строительных работ следует учесть местные погодно-климатические условия. Для этого необходимо построить дорожно-климатический график, на котором должны быть отражены: изменение среднемесячной температуры воздуха; кривая изменения среднемесячного количества осадков; преобладание направления ветра по месяцам; высота снежного покрова.

Кроме того, необходимо указать даты перехода среднемесячной температуры воздуха через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ для нахождения времени начала и окончания основных видов работ.

Для составления дорожно-климатического графика пользуются данными, приведенными в [1, 2].

Дорожно-климатический график состоит из двух частей: верхней (изображающей изменение температуры, количества осадков, высоты снежного покрова и т. д.) и нижней (изображающей возможные периоды выполнения отдельных видов работ).

Работы с каменными материалами проводят при среднесуточной температуре воздуха не ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Работы с горячими асфальтобетонными смесями следует проводить при среднесуточной температуре воздуха не ниже плюс $5\text{ }^{\circ}\text{C}$. При работе с цементобетонными смесями следует придерживаться рекомендуемой среднесуточной температуры воздуха плюс $5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Земляные работы допускается проводить в течение календарного года, за исключением периода распутиц (весенней и осенней). Начало осенней распутицы Z_H может быть приурочено к дате перехода среднемесячной температуры воздуха плюс $3\text{ }^{\circ}\text{C} \dots 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, а окончание Z_K – к дате перехода через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Начало весенней распутицы Z_H и ее окончание Z_K определяются по формулам:

$$Z_H = T_1 + \frac{5}{\alpha};$$

$$Z_K = Z_H + 0,7 \cdot \frac{h_{np}}{\alpha},$$

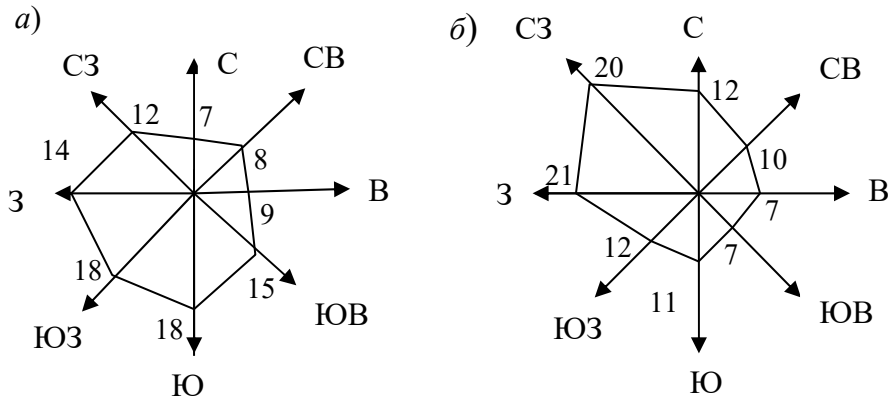
где T_1 – дата перехода среднесуточной температуры через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$;

h_{np} – среднемаксимальная глубина промерзания грунта, см;

α – климатический коэффициент, характеризующий скорость оттаивания грунта, $\alpha = 2,5\text{ см/сут}$.

Повторяемость направления ветра оценивается методами математической статистики, а полученные результаты выражаются в процентах от общего количества наблюдений.

Режим ветра для определенного периода времени (обычно для января и июля) изображают в виде розы ветров (рисунок 1.1), которая представляет собой круговую диаграмму. Повторяемость ветра выражается в виде отрезка, взятого в масштабе и отложенного в направлении частей света.



а – январь; б – июль

Рисунок 1.1 – Роза ветров

Пример составления климатической характеристики района строительства

Для района характерен мягкий климат с суммой градусо-дней мороза 357...710, средней годовой температурой – 5,5 °С...6,5 °С, годовым количеством осадков – 650...750 мм и возможностями испарения – до 635 мм/год.

Наиболее холодным месяцем года является январь со среднемесячной температурой воздуха минус 6,3 °С, наиболее теплым – июль со средней месячной температурой воздуха плюс 17,8 °С.

Переход средней суточной температуры воздуха через 5 °С весной происходит 14 апреля. Длительность периода с температурой воздуха выше 5 °С составляет 187...190 дн. Переход средней суточной температуры воздуха через 10 °С весной происходит около 1 мая, длительность периода с температурой выше 10 °С составляет 145...148 дн.

Продолжительность залегания устойчивого снежного покрова – 98 дн. Средняя глубина промерзания грунта из максимальных составляет 79 см, наибольшая из максимальных – 134 см.

Основные погодно-климатические характеристики района строительства автомобильной дороги приведены в таблицах 1.1–1.7 в соответствии с [1, 2].

Таблица 1.1 – Даты перехода средних суточных температур

Температура, °С	0	5	10	15	Безморозный период
Дата перехода	28/III	14/IV	1/V	4/VI	3/V
	18/XI	18/X	24/IX	25/VIII	3/X
Количество дней	230	188	145	81	182

Таблица 1.2 – Погодно-климатическая характеристика района

Месяц	Средне- месячная температура воздуха, °С	Преоб- ладаю- щее направ- ление ветра	Средне- месячная скорость ветра, м/с	Средне- месячное количество осадков, мм	Число дней с осадками более 5 мм	Средне- декадная высота снежного покрова, мм	Число дней с гроза- ми
Январь	–6,3	Ю	3,5	42	2	14,0	–
Февраль	–5,6	ЮВ	3,5	40	2	20,3	–
Март	–1,3	З	3,4	40	2	15,0	0,1
Апрель	6,2	ЮВ, СЗ	3,3	48	3	1,0	1
Май	13,1	СЗ	3,0	61	4	–	5
Июнь	16,1	СЗ	2,8	81	5	–	7
Июль	17,8	З	2,7	90	5	–	7
Август	16,6	З	2,6	83	5	–	5
Сентябрь	12,1	З	2,8	59	4	–	2
Октябрь	6,4	З	3,2	50	3	–	0,2
Ноябрь	0,9	ЮВ	3,7	53	3	1,3	–
Декабрь	–3,7	Ю	3,5	49	2	6,7	–

Таблица 1.3 – Повторяемость направлений ветра и штилей

В процентах

Месяц	Направление ветра								
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Январь	7	8	9	15	18	18	14	12	4
Февраль	7	8	11	18	14	12	15	14	5
Март	7	11	11	14	14	14	16	13	5
Апрель	8	11	10	15	14	12	14	15	8
Май	13	15	11	12	11	8	12	17	8
Июнь	13	12	8	10	10	10	16	21	6
Июль	12	10	7	7	11	12	21	20	6
Август	11	12	8	9	11	14	16	17	10
Сентябрь	7	7	8	11	14	16	22	15	9
Октябрь	8	7	8	14	18	17	18	14	5
Ноябрь	4	8	10	20	18	18	18	8	3
Декабрь	8	7	8	18	18	10	16	10	3
Год	8	10	9	13	14	14	17	15	6

Таблица 1.4 – Сумма осадков по декадам и месяцам

Декада	Ян- варь	Фев- раль	Март	Ап- рель	Май	Июнь	Июль	Август	Сен- тябрь	Ок- тябрь	Но- ябрь	Де- кабрь
1	15	13	11	15	17	24	25	30	22	18	17	17
2	14	11	11	15	17	25	28	28	18	15	17	17
3	13	11	13	18	20	28	27	27	17	18	18	16

Таблица 1.5 – Число дней с метелями и их продолжительность

Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Всего за год
Среднее число дней с метелью							
0,3	1	4	5	5	3	0,2	19
Наибольшее число дней с метелью							
2	5	9	11	12	10	2	35
Средняя продолжительность метелей, ч							
2	7	23	32	32	18	2	116

Таблица 1.6 – Даты образования и разрушения устойчивого снежного покрова, число дней со снежным покровом

Дата образования устойчивого снежного покрова			Дата разрушения устойчивого снежного покрова			Число дней со снежным покровом
средняя	самая ранняя	самая поздняя	средняя	самая ранняя	самая поздняя	
14/XII	29/X	29/I	21/III	5/II	16/IV	98

Таблица 1.7 – Начало, конец и продолжительность снеготаяния

Дата начала снеготаяния			Дата конца снеготаяния			Средняя продолжительность снеготаяния
средняя	ранняя	поздняя	средняя	ранняя	поздняя	
23/II	26/I	21/III	27/III	19/II	14/IV	32

Продолжительность распутицы:

– весенняя распутица:

$$Z_H = 28/III + \frac{5}{2,5} = 30/III; \quad Z_K = 30/III + 0,7 \cdot \frac{79}{2,5} = 21/IV.$$

– осенняя распутица:

$$Z_H = 18/X; \quad Z_K = 18/XI.$$

Пример построения дорожно-климатического графика приведен на рисунке А.1.

Контрольные вопросы

1 Назовите основные факторы, характеризующие погодно-климатические условия строительства.

2 При каких климатических условиях можно проводить земляные работы?

3 Когда можно работать с цементобетонными и горячими асфальтобетонными смесями?

Задание

Составить климатическую характеристику, построить дорожно-климатический график и розу ветров для Брестской, Витебской, Гомельской, Гродненской, Минской и Могилевской областям.

2 Практическая работа № 2. Ознакомление с нормативной литературой по курсу. Определение производительности дорожно-строительных машин

Обучающимся необходимо ознакомиться с [1, 3–7], а также получить навыки по определению производительности дорожно-строительных машин с использованием нормативной литературы и справочных формул.

Для расчетов производительности дорожно-строительных машин на производстве используют нормы затрат труда, приведенные в [6, 7].

Производительность машины по норме затрат труда определяется по формуле

$$П = \frac{T \cdot И}{H_{вр}},$$

где $И$ – единица измерения при выборе нормы времени [6, 7];

T – продолжительность смены, $T = 8$ ч;

$H_{вр}$ – норма времени, необходимая для выполнения единицы измерения работы, маш.-ч [6, 7].

Нормы времени выбирают по соответствующей расценке [6, 7] по виду работ. При этом учитывают техническую характеристику машины (мощность, емкость ковша, массу и т. д.), группу грунта по трудности разработки (согласно [6, с. 2, таблица 1], дальность перемещения и т. д.

В предварительных теоретических расчетах допускается использовать формулы для подсчета производительности из справочной литературы. При этом необходимо знать полную техническую характеристику используемой машины.

Например, производительность при резании и перемещении грунта бульдозером находится по формуле

$$П = \frac{3600 \cdot T \cdot V \cdot K_e}{T_{ц} \cdot K_p},$$

где V – объем грунта, перемещаемого бульдозером, м³;

T – продолжительность смены, $T = 8$ ч;

K_e – коэффициент использования времени, $K_e = 0,85 \dots 0,9$;

$T_{ц}$ – продолжительность цикла, с;

K_p – коэффициент разрыхления грунта, $K_p = 1,1 \dots 1,3$.

Объем грунта, перемещаемого бульдозером, определяется по формуле

$$V = 0,6 \cdot H^2 \cdot L,$$

где H – высота отвала, м;

L – длина отвала, м.

Продолжительность цикла работы бульдозера рассчитывается по формуле

$$T_{ц} = \frac{L_p}{V_p} + \frac{L_n}{V_n} + \frac{L_p + L_n}{V_x} + 2 \cdot t_n + t_c + t_o,$$

где L_p – путь резания грунта, $L_p = 6 \dots 10$ м;

V_p – скорость движения при наборе грунта, $V_p = 0,4 \dots 0,5$ м/с;

L_n – путь перемещения грунта, м;

V_n – скорость движения при перемещении грунта, $V_n = 0,9 \dots 1,2$ м/с;

V_x – скорость холостого хода, $V_x = 1,1 \dots 1,3$ м/с;

t_n – время, необходимое на разворот трактора, $t_n = 10$ с;

t_o – время, затрачиваемое на опускание отвала, $t_o = 1 \dots 2$ с;

t_c – время, затрачиваемое на переключение передач, $t_c = 5$ с.

Производительность одноковшового экскаватора можно определить по формуле

$$\Pi = \frac{3600 \cdot T \cdot q \cdot K_e \cdot K}{T_{ц} \cdot K_p}.$$

где T – продолжительность смены, $T = 8$ ч;

q – геометрическая емкость ковша, м³;

K_e – коэффициент использования времени, $K_e = 0,75 \dots 0,95$;

K_n – коэффициент наполнения ковша, $K_n = 0,85 \dots 0,95$;

$T_{ц}$ – продолжительность цикла, с;

K_p – коэффициент разрыхления грунта, $K_p = 1,0 \dots 1,4$.

Продолжительность одного цикла работы экскаватора вычисляется по формуле

$$T_{ц} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}{r},$$

где t_1 – время копания грунта в забое, с;

t_2 – время подъема ковша на высоту выгрузки с поворотом платформы, с;

t_3 – время разгрузки ковша, с;

t_4 – время обратного поворота платформы к забою с опусканием ковша, с;

r – коэффициент, учитывающий совмещение различных операций во времени, $r = 1,15 \dots 1,3$.

Ориентировочное значение $t_1 \dots t_4$ можно принять по таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Продолжительность отдельных операций для экскаваторов

Операция	Время, с, затраченное на операцию для экскаватора с емкостью ковша, м ³		
	0,65	1,0	1,6
Наполнение ковша	3	4	6
Подъем груженого ковша с поворотом платформы	4	6	6
Выгрузка грунта	2	3	3
Обратный поворот платформы с опусканием ковша	3	5	5

Производительность катков на пневматических шинах определяется по формуле

$$П = \frac{3600 \cdot T \cdot L \cdot H \cdot (B - a) \times K_e}{n \cdot \left(\frac{L}{V} + t_n\right)},$$

где L – длина уплотняемого участка, м;

H – толщина уплотняемого слоя, м;

B – ширина уплотняемой полосы, м;

a – перекрытие следа катка, м;

n – число прохода катка по одному следу;

V – скорость движения катка, м/с;

t_n – время на повороты катка, с;

K_e – коэффициент использования катка во времени, $K_e = 0,8 \dots 0,9$.

Пример – Определить сменную производительность бульдозера мощностью 79 кВт (108 л. с.) при снятии растительного грунта без корней и примесей толщиной 15 см с перемещением на 10 м.

Решение

При разработке бульдозером грунт растительный без корней и примесей по трудности разработки относится к I группе грунта [6].

Норма времени $H_{вр} = 10,23$ маш.-ч на 1000 м³ [6, таблица Е1-24-5].

Таким образом,

$$П = \frac{8 \cdot 1000}{10,23} = 782,01 \text{ м}^3/\text{смену}.$$

Контрольные вопросы

1 Назовите основные действующие нормативные документы по строительству автомобильных дорог.

2 Как определить производительность дорожно-строительных машин?

3 Как определить группу грунта по трудности разработки?

Задание

1 Сколько необходимо бульдозеров мощностью 79 кВт, чтобы за пять смен снять растительный грунт толщиной 20 см с перемещением на 30 м на площади 125600 м²?

2 Определить сменную производительность прицепного скрепера с емкостью ковша 10 м³ на разработке суглинка легкого с перемещением грунта на 230 м.

3 Сколько необходимо экскаваторов с емкостью ковша 0,65 м³ для разработки с погрузкой в автосамосвалы 18000 м³ грунта I группы за пять смен работы?

4 Определить время, за которое будет разработана выемка объемом 27350 м³ при использовании звена самоходных скреперов с емкостью ковша 8 м³ в количестве двух единиц при дальности транспортирования 900 м. Грунт – песок мелкий.

3 Практическая работа № 3. Расчет объемов и ресурсов на подготовительные работы

Подготовительные работы включают:

- проведение геодезических разбивочных работ;
- расчистку полосы отвода;
- закрепление на местности границ отвода земельных участков под элементы дороги, карьеры и резервы;
- переустройство коммуникаций и устройство поверхностного водоотвода;
- устройство временных дорог и объездов;
- проведение работ по сносу или переносу строений и сооружений;
- снятие и складирование плодородного слоя грунта.

Разбивку земляного полотна следует выполнять в соответствии с [3]. При разбивке должны быть вынесены в натуру и закреплены все пикеты и плюсовые точки, вершины углов поворотов, главные и промежуточные точки кривых и установлены дополнительные реперы у высоких (свыше 3 м) насыпей и глубоких (более 3 м) выемок, вблизи искусственных сооружений, через 500 м на пересеченной местности, а также на участках комплексов зданий и сооружений дорожной и автотранспортной служб. Разбивочные знаки дублируются за пределами полосы производства работ.

Рабочая разбивка контуров насыпей и выемок, других сооружений, высотных отметок, линий уклонов поверхности откосов производится от установленных знаков пикетов и реперов не реже чем через 50 м на прямых и 10...20 м на кривых непосредственно перед выполнением соответствующих технологических операций.

Плодородный грунт должен быть снят на установленную проектной документацией толщину со всей поверхности, занимаемой земляным полотном, резервами и другими сооружениями, и сложен в валы вдоль границ дорожной полосы или в штабели в специально отведенных местах.

Поверхность основания насыпи должна быть полностью освобождена от леса, кустарника, камней и комьев, диаметр которых превышает $\frac{2}{3}$ толщины устраиваемого слоя, а также от посторонних предметов. Спиливание деревьев выполняется обычно моторными пилами. Деревья очищают от сучьев, разделяют на сортименты и транспортируют на промежуточный склад трелевочным трактором. Корчевка пней выполняется корчевателями-собирающими или бульдозерами. При насыпях от 1,5 до 2 м пни должны быть срезаны вровень с землей, а при насыпи более 2 м – на высоте не более 10 см от земли.

Поверхность основания должна быть выровнена. Ямы, траншеи, котлованы и другие местные понижения, в которых может застаиваться вода, в процессе выравнивания поверхности засыпаются недренирующим грунтом с его уплотнением.

Кустарник удаляют с помощью кусторезов или бульдозеров.

Объемы работ по валке леса устанавливают в соответствии с характеристикой леса: густоты, крупности, диаметра ствола и пня [8, таблицы Б.1 и Б.2].

Плодородный грунт удаляют с пашни, выгона, луга. Толщину снимаемого слоя устанавливают по проекту, для расчетов можно принять 0,2...0,3 м.

Ширину полосы отвода назначают в соответствии с категорией дороги, высотой насыпи [8, таблица Б.3].

Результаты расчета сводят в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Ведомость объемов подготовительных работ

Пикет	Протяжён- ность участка, м	Площадь валки леса, га	Площадь удаления кустарника, га	Раскряжёвка леса, м ³	Корчевание пней, шт.
ПК17+20-ПК23+20	600	1,44	–	27,36	144
...
Итого		2	0,54	38	200

Расчет необходимых ресурсов для выполнения подготовительных работ производят по нормам затрат [6]. При этом определяют нормы времени в машино-часах и человеко-часах по каждому виду работ. Используются расценки Е1-191, Е1-192, Е1-193, Е1-197, Е1-203, Е1-207, Е1-199, Е1-25.

Трудоемкость подготовительных работ определяют умножением объемов работ на нормы времени (машино-часах и человеко-часах).

Расчеты ведут в табличной форме (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Ведомость подсчета трудозатрат на подготовительные работы

Обоснование норм	Описание рабочих процессов и операций	Единица измерения	Объем работ	Норма времени				Состав звена	
				на единицу измерения		на весь объем			
				чел.-ч	маш.-ч	чел.-дн.	маш.-смена	Машина	Средний разряд строителей
E1-191-5	Валка с корня деревьев, диаметр ствола до 32 см	100 деревьев	2,00	15,58	0,76	3,89	0,19	Пила механическая	4,3
...									

По результатам расчетов делают вывод о принятом количестве смен на выполнение подготовительных работ.

На основании перечня выполняемых работ, выполненных расчетов и принятого количества смен, комплектуют специализированное звено с учетом полной загрузки машин и механизмов.

Количество машин и рабочих-строителей на выполнение данного вида работ определяют путем деления трудоемкости на принятое количество смен.

Контрольные вопросы

1 Назовите состав подготовительных работ по строительству автомобильных дорог.

2 Как скомплектовать специализированное звено на подготовительные работы?

Задание

Определить объемы и ресурсы на подготовительные работы по исходным данным курсового проектирования.

4 Практическая работа № 4. Разработка графика распределения земляных масс

График распределения земляных масс составляется на основании профильных объемов земляных работ с учетом коэффициента относительного уплотнения, который учитывает разницу в плотности грунта естественного залегания и в построенной насыпи.

Вначале определяют попикетные объемы путем умножения профильных объемов насыпей на коэффициент относительного уплотнения в зависимости от заданного вида грунта и требуемого коэффициента уплотнения. Значения

коэффициента требуемого уплотнения $K_{тр}$ определяют по [9] в зависимости от части земляного полотна, глубины расположения слоя (можно принять рабочий слой до 1,5 м) и типа дорожной одежды (принимается облегченный тип с асфальтобетонным покрытием). Значения коэффициента относительного уплотнения $K_{отн}$ ориентировочно определяют по [9] с учетом требуемого коэффициента уплотнения и вида грунта. При необходимости значения интерполируют.

При распределении земляных работ в первую очередь используют грунт выемок (если он пригоден для насыпей). Недостающий объем грунта берется из специально разрабатываемого притрассового карьера (резерва).

На графике распределения указывают пикетные объемы насыпи, выемки, кювета, места получения грунта, способы ведения земляных работ. Указывают места разработки (набора) и места выгрузки грунта. Построение графика начинают с выемок, грунт из которых перемещают в ближайшую насыпь.

Если грунта выемки на пикете больше, чем необходимо для отсыпки насыпи, то излишки перемещают на соседний пикет (или в кавальер).

Если грунта из выемки недостаточно для возведения насыпи, то добавляется грунт из другого пикета выемки или из карьера.

После распределения грунта из выемки, недостающий объем доставляется из резерва.

Все перемещения грунта показывают на схеме стрелками и одновременно записывают в соответствующие строки графика.

На графике распределения земляных масс отображают ситуационный план трассы и расположение карьеров и кавальеров с длиной подъездных путей.

Затем распределяют объемы земляных работ по машинам (бульдозер, скрепер, экскаватор) с учетом дальности транспортировки и ранее выбранных ведущих машин.

Рассчитываются объемы планировки верха земляного полотна и откосов по типам и конструкциям поперечных профилей.

В каждой строке объемы суммируются по километрам и всего по дороге.

Форма графика распределения земляных масс приведена на рисунке Б.1.

Контрольные вопросы

- 1 Как определяется попикетный объем насыпи?
- 2 Какова последовательность разработки графика распределения земляных масс при возведении земляного полотна?

Задание

Составить график распределения земляных масс по исходным данным курсового проекта.

5 Практическая работа № 5. Выбор машин для возведения земляного полотна

Предварительный выбор наиболее рациональных средств механизации для земляных работ производится по [8, таблица В.1].

Подбирая состав специализированного подразделения следует в первую очередь определить основные (ведущие) машины, при помощи которых можно с наименьшими затратами выполнить основные объемы земляных работ, а затем и вспомогательные (комплектующие) машины для выполнения работ, входящих в технологический процесс сооружения земляного полотна.

Окончательный выбор средств механизации из предварительно установленных вариантов производится путем технико-экономического сравнения.

Отличие вариантов состоит главным образом в использовании различных ведущих машин. Выбор ведущих машин можно провести путем сравнения средней стоимости работ.

Сначала необходимо предварительно назначить по две ведущие машины на каждый участок с учетом вида работ и средней дальности перемещения грунта, указать объем работ исходя из разбивки трассы на участки с однородным характером работ. Затем надо рассчитать производительность каждой машины по нормам времени [6] и согласно общепринятым принципам расчета [8]. Требуемое количество смен для каждой машины определяется как частное от деления объема работ на производительность. Стоимость машино-часа для различных видов машин приведена в [8, таблица 3.1].

Расчет сводят в ведомость для каждого характерного участка производства работ.

По наименьшей стоимости работ принимают окончательный вариант ведущих машин.

Пример расчета приведен в таблице 5.1.

Аналогичные расчеты могут быть выполнены для выбора вспомогательных машин в звене.

Таблица 5.1 – Ведомость сравнения способов производства работ по ведущей машине

Участок	Машина	Объем грунта, м ³	Производительность, м ³ /смену	Требуемое количество смен	Стоимость машино-смены, р.	Общая стоимость работ, р.
1 ($L_{cp} = 70$ м)	Бульдозер SWD100 мощностью 79 кВт	962	97,71	10	13,76	137,6
	Бульдозер SWD140 мощностью 59 кВт		83,73	12	12,56	150,72
...						

Далее формируют специализированное механизированное звено. Расчеты сводят в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 – Состав механизированного звена

Наименование машин	Количество машин (коэффициент их использования)	Квалификация рабочих	Количество рабочих
Бульдозер ДЗ-132-1	1 (0,24)	Машинист	1
...			

Контрольные вопросы

- 1 Какие объемы земляных работ используют в расчетах ресурсов?
- 2 Где отражается принятое количество смен по возведению земляного полотна?

Задание

Рассчитать ресурсы и скомплектовать специализированное звено для возведения земляного полотна.

7 Практическая работа № 7. Построение линейного календарного графика возведения земляного полотна

Линейный календарный график является одним из обязательных элементов проекта организации строительства автомобильной дороги. Он отражает последовательность и сроки выполнения работ звеньями на отдельных участках. График состоит из двух частей – верхней, отражающей выполнение работ, и нижней, содержащей информацию о протяженности участка строительства, схематический план дороги, объемы работ.

На графике с учетом технологической последовательности откладываются принятые по расчетам сроки выполнения всех видов работ. При этом учитываются заданные сроки начала проведения работ, причем во время распутицы земляные работы не ведутся.

Линейные дорожно-строительные работы показываются наклонными линиями по всей длине участка строительства, сосредоточенные (например, строительство искусственных сооружений) – вертикальными, напротив мест их расположения на плане дороги (с учетом продолжительности выполнения).

Линии на графике должны идти в строгой технологической последовательности выполнения работ и не должны пересекаться.

Между специализированными звеньями должны быть предусмотрены организационно-технологические перерывы в одну-две смены.

Пример построения линейного календарного графика приведен на рисунке В.1.

Контрольные вопросы

- 1 Что отражается на линейном календарном графике?
- 2 Как показываются сосредоточенные и линейные работы на графике?

Задание

Построить линейный календарный график организации работ для возведения земляного полотна по ранее выполненным расчетам.

Список литературы

- 1 **СНБ 2.04.02–2000**. Строительная климатология. – Минск: М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2001. – 36 с.
- 2 **Кислов, А. В.** Климатология: учебник / А. В. Кислов, Г. В. Суркова. – 3-е изд., доп. – Москва: ИНФРА-М, 2017. – 324 с.
- 3 **ТКП 059.1–2020**. Автомобильные дороги. Правила устройства. – Минск: Белавтодор, 2020. – 93 с.
- 4 **ТКП 094–2021**. Автомобильные дороги. Правила устройства асфальтобетонных покрытий и защитных слоев. – Минск: Белавтодор, 2021. – 34 с.
- 5 **ТКП 313–2021**. Автомобильные дороги. Земляное полотно. Правила устройства. – Минск: Белавтодор, 2021. – 196 с.
- 6 **НРР 8.03.101–2017**. Сборник нормативов расхода ресурсов в натуральном выражении на строительные конструкции и работы. Сб. № 1: Земляные работы. – Минск: М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2017. – 518 с.
- 7 **НРР 8.03.127–2017**. Сборник нормативов расхода ресурсов в натуральном выражении на строительные конструкции и работы. Сб. № 27: Автомобильные дороги. – Минск: М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2017. – 386 с.
- 8 Строительство автомобильных дорог: методические рекомендации к курсовому проектированию для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» дневной и заочной форм обучения / Сост. Т. А. Полякова. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2021. – Ч. 1. – 29 с.
- 9 **ТКП 200–2018**. Автомобильные дороги. Земляное полотно. Правила проектирования. – Минск: БелдорНИИ, 2018. – 196 с.

Приложение А (справочное)

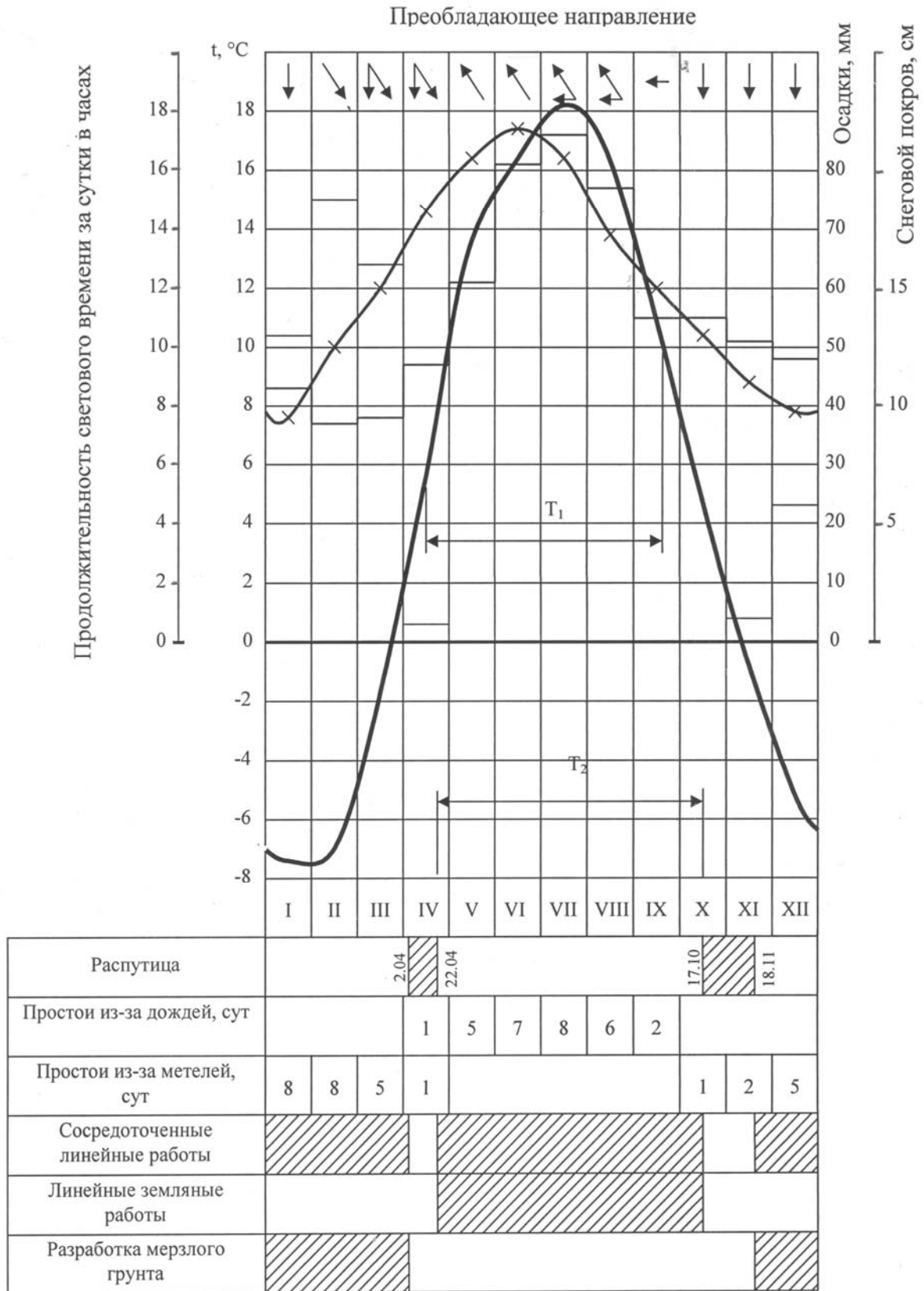


Рисунок А.1 – Дорожно-климатический график района строительства

Приложение Б (справочное)

Пикет		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	Итого	
Профильный объем работ	Насыпь	13	262	310	83	62	550	9	252	385	35	1961	
	Выемка	859										859	
	Кювет	22	110	51	18	19	4	5	4	80	136	449	
	Растительный грунт	200	314	322	367	344	348	366	326	353	314	3254	
	Присыпные обочины	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	500	
Объем с учетом коэф- фициента уплотнения	Коэффициент уплотнения	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05		
	Насыпь	14	275	326	87	65	578	9	265	404	37	2060	
	Присыпная обочина	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	520	
Распреде- ление земляных работ	Из выемок		157	275	69	46	312					859	
	Из кюветов	14	118	51	18	19	4	5	4	179	37	449	
	Из карьера	52	52	52	52	52	314	56	313	277	52	1272	
	В отвал	200	314	322	367	344	348	366	326	353	314	3226	
Направление транспортировки и зоны обеспечения													
Схематический план трассы, расположение резервов													
Способы разработки и виды транспортировки	Экскаватор 0,5м ³ в насыпь	14	110	51	18	19	4	5	4	80	37	342	
	Экскаватор 0,5м ³ с перевозкой авто- транспортом до	1,0 км		165	275	69	46	312			99		966
		2,0 км											
		3,0 км											
	Экскаватор 0,65м ³ с перевозкой ав- тотранспортом до	1,0 км											
		2,0 км											
		3,0 км											
		4,0 км	52	52	52	52	52	314	56	313	277	52	1272
5,0 км													
6,0 км													
7,0 км													
Бульдозер с перемещением до 15м	200	314	322	367	344	348	366	326	353	314	3226		
Всего оплачиваемых земляных работ												5806	
Планировка, м ²	Верх земляного полотна	1248	1194	1194	1194	1194	1194	1194	1194	1194	1194	1194	
	Обочин	Механизировано	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	3300
		Механизировано	319	377	365	296	278	430	198	302	445	402	3412
	Откосов насыпи	Вручную											
		Механизировано	235	486	310	160	243	56	104	78	166	365	2203
Дна кюветов	Вручную												
Укрепление, м ²	Засев трав	380	763	650	456	446	441	252	320	611	767	5086	

Рисунок Б.1 – График распределения земляных масс

Приложение В (справочное)

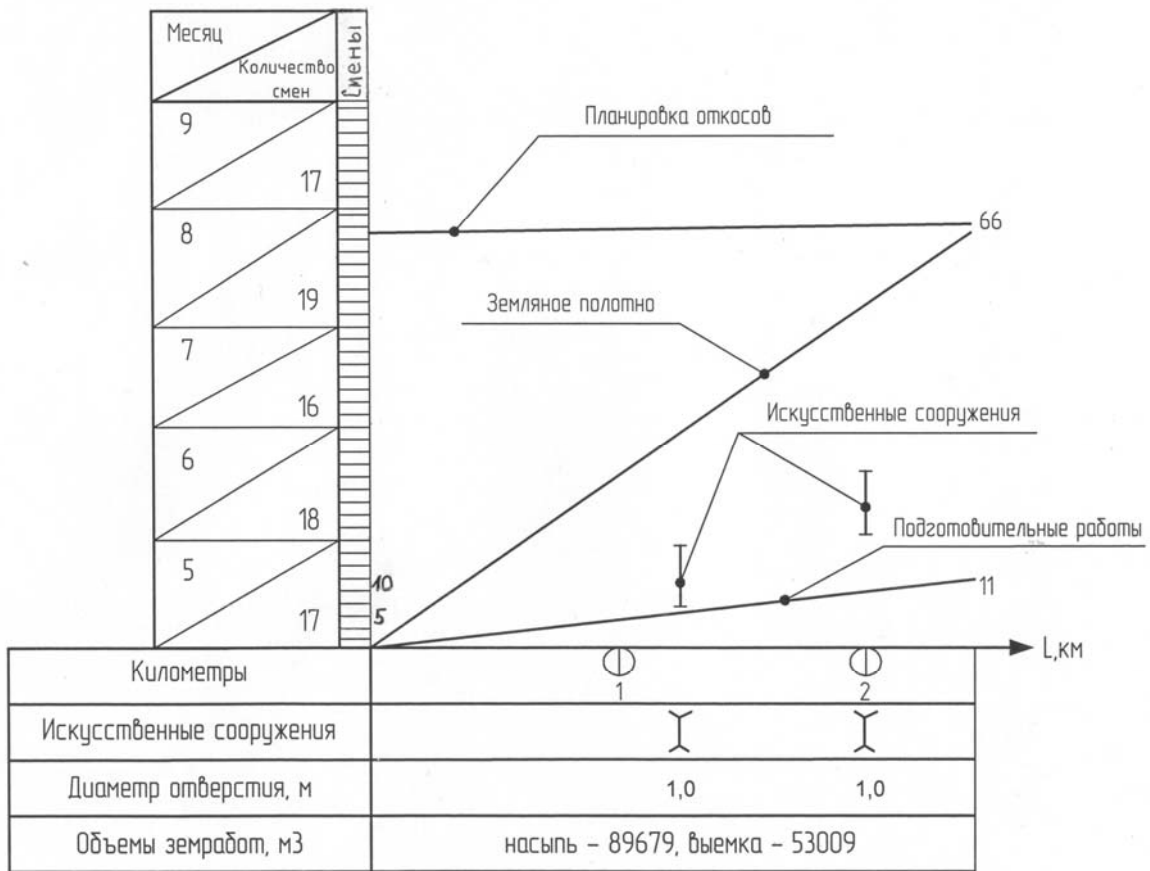


Рисунок В.1 – Линейный календарный график