

К 76

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА ТРАНСПОРТА И ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Б.А.Кошелев
Д.В.Демидов
С.А.Пашкин

**ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

ЧАСТЬ 1
ПОДГОТОВКА ДОРОЖНОЙ ПОЛОСЫ.
УСТРОЙСТВО ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ.
ВОЗВЕДЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Методические указания для студентов
специальности 291000 «Автомобильные дороги и аэродромы»
очной и заочной форм обучения

ЕКАТЕРИНБУРГ
2001

ВВЕДЕНИЕ

Целью методических указаний является оказание помощи студентам очной и заочной форм обучения специальности 291000 «Автомобильные дороги и аэродромы» в выполнении курсового проекта по дисциплине «Технология и организация строительства автомобильных дорог» и подготовке дипломного проекта строительства автомобильной дороги.

В настоящих методических указаниях приводятся последовательность и методика выполнения курсового проекта.

1. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА

Курсовой и дипломный проекты должны быть максимально приближены к уровню выполнения *проекта производства работ (ППР)* согласно СНиП 3.01.01-85 [1] применительно к конкретным условиям деятельности дорожно-строительных организаций. В целом проект на строительство автомобильной дороги охватывает два основных раздела: *возведение земляного полотна с подготовкой дорожной полосы и устройством искусственных сооружений, устройство дорожной одежды с обустройством дороги.*

Исходными данными для выполнения ППР, а, следовательно, и курсового проекта являются:

- общие сведения о природно-климатических и грунтово-геологических условиях строительства;
- рабочие чертежи (продольный профиль автомобильной дороги, план трассы в горизонталях, ведомость объемов земляных работ);
- сведения о размещении резервов и карьеров, а также качестве местных строительных материалов (паспорта карьеров, сертификаты материалов);
- сведения об источниках получения привозных строительных материалов (битумов, железобетонных изделий и т.д.);
- сведения о количестве и типах дорожно-строительных машин, имеющихся на балансе в дорожно-строительных организациях.

Для выполнения реального проекта целесообразно в период производственной практики собрать сведения по применяемым или разрабатываемым новым технологиям выполнения дорожно-строительных работ, современным материалам и машинам, в первую очередь, иностранных производителей. В качестве исходных данных могут быть использованы также материалы ранее выполненного курсового проекта по дисциплине «Изыскания и проектирование автомобильных дорог».

Расчетно-пояснительная записка состоит из введения и семи разделов. Во *введении* следует отразить значение строительства автомобильных

дорог, а также основные направления технического прогресса в организации и механизации дорожно-строительных работ. Содержание других разделов проекта приведено в настоящих методических указаниях.

По мере выполнения расчетов и графических работ пояснительную записку рекомендуется оформлять начисто, предъявляя выполненные разделы преподавателю для проверки на очередном контроле или консультации. Оформление курсового проекта выполняется на основании ГОСТ 2.105-79 [2].

2. ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

2.1. Техничко-экономическая характеристика района строительства автомобильной дороги

В разделе даются краткие сведения об экономическом развитии района строительства дороги и расположении основных транспортных путей с указанием вида транспорта и категорий дорог. На основе экономики-транспортных связей приводятся данные о грузо- и пассажироперевозках, обосновывается категория автомобильной дороги и ее назначение. Кроме того, приводится характеристика организации, строящей дорогу.

Исходя из требований СНиП 2.05.02-85 [3], производится анализ плана и профиля, приводятся технические показатели дороги (табл. 1).

Таблица 1

Технические показатели автомобильной дороги	Ед. измерения	Значения показателей

Описываются рельеф и грунты на трассе, определяются тип местности по увлажнению, карьеры местных строительных материалов. Указывается пригодность материалов для строительства дороги.

2.2. Климатическая характеристика района строительства дороги

На основе СНиП 23-01-99 [4] приводятся климатические показатели района строительства автомобильной дороги и составляется дорожно-климатический график (рис. 1). График необходим для назначения сроков производства дорожно-строительных работ в интервалах между весенней и осенней распутицами.

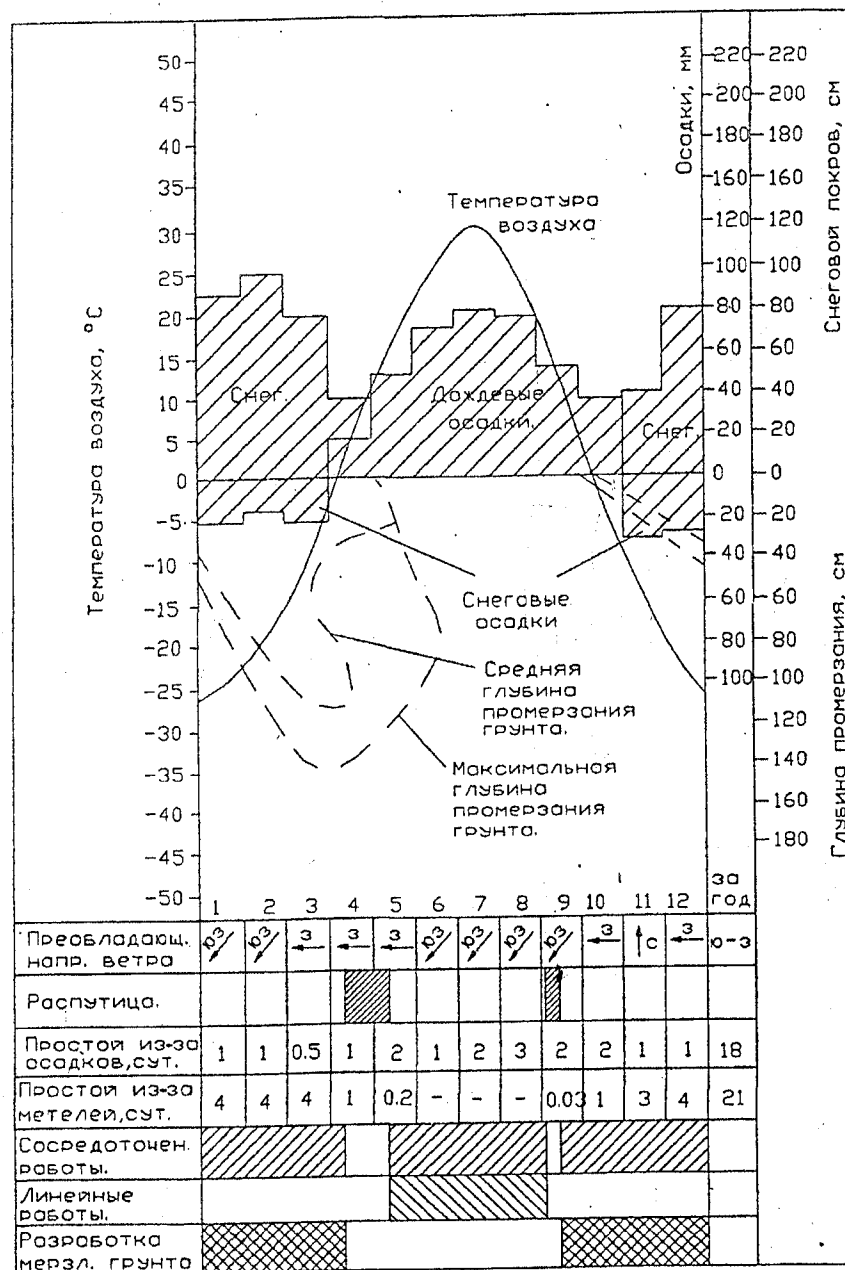


Рис. 1. Дорожно-климатический график

2.3. Выбор метода организации работ и расчет

основных его параметров

2.3.1. Обоснование принятого метода организации работ

Весь комплекс дорожно-строительных работ подразделяется на линейные и сосредоточенные. Линейные работы относительно равномерно распределены по всей трассе. Сосредоточенные работы характеризуются большими объемами и неравномерным расположением их по длине трассы. К ним относят земляные работы с объемом на 1 км, превышающим средний объем земляных работ на дороге в 3 раза и более, а также устройство средних и больших мостов, тоннелей, производственных предприятий, пересечений в разных уровнях, комплексов дорожной и автотранспортной служб.

Главный метод организации работ по строительству автомобильной дороги - поточный, основой которого является комплексный поток, где выполнение линейных и сосредоточенных работ по трассе должно быть увязано во времени и в пространстве с таким расчетом, чтобы линейные работы выполнялись без перерывов, т.е. выполнение сосредоточенных работ должно опережать выполнение линейных работ.

При этом методе все виды работ выполняются специализированными механизированными подразделениями, перемещающимися по трассе в строгой технологической последовательности, как правило, с одинаковой скоростью перемещения. В равные промежутки времени (смена, день) заканчивается строительство равных по длине участков автомобильной дороги.

Специализированные потоки включают в себя несколько частных потоков, например, при устройстве дорожной одежды частные потоки будут предназначены для устройства конструктивных слоев дорожной одежды.

Каждый частный поток состоит из отдельных участков, на которых специализированные звенья выполняют определенные рабочие операции. Такие участки называются захватками. Длину захватки, как правило, принимают равной сменной производительности потока; иногда захватки бывают двух-, трех- или четырехсменными.

Между частными и специализированными потоками, а иногда и между отдельными захватками устраивают разрывы (технологические, организационные), измеряемые количеством смен.

В зависимости от характера и объемов строительных работ рекомендуется работы по строительству дороги назначать в следующей последовательности: в зимний период прорубку просеки выполняет специализированная комплексная бригада, основные работы производятся

комплексным потоком, в составе которого отдельные его звенья выполняют линейные и сосредоточенные работы:

- линейные работы по подготовке дорожной полосы (восстановление трассы, очистка трассы от камней, кустарника, спиливание и корчевка пней, снятие растительного слоя);
- сосредоточенные работы по устройству искусственных сооружений;
- сосредоточенные земляные работы в местах устройства искусственных сооружений, высоких насыпей и глубоких выемок;
- линейные земляные работы по возведению земляного полотна из привозного грунта, рекультивация нарушенных земель;
- линейное устройство дорожной одежды отдельными звеньями по укладке конструктивных слоев;
- обустройство дороги в составе комплексного потока.

При устройстве насыпи на болотах и других слабых грунтах земляные работы могут быть назначены в зимний период.

С целью максимального использования светового дня целесообразно принять следующую сменность работ: прорубку просеки и устройство искусственных сооружений - в 1 смену, остальные работы - в 2 смены.

2.3.2. Календарная продолжительность строительного сезона

Календарные сроки продолжительности строительного сезона устанавливаются на основе средних многолетних данных СНиП 1.04.03-85 [5] (Приложение 1). Следует отметить одну закономерность, связанную с началом строительного сезона. Вне зависимости от вида работ дата начала сезона в одной какой-либо области одна и та же, что объясняется фактором проежаемости колесных машин и отсутствием прилипания грунта к рабочим органам дорожно-строительных машин. Даты окончания строительного сезона для отдельных видов дорожно-строительных работ различны из-за неодинаковых технологических свойств применяемых дорожно-строительных материалов.

Начало основных работ назначается на конец весенней распутицы, а их окончание - на начало осенней распутицы.

При отсутствии данных даты начала весенней распутицы Z_n и ее окончания Z_k определяются по формулам [6]:

$$Z_n = T_0 + 5 / \alpha; \quad (1)$$

$$Z_k = Z_n + (0,7 h_{np} / \alpha), \quad (2)$$

где T_0 - дата перехода температуры воздуха через 0°C ;

α - климатический коэффициент, характеризующий скорость оттаивания грунта, м / сутки (для Курганской области $\alpha = 6$, для

Пермской области $\alpha = 4,5$, для Свердловской области $\alpha = 4$, для Челябинской области $\alpha = 3,5$;

h_{np} – максимальная глубина промерзания грунта в районе строительства, см (для Курганской области $h_{np} = 200$ см, для Пермской области $h_{np} = 180$ см, для Свердловской области $h_{np} = 190$ см, для Челябинской области $h_{np} = 180$ см).

Количество рабочих смен в строительном сезоне

$$T_{см} = K_{см} (T_k - T_{вых} - T_{ам} - T_{тех}), \quad (3)$$

где $K_{см}$ – коэффициент сменности (во II дорожно-климатической зоне для Европейской части $K_{см} = 1,85$, для Сибири $K_{см} = 2,0$);

T_k – календарная продолжительность строительного сезона, дни;

$T_{вых}$ – число выходных и праздничных дней, приходящихся на период календарной продолжительности сезона (определяется по календарю);

$T_{ам}$ – число нерабочих дней по метеорологическим условиям, приходящихся на период календарной продолжительности сезона (см. Приложение 1);

$T_{тех}$ – простои по техническим причинам (ремонт, профилактика машин, организационные и технологические причины), дни; во II дорожно-климатической зоне для Европейской части $T_{тех} = 17$ дней, для Сибири $T_{тех} = 12$ дней с уменьшением пропорционально соотношению проектной и нормативной протяженности дороги II км.

Для определения календарной продолжительности производства дорожно-строительных работ вводится коэффициент перевода рабочих дней в календарные:

$$K = T_k / T_p \quad (4)$$

где T_p – количество рабочих дней производства дорожных работ.

2.3.3. Определение темпа потока

Длина участка готовой дороги, построенной за одну смену, называется темпом потока, или скоростью комплексного потока (м / смену):

$$V = L / (T_{см} - N_p), \quad (5)$$

где L – длина участка строящейся дороги, м;

N_p – период развертывания комплексного потока, смены.

Значение длины захватки после округления в большую сторону должно быть кратным 25.

Период развертывания комплексного потока N_p определяют в зависимости от видов и объемов работ, которые будут выполняться при строительстве автомобильной дороги. При этом необходимо обеспечить организационные и технологические разрывы (одна - две смены) между работой отдельных отрядов (звеньев). Иногда эти разрывы достигают двух - трех недель, необходимых для формирования конструктивных слоев дорожной одежды (для цементобетонного покрытия 21 - 28 календарных дней).

Для определения времени работы звеньев по устройству конструктивных слоев дорожной одежды и размера разрывов между их работой рекомендуется использовать ориентировочные данные (табл. 2).

Таблица 2

Вид работы звеньев по устройству конструктивных слоев дорожной одежды	Количество смен работы звена	Разрывы в звеньях, смены
1. Устройство однослойного песчаного или гравийного основания	2	1
2. Устройство оснований из укрепленного грунта или укрепленной песчано-гравийной (грунто-щебеночной) смеси	3	6
3. Устройство основания из фракционированного щебня	3	1
4. Устройство покрытия из фракционированного щебня	4	1
5. Устройство однослойного основания из фракционированного щебня методом пропитки битумом	2	1
6. Устройство однослойного покрытия из фракционированного щебня методом пропитки битумом	3	1
7. Устройство основания из черного щебня	2	1
8. Устройство покрытия из черного щебня	3	1
9. Устройство покрытия из асфальтобетонной смеси	1	1
10. Устройство одиночной поверхностной обработки	1	0
11. Устройство двойной поверхностной обработки	2	0
12. Устройство однослойного цементобетонного основания	1	20
13. Устройство цементобетонного покрытия	1	30
14. Устройство присыпных обочин и выполнение укрепительных работ на обочинах	3	1
15. То же на дорогах I категории с выполнением работ по устройству разделительной полосы	4	1
16. Планировка откосов и горизонтальных площадей земляного полотна и резервов, а также распределение растительного грунта по этим площадям. Ликвидация временных съездов	2	0
17. Обстановка пути	2	0

Необходимое количество смен (захваток) работы отряда по возведению насыпи в комплексном потоке зависит от количества слоев возводимой насыпи. Каждый слой насыпи будет возводиться на двух захватках: на первой производится разработка грунта из боковых резервов с перемещением в насыпь (подвозка из сосредоточенного резерва) и разравнивание, на второй – послойное уплотнение грунта.

С учетом срезки растительного грунта в пределах полосы отвода с уплотнением поверхности земли в пределах насыпи (одна захватка), а также выполнения отделочных работ (одна захватка) общее количество захваток (смен) для возведения насыпи будет при двухслойной насыпи – 6, при трехслойной насыпи – 8, при четырехслойной – 10 и т.д.

Учитывая неравномерность объемов земляных работ на трассе, разрыв в работе отряда по выполнению линейных земляных работ и следующего звена может быть принят в две - четыре смены.

Вследствие того, что искусственные сооружения фактически являются сосредоточенными объектами, их тип и размеры колеблются в больших пределах. Разрыв между их устройством и началом работ по возведению земляного полотна может составлять две - четыре смены.

Целесообразно устройство малых искусственных сооружений или их части проводить заблаговременно в осенне-зимний период. При этом создается задел, позволяющий в начале строительного сезона сразу приступать к выполнению земляных работ. В данном случае при расчете периода развертывания комплексного потока время на устройство искусственных сооружений не должно учитываться.

Пользуясь рекомендациями о количестве смен (захваток) работы звеньев по устройству конструктивных слоев дорожной одежды и приведенными выше данными по строительству малых искусственных сооружений и возведению земляного полотна, определяем период развертывания потока:

$$N_p = \Sigma t + \Sigma n, \quad \checkmark = 5-10 \text{ смены} \quad (6)$$

где Σn – организационно-технологические разрывы между работой звеньев (отрядов), смены (захватки);

Σt – устройство малых искусственных сооружений, выполнение линейных земляных работ, устройство конструктивных слоев дорожной одежды, смены (захватки),

$$\Sigma t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6. \quad \checkmark \quad (7)$$

Здесь t_1 – устройство первого в потоке малого искусственного сооружения, смены;

t_2 – возведение насыпи, смены;

t_3 – устройство подстилающего слоя, смены;

t_4 – устройство основания, смены;

t_5 – устройство нижнего слоя покрытия, смены;

t_6 – устройство верхнего слоя покрытия (с поверхностной обработкой, если устраивается), смены.

При применении специализированных машин необходимо увязывать длину захватки с производительностью этих машин. Так, при применении автогудронаторов, поливомоечных машин и распределителей дорожно-строительных материалов длина захватки увеличивается по сравнению с расчетной, при укладке железобетонных плит скорость потока, наоборот, уменьшается.

3. ПОДГОТОВКА ДОРОЖНОЙ ПОЛОСЫ

Сооружению земляного полотна предшествуют подготовительные работы, в состав которых входят восстановление и закрепление трассы, прорубка просеки, очистка дорожной полосы от пней, кустарника и крупных камней, снятие и складирование растительного слоя в пределах полос временного отвода, разбивка земляного полотна, устройство временных дорог, устройство осушительных и водоотводных канав, снос, переустройство и перенос сооружений в зоне работ.

3.1. Восстановление и закрепление трассы

В подразделе указывается состав работ на восстановление и закрепление трассы и приводятся схемы закрепления трассы. При прокладке дороги назначается полоса отвода земли при обязательном разделе на постоянный отвод под земляное полотно с земляными сооружениями и временный отвод для размещения притрассовых и сосредоточенных резервов, полос для складирования плодородного слоя (табл.3 «Ведомость отвода земель»).

Таблица 3

Наименование земель	Местоположение участка				Протяженность, м	Ширина отвода земель, м		Площадь земель, га	
	Начало		Конец			Постоянный отвод	Временный отвод	Постоянный отвод	Временный отвод
	ПК	+	ПК	+					
Сосредоточенный резерв	Справа 150 м ПК 3+00 строящейся дороги				300	-	200	-	6,0
Автодорога	0	00	50	00	5000	30	20	15,0	10,0
Итого отвод земель								15,0	16,0

Нормы постоянного отвода земель для автомобильных дорог устанавливаются по требованиям СН 467-74 [7] (табл. 4).

Таблица 4

Высота насыпи, м	Ширина полос отвода земель для автомобильных дорог на равнинной местности с поперечными уклонами от 0 до 90‰ с постоянным заложением откосов земляного полотна, м																									
	I категории с четырехполосным движением			II категории с двухполосным движением			III категории с двухполосным движением			IV категории с двухполосным движением		V категории с однополосным движением														
	1:4	1:3	1:2	1:4	1:3	1:2	1:4	1:3	1:2	1:3	1:2	1:3	1:2													
	ПК	+	ПК	+	ПК	+	ПК	+	ПК	+	ПК	+	ПК	+	ПК	+										
1	46	43	39	34	30	27	31	27	24	25	22	23	21	58	55	51	43	37	33	40	35	31	33	29	32	28
1,5	50	46	41	38	33	29	35	31	26	28	24	26	22	86	80	73	61	54	47	57	50	43	48	41	46	39
2	46	42	38	33	29	25	30	26	22	24	20	22	18	116	106	95	75	67	59	70	64	58	60	54	57	51
3	-	-	42	-	-	29	-	-	26	-	24	-	22	-	-	42	-	-	29	-	-	26	-	24	-	22
4	-	-	46	-	-	33	-	-	30	-	28	-	26	-	-	46	-	-	33	-	-	30	-	28	-	26
5	-	-	50	-	-	37	-	-	34	-	32	-	30	-	-	50	-	-	37	-	-	34	-	32	-	30
6	-	-	54	-	-	41	-	-	38	-	36	-	34	-	-	54	-	-	41	-	-	38	-	36	-	34
7	-	-	58	-	-	45	-	-	42	-	40	-	38	-	-	58	-	-	45	-	-	42	-	40	-	38
8	-	-	62	-	-	49	-	-	46	-	44	-	42	-	-	62	-	-	49	-	-	46	-	44	-	42
9	-	-	66	-	-	53	-	-	50	-	48	-	46	-	-	66	-	-	53	-	-	50	-	48	-	46
10	-	-	70	-	-	57	-	-	54	-	52	-	50	-	-	70	-	-	57	-	-	54	-	52	-	50
11	-	-	74	-	-	61	-	-	58	-	56	-	54	-	-	74	-	-	61	-	-	58	-	56	-	54
12	-	-	78	-	-	65	-	-	62	-	60	-	58	-	-	78	-	-	65	-	-	62	-	60	-	58

Примечание. В числителе приведена ширина постоянной полосы отвода земель при высоте насыпей до 2 м и отсутствии боковых резервов, в знаменателе – с учетом устройства боковых резервов, если они являются постоянным конструктивным элементом земляного полотна (при низкой стоимости земли и отсутствии рекультивационных работ).

3.2. Прорубка просеки

Комплекс работ по прорубке просеки предусматривает подготовку лесосеки (просеки), валку леса, обрубку, сбор и сжигание сучьев, трелевку хлыстов к временным складам. Удаление леса или кустарника вместе с плодородным слоем почвы не допускается.

Объем работ по прорубке просеки рассчитывается на основании характеристики лесонасаждений (табл. 5 «Ведомость объемов работ по площади вырубки», табл. 6 «Ведомость объемов работ по прорубке просеки»).

Таблица 5

Местоположение участка		Длина участка, м	Ширина просеки, м	Площадь рубки леса, га																				
Начало	Конец			Мелкий			Средний			Крупный														
				Густой	Средней густоты	Редкий	Густой	Средней густоты	Редкий	Густой	Средней густоты	Редкий												
ПК	+	ПК	+																					

Прорубку просеки назначают в зимний период по нескольким причинам: лучшее качество заготовленной древесины, облегчен проезд по дорогам, освобождение рабочего времени для основного комплекса строительных работ, обеспечение просушки очищенной от леса трассы.

Таблица 6

Характеристика леса	Площадь, га	Объем ликвидной древесины, м ³	
		на 1 га	всего
	72	300	21600

Объем ликвидной древесины и среднее количество деревьев на 1 га приведены в табл. 7 [8].

Все работы по прорубке просеки выполняются малыми комплексными бригадами, количество которых в сводной бригаде зависит от характеристики лесонасаждений и объемов работ:

$$N = TЗ / T_p n, \quad (8)$$

где $TЗ$ – трудозатраты на прорубке просеки, чел.-дн.;

T_p – количество рабочих дней на прорубке просеки;

n – количество человек в бригаде (при работе с трактором ТДТ-55 – 5 человек, при работе с трактором ТТ-4 – 6 человек).

Таблица 7

Показатели	Крупность леса								
	Крупный			Средней крупности			Мелкий		
	Густой	Средней густоты	Редкий	Густой	Средней густоты	Редкий	Густой	Средней густоты	Редкий
Количество деревьев на 1 га, шт.	320	200	80	520	340	160	850	500	300
Объем ликвидной древесины на 1 га, м ³	200	150	100	175	125	75	150	100	50

Потребность в рабочей силе и в машино-сменах на прорубке просеки определяется по формуле:

$$N_i = V_i H_{вр} \quad (9)$$

где V_i – объем древесины данной характеристики, м³;

$H_{вр}$ – нормы времени использования машин, машино-смены / ед. изм.

Для определения норм времени целесообразно использовать сборники [9], [10]. Для ориентировочных расчетов можно использовать данные табл. 8 «Нормативные показатели на 1000 м³ древесины» [8].

Таблица 8

Наименование показателей	Ед. измерения	Категория леса		
		Крупный	Средний	Мелкий
Трудозатраты	Чел.-дн.	- / 82	110 / 93	127 / -
Машино-смены:				
1) трелевочный трактор	Машино-смены	- / 10	16 / 12	18 / -
2) бензомоторная пила		- / 12	19 / 15	24 / -
3) бензосучкорезка		- / 36	38 / 45	48 / -

Примечания. 1. В числителе приведены показатели для бригад, работающих с трактором ТДТ-55, в знаменателе – для бригад, использующих трактор ТТ-4. 2. К приведенным нормам применяют поправочные коэффициенты: при работе в елово-пихтовых насаждениях 1 / 0,95, в сосновых и мягколиственных 1 / 1,1.

Потребность машино-смен и человеко-дней на прорубке просеки определяется в форме табл. 9.

Таблица 9

Категория леса	Объем древесины, м ³	Чел.-дн. с учетом подсобных		Количество машино-смен						
		Норма на 1000 м ³	Всего	Бензопила		Трелевочный трактор		Бензосучкорезка		
				Норма	Всего	Норма	Всего	Норма	Всего	
	1000	124	127	24						

Для машин и механизмов, работающих на прорубке просеки, устанавливаются нормы на резерв (табл. 10).

Таблица 10

Оснащение бригады на прорубке просеки	Единица измерения	Рабочее количество	Запас на резерв	Списочное количество
Трелевочный трактор	шт.	1	1	2
Бензомоторная пила	шт.	1	1	2
Бензосучкорезка	шт.	3	2	5

Пример определения потребности машин приведен в табл. 11.

Таблица 11

Наименование работ, профессий рабочих, машин и механизмов	Потребное количество		Расчетное количество		Фактическое количество	
	машино-смен	чел.-дн.	машин	человек	машин	человек
Валка						
Бензопила	104	-	1,93	-	2,0	-
Вальщик	-	104	-	1,93	-	2,0
Трелевка						
Трелевочный трактор	83	-	1,54	-	2	-
Тракторист	-	83	-	1,54	-	2
Чокеровщик	-	83	-	1,54	-	2
Обрубка сучьев						
Бензосучкорезка	313	-	5,8	-	6	-
Рабочий	-	313	-	5,8	-	6
Всего	500	583	-	-	10	12

Календарную продолжительность работ по прорубке просеки определяют по формуле:

$$T_k = T_p K. \quad (10)$$

3.3. Очистка дорожной полосы от пней, кустарника и снятие растительного слоя

Работы по подготовке дорожной полосы включают в себя корчевку пней или спиливание их вровень с землей, срезку кустарника и мелколесья с уборкой валежника, снятие растительного слоя, разбивочные работы.

Корчевку пней назначают преимущественно в летний период, поскольку при мерзлых грунтах процесс корчевки менее эффективен. Корчевку пней выполняют на участках устройства канав и выемок. Пни допускается оставлять в основании земляного полотна при облегченных, переходных и низших типах покрытий на дорогах III - V технических категорий при насыпях более 1,5 м, а также в случаях, когда проектом не предусмотрена полная расчистка дорожной полосы (на болотах, неустойчивых склонах и т.д.). При насыпях от 1,5 до 2,0 м пни должны быть срезаны вровень с землей, а при насыпи более 2 м - на высоте 10 см от земли.

3.3.1. Составление ведомости объемов работ для подготовки дорожной полосы

Объемы работ определяют по типовым поперечным профилям характерных участков дороги по упрощенным формулам:

а) ширина канавы b_k

$$b_k = b + 2 m h_k, \quad (11)$$

б) площадь канавы F_k

$$F_k = b h_k + m h_k^2, \quad (12)$$

в) ширина подошвы насыпи $B_{под}$

$$B_{под} = B + 2 m H_n, \quad (13)$$

г) ширина резерва поверху b_p для одностороннего резерва

$$b_p = \frac{K}{h_p} \frac{V_n}{L} + 2 m h_p, \quad (14)$$

д) ширина резерва поверху b_p для двухстороннего резерва

$$b_p = \frac{K}{2h_p} \frac{V_n}{L} + 2 m h_p, \quad (15)$$

е) ширина резерва b_p для одностороннего резерва и канавы

$$b_p = \frac{K}{h_p} \left(\frac{V_n}{L} - F_k \right) + 2 m h_p, \quad (16)$$

ж) ширина выемки поверху b_v

$$b_v = B + 2 b + 2 m h_k + 2 n (H_a + h_k), \quad (17)$$

где b - ширина канавы (кювета) понизу, м;

h_k - глубина канавы (кювета), м;

B - ширина земляного полотна поверху, м;

H_n - средняя рабочая отметка насыпи, м;

h_p - средняя глубина резерва, м;

L - длина участка (пикета), м;

V_n - объем земляных работ на данном участке (пикете), м³;

H_v - средняя глубина выемки на данном участке (пикете), м;

m - заложение откосов насыпи, резерва или канавы;

n - внешнее заложение откоса выемки.

Так как средняя плотность грунта в естественном состоянии менее плотности грунта в насыпи, то требуемые объемы грунта для возведения насыпей из боковых резервов находят путем умножения профильных объемов V_n на коэффициент относительного уплотнения (коэффициент переуплотнения) K :

$$K = \Delta_n / \Delta_e, \quad (18)$$

где Δ_n - плотность грунта в построенной насыпи;

Δ_e - плотность грунта в естественном залегании (для песка

$\Delta_e = 1,71 \text{ г/см}^3$; для супесей легких и тяжелых, суглинка легкого

$\Delta_e = 1,64 \text{ г/см}^3$; для тяжелого суглинка $\Delta_e = 1,60 \text{ г/см}^3$).

Плотность грунта в построенной насыпи теоретически вычисляют по формуле:

$$\Delta_n = K_{опт} \frac{\gamma(1-0,01W)}{1+0,01\gamma W}, \quad (19)$$

где $K_{опт}$ - коэффициент оптимального уплотнения (во II дорожно-

климатической зоне для дорог I и II технических категорий

$K_{опт} = 1,00 - 0,98$, для дорог III-V технических категорий

$K_{опт} = 0,98 - 0,95$;

γ - плотность скелета грунта (табл. 12);

W - массовая доля воздуха, % (табл. 12);

W - массовая доля оптимальной влажности, % (табл. 12).

Таблица 12

Наименование грунтов	Массовая доля, %		Плотность скелета грунта γ , г/см ³
	оптимальной влажности W	воздуха V	
Песок	8 - 13	8 - 13	2,68
Супесь	9 - 15	8 - 10	2,68
Суглинок легкий	12 - 18	4 - 5	2,70
Суглинок тяжелый	14 - 20	3 - 4	2,71

Объемы работ по корчевке пней F_k , спиливанию пней F_c и снятию растительного слоя V_p определяют по формулам:

$$F_k = B_{уч.к} L_{уч.к} \quad (20)$$

$$F_c = B_{уч.с} L_{уч.с} \quad (21)$$

$$V_p = B_{уч.р} L_{уч.р} \Delta, \quad (22)$$

где $B_{уч.к}$, $B_{уч.с}$, $B_{уч.р}$ — соответственно ширина участка корчевки, спиливания пней и снятия растительного слоя, м;

$L_{уч.к}$, $L_{уч.с}$, $L_{уч.р}$ — соответственно длина участков корчевки, спиливания пней и снятия растительного слоя, м;

Δ — толщина растительного слоя, м.

Объемы работ по подготовке дорожной полосы определяются в форме табл. 13.

Таблица 13

Расположение участка		Протяженность участка, м	Ширина, м			Средняя толщина растительного слоя, м	Объем работ		
Начало ПК+	Конец ПК+		канавы	подшвы насыпи	общая		корчевки пней, га	спиливания пней, га	снятия растительного слоя, м ³
0+00	3+37	337	4,4	24,0	28,4	0,4	0,15	0,47	2480
...
95+00	100+00	500	4,4	23,4	27,8	0,4	0,22	0,67	3560
Итого		10000	-	-	-	-	4,38	14,09	70932

3.3.2. Определение трудозатрат, количества машино-смен и выбор комплекта машины для подготовки дорожной полосы

Обычно корчевку пней производят корчевателями. Для снятия растительного грунта используют бульдозеры и режущие скреперы и автогрейдеры. Во всех случаях машина выбирается так, чтобы она была максимально загружена. Если это невозможно, следует предусматривать ее использование на других работах.

Корчевку пней и снятие растительного слоя целесообразно включать в специализированный поток возведения земляного полотна, а бульдозер, кроме этих работ, можно использовать для рыхления грунта (при наличии рыхлительного агрегата), разработки грунта в боковых резервах и перемещения его в насыпь, разравнивания грунта.

Для определения трудозатрат и потребности машино-смен на подготовке дорожной полосы составляется ведомость при использовании сборников [8] - [11] по форме табл. 14.

Таблица 14

Наименование работ, типа и марки машин и механизмов	Объем работ	Источник норм	Норма времени	Потребность	
				машино-смен	чел.-дней

Количество машино-смен на длину захватки

$$N_m = N V / L, \quad (23)$$

где N_m — потребность в машино-сменах на всю длину дороги;

V — длина захватки, м;

L — длина строящегося участка дороги, м.

На основании расчетов назначается состав бригады на подготовку дорожной полосы, определяются количество рабочих и календарная продолжительность работ.

4. СТРОИТЕЛЬСТВО ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Крупные и средние мосты, а также крупные многоочковые трубы являются сосредоточенными объектами. Их возводят в течение всего строительного периода, но при условии окончания работ к моменту подхода к ним частного потока по выполнению линейных работ.

Малые мосты из сборных железобетонных конструкций, а также круглые, овальные и прямоугольные железобетонные трубы,

являющиеся фактически тоже сосредоточенными объектами, но требующие сравнительно небольшого количества времени для их устройства, строят в потоке, опережая выполнение линейных земляных работ.

4.1. Составление ведомости искусственных сооружений

Исходя из данных продольного профиля автомобильной дороги, составляется ведомость искусственных сооружений (табл.15). Для труб указываются размеры отверстия и длина трубы, для мостов – строительная длина и ширина моста.

Таблица 15 10

Местонахождение сооружения	Наименование искусственного сооружения	Основные размеры, м	Высота насыпи, м	Примечание
----------------------------	--	---------------------	------------------	------------

Длину трубы определяют по упрощенной формуле:

$$L_{тр} = B_{з.п} + 2t (H_{нас} - d - \delta), \quad (24)$$

где $B_{з.п}$ - ширина земляного полотна поверху, м;

$H_{нас}$ - высота насыпи, м;

d - диаметр трубы, м;

t - коэффициент заложения откосов земляного полотна;

δ - толщина стенки трубы, м (можно принять равной 0,15 м).

Расчетную длину трубы округляют до целого числа, кратного длине звена.

4.2. Определение состава бригады для строительства искусственных сооружений

В подразделе приводится краткое описание технологии строительства малых мостов и труб с учетом требований СНиП 3.06.04-91 [12]. Составляется ведомость определения трудозатрат на строительство искусственных сооружений (табл.16). При устройстве сборных круглых и прямоугольных, монолитных прямоугольных труб, мостов используется сборник [13], при устройстве металлических гофрированных труб - сборник [14].

Для ориентировочных расчетов можно использовать данные по количеству отрядно-смен на устройство круглых труб (табл. 17) [6].

Таблица 16 11

Местоположение трубы ПК+	Наименование работ	Ед. измерения	Объем работ	Трудоемкость, чел.-дн.		Количество дней	
				на ед. изм.	всего	на ед. изм.	всего
ПК 14+35	<u>Устройство тела трубы</u>						
	1. Устройство фундаментов из ленточных блоков	10 п.м	33,1	2,9	6,70	0,67	0,95
	2. Укладка звеньев трубы	10 п.м	33,1	22,3	51,5	5,15	7,31
	<u>Устройство оголовков</u>						
	Итого по трубе	-	-	15,9	15,9	1,59	2,26
					74,1	7,41	10,52

Таблица 17

Отверстие трубы, м	Бесфундаментные трубы		Фундаментные трубы				Укрепление русел и откосов (на одну трубу)		
			Тип I		Тип III				
	На 1 м трубы	На 2 оголовка	На 1 м трубы	На 2 оголовка	На 1 м трубы	На 2 оголовка	Укрепление монолитным бетоном	Укрепление блоками П-1	Укрепление блоками П-2
1,0	0,06	4,2	0,17	4,1	0,2	4,11	6,7	5,1	2,8
2×1,0	0,14	5,8	0,35	5,8	0,4	5,85	8,1	6,5	3,9
3×1,0	0,2	7,3	0,5	7,2	0,6	7,17	9,4	7,1	4,5
1,25	0,08	4,9	0,25	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	0,3	5,5	8,2	6,3	3,8
2×1,5	0,19	7,9	0,44	7,7	0,6	7,72	12,8	8,7	5,2
3×1,5	0,28	12,5	0,9	12,4	1,0	12,3	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	11,0	0,7	10,8	13,0	11,2	6,5
3×2,0	-	-	1,2	12,5	1,3	12,15	14,3	14,0	8,4

Количество рабочих дней определяется делением общей трудоемкости работ на численный состав бригады.

Для строительства круглых и овоидальных железобетонных труб принимается следующий состав специализированного отряда: автомобильный кран КС-2561 - 1 шт., бульдозер ДЗ-109 - 1 шт., самоходный пневмоколесный каток ДУ-31А - 1 шт., электростанция ПЭС-12М - 1 шт., электровибраторы ИВ-101, ИВ-47Б, ИВ-113 - по 1 шт., битумный котел вместимостью 400 л - 1 шт.

Рабочая сила на одну смену: машинисты и мотористы - 4 чел., дорожные рабочие - 6 чел.

При строительстве труб с отверстием 2 м автомобильный кран КС-2561 должен быть заменен более мощным КС-3562А.

Расчетные пролеты или полную длину пролетных строений автодорожных мостов по СНиП 2.05.03-84 [15] требуется назначать равными 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 33 и 42 м. Он же классифицирует автодорожные мосты: при полной длине до 25 м - малые, от 25 до 100 м - средние, более 100 м - большие.

При строительстве сборных железобетонных малых и средних мостов на свайных опорах при длине пролетов 12, 15, 18, 21 и 24 м рекомендуется принимать следующий состав отряда: стреловой самоходный кран КС-4362 - 1 шт., автомобильный кран КС-4561 - 1 шт., копровая установка с дизель-молотом СП-6А - 1шт., лебедки приводные грузоподъемностью 2,5 т - 2 шт., тележки грузоподъемностью 25 т - 2шт., электросварочный аппарат - 1шт., электровибраторы ИВ-113 - 2 шт., передвижная электростанция ЭСД-50-Т - 1 шт., компрессор ЗИФ-5ВКС - 1 шт.

Рабочая сила на одну смену: машинисты и мотористы - 12 чел., монтажники - 8 чел.

Производительность этого отряда по строительству железобетонных автодорожных мостов зависит от категории автомобильной дороги: для I категории - 0,34 м / смена; II - 0,62; III - 0,70; IV - 0,80 м / смена.

По окончании раздела определяется календарная продолжительность выполнения работ по устройству искусственных сооружений.

5. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Сооружение земляного полотна автомобильной дороги осуществляется комплексно-механизированным способом с применением средств механизации в зависимости от принятой технологии и установленных сроков выполнения работ.

5.1. Разбивка на местности земляного полотна и водоотводных сооружений

В разделе описывается состав работ на разбивке земляного полотна и водоотводных сооружений, приводятся схемы разбивки для характерных поперечных профилей земляного полотна.

5.2. Выбор грунтов для отсыпки земляного полотна

Грунты, используемые для возведения насыпей, разделяют на четыре основные группы: скальные, добываемые путем разрушения естествен-

ных сплошных или трещиноватых скальных массивов, крупнообломочные, залегающие в естественных условиях, песчаные и глинистые.

Для насыпей применяют грунты, состояние которых под действием природных факторов не изменяется или изменяется незначительно, что не влияет на их прочность и устойчивость в земляном полотне. К таким грунтам относят скальные и крупнообломочные грунты, песчаные (кроме мелких и пылеватых), супеси легкие и крупные.

Непригодны для возведения насыпи следующие грунты: глинистые избыточно засоленные, глинистые, влажность которых выше допустимой, торф, ил, мелкий песок и глинистые грунты с примесью ила и органических веществ (например, голубая глина), верхний почвенный слой, грунты на участках, где возможен длительный застой воды.

Некоторые виды грунтов, чаще всего пылеватые и пески мелкие, применяют для возведения насыпей только с укреплением.

Кроме грунтов природного происхождения, для насыпей применяют отходы промышленности: золошлаковые материалы, отвалы горнодобывающей промышленности.

Насыпи, как правило, возводят из однородных грунтов, но при необходимости их можно отсыпать и из разных, однако располагать эти грунты необходимо слоями. Предпочтительно в верхней части насыпи (1,0 - 1,5 м) применять более прочные грунты, так как эта часть насыпи обычно подвергается большему воздействию природных факторов и транспортных средств. Недопустима беспорядочная отсыпка грунтов в насыпи, поскольку она приводит к неравномерному перераспределению влаги и изменению физических свойств под влиянием климатических факторов. Вследствие этого нарушается ровность при морозном пучении грунта, а при оттаивании образуется неравнопрочное основание дорожной одежды, что ведет также к нарушению ровности или разрушению дорожной одежды.

При отсыпке нижней части насыпи из дренирующих грунтов толщина этого слоя должна быть больше высоты капиллярного поднятия в этом грунте, для того чтобы предотвратить приток воды в верхнюю часть насыпи.

5.3. Выбор способа производства работ и ведущей машины

Выбор рациональных типов машин для возведения земляного полотна автомобильных дорог зависит от следующих факторов:

- техническая возможность применения тех или иных машин в данных условиях рельефа;

- конструкция земляного полотна, расположение резервов грунта, его качество и трудность разработки;

- организационные условия производства работ, главными из которых являются объемы работ и сроки их выполнения;
- условия полной загрузки выбранных машин в течение всего срока работ;
- экономические показатели и качество работ.

Подбирая состав машин для возведения земляного полотна, следует в первую очередь определить основные (ведущие) машины, с помощью которых можно с наименьшими затратами выполнить основные объемы земляных работ в соответствующих условиях, а затем вспомогательные (комплектующие) машины для выполнения прочих вспомогательных работ, входящих в технологический процесс сооружения земляного полотна. В составе подразделения работа всех машин должна быть увязана по производительности.

Исходя из продольного профиля автомобильной дороги, с учетом грунтовых условий строящаяся дорога разбивается на отдельные участки с неодинаковыми условиями производства земляных работ: насыпь из боковых резервов, из привозного грунта, разработка насыпи продольным перемещением грунта в насыпь или в отвал и т.д. Следовательно, необходимо выбрать способ производства работ и тип ведущей машины для каждого характерного участка дороги. Все данные заносятся в ведомость «Способы производства работ и тип ведущей машины» (табл. 18).

Таблица 18 12

Местоположение участка		Краткий анализ условий: высота насыпи (глубина выемки) грунт основания	Способ производства работ	Тип ведущей машины
Начало ПК+	Конец ПК+			

Для назначения ведущей машины необходимо учесть требования [16], [17]. Ниже приводятся рекомендации по назначению ведущей машины в зависимости от местных условий производства земляных работ.

Бульдозеры целесообразно применять в легких и малосвязных грунтах при высоте насыпи до 1 м, в глинистых и тяжелых грунтах при высоте насыпи до 1,5 м при наличии притрассовых резервов. В этом случае стоимость земляных работ может быть ниже стоимости скреперных работ. Эффективно применение бульдозера при возведении земляного полотна из выемок с дальностью перемещения грунта до 50 м, под уклон – до 100 м.

Скреперы наиболее эффективно применять при разработке глинистых грунтов с влажностью, близкой к оптимальной, в боковых резервах, когда разность отметок высоты насыпи и дна резерва составляет до 1,2 - 2,0 м, а также при разработке сосредоточенных резервов или

выемок с перемещением грунта в насыпь прицепными скреперами на расстояние до 500 м и полуприцепными – до 3000 м.

Стоимость работы большегрузных самоходных скреперов на пневматических шинах ниже стоимости работы скрепера малой вместимости, а также скреперов, прицепных к трактору на гусеничном ходу. В ряде случаев отсыпка грунта в насыпь скреперами при расстоянии перемещения грунта до 1,5 км более экономична, чем транспортирование грунта в автосамосвалах, загружаемых экскаватором с ковшом объемом 0,5 - 1 м³.

Одноковшовые экскаваторы применяют при разработке глубоких выемок, сосредоточенных резервов грунта, имеющих глубину более 2 - 2,5 м, а также при возведении земляного полотна в условиях заболоченной местности. Транспортирование грунта осуществляется автомобилями-самосвалами.

При глубоких выемках с близко залегающими грунтовыми водами можно использовать *экскаватор-драглайн* в комплексе с транспортными средствами.

При возведении земляного полотна может быть организована совместная работа землеройных машин, используемых в качестве ведущих:

а) при возведении насыпей высотой от 1,5 до 3,5 м из боковых уширенных резервов наряду со *скреперами* можно комбинировать работу *бульдозера* и *экскаватора-драглайна*. В этом случае бульдозер, работающий на уширении резерва в полевую сторону, подает грунт в зону действия экскаватора, находящегося на насыпи;

б) при тех же параметрах насыпи, но при односкатных резервах целесообразно использовать пары *бульдозер - автосамосвал* и *бульдозер - скрепер*. По данной технологии производства земляных работ бульдозер устраивает насыпь до 1,0 - 1,5 м из бокового резерва, верхняя часть насыпи устраивается из привозного грунта автосамосвалом или скрепером;

в) в глубоких выемках целесообразно применять способ, при котором растительный и верхний слой грунта разрабатывают *бульдозерами* и *скреперами*, а оставшуюся часть – *экскаваторами*;

г) при значительном колебании рабочих отметок земляного полотна можно применять *скреперы* для продольного перемещения грунта в пониженные места и комбинирование их работы с *бульдозерами*.

Выбор ведущей машины для производства земляных работ обусловлен группой грунта по трудности разработки (Приложение 2). Следует иметь в виду, что один и тот же грунт может быть отнесен к разным группам по трудности разработки в зависимости от типа применяемой машины.

5.4. Построение графика распределения земляных масс

На основании заданного продольного профиля, ведомости объемов земляных работ (насыпь, выемка, канава) и выбранных средств механизации составляется *попикетный график распределения земляных масс* (рис.2). Переуплотнение грунта в насыпи по сравнению с объемом грунта в резервах или выемках учитывается коэффициентом переуплотнения (1,05 - 1,1).

На графике показывают места, откуда берут грунт для возведения насыпей и где его используют при разработке выемок. В соответствующей графе стрелками и цифрами обозначают дальность и направление перемещения грунта для каждой ведущей землеройной машины.

Разработку графика распределения земляных масс рекомендуется начинать с распределения земляных масс выемок. Грунт выемок наиболее целесообразно использовать для возведения смежных насыпей, особенно на тех участках, где нельзя заложить резервы или грунта резервов недостаточно. Следует иметь в виду, что производительность скреперов и бульдозеров повышается при зарезании и перемещении грунта под уклон.

При возведении насыпей из боковых резервов необходимо определить их размеры. В таком случае объем грунта, полученный в резервах в пределах одного пикета, должен быть равен объему грунта для насыпи с учетом коэффициента переуплотнения. Наибольшее количество грунта, которое можно получить из резервов, зависит от ширины и глубины резервов. Глубина боковых резервов должна быть не более 1,5 м. Ширина резервов определяется расчетом исходя из условия, что они должны быть размещены в пределах полосы отвода. При этих требованиях максимальная ширина двух резервов определяется по формуле:

$$2 b_1 = П - B_n - 2C, \quad (25)$$

где $П$ – ширина полосы отвода, м;

B_n – ширина подошвы земляного полотна в пределах наружных кромок резерва, м;

C – расстояние от наружной кромки откоса резерва до границы полосы отвода, которое определяется условиями производства работ, но не менее 1 м.

По согласованию с землепользователями допускается временное использование земель в период строительства, которые после рекультивации им возвращаются. Если окажется, что грунта из боковых резервов недостаточно для взведения насыпи, то недостающее количество может быть получено путем продольного перемещения грунта из соседних или сосредоточенных резервов в стороне от трассы. При назначении размеров боковых резервов рекомендуется сохранять постоянную их ширину на участках трассы с малоизменяющимися рабочими отметками земляного полотна. В

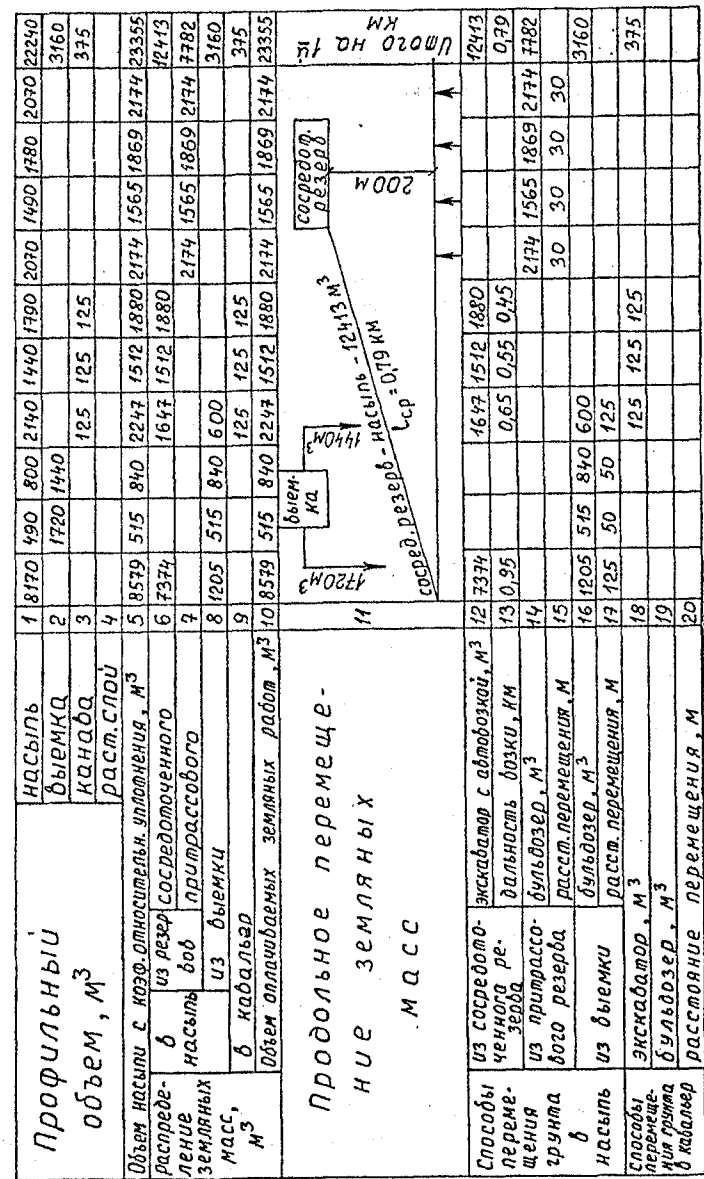


Рис. 2. Попикетный график распределения земляных масс

этом случае возникает необходимость, помимо поперечного перемещения грунта бульдозерами, в продольной возке грунта скреперами из соседних резервов.

При известной глубине резерва h_p и коэффициентах заложения внутреннего m и внешнего n откосов ширина резерва поверху b_1 и ширина понизу b_2 :

$$b_1 = \frac{F}{h} + \left(\frac{m+n}{2}\right) h_p \quad (26)$$

$$b_2 = \frac{F}{h} - \left(\frac{m+n}{2}\right) h_p \quad (27)$$

Установив размеры резервов и количество грунта, которое можно получить из них для отсыпки насыпи, на графике распределения земляных масс показывают распределение земляных работ по типам машин и дальности перемещения грунта.

Показывают оплачиваемые земляные работы, т.е. объемы насыпей, которые возводятся за счет грунта из резервов и выемок, а также объемы грунта из выемок, которые перемещаются в насыпь или кавальер. Устройство кавальеров грунта нежелательно, так как вызывает излишние затраты.

5.5. Определение дальности перемещения грунта

Практически дальность перемещения грунта при возведении насыпи бульдозерами определяется как расстояние между точкой врезания отвала в грунт и точкой освобождения его от грунта, т.е. средними точками массивов разработки и отвала грунта.

При перемещении грунта бульдозером из одностороннего бокового резерва при работе одного бульдозера (для двухсторонних резервов) с послойным возведением насыпи из каждого резерва и при работе двух и более бульдозеров на разных захватках средняя дальность перемещения грунта

$$l_{cp} = \frac{B}{2} + m H_{cp} + \frac{b}{2} \quad (28)$$

Для двухсторонних резервов при работе двух бульдозеров на одной захватке средняя дальность перемещения грунта

$$l_{cp} = 0,25 \left[B + 3m H_{cp} - \frac{H_{cp}^2 m^2}{3(B + m H_{cp})} \right] + \frac{b}{2} \quad (29)$$

Данные формулы применяются при перемещении грунта бульдозерами на участках с подъемом до 1:10. При подъемах до 1:20 длину пути следует увеличивать на 20 %, а при подъемах более 1:20 – на 40 %.

При продольном перемещении грунта из смежной выемки в насыпь l_{cp} определяется как расстояние между центрами тяжести массивов выемки и насыпи.

При возведении насыпи скреперами дальность перемещения грунта определяется как полусумма рабочего и холостого пробегов скрепера, измеренных по действительной длине перемещения. Для этого необходимо вначале выбрать схему движения скрепера и определить ее параметры (длину пути при наборе грунта, радиус поворота, длину пути при разгрузке грунта).

При возведении насыпи из привозного грунта (сосредоточенного грунтового резерва или карьера) при равномерных объемах по длине дороги средняя дальность перевозки

$$L_{cp} = l_k + 0,5 L \quad (30)$$

где l_k – расстояние от карьера (грунтового резерва) до точки примыкания к строящемуся участку дороги, км;

L – длина участка строящейся дороги, км.

При неравномерных объемах земляных работ устанавливают среднюю дальность транспортировки грунта как средневзвешенную:

$$L_{cp} = \Sigma(V_i l_i) / \Sigma V_i \quad (31)$$

где V_i – объем земляных работ, m^3 ;

l_i – расстояние перевозки, км.

5.6. Комплектование специализированных отрядов машин для выполнения земляных работ

Выравнивание и уплотнение основания насыпей выполняется после снятия растительного слоя непосредственно перед устройством вышележащих слоев.

Рыхление грунта выполняют для повышения производительности землеройных машин. Для повышения производительности бульдозеров предварительное рыхление следует производить при разработке тяжелых и сухих грунтов III и IV категорий трудности разработки. В этом случае траншейный способ разработки грунта не применяется.

Разравнивание грунта выполняют после его отсыпки в насыпь. Толщина отсыпаемых слоев назначается в зависимости от применяемых

средств уплотнения. Наиболее целесообразно для разравнивания грунта использовать бульдозеры, реже используются автогрейдеры.

Уплотнение грунтов в насыпи целесообразнее выполнять пневмоколесными катками, которые обеспечивают высокое качество и требуемый коэффициент плотности. При отсыпке верхней части земляного полотна для дорог с капитальным покрытием в пределах 1,5 м от поверхности покрытия во II дорожно-климатической зоне коэффициент требуемой плотности грунта должен быть 0,98 - 1,0, в пределах от 1,5 до 6 м при условии неподтопляемости - 0,95, а более 6 м - 0,98.

Планировка земляного полотна включает следующие работы: планировку поверхности земляного полотна и дна резервов, планировку откосов насыпей, резервов и выемок. Ее можно производить автогрейдерами или прицепными грейдерами с откосниками и уширителями отвала, скребками на стреле экскаватора или экскаваторами-планировщиками с телескопической стрелой, а также специальными откосоотделочными машинами.

Покрывание откосов и дна резервов растительным грунтом - завершающая операция.

5.7. Определение количества слоев возводимой насыпи

Количество необходимых конструктивных слоев насыпи

$$n_c = H_{cp} / H_i, \quad (32)$$

где H_{cp} - средняя рабочая отметка насыпи, м;

H_i - толщина конструктивного слоя, м.

Толщина слоя выбирается в зависимости от требуемого коэффициента уплотнения и типа уплотняющей машины (табл. 19) или рассчитывается по формулам.

5.8. Определение толщины уплотняемого слоя насыпи для различных типов уплотняющих и трамбуемых машин

Толщина уплотняемого слоя грунта катками на пневматических шинах определяется по формуле [18]:

$$h_{min} = 0,18 \frac{W}{W_0} \sqrt{\frac{m_k P_M}{1-\xi}}, \quad (33)$$

где W - фактическая влажность уплотняемого грунта, доли ед.;

W_0 - оптимальная влажность уплотняемого грунта, доли ед.;

m_k - масса катка, приходящаяся на одно колесо, кг;

P_M - давление в шинах, кг/см²;

ξ - коэффициент жесткости шины, зависящий от давления в ней:

P_M , кг/см ²	1	2	3	4	5	6
ξ	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1

Толщина слоя грунта при уплотнении кулачковыми катками

$$h_{кул} = 0,65 (L_k + 2,5 d - h_p), \quad (34)$$

где L_k - длина кулачка, см;

d - наименьший поперечный размер опорной поверхности кулачка, см;

h_p - глубина разрыхляемой верхней части слоя грунта, образующегося в период выхода кулачка из слоя, см; зависит от длины кулачка и принимается равной 3 - 4 см.

Вибрационные катки оцениваются критериями отношения возбуждающей силы к их весу: $P / Q = K$. При определенном соотношении P и Q наступает критическое состояние K_0 , когда качественно меняется колебание вибрирующей массы или круглого металлического вальца. При $K < K_0$ поверхность вибрирующей массы не отрывается от уплотняемого слоя, грунт испытывает знакопеременное воздействие и происходит виброуплотнение. В случае $K > K_0$ поверхность вибрирующей массы отрывается от поверхности грунта и уплотнение происходит вибротрамбованием.

Вибрирование способствует поднятию воды из нижней части уплотняемого слоя вверх. Лучшие результаты виброуплотнением и вибротрамбованием достигаются, когда влажность грунта превышает оптимальную, определенную стандартным уплотнением, на 10 - 20 %.

Масса вибротрамбующей машины выбирается по удельному статическому давлению:

$$P = 0,1 Q / F, \quad (35)$$

где P - удельное статическое давление, МПа;

Q - масса уплотняющей машины или масса, приходящаяся на вибротрамбующий валец, кг;

F - площадь контакта вальца с грунтом, см².

Таблица 19

Тип уплотняющей машины	Оптимальная толщина уплотняемого слоя в плотном теле, см (в числителе) и количество проходов по одному следу (в знаменателе) при коэффициенте уплотнения			
	Связные грунты		Несвязные грунты	
	0,95	0,98	0,95	0,98
Катки прицепные и полуприцепные на пневматических шинах массой, т:				
10 - 16	15 - 20 / 6 - 8	10 - 15 / 8 - 12	20 - 25 / 4 - 6	15 - 20 / 6 - 8
25 - 35	30 - 35 / 6 - 8	25 - 30 / 8 - 10	30 - 40 / 4 - 6	25 - 30 / 6 - 8
40 - 60	40 - 45 / 6 - 8	30 - 35 / 8 - 10	45 - 50 / 4 - 6	35 - 40 / 6 - 8
100	70 - 80	45 - 60	90 - 100	70 - 80
Катки кулачковые прицепные массой 9 и 18 т	20 - 25 / 6 - 8	15 - 20 / 8 - 10	-	-
Катки решетчатые массой 25 т	35 - 40 / 20	25 - 30 / 20	40 - 50 / 20	35 - 40 / 20
Вибрационные катки массой, т:				
3 - 5	-	-	40 - 50 / 12	25 - 30 / 12
6 - 8	-	-	60 - 70 / 20	35 - 40 / 20
10 - 12	-	-	80 - 100 / 16	40 - 50 / 16
Виброуплотняющая плита массой, кг:				
125 - 250	-	-	20 - 30	10 - 15
750	-	-	35 - 40	20 - 25
Плиты экскаваторные массой 2 - 3 т при падении с высоты 2 - 3 м	80 - 90	50 - 60	100 - 110	70 - 80

Наибольшие глубины уплотнения достигаются для грунтов при удельных статических давлениях, МПа: переувлажненные пески - 0,003 - 0,004, пески оптимальной влажности - 0,006 - 0,01, супеси оптимальной влажности - 0,01 - 0,02.

Толщина уплотняемого слоя зависит от коэффициента уплотнения и массы вибрационного агрегата (табл.20).

Таблица 20

Масса катка, т	Толщина уплотняемого слоя при коэффициентах уплотнения для несвязных грунтов	
	1,0	1,1
3	40 - 50	25 - 30
6 - 8	60 - 70	35 - 40
10 - 12	80 - 100	40 - 50

При уплотнении связных грунтов виброкатками эффективность их работы снижается. В зависимости от физико-механических свойств и влажности связных грунтов толщина уплотняемого слоя составляет 35 - 60 см для катков массой 6 - 12 т.

Толщина уплотняемого слоя трамбованием определяется по следующей формуле:

$$h_{mp} = 1,1 B_{наим} \frac{W}{W_0} (1 - e^{-3,7i/i_n}), \quad (36)$$

где h_{mp} - толщина уплотняемого трамбованием слоя, см;

$B_{наим}$ - наименьший размер трамбовки в плане, см;

W, W_0 - фактическая и оптимальная влажность грунта, доли ед.;

i и i_n - удельный и предельный импульс трамбовки, кг с/см²;

$$i = \frac{MK\sqrt{2gh_n}}{gF\tau} \quad (37)$$

Здесь M - масса трамбовки, кг;

g - ускорение силы тяжести, см/с²;

h_n - высота падения трамбовки, см;

K – коэффициент, учитывающий опережающее развитие напряжения относительно развития деформации и нелинейности изменения напряжения (1,7 - 2,0);

F – площадь основания трамбовки, т.е. контакта с грунтом, см²;

τ – время удара, с; зависит от массы трамбовки и разновидности грунта (табл. 21).

Таблица 21

Состояние грунта	Время удара трамбовки (с) при массе трамбовки (кг)				
	для несвязных грунтов	для связных грунтов			
		500	950	1200	1500
Рыхлое	0,024	0,035	0,065	0,076	0,11
Плотное	0,012	0,017	---	---	---

Экспериментально определенные значения предельных импульсов трамбовки i_n для разных грунтов составляют: для песков 0,005 – 0,007, для суглинков легких 0,007 – 0,012, для суглинков тяжелых 0,012 – 0,02, для глин 0,02 – 0,027.

Число ударов трамбовок по одному месту для достижения необходимой плотности при толщине уплотняемого слоя

$$n = h_{mp} i_n K / h_o i, \quad (38)$$

где h_o – оптимальная толщина слоя, см (60 - 80);

K – коэффициент, учитывающий степень уплотнения грунта и его разновидности (табл. 22).

Таблица 22

Требуемая плотность грунта	Связный грунт	
	Связный грунт	Несвязный грунт
0,95	4	2
0,98	7	4
1,0	14	10

34

5.9. Определение объемов работ на послойную разработку грунта для насыпи, его разравнивание и уплотнение

Ширина каждого слоя насыпи

$$B_i = B + 2 t (H_{cp} - \sum_{j=1}^i h_j), \quad (39)$$

где B – ширина земляного полотна поверху, м;

t – заложение откоса насыпи;

h_i – толщина отсыпаемого слоя, м.

Объем грунта в каждом слое насыпи

$$V_i = (B_i h_i + t h_i^2) L K, \quad (40)$$

где B_i – ширина каждого отдельного слоя насыпи, м;

h_i – толщина слоя, м;

L – длина строящегося участка дороги, м;

K – коэффициент переуплотнения.

5.10. Определение объемов работ на планировке земляного полотна и резервов

Объемы работ на планировке вычисляются отдельно для верха земляного полотна, дна резервов и откосов:

$$S_{пл1} = (B + b_p) L, \quad (41)$$

$$S_{пл2} = (B + 2 b_p) L, \quad (42)$$

$$S_{пл3} = 2 L (H_{cp} + h_p) \sqrt{1+t^2} \quad (43)$$

$$S_{пл4} = 2 L (H_{cp} + 2 h_p) \sqrt{1+t^2}, \quad (44)$$

где $S_{пл1}$, $S_{пл2}$ – соответственно площади планировки верха земляного полотна и дна резерва для одностороннего и двухстороннего резерва, м²;

$S_{пл3}$, $S_{пл4}$ – соответственно площади планировки откосов земляного полотна и резерва для одностороннего и двухстороннего резерва, м²;

b_p – ширина резерва по дну, м;

h_p – глубина резерва, м;

L – длина участка, м.

5.11. Расчет основных землеройно-транспортных и землеройных машин для выполнения земляных работ

Потребное количество ведущих машин для выполнения земляных работ определяется на основании рассчитанных объемов работ и принятой скорости потока:

$$N_{\text{маш}} = Q / H_{\text{выр}} N_{\text{см}}$$

$$\text{или } N_{\text{маш}} = Q H_{\text{вр}} / N_{\text{см}}, \quad (45)$$

где Q – объем работ рассматриваемого вида;

$H_{\text{выр}}$ – норма выработки в смену (сменная производительность);

$H_{\text{вр}}$ – норма времени, машино-смен / ед. работ;

$N_{\text{см}}$ – число смен работы по всей длине дороги;

$$N_{\text{см}} = L / V, \quad (47)$$

где L – длина дороги, м;

V – длина захватки, м.

Для удобства расчет следует вести в форме ведомости (Приложение 3).

Норма выработки (сменная производительность) для конкретной машины рассчитывается по формулам, приведенным в курсе «Эксплуатация дорожных машин» [19], или определяется по формуле:

$$H_{\text{выр}} = T N / H_{\text{вр}}, \quad (48)$$

где T – продолжительность смены (8,2 ч);

N – единица объема работ, для которой исчислена норма времени (например, 100 м³ грунта в плотном теле);

$H_{\text{вр}}$ – норма времени по сборникам ЕНиР, ТНиР, СНиР-91 [10], [20], [21], машино-часов на единицу объема работ.

Поскольку нормы времени в сборниках приведены в машино-часах, для расчета по формулам (45), (46) их требуется разделить на 8,2 часа для получения результата в машино-сменах.

Определив потребное количество машино-смен на захватку, получим коэффициент использования данной машины на этой захватке K_u . Коэффициент использования определяется с точностью до 0,01 и представляет собой отношение потребного количества механизмов к принятому. Необходимо принять захватку такой длины, чтобы коэффициенты использования машин были приближены к единице. Решая вопрос о том, сколько машин следует принять, надо помнить о допустимой перегрузке до 10 – 15 %, т.е. нельзя допускать величину K_u более, чем 1,1 – 1,15. При использовании высокопроизводительных машин (с малыми значениями норм времени) целесообразно суммировать коэффициенты использования, т.е. применять такие машины на нескольких захватках.

Для условий автовозки грунта из сосредоточенного резерва выбирают автотранспорт по грузоподъемности из условия оптимального соотношения емкостей ковша экскаватора и кузова автосамосвала:

$$q_a = (5 - 7) q_0 \gamma, \quad (49)$$

где q_a – грузоподъемность автосамосвала, т;

q_0 – объем ковша экскаватора, м³;

γ – насыпная плотность грунта земляного полотна, т / м³.

5.12. Укрепительные работы при возведении земляного полотна

Для предотвращения подмывов откосов и нижней части земляного полотна, а также размывов водосточных канав, конусов искусственных сооружений откосы и выходное русла подлежат укреплению сборными бетонными элементами, мощением, дернованием. В настоящее время широко используются геотекстильные материалы (георешетки типа «Прудон» и синтетические полотна типа «Дорнит», «Бидим»).

Укрепление травосеянием применяют при грунтах с показателем $5 < \text{pH} < 7$ (слабокислые грунты), руководствуясь нормами высева семян (табл. 23) и внесения удобрений (табл. 24).

Таблица 23

Вид травы	Наименование	Норма высева семян, кг / 100 м ³ грунта
Низовые корневищные	Мятлик луговой	0,45 - 0,50
	Овсяница красная	1,00 - 1,20
	Полевика белая	0,25 - 0,30
Корневищно-рыхлокустовые	Мятлик луговой	0,45 - 0,50
	Овсяница красная	1,00 - 1,20
	Полевика обыкновенная	0,20 - 0,25
Рыхлокустовые	Овсяница луговая	1,20 - 1,40
	Райграс пастбищный	1,20 - 1,40
	Гребенник обыкновенный	0,70 - 0,90
	Пырей бескорневищный	1,20 - 1,40

Таблица 24

Удобрения	Норма внесения удобрений, кг / 100 м ³ грунта
1. Минеральные:	
азотные	3,0
фосфорные	3,0
калийные	1,5
2. Органические - торфокомпост	100 - 200

Для расчета потребности машин и дорожных рабочих на укрепительных работах руководствуются нормами [10], [20].

5.13. Составление технологической карты на возведение земляного полотна

В проекте производства работ необходимо составление технологической карты на каждый из характерных участков земляного полотна, например на возведение насыпи высотой до 1,5 - 2 м из боковых резервов, на устройство насыпи из привозного грунта, на продольную разработку выемки, на устройство насыпи на основании из геотекстильных материалов и т.д. Выбор той или иной технологии обусловлен местными условиями (рельефом, уровнем грунтовых вод, пригодностью грунтов), наличием механизированной базы предприятия. Кроме того, технологическая карта составляется с учетом построенного попикетного графика распределения земляных масс и технологических расчетов с учетом требований ВСН 13-73 [22].

В курсовом проекте необходимо составить одну технологическую карту на возведение земляного полотна для наиболее протяженного по длине характерного участка. Кроме того, необходимо привести технологические расчеты для работ, не учтенных технологической картой. Например, составляется технологическая карта на возведение насыпи высотой до 1,5 м из боковых резервов. Согласно попикетному графику распределения земляных масс присутствует автовозка из сосредоточенного резерва. В этом случае после расчета технологической карты приводится надпись «Работы, не входящие в технологическую карту, но присутствующие при возведении насыпи» и по вышеприведенной схеме рассчитывается потребное количество экскаваторов и автосамосвалов для устройства насыпи из привозного грунта. Объем работ для расчета принимается согласно попикетному графику распределения земляных масс.

Технологическая карта включает следующие разделы: область применения карты, описание технологии работ и расчет потребных ресурсов, схема организации работ (схема потока), указания по выполнению технологических процессов, требования контроля качества работ и указания по технике безопасности.

Область применения карты. В разделе указываются условия применения технологической карты, в частности, законченные виды работ, для которых составлена карта.

Описание технологии работ и расчет потребных ресурсов. В этом разделе дается краткое описание рабочих процессов в той последовательности, которая соблюдается при производстве работ, указываются объемы работ и необходимые машины, производится расчет технологической кар-

ты (Приложение 3), рассчитывается потребность рабочих и машин (табл. 25).

Таблица 25

Тип и марка машин и механизмов (наименование профессий рабочих)	Расчетное количество машин (рабочих)	Принятое количество машин (рабочих)	Коэффициент использования (только для машин)

При определении потребности рабочих необходимо разделять их на рабочих-строителей (дорожных рабочих) и машинистов. Количество машинистов, обслуживающих одну машину, принимается равным количеству машин при односменном режиме работы (1 чел.-ч равен 1 машино-ч). При наличии помощника машиниста, а также при двухсменном режиме работы количество рабочих при машине удваивается (2 чел.-ч равны 1 машино-ч).

Потребность дорожных рабочих определяется по сборникам СНиП 4.02-91; 4.05-91 (СНиП-91) [10], [20] по трудоемкости на единицу работ (чел.-ч / ед. работ). Квалификационный состав исполнителей принимается согласно [23].

Схема организации работ. Раздел оформляется графически (рис. 3).

Указания по выполнению технологических процессов. В разделе приводятся наиболее производительные и рациональные методы выполнения технологических процессов карты. Рекомендации обязательно поясняются схемами работы машин, чертежами забоев, схемами разработки и укладки грунта.

Требования к качеству работ. Указываются минимальные допустимые отклонения от проектных размеров объекта, для которого составлена технологическая карта. Делается ссылка на нормативный источник норм качества производства земляных работ.

Указания по технике безопасности. Приводятся правила по технике безопасности для каждого вида работ и каждой машины. В отдельных случаях может быть дана ссылка на конкретные разделы правил по технике безопасности [16].

В заключении определяется количество рабочих и календарных дней и назначаются сроки производства земляных работ.

№ захватки	1	2	3	4	5	6	7	8
Длина захватки	150	150	150	150	150	150	150	150
№ операции	1,2	3, 4, 5	6	7	8	9	10	11
Наименование работ	1. Снятие и складирование растительного слоя грунта. 2. Уплотнение естественного слоя грунта при 4х проходах по одному участку. 3. Рытье траншеи в резервах, 4. Разравнивание грунта и леренце. 5. Уплотнение естественного слоя грунта для 1-го слоя насыпи 5. Разравнивание грунта по одному участку. 6. Уплотнение грунта, та при 10 проходах по одному участку. 7. Рытье траншеи в резервах, 8. Разравнивание грунта и леренце. 9. Уплотнение естественного слоя насыпи 9. Разравнивание грунта по одному участку. 10. Уплотнение грунта, та при 10 проходах по одному участку. 11. Разравнивание грунта по одному участку.	19. Планировка доработка насыпи в резервах и резервов	16. Уплотнение грунта, та при 10 проходах по одному участку. 17. Планировка доработка насыпи в резервах и резервов	16. Уплотнение грунта, та при 10 проходах по одному участку. 17. Планировка доработка насыпи в резервах и резервов	16. Уплотнение грунта, та при 10 проходах по одному участку. 17. Планировка доработка насыпи в резервах и резервов	16. Уплотнение грунта, та при 10 проходах по одному участку. 17. Планировка доработка насыпи в резервах и резервов	16. Уплотнение грунта, та при 10 проходах по одному участку. 17. Планировка доработка насыпи в резервах и резервов	16. Уплотнение грунта, та при 10 проходах по одному участку. 17. Планировка доработка насыпи в резервах и резервов
Исполнитель	Машинист Вр-2 чел	Машинист Вр-2 чел	Машинист Вр-1 чел	Машинист Вр-1 чел	Машинист Вр-1 чел	Машинист Вр-1 чел	Машинист Вр-1 чел	Машинист Вр-2 чел
Машины (Кус)	Бульдозер ДЗ-162 (0,38) Плечиколазок ДЧ-65 (0,38)	Бульдозер-рыхлитель ДЗ-114УХА (0,99), Ядро ДЗ-180 (0,16)	Плечиколазок ДЧ-395 (1,00)	Плечиколазок ДЧ-395 (1,00)	Плечиколазок ДЧ-395 (1,00)	Плечиколазок ДЧ-395 (1,00)	Плечиколазок ДЧ-395 (1,00)	Бульдозер ДЗ-162 (0,38) Плечиколазок ДЧ-65 (0,38)
Материалы	Растительный грунт - 1710 м ³	Древесно-цементный грунт 816 м ³						Распашивающий грунт - 1710 м ³

Рис. 3. Пример составления технологической карты на возведение земляного полотна

ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП 3.01.01-85. Организация строительного производства / Минстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1995.
2. ГОСТ 2.105-79. Общие требования к текстовым документам. – М.: Изд-во стандартов, 1979.
3. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги. Нормы проектирования. – М.: Стройиздат, 1986.
4. СНиП 23-01-99. Строительная климатология / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2000.
5. СНиП 1.04.03-85. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений. – М.: Стройиздат, 1991.
6. Каменецкий Б.И., Кошкин И.Г. Организация строительства автомобильных дорог: Учебное пособие для техникумов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1991.
7. СН 467-74. Нормы отвода земель для автомобильных дорог. – М.: Стройиздат, 1974.
8. Технологические правила и карты строительства лесовозных автомобильных дорог. Том I. Технологические правила. – Л.: Гипролестранс, 1975.
9. ЕНиР. Сборник В13. Расчистка трассы линейных сооружений от леса / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1988.
10. СНиП 4.02-91; 4.05-91. Сборники сметных норм и расценок на строительные работы. Сборник 1. Земляные работы / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1992.
11. Технологические правила и карты строительства лесовозных автомобильных дорог. Том II. Технологические карты. – Л.: Гипролестранс, 1975.
12. СНиП 3.06.04-91. Мосты и трубы / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1998.

13. ЕНиР. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Вып. 3. Мосты и трубы / Госстрой СССР. – М: Стройиздат, 1988.
14. ЕНиР. Сборник Е5. Монтаж металлических конструкций. Вып. 3. Мосты и трубы / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1987.
15. СНиП 2.05.03-84. Мосты и трубы / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП 2000.
16. СНиП 3.06.03-85. Автомобильные дороги. Правила производства и приемки работ / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.
17. Руководство по сооружению земляного полотна автомобильных дорог / Минтрансстрой СССР. М.: Транспорт, 1982.
18. Афанасьев И.А. Выбор дорожных машин: Учеб. пособие / Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2000.
19. Кручинин И.Н. Расчет производительности дорожных машин. Методические указания по изучению дисциплин «Эксплуатация дорожных машин» и «Дорожно-строительные машины и материалы». Екатеринбург: УГЛТА, 2000.
20. ЕНиР. Сборник Е2. Земляные работы. Вып. 1. Механизированные и ручные земляные работы / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1988.
21. СНиП 4.02-91; 4.05-91. Сборники сметных норм и расценок на строительные работы. Сборник 27. Автомобильные дороги / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1993.
22. ВСН 13-73. Методика составления технологических карт на выполнение основных дорожно-строительных работ. – М.: Минавтодор РСФСР, 1973.
23. Сборник тарифно-квалификационных характеристик основных профессий и должностей руководителей, специалистов, служащих и рабочих дорожного хозяйства / Федеральный дорожный департамент Минтранса РФ. – М.: Центроргтруд, 1998.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1
Средние сроки продолжительности строительного сезона для выполнения основных видов дорожно-строительных работ

Область, республика	Строительство сборных искусственных сооружений				Возведение земляного полотна, устройство дорожных оснований				Устройство земляных покрытий с применением строительных вешущих				Устройство асфальтовых покрытий				Устройство цементобетонных покрытий			
	Начало строительного сезона	Окончание строительного сезона	Календарная продолжительность строительного сезона	Количество нерабочих дней по метеорологическим условиям	Начало строительного сезона	Окончание строительного сезона	Календарная продолжительность строительного сезона	Количество нерабочих дней по метеорологическим условиям	Начало строительного сезона	Окончание строительного сезона	Календарная продолжительность строительного сезона	Количество нерабочих дней по метеорологическим условиям	Начало строительного сезона	Окончание строительного сезона	Календарная продолжительность строительного сезона	Количество нерабочих дней по метеорологическим условиям	Начало строительного сезона	Окончание строительного сезона	Календарная продолжительность строительного сезона	Количество нерабочих дней по метеорологическим условиям
Башкортостан	24.04	26.10	186	13	24.04	16.10	176	8	24.04	8.09	139	16	24.04	19.09	149	16	24.04	8.10	168	7
Удмуртия	3.05	20.10	171	6	3.05	10.10	161	4	3.05	6.09	127	12	3.05	16.09	137	12	3.05	5.10	156	4
Татарстан	7.05	20.10	167	14	7.05	7.10	154	13	7.05	30.08	116	19	7.05	9.09	126	19	7.05	1.10	148	13
Самарская область	12.05	18.10	160	17	12.05	3.10	145	17	12.05	2.09	114	17	12.05	12.09	124	17	12.05	2.10	144	16
Самарская область	23.05	30.10	134	13	23.05	30.09	134	13	23.05	30.09	134	13	23.05	30.09	134	13	23.05	30.09	134	13

Распределение немерзлых грунтов на группы в зависимости от трудности их разработки

Приложение 2

Наименование и характеристика грунтов	Средняя плотность в естественном залегании, кг / м ³	Разработка грунта				Рыхление грунта бульдозерами-рыхлителями
		однокошными экскаваторами	скреперами	бульдозерами	грейдерными	
жирная мягкая и мягкая без примесей то же, с примесью щебня, гравия до 10 % по объему то же, с примесью щебня, гравия свыше 10 % по объему <i>Глина:</i> без корней и примесей с корнями кустарника и деревьев с примесью щебня, гравия	1800	II	II	II	II	-
	1750	II	II	III	III	-
	1900	III	II	II	-	-
	1200	I	I	I	I	-
<i>Грунт растительного слоя:</i> Дресвяный грунт	1200	I	I	I	I	-
	1200	I	I	II	II	-
	1400	I	I	II	-	-
	1800	IV	-	-	-	-
без примесей, а также с примесью щебня, гравия до 10 % то же, с примесью щебня, гравия более 10 % <i>Песок:</i>	1600	I	II	II	II	IV
	1700	I	II	II	-	-
легкий без примесей легкий с примесью щебня, гравия до 10 % по объему то же, с примесью щебня, гравия свыше 10 % по объему тяжелый без примесей, с примесями щебня, гравия до 10 % то же, с примесью свыше 10 % <i>Суглинок:</i>	1700	I	I	I	I	-
	1700	I	I	I	I	-
	1750	II	II	II	II	-
	1750	II	II	II	II	-
без примесей, а также с примесью щебня, гравия до 10 % то же, с примесью свыше 10 % по объему <i>Супесь:</i>	1950	III	-	II	-	-
	1650	I	II	II	II	-
1850	I	II	II	-	-	

Технология работ и расчет потребных ресурсов укрупненной насыпи (вместе с дорожной структурой)

Приложение 3

№ операции	№ захватки	Источник нормы выработки (нормы времени)	Описание рабочих процессов в порядке их выполнения с указанием последовательности с расчетом объема работ	Ед. измерения	Объем работ на захватку на дорогу	Производительность (ед.изм./смену) или норма времени (машинно-смен/ед.изм.)	Требуемое количество машинно-смен на захватку на дорогу
1	1	3	Разбивочные работы	-	-	-	-
2	1	E2-1-5, п.36	Снятие растительного слоя грунта с основания насыпи бульдозером ДЗ-110 и перемещение его в обе стороны за пределы полосы постоянного отвода	1000 м ²	6,12 612	0,08	0,49 49
3	1	E2-1-29, табл.5, п.16,26	Уплотнение естественного основания насыпи полуприцепным пневмоколенным катком ДУ-16В к одноосному тягачу МоАЗ 546ЕП при 8 проходах по одному следу	1000 м ²	5,24 524	0,181	0,95 95
4	II	E2-1-2E, п.3а	Нарезка уступов в существующей насыпи бульдозером ДЗ-28	100 м ³	17,3 1730	0,043	0,74 74
5	III	E2-1-8, табл.3, п.7б	Разработка грунта II группы экскаватором ЭО-611 (объем ковша 1,25 м ³) с погрузкой в автотранспортные средства	100 м ³	17,7 1770	0,134	2,38 238
6	III	расчет	Транспортировка грунта автосамосвалами КамАЗ-5511 при средней дальности возки 10 км	м ³	1770 177000	45	39,33 3933
7	III	E2-1-28, п.36	Разравнивание первого слоя грунта в насыпи бульдозером ДЗ-110 при толщине слоя 0,35 м	100 м ³	17,7 1770	0,039	0,69 69
8	IV	E2-1-29, табл.4, п.26,4б	Уплотнение первого слоя грунта насыпи толщиной 0,3 м в плотном теле полуприцепным катком ДУ-16В с одноосным тягачом МоАЗ-546ЕП при 8 проходах по одному следу	100 м ³	17,7 1770	0,053	0,93 93

1	2	3	4	5	6	7	8
29	XIV	E2-1-39, пл.3а,4а	Планировка откосов насыпи автогрейдером ДЗ-31-1	1000 м ²	4,9 490	0,029	0,14 14
30	XIV	E2-1-36, п.4б	Планировка поверхности земляного полотна автогрейдером ДЗ-31-1 при 3 проходах по одному следу	1000 м ²	2,27 227	0,075	0,17 17
31	XV	E2-1-31, табл.3, пл.16,26	Окончательное уплотнение верха насыпи самоходным пневмокатком ДУ-31А при 8 проходах по одному следу	1000 м ²	2,27 227	0,189	0,43 43
32	XV	E2-1-22, табл.2, пл.5а,5г	Покрытие откосов насыпи растительным грунтом с перемином его до 30 м бульдозером ДЗ-110	100 м ³	4,9 490	0,116	0,57 57
33	XV	E2-1-22, табл.2	Гидромеханизированный посев семян многолетних трав машиной КДМ-130	1000 м ²	4,9 490	0,377	1,85 185

СОДЕРЖАНИЕ

	стр
Введение	3
1. Порядок выполнения проекта	3
2. Организация строительства автомобильной дороги	4
2.1. Технико-экономическая характеристика района строительства автомобильной дороги	4
2.2. Климатическая характеристика района строительства дороги	4
2.3. Выбор метода организации работ и расчет основных его параметров	6
2.3.1. Обоснование принятого метода организации работ	6
2.3.2. Календарная продолжительность строительного сезона	7
2.3.3. Определение темпа потока	8
3. Подготовка дорожной полосы	11
3.1. Восстановление и закрепление трассы	11
3.2. Прорубка просеки	12
3.3. Очистка дорожной полосы от пней, кустарника и снятие растительного слоя	16
3.3.1. Составление ведомости объемов работ для подготовки дорожной полосы	16
3.3.2. Определение трудозатрат, количества машино-смен и выбор комплекта машин для подготовки дорожной полосы	19
4. Строительство искусственных сооружений	19
4.1. Составление ведомости искусственных сооружений	20
4.2. Определение состава бригады для строительства искусственных сооружений	20
5. Возведение земляного полотна	22
5.1. Разбивка на местности земляного полотна и водоотводных сооружений	22
5.2. Выбор грунтов для отсыпки земляного полотна	22
5.3. Выбор способа производства работ и ведущей машины	23
5.4. Построение графика распределения земляных масс	26
5.5. Определение дальности перемещения грунта	28
5.6. Комплектование специализированных отрядов машин для выполнения земляных работ	29
5.7. Определение количества слоев возводимой насыпи	30
5.8. Определение толщины уплотняемого слоя насыпи для различных типов уплотняющих и трамбующих машин	30

5.9. Определение объемов работ на послойную разработку грунта для насыпи, его разравнивание и уплотнение.....	35
5.10. Определение объемов работ на планировке земляного полотна и резервов.....	35
5.11. Расчет основных землеройно-транспортных и землеройных машин для выполнения земляных работ.....	36
5.12. Укрепительные работы при возведении земляного полотна...	37
5.13. Составление технологической карты на возведение земляного полотна.....	38
Литература.....	41
Приложения.....	43
Приложение 1. Средние сроки продолжительности строительного сезона для выполнения основных видов дорожно-строительных работ.....	43
Приложение 2. Распределение немерзлых грунтов на группы в зависимости от трудности их разработки.....	44
Приложение 3. Технология работ и расчет потребных ресурсов уширения 6-слойной насыпи (пример реконструкции).....	45
Содержание.....	47