

Министерство науки и образования Российской Федерации  
ГОУ ВПО Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Кафедра строительства  
автомобильных дорог

*Возведение земляного полотна*

Методические указания  
К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА №1  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ  
СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ»

для студентов 3-го курса  
«Строительство автомобильных дорог и аэродромов»

Воронеж 2004

Составили Вл.П. Подольский, Ю.В. Федорова, И.Ф. Смурыгин, А.В. Глагольев

УДК 625.7

Возведение земляного полотна: Методические указания к выполнению курсового проекта «Технология и организация строительства автомобильных дорог» /Воронеж. гос. арх. с. строит. ун-т: Вл.П. Подольский, Ю.В. Федорова, И.Ф. Смурыгин, А.В. Глагольев, Воронеж, 2004. –46 с.

Предназначены для студентов 3 курса специальности 291000 (АД)

Методические указания являются руководством к выполнению курсового проекта №1 по дисциплине «Технология и организация строительства автомобильных дорог» и дают возможность студентам лучше усвоить и углубить теоретические знания, необходимые инженеру-дорожнику при строительстве автомобильных дорог.

Ил. 8 Табл. Библиогр.: 18 назв.

Печатается по рекомендации редакционно-издательского Совета Воронежского государственного архитектурно-строительного университета.

Рецензент -доц. кафедры проектирования автодорог  
к.т.н. И.А. Гладышева

## ВВЕДЕНИЕ

Земляное полотно относится к основному конструктивному элементу дороги, от прочности и устойчивости которого зависит транспортно-эксплуатационное состояние и работоспособность автодороги (ТЭС АД). Конструкция полотна, используемые грунты и их расположение в теле земляного полотна, технология строительства должны обеспечить стабильные геометрические параметры дороги на всем протяжении независимо от времени года (план, поперечный и продольный профиль), хорошее состояние проезжей части (ровность и шероховатость покрытия, отсутствие деформаций), а также безопасность движения.

В процессе строительства необходимо обеспечить требуемую прочность земляного полотна, отсутствие деформаций в различные неблагоприятные периоды года в виде размывов, оползней откосов, морозного пучения, а также необходимую устойчивость откосов насыпей и выемок от водной и ветровой эрозии.

Основная задача курсового проектирования – научить студента самостоятельно решать инженерные задачи, работать с нормативно – технической литературой, расширить теоретические знания, полученные при изучении лекционного курса «Технология возведения земляного полотна».

В процессе работы над курсовым проектом студенту необходимо решить ряд задач из ПОС (проекта организации строительства) и ППР (проекта производства работ) по возведению земляного полотна с применением комплексной механизации, современных материалов и технологических процессов производства работ.

## СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

В курсовом проекте должны быть разработаны технология и организация работ по возведению земляного полотна в определенных условиях.

Проект состоит из чертежа (одного стандартного листа ватмана) и пояснительной записки (объемом до 30 страниц), включающей следующие разделы:

1. Характеристика условий строительства дороги.
  - 1.1. Природные условия строительства дороги.
  - 1.2. Подготовка исходных данных, выбор поперечных конструкций поперечного профиля земляного полотна.
  - 1.3. Определение и обоснование сроков выполнения работ.
2. Подготовительные работы.
  - 2.1. Восстановление трассы на местности.
  - 2.2. Расчистка полосы отвода и разбивочные работы.
  - 2.3. План временной и постоянной полосы отвода.
3. Распределение земляных масс.
  - 3.1. Определение объемов земляных работ.
  - 3.2. Построение графика распределения земляных масс.
  - 3.3. Определение источников получения и средней дальности перемещения грунта.
4. Выбор машин для возведения земляного полотна.
  - 4.1. Установление способов производства земляных работ на определенных участках дороги.
  - 4.2. Выбор ведущих машин.
  - 4.3. Расчет сменных объемов и темпа потока для специализированных отрядов.
5. Технология производства земляных работ.
  - 5.1. Составление технологических карт (для каждого специализированного отряда).
  - 5.2. Расчет составов специализированных отрядов, сравнение вариантов производства работ.
6. Организация производства работ по возведению земляного полотна.
  - 6.1. Составление схем организации работ специализированных отрядов.
  - 6.2. Построение часовых графиков работы машин.
7. Контроль качества земляных работ и правила их приемки.

## УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

*Пояснительная записка* составляется в порядке, изложенном в задании на выполнение проекта, в полном соответствии с требованиями ЕСКД /17/. Она должна быть краткой, не содержать излишних теоретических положений. Принятые решения должны быть обоснованы и четко изложены.

Пояснительная записка начинается с задания, выданного преподавателем, содержания курсового проекта и введения.

Все ее страницы должны иметь рамки и быть пронумерованы в угловых штампах.

В текстовой части записки запрещаются сокращения, не принятые в технической литературе.

Все графики и таблицы должны иметь названия и порядковый номер.

В конце пояснительной записки приводится список использованной литературы, ссылки на которую обязательно даются в тексте записки. Список использованной литературы составляется в алфавитном порядке с указанием фамилий и инициалов авторов, полного названия, издательства и года издания.

Пояснительная записка должна быть написана чернилами на стандартных листах бумаги. Все листы должны быть сброшюрованы (в твердой обложке). На обложке пояснительной записки делается надпись, в соответствии с образцом прил. I.

*Чертеж* выполняется на стандартном листе чертежной бумаги формата I-а в карандаше. На лист ватмана выносятся технологические схемы комплексной механизации работ и часовые графики использования машин.

## ПОЯСНЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

### I. Характеристика условий строительства дороги

#### 1.1. Природные условия строительства дороги

Характеристика природных условий района строительства дороги составляется на основе данных литературных источников /8,10/. При этом кратко должны быть описаны дорожно-климатическая зона, рельеф местности, почвенно-грунтовые, геолого-гидрологические условия, растительность.

Особое внимание должно быть обращено на уровень грунтовых вод, количество атмосферных осадков (дождя, снега), толщину снегового покрова, глубину промерзания грунта, среднесуточную температуру воздуха. Объем раздела – до 2-х страниц рукописного текста.

#### 1.2. Подготовка исходных данных, выбор поперечных конструкций земляного полотна

Исходными данными для проектирования являются:

- индивидуальный бланк-задание на выполнение курсового проекта;
- продольный профиль участка строящейся дороги (отдельно выделяется участок сосредоточенных земляных работ для детальной разработки).

Работа над курсовым проектом начинается с изучения задания и уяснения задач, которые необходимо решить. Изучается продольный профиль, устанавливаются конструкции земляного полотна в поперечном профиле, которые вычерчиваются на миллиметровой бумаге с указанием всех размеров и «привязкой» к продольному профилю /16/.

Основные технологические показатели строящейся дороги выбираются по СНиП 2.0502.85 /II/ и заносятся в табл. I.I.

Таблица. I.I

Технические нормативы строящейся дороги  
(... категория)

Наименование показателей		Значение показателей (по СНиП 2.05.02.-85)
1	Интенсивность движения, авт/сут.	
2	Расчетная скорость движения, км /ч.	
3	Число полос движения, шт.	
4	Ширина полосы движения, м.	
5	Ширина проезжей части, м.	
6	Ширина обочин, м.	
7	Ширина укрепителей полосы, м.	
8	Ширина земляного полотна, м.	
9	Уклон проезжей части, %	
10	Уклон обочин, %	

### 1.3. Определение и обоснование сроков выполнения работ

Нормы продолжительности строительства автомобильных дорог приведены в СНиП 1.04.03. – 85 /13/ и зависят от дорожно-климатической зоны, категории дороги, категории рельефа местности, протяженности дороги и вида покрытия.

Разделение района строительства автодороги на ту или иную категорию рельефа производится в зависимости от среднего объема земляных работ на 1 км. Если объем земработ составляет до 20 тыс. м<sup>3</sup>, то дорогу относят к I категории рельефа (равнинный); от 20 до 40 тыс. м<sup>3</sup> – ко II категории рельефа (холмистый) и свыше 40 тыс. м<sup>3</sup> – к III категории (горный).

Обычно срок строительства автомобильной дороги определяется на весь комплекс дорожно – строительных работ, включая подготовительный период. Для установления продолжительности какого-либо одного вида работ необходимо разработать проект организации строительства, поэтому фактически срок выполнения земляных работ задается преподавателем, ведущим курсовой проект (в данной работе – 1 год).

Все дорожно – строительные работы делятся на 5 групп (0, I, II, III, IV) по среднеустойчивой допустимой температуре воздуха /6/. Сосредоточенные земляные работы относятся к 0 группе и могут производиться круглогодично, за исключением осенней и весенней распутиц. Линейные земляные работы относятся к I группе и могут производиться при температуре воздуха не ниже 0<sup>0</sup>С, то есть после окончания весенней распутицы до начала осенней распутицы (летний строительный сезон) /5/. В целях повышения ритмичности производства сосредоточенные работы, как правило, проводятся зимой. Календарная продолжительность сосредоточенных работ в зимней период времени определяется по формуле

$$T_{к.зим.}^{соср.} = 365 - T_{к}^{лет.} - T_{ос} - T_{вес.} \quad (1.1)$$

- где  $T_{к.зим.}^{соср.}$  – календарная продолжительность производства сосредоточенных земляных работ в зимний период времени;
- $T_{к}^{лет.}$  – календарная продолжительность летнего строительного сезона. Определяется от конца весенней до начала осенней распутиц;
- $T_{ос}$  – продолжительность осенней распутицы. Дата начала осенней распутицы ( $Z_{н}^{ос}$ ) ориентировочно может быть приурочена к среднесуточной температуре воздуха +5<sup>0</sup>С, а дата окончания осенней распутицы ( $Z_{к}^{ос}$ ) – соответственно к 0<sup>0</sup>С, в осенний период времени /6/;
- $T_{вес}$  – продолжительность весенней распутицы.

Эти параметры могут быть определены по прил.2.

Даты начала и конца весенней распутицы рассчитываются по формулам:

$$Z_n^{вес} = T_0 + \frac{5}{\alpha}, \quad (1.2);$$

$$Z_k^{вес} = Z_n^{вес} + \frac{0,7 \cdot H_{пр}}{\alpha}, \quad (1.3)$$

- где  $Z_n^{вес}$  - начало весенней распутицы;  
 $Z_k^{вес}$  - конец весенней распутицы;  
 $T_0$  - дата перехода температуры воздуха весной через  $0^0$  С, принимается по прил. 2;  
 $\alpha$  - климатический коэффициент, характеризующий скорость оттаивания грунта, см/сут., принимается по прил. 2;  
 $H_{пр}$  - среднеклиматическая глубина промерзания грунта в данном районе, принимается по прил. 2.

Количество рабочих смен в летний период и зимний период времени при производстве земляных работ определяется по формулам:

$$T_{см}^{лет} = (T_k^{лет} - T_{вых.пр.} - T_{орг.} - T_m^{лет}) \cdot K_{см}, \quad (1.4)$$

$$T_{см}^{зим} = (T_{к.зим.}^{соср.} - T_{вых.пр.} - T_{орг.} - T_m^{зим}) \cdot K_{см}, \quad (1.5)$$

- где  $T_{см}^{лет}$  - количество рабочих смен в летний период времени;  
 $T_{см}^{зим}$  - количество рабочих смен в зимний период времени;  
 $T_{вых.пр.}$  - количество выходных и праздничных дней за соответствующий период года;  
 $T_{орг.}$  - простой по организационным причинам (2% от продолжительности периода);  
 $T_m^{лет}$ ,  $T_m^{зим}$  - простой по метеоусловиям по прил. 2;  
 $K_{см}$  - коэффициент сменности. В зависимости от объема производства работ и принятой технологии может быть принят от 1 до 3 (обосновывается автором проекта).

## 2.Подготовительные работы

Все подготовительные работы выполняются в определенной технологической последовательности, обеспечивающей рациональное использование машин, транспортных средств, высокую устойчивость полотна. При комплексном процессе сооружения земляного полотна применяется следующая последовательность работ:

- 1)подготовительные;
- 2)основные;
- 3)планировочные;
- 4)отделочные;
- 5)укрепительные.



Подготовительные работы включают в себя восстановление трассы на местности, расчистку полосы отвода, разбивочные работы, удаление растительного слоя грунта и обвалование его за пределы дорожной полосы, устройство осушительных и водоотводных канав, снос и переустройство линий связи и сооружений.

### **2.1. Восстановление трассы на местности**

Положение оси дороги закрепляется в процессе изыскательских работ. Однако со времени проведения изысканий могут быть приняты другие проектные решения и повреждены знаки, отмечающие характерные точки трассы.

Восстановление трассы заключается в закреплении на местности всех характерных точек проектной линии дороги. С этой целью за пределы полосы отвода выносятся:

- начало и конец прямых участков дороги;
- вершина углов поворота и створных точек;
- высотное положение точек (закрепляется реперами);
- все пикетные и характерные плюсовые точки;
- начало и конец переходных и круговых кривых;
- необходимые промежуточные точки на кривых.

В то же время проводится закрепление на местности дополнительных земельных участков, необходимых для резервов и карьеров.

Закрепление элементов оси трассы производится столбами, в скальных грунтах – пересечением выдолбленных канавок в скале. Земельные участки закрепляются столбами, бороздами. Более подробно о восстановлении и закреплении оси трассы можно узнать из /1,2,3,4/.

В пояснительной записке должны быть приведены схемы закрепления трассы для одного угла поворота и прямого участка дороги по выданному проектному материалу. Также в пояснительной записке описывается время и порядок восстановления оси дороги по заданию для выданного участка. Объем раздела 2-3 страницы.

### **2.2. Расчистка полосы отвода и разбивочные работы**

Полосой отвода называется полоса местности, выделяемая под строительство дороги, различных сооружений и озеленение. Полоса отвода делится на постоянную и временную. Ширина полосы отвода зависит от категории дороги, высоты насыпи (глубины выемки), заложения откосов и условий строительства.

До развертывания земляных работ полоса земли, отведенная для строительства автодороги, расчищается от леса, кустарника, пней и крупных камней. Если в пределах полосы отвода находятся строения, линии связи или электропередач, подземные инженерные сооружения, то их переносят на другое место в соответствии с решениями, указанными в проекте.

Производство работ по расчистке полосы отвода от леса целесообразнее вести в зимнее время. Однако пни корчуются только в летний период.

Мелколесье и кустарники удаляются бульдозерами и кусторезами.

Мелкие камни (объемом до  $1 \text{ м}^3$ ), встречающиеся на дорожной полосе, убираются за ее пределы бульдозером, крупные (объемом больше  $1 \text{ м}^3$ ) разрушаются взрывами, а затем удаляются бульдозером.

Для обеспечения безопасности работ перед спиливанием деревьев убираются имеющийся кустарник и низкорослые сучья. Валка деревьев осуществляется бензомоторными и электрическими пилами.

При выполнении курсового проекта необходимо познакомиться с технологией очистки дорожной полосы и разбивкой земляного полотна /1,3,4/, изложить свои соображения по производству этих работ, представить схемы разбивки земляного полотна в насыпи и выемке на горизонтальном участке и косогоре, план полосы отвода и схему водоотвода.

Объем раздела 2-3 страницы.

### 2.3. План полосы отвода и схема водоотвода

Полоса отвода заданного участка автомобильной дороги представляет в виде проекции характерных линий земляного полотна на горизонтальную плоскость. В качестве характерных линий, выносимых на схему, принимаются:

- ось автомобильной дороги;
- бровка земляного полотна;
- линии пересечения откоса земляного полотна с поверхностью земли;
- линии начала и конца дна водоотводной канавы;
- линия пересечения внешнего откоса водоотводной канавы с поверхностью земли.

Границей полосы отвода на схеме являются линии пересечения внешнего откоса водоотводной канавы с поверхностью земли, если поперечный профиль земляного полотна не имеет водоотводной канавы – линия пересечения откоса земляного полотна с поверхностью земли.

План полосы отвода и схема водоотвода представлены в прил. 3. Построение ведется по наиболее характерным точкам продольного профиля.

Ширина подошвы насыпи рассчитывается по формуле

$$B = B_0 + 2m \cdot H_{\text{раб.}}, \quad (2.1)$$

где  $B_0$  – ширина земляного полотна по верху, м;

$m$  – заложение откосов;

$H_{\text{раб.}}$  – высота насыпи (глубина выемки) по профилю, м.

При наличии боковых кювет – резервов от подошвы насыпи откладываются размеры резервов по верху и низу. Они подбираются таким образом, чтобы объем грунта в одном резерве был равен половине объема насыпи.

При построении схемы полосы отвода удобно пользоваться графическими зависимостями высоты насыпи от размеров резервов.

График строится следующим образом:

- I. По продольному профилю определяется максимальная и минимальная рабочие отметки для тех участков, на которых имеются боковые размеры: ( $h_{\text{раб.}}^{\text{max}}$ ,  $h_{\text{раб.}}^{\text{min}}$ ).
- II. Определяется  $\text{max}$  и  $\text{min}$  высота земляного полотна:

$$h_{\text{max}} = h_{\text{раб.}}^{\text{max}} - h_{\text{д.о.}}, \quad (2.2)$$

$$h_{\text{min}} = h_{\text{раб.}}^{\text{min}} - h_{\text{д.о.}}, \quad (2.3)$$

где  $h_{\text{д.о.}}$  — толщина дорожной одежды (по заданию), м.

- III. Рассчитываются площади поперечного сечения насыпей:

$$F_{\text{max}} = (B + m \times h_{\text{max}}) h_{\text{max}} \cdot k_c, \quad (2.4)$$

$$F_{\text{min}} = (B + m \times h_{\text{min}}) h_{\text{min}} \cdot k_c, \quad (2.5)$$

где  $B = B_0 + 2 m h_{\text{д.о.}}$ , м;

$k_c = 1,1$  — коэффициент относительного уплотнения грунта (для песка).

- IV. Задается глубина резерва ( $h_{\text{рез.}}$  до 1 м) и вычисляются размеры резерва по верху и по низу для максимальной и минимальной отметок (из расчета двухсторонних резервов).

Размер резервов по верху:

$$B_1^{\text{max}} = 0,5 \cdot F_{\text{max}} / h_{\text{рез.}} + m \cdot h_{\text{рез.}}, \quad (2.6)$$

$$B_1^{\text{min}} = 0,5 \cdot F_{\text{min}} / h_{\text{рез.}} + m \cdot h_{\text{рез.}}, \quad (2.7)$$

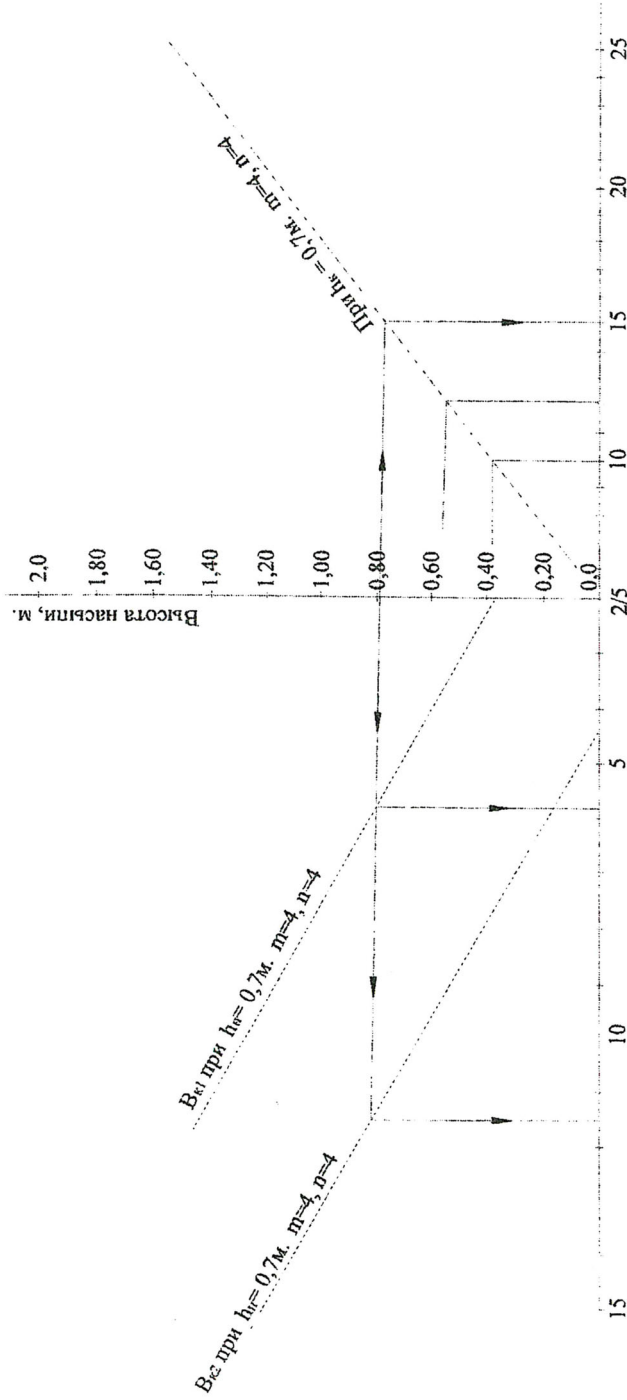
Размер резерва по низу:

$$B_2^{\text{max}} = 0,5 \cdot F_{\text{max}} / h_{\text{рез.}} - m \cdot h_{\text{рез.}}, \quad (2.8)$$

$$B_2^{\text{min}} = 0,5 \cdot F_{\text{min}} / h_{\text{рез.}} - m \cdot h_{\text{рез.}}, \quad (2.9)$$

По полученным данным строится график (рис.1), по которому можно определить размеры резервов для любых насыпей продольного профиля.

Откосы земляного полотна и водоотводных канав обозначаются бергштрихами. Пунктирными линиями на схему наносятся трубы, указывается расположение мостов. Направление стока воды к искусственным сооружениям показывается стрелками. Схему удобно изображать на миллиметровой бумаге.



Размеры приращового кювет-резерва, м  
 Рис. 1. Изменение размеров кювет-резервов  
 в зависимости от высоты насыпи

Средняя дальность перемещения, м  
 Рис. 2. Изменение средней дальности перемещения  
 грунта в зависимости от высоты насыпи

### 3. Распределение земных масс

#### 3.1. Определение объемов земляных работ

Подсчет объемов земляных работ осуществляется в зависимости от выбранных поперечных конструкций земляного полотна по /18/ или на ЭВМ.

Так как средняя плотность грунта, залегающего в естественном состоянии (выемки, грунтовые карьеры) ( $\delta_c$ ), отличается от плотности грунта в построенной насыпи ( $\delta_n$ ), то при распределении земляных масс следует вводить коэффициент относительного уплотнения грунта:

$$K_c = \frac{\delta_n}{\delta_c}. \quad (3.1)$$

Значение коэффициента принимается по прил. 4,5,6 и учитывается при определении объема насыпи.

Подсчет объемов земляных работ производится в табличной форме, представленной в прил. 7. В дальнейшем учитываются только оплачиваемые земляные работы. К оплачиваемым земляным работам относятся объемы грунта для возведения насыпи и объемы грунта, вывозимые в отвал (кавалер):

К объемам грунта, подсчитанным по полученному продольному профилю, необходимо добавить усредненные объемы на оставшиеся километры дороги из расчета на 1 км:

для дорог IV категории – 10 ÷ 10 тыс. м<sup>3</sup> ;

для дорог III категории – 15 ÷ 20 тыс. м<sup>3</sup> ;

для дорог II категории – 20 ÷ 25 тыс. м<sup>3</sup> ;

Например: общая длина дороги III категории – 25 км (по заданию). Продольный профиль выдан на 3 км (объем рассчитывается по таблицам).

Усредненный объем на оставшиеся 22 км:

$$18 \cdot 22 = 396 \text{ тыс. м}^3.$$

Из них: 10 + 15 % - сосредоточенные работы,

85 + 90 % - линейные работы.

В итоге определяется объем оплачиваемых земляных работ на 25 км дороги, в том числе отдельно объемы линейных и сосредоточенных работ.

### 3.2. Построение графика распределения земляных масс

Для определения производительности землеройно – транспортных машин и последующего выбора рациональных способов технологии возведения земляного полотна необходимо знать, куда и в каких объемах следует вывозить грунт при разработке выемок и где, в каких объемах взять его при отсыпке насыпей.

Решить этот вопрос можно путем построения графика распределения земляных масс /1, 4/. При распределении земляных масс необходимо знать объемы грунта в насыпи, объемы грунта из выемок, указать источники получения грунта для насыпей (выемка, боковой резерв, сосредоточенный резерв) и места складирования грунта из выемок при невозможности перемещения их в насыпь.

График строится на весь участок продольного профиля. На горизонтальную ось наносятся значения трассы, на вертикальную вверх – объемы насыпи, вниз – объемы выемок. Объемы земляных работ представляются в виде столбчатых диаграмм сплошной тонкой линией в соответствии с ГОСТ ЕСКД /17/. Внутри каждого столбца указываются профильные объемы, над столбцом – высота насыпи (глубина выемки)

Притрассовый кювет – резерв, как возможный источник получения грунта, изображается пунктирной линией вниз по оси абсцисс в виде столбчатых диаграмм. Внутри столбца над стрелкой, указывающей направление перемещения грунта, записывается объем грунта, под стрелкой – дальность его перемещения.

Сосредоточенные грунтовые резервы размещаются произвольно с указанием их расположения от дороги (слева, справа) и точкой выхода на трассу. На графике изображаются в виде прямоугольника, внизу которого указываются названия – «Грунтовый карьер №1» - и возможный объем добычи грунта.

### 3.3. Определение источников получения и средней дальности перемещения грунта

Для определения дальности перемещения грунта из кювет – резервов строится вспомогательный график, представленный на рис. 2. Для его построения строго в масштабе 1 : 100 вычерчиваются поперечные профили земляного полотна и боковых резервов для  $h_{\max}$  и  $h_{\min}$ , определенных в предыдущем разделе (рис. 3). Средняя дальность перемещения грунта  $L_{cp}^{\max}$  и  $L_{cp}^{\min}$  определяется графически как расстояние между центром тяжести половины насыпи и центром тяжести резерва.

Дальность перемещения грунта из выемки в насыпь определяется по интегральной кривой (рис. 4). Кривая строится от интегральной горизонтальной линии 0 – 0 путем последовательного алгебраического суммирования объемов земляных работ. Объемы насыпей для каждого пикета откладываются вниз (участок ОА, рис. 4), выемок - вверх (участок АВ).

Кривые распределения земляных масс обладают следующими свойствами:

1. Восходящие участки кривой соответствуют на профиле выемкам, нисходящие – насыпям.
2. Крутые участки кривой характеризуют большие объемы работ, пологие – меньшие.
3. Разность смежных ординат кривой  $\Delta V$  характеризует объем земляных работ на профиле.
4. Любая горизонтальная секущая (ВС, рис. 4) характеризует баланс земляных масс, т.е. объем грунта, разрабатываемый в выемке, равен объему грунта, перемещенному в насыпь.

Средняя дальность перемещения грунта на участке насыпь – выемка определяется по формуле

$$L_{\text{ср.}} = S / h, \quad (3.2)$$

где  $S$  – площадь фигур, отсеченная прямой ВС;

$h$  – высота ординаты над кривой, отсеченная прямой ВС.

Средняя дальность перемещения грунта из сосредоточенного резерва в насыпь определяется по катетам треугольника от резерва до середины пикета по линии движения землеройно – транспортных машин. Перемещение грунта обозначается стрелкой с указанием и дальности возки.

Средняя дальность перемещения грунта на любом рассматриваемом участке строящейся дороги рассчитывается по формуле

$$L_{\text{ср.}} = v_1 l_1 + v_2 l_2 + \dots + v_n l_n / v_1 + v_2 + \dots + v_n, \quad (3.3)$$

где  $L_{\text{ср.}}$  – средняя дальность перемещения грунта, м;

$v_1, \dots, v_n$  – объемы грунта, укладываемые в насыпь на соответствующем участке, м;

$l_1, \dots, l_n$  – дальность перемещения грунта от источника получения к месту отсыпки, м.

По графику распределения земляных масс необходимо выделить участки с приблизительно одинаковыми условиями производства работ и перемещениями грунта.

Пример построения графика распределения земляных масс приводится в прил. 8.

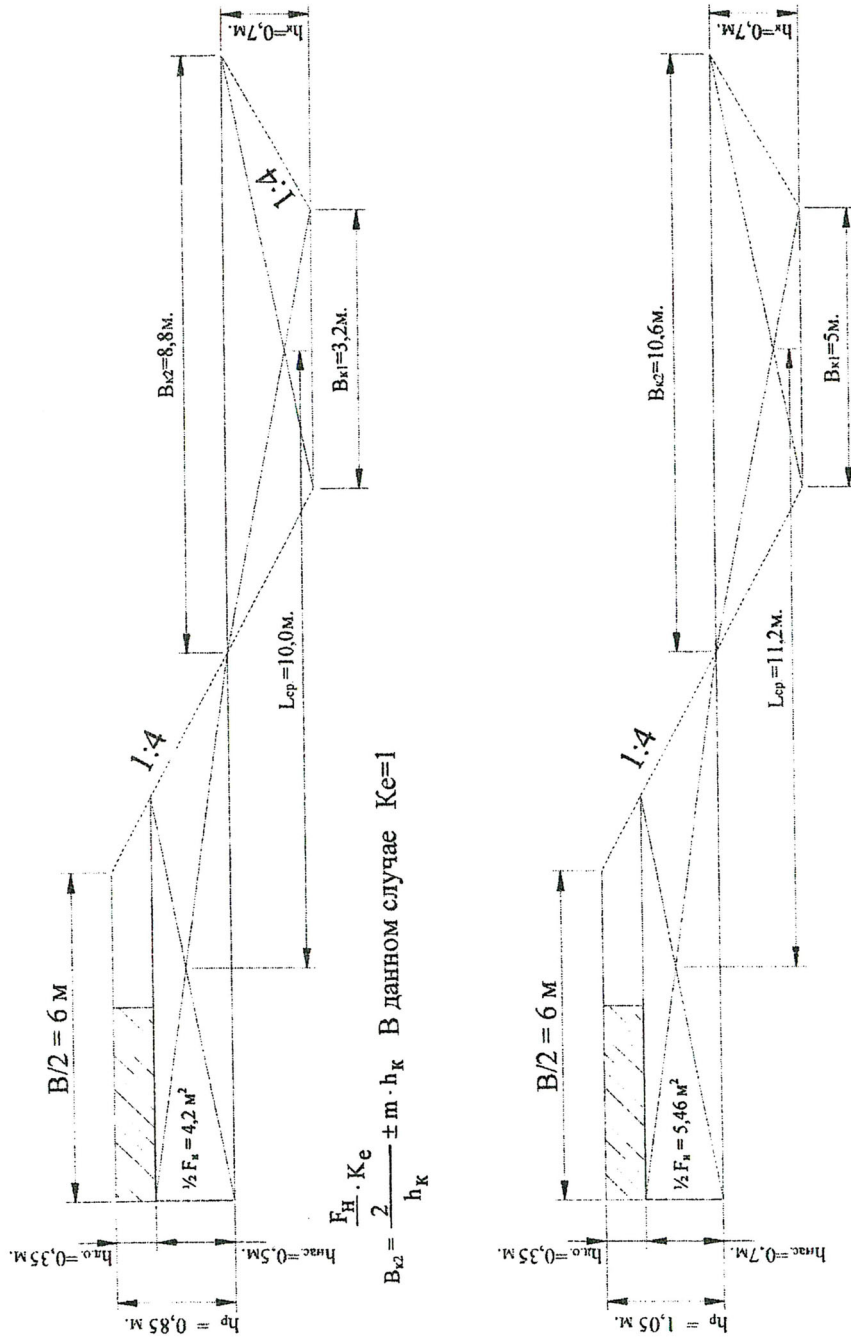


Рис.3. Схемы для определения средней дальности перемещения грунта из боковых кюветов - резервов в насыпь



Выемка 10 тыс. м<sup>3</sup>

Насыпь 10 тыс. м<sup>3</sup>

$$L_{\text{ср}} = \frac{S_{\text{отс.фиг.}}}{h_{\text{ф}} \cdot N} = \frac{2263 \cdot 100}{28 \cdot 30} = 270 \text{ м}$$

где S - площадь отсеченной фигуры, мм<sup>2</sup>

h - высота отсеченной фигуры, мм

N = 30:110 - продольный масштаб графика

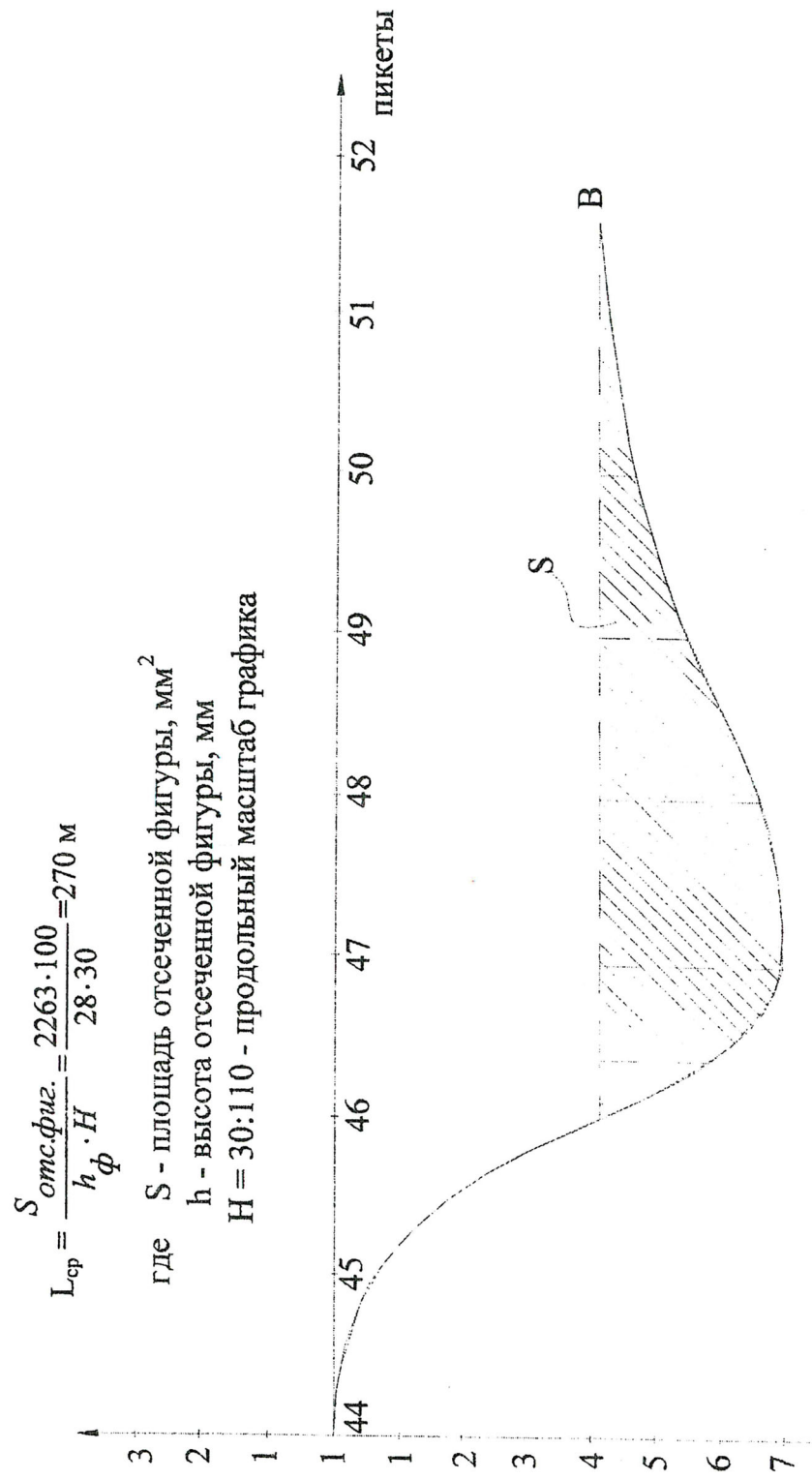


Рис. 4. Интегральная кривая распределения земляных масс на участке ПК44-52

## **4. Выбор машин для возведения отрядов земляного полотна**

### **4.1. Установление способов производства земляных работ на определенных участках дороги**

Способы возведения земляного полотна для каждого конкретного участка дороги устанавливаются в зависимости от следующих факторов:

- конструкции земляного полотна (высоты насыпи, глубины выемки);
- распределения земляных масс;
- грунтово-гидрологических условий, геологического строения;
- основных параметров выбранных машин, их полной загрузки в течение всего срока работ;
- организационных условий производства работ, главными из которых являются сроки возведения земляного полотна.

При выборе наиболее рационального способа механизации земляных работ должны быть сопоставлены возможные варианты по их трудоемкости, темпам и условиям организации работ; удельному расходу энергоресурсов, стоимости единицы продукции.

Примерный перечень наиболее часто встречающихся условий возведения земляного полотна в соответствии с /12/ приведен в прил. 9.

В данной работе необходимо предоставить проект производства линейных земляных работ (для насыпи средней высоты) и проект производства сосредоточенных земляных работ (разработка глубокой выемки, сооружение высокой насыпи) на участке дороги, указанном в задании.

### **4.2. Выбор ведущих машин**

Работы по возведению земляного полотна в курсовом проекте будут выполняться двумя специализированными потоками:

- 1-м потоком по выполнению линейных земляных работ в летний период;
- 2-м потоком по выполнению сосредоточенных земляных работ в зимний период.

При подборе состава машин специализированного подразделения в первую очередь выбираются ведущие машины, при помощи которых с наименьшими затратами выполняются основные объемы работ в соответствующих условиях (разработка и перемещение грунта), а затем вспомогательные (комплектующие) машины, выполняющие все прочие работы, входящие в технологический процесс: срезку растительного слоя, рыхление, разравнивание, увлажнение, уплотнение грунта, планировочные работы.

При этом необходимо стремиться к тому, чтобы работа всех машин была увязана по их производительности.

При выборе машин руководствуются целесообразностью их применения.

Бульдозеры используются для возведения насыпей высотой до 1 – 1,5 м из боковых резервов или для разработки выемок при перемещении грунта под уклон на расстоянии до 100 м. Их применяют также для срезки растительного слоя с поверхности будущих выемок и основания насыпей, боковых резервов и перемещения его на зону производства работ с последующим окучиванием. Бульдозеры применяют и при вскрыше карьеров.

Скреперы наиболее эффективно применять при разработке глинистых грунтов с влажностью, близкой к оптимальному ее значению. При разработке грунта в боковых резервах наибольшую производительность достигают при разности отметок верха насыпи - дна резерва до 1,5 – 2 м. Выемки глубже 0,5 м также разрабатывают скреперами с перемещением грунта в насыпь: прицепными до 500 м, полуприцепными до 3000 м. Самоходные скреперы на пневматических машинах с ковшем емкостью свыше 15 м<sup>3</sup> применяют при перевозке грунта на расстоянии более 3000 м, если это оправдано технико – экономическими расчетами.

Грейдер – элеваторы применяют в степных равнинных районах при возможности заложения боковых резервов и рабочих отметках насыпи, изменяющихся в пределах, не превышающих 0,2 м. Длину захватки с зарезанием грунта в двухсторонних резервах с учетом местных особенностей принимают не менее 500 – 600 м.

Одноковшовые экскаваторы применяют при разработке глубоких выемок, грунтовых карьеров и траншей глубиной свыше 2-2,5 м. Выемки разрабатывают с недобором грунта до проектного очертания во избежание нарушений естественной его структуры.

Производство земляных работ в заболоченной местности возможно экскаваторами с уширенно – удлиненными гусеницами в комплекте с автомобилями – самосвалами на шинах низкого давления.

При возведении высоких насыпей и разработке глубоких выемок применяют в различном сочетании несколько видов землеройных машин. Например, в глубокой выемке целесообразно часть ее объема, особенно вблизи нулевых отметок, разработать бульдозерами с продольным перемещением грунта в насыпь; среднюю часть – скреперами или экскаваторами в комплексе с транспортными средствами. Но возможна также разработка верхней части и скреперами, особенно когда они движутся под уклон в загруженном состоянии. Нижнюю же часть выемки с глубиной забоя не менее 3-3,3 м чаще разрабатывают экскаватором, что обеспечивает полное наполнение ковша «с шапкой».

При выборе машин и механизмов следует руководствоваться учебной литературой /1,3,4/, справочниками /4/, нормативной литературой /12, 14/.

В курсовом проекте по условиям распределения земляных масс необходимо наметить основные (ведущие) машины для каждого участка дороги. На отдельных участках могут быть предложены различные варианты. Данные сводятся в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Предлагаемые ведущие машины при строительстве земляного полотна на участке дороги .....

Местоположение участка		Объем земляных работ, м <sup>3</sup>	Среднее расстояние перемещения грунта, м	Ведущие машины
от ПК +	до ПК +			
1	2	3	4	5

Сравнение вариантов ведущих машин на отдельных участках дороги производится в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Сравнение вариантов ведущих машин

Основная рабочая операция	Ведущая машина	Объем работ, м <sup>3</sup>	Производительность, м <sup>3</sup> /см	Потреб. к-во маш./смен	Ст-ть маш./смен, р.	Общая стоимость, р.	Обоснование
1	2	3	4	5	6	7	8

#### 4.3. Расчет сменных объемов и темпов потоков для специализированных отрядов

Минимальные темпы потока и сменный объем при выполнении линейных земляных работ рассчитываются по формулам:

$$L_{\text{см. min}} = \frac{L_{\text{лин}}}{T_{\text{лет см}}}, \quad \text{м/см}, \quad (4.1)$$

$$V_{\text{см. min}} = \frac{V_{\text{лин}}}{T_{\text{лет см}}}, \quad \text{м}^3/\text{см}, \quad (4.2)$$

Где  $L_{\text{см. min}}$  - минимальный сменный темп потока, м/см;  
 $V_{\text{см. min}}$  - минимальный сменный объем, м<sup>3</sup>/см;  
 $L_{\text{лин}}$  - длина участка линейных земляных работ, м;  
 $V_{\text{лин}}$  - суммарный объем линейных земляных работ, м<sup>3</sup>,  
 $T_{\text{лет см}}$  - количество рабочих смен летнего периода, см.

Минимальный сменный объем для сосредоточенных земляных работ:

$$V_{\text{см. min}} = \frac{V_{\text{соср.}}}{T_{\text{зим см}}}, \quad (4.3)$$

где  $V_{\text{соср.}}$  - суммарный объем сосредоточенных земляных работ, м<sup>3</sup>;  
 $T_{\text{см}}^{\text{зим.}}$  - количество рабочих смен зимнего периода, см.

Потребное количество ведущих машин определяется по формуле

$$n_B = \frac{V_{\text{см. min}}}{\Pi_B}, \quad (4.4)$$

где  $n_B$  - потребное количество ведущих машин,  
 $V_{\text{см. min}}$  - сменный объем (линейный или сосредоточенный), м<sup>3</sup>/см;  
 $\Pi_B$  - производительность ведущих машин, м<sup>3</sup>/см.

Производительность землеройно – транспортных машин определяется по ЕНиР /10/.

При разработке технологических карт необходимо стремиться к тому, чтобы ведущие машины были загружены полностью. Поэтому по количеству ведущих машин определяются фактические темп потока, сменный объем и сроки выполнения линейных и сосредоточенных работ:

$$V_{\text{факт. лин(соср)}} = \Pi_B \cdot n_B, \quad \text{м}^3/\text{см}, \quad (4.5)$$

$$T_{\text{см факт.}} = \frac{V_{\text{лин(соср)}}}{V_{\text{факт. лин(соср)}}}, \quad \text{см}, \quad (4.6)$$

$$L_{\text{см факт.}} = \frac{L_{\text{лин}}}{T_{\text{см факт. лин}}}, \quad \text{м/см}. \quad (4.7)$$

Полученные показатели используются при составлении технологических карт для работ, равномерно распределенных по длине дороги (срезка растительного слоя, уплотнение основания насыпи).

Объемы работ по укладке и уплотнению грунта не постоянны по длине дороги. Поэтому для этих работ целесообразно рассчитывать скорость таким образом, чтобы в течение смены полностью заканчивать возведение насыпи.

Размеры захватки устанавливаются в следующем порядке:

1) насыпь делится на участки по числу слоев, возводимых в 1, 2, 3, слое и т.д;

2) определяется длина участка насыпи, которую может построить отряд со сменной производительностью  $Q$  м<sup>3</sup>/смена (при возведении насыпи в 1, 2, 3 слое);

3) устанавливаются размеры участков захватки, на которых производится укладка слоя грунта и уплотнение уложенного слоя.

Размеры этих участков устанавливаются из расчета допустимого времени выполнения работ по технологическим условиям. Под этими условиями понимается сохранение оптимальной влажности грунта, благоприятной для уплотнения.

Размеры каждого рабочего участка на захватке определяются по формуле

$$l_{\text{р.у.}} = \frac{\Pi \cdot t_{\text{дон}}}{2 \cdot T \cdot h \cdot v}, \quad \text{м}, \quad (4.8)$$

где  $P$  – производительность отряда, м<sup>3</sup>/см;  
 $t_{\text{доп}}$  – допустимое время работы по условию сохранения необходимой влажности грунта, ч, (для жаркого климата 1-2 ч, для средних климатических условий 4-8 часов);  
 $h$  – толщина слоя грунта, м;  
 $e$  – ширина слоя, м;  
 $T$  – продолжительность смены, ч.

При определении размеров рабочих участков проверяется возможность работы машин с точки зрения обеспечения необходимого фронта работ.

Расчетные и принятые размеры захватки и ее рабочих участков приводятся в табл. 4.3.

Таблица 4.3

**Определение размеров захваток и рабочих участков  
при строительстве дороги**

Местоположение участка		Высота насыпи, м	Количество слоев	Размер захватки, м	Размеры рабочих участков, м	
от ПК +	до ПК +				по расчету	принято
1	2	3	4	5	6	7

Размер захватки, на которой выполняются планировочные работы, желательно назначать таким же, как и у предыдущей захватки.

## 5. Технология производства земляных работ

### 5.1. Составление технологических карт

Внешним документом проекта является технологическая карта и схема производства работ.

Карты разрабатываются с целью обеспечения строителей готовыми решениями по технологии и организации работ, способствующими уменьшению трудоемкости, улучшению качества и снижению себестоимости строительного – монтажных работ.

Карта комплексной механизации содержит описание процессов в их технологической последовательности с указанием и расчетом средств механизации, их производительности, сменных объемов работ, коэффициентов использования машин на захватках, количество сменных захваток.

При отсыпке насыпи выполнение работ может быть организовано на следующих захватках:

- 1) срезка растительного слоя грунта;
- 2) доуплотнение основания насыпи;
- 3) рыхление грунта в карьерах, резервах; его перемещение, послойная укладка и уплотнение грунта;
- 4) планировка и уплотнение поверхности земляного полотна.

Количество захваток и виды работ могут быть изменены.

Различают типовые и рабочие карты. Типовые карты содержат общие решения обычно для наиболее часто встречающихся условий строительства. Рабочие карты разрабатываются на основании типовых с учетом местных условий и предназначены для непосредственного использования прорабами, мастерами и рабочими при производстве работ.

В табл. 5.1 приводится пример составления технологической карты на производство земляных работ при использовании в качестве ведущей машины прицепного скрепера ДЗ – 20 с ковшем объемом 7 м<sup>3</sup>. Набор грунта в ковш скрепера производится с помощью трактора – толкача из расчета 4-х скреперов на один толкач.

Средняя дальность перемещения грунта 400 м (принимается по графику распределения земляных масс). Источник получения грунта – выемка. Скрепер работает по эллиптической схеме.

Калькуляция затрат труда в примере представлена на 1000 м<sup>3</sup>/смену.

## 5.2. Расчет составов специализированных отрядов

На основании технологической карты разрабатывается состав машин в отряде, определяется их загрузка, стоимость эксплуатации /15/, производится сравнение вариантов на спорных участках дороги (табл. 5.2).

Таблица 5.2

Состав машин в отряде

Наименование и марки машин	Потребность в маш. сменах на захватку	Количество машин	К <sub>исп.</sub>	Стоимость машино – смены, р.	
				одной машины	всех машин
1.Скрепер ДЗ-20	6	6	1		
2.Бульдозер ДЗ-8	1,16	2	0,58		
3.Рыхлитель ДП-15	0,13	1	0,13		
4.Каток ДУ-39 А	1	1	1,0		
5.Каток ДУ-16 В	0,7	1	0,7		
6.Автогрейдер ДЗ-31-1	0,5	1	0,5		
7.Трактор-толкач Т-100	1,5	2	0,75		

Проведенный расчет затрат труда позволяет установить состав бригады рабочих для работы в одну смену.

Количество рабочих в одну смену:

1. Количество рабочих на машинах –  $Q_n$  – берется из технологических карт или из таблицы состава отряда. Разряд – в соответствии с ЕниР /9/.
2. Количество рабочих при машине –  $Q_n$  ориентировочно принимается равным 20 – 25 % от  $Q_n$ . Разряд рабочих – II.
3. Количество рабочих на ремонте  $Q_p$  – 30% от  $Q_n$ . Разряд рабочих IV. Расчет выполняется в табл. 5.3.

На основании полученных данных окончательно уточняются составы отрядов на всех участках дороги.

Таблица 5.3

## Состав бригады рабочих

Категория рабочих	Разряд	Количество
1.Машинист скрепера	6	6
2.Машинист бульдозера	6	2
3.Машинист катка	6	2
4.Тракторист	6	2
5.Тракторист	5	1
6.Машинист автогрейдера	6	1
7.Рабочие при машинах	2	3
8.Рабочие на ремонте	4	4

В каждой технологической карте прикладываются указания по производству работ в соответствии с /12/.



Таблица 5.1

Технологическая карта по возведению насыпи специализированным отрядом с ведущей машиной скрепер ДЗ-20.

Объем 1000 м<sup>3</sup> грунта

№ про-цесса	№ смен-ной за-хватки	Источ-ник обосно-вания	Технологическая последовательность процессов, расчет объемов работ и машин	Ед. изме-рения	Смен-ный объем	Произво-дит. в сме-ну	Требуется машина на захватку		К <sub>шт</sub> ма-шин	Звено ра-бочих
							по расче-ту	принято		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	ЕНиР 2-1-5 табл.2, №2а	Срезка растительного слоя бульдозером ДЗ-8 на толщину 15 см с перемещением его на среднее расстояние 30м	м <sup>2</sup>	1500	9195	0,16	1	0,16	Машина 6-го разр. – 1 чел
2	2	ЕНиР 2-1-22 В, табл.7, 1.2, табл. 9 п.1.2	Уплотнение естественного основания насыпи катком ДУ-39 А при 20 проходах по 1-му следу	м <sup>2</sup>	1200	2157	0,5	1	0,5	Машина 6-го разр. – 1 чел
3	3	ЕНиР 2-1-1, табл.2, № 2-6	Рыхление грунта рыхлителем ДИ-115 в сцепе с трактором Т-100 на глубину 0,35 м за 1 проход	м <sup>3</sup>	1000	8000	0,13	1	0,13	Тракторы 5-го разр. 1 чел
4	3	ЕНиР 2-1-14 А, табл.3, № 3-бг	Разработка грунта II группы прицепным скрепером ДЗ-20 с перемещением грунта на 400м	м <sup>3</sup>	1000	167	6	6	1	Машина 6-го разр. – 6 чел

Окончание табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	3	ЕНИР 2-1- 14,табл.2 ,4	Накопление ковш скрепера при помо- щи трактора толкача из расчета 4-х скре- перов на 1 толкач	м-см	-	-	1,5	2	0,75	Тракто- рист-6 разр.-2 чел
6	3	ЕНИР 2-1- 20,табл.2 ,№36	Послойное разрав- нивание отсыпан- ной насыпи бульдо- зером ДЗ-8 слоями толщиной 30 см (50%)	м <sup>3</sup>	500	988	0,51	1	0,51	Машинист 6-го разр.- 1 чел
7	3	ЕНИР 2-1-22 В, табл.8, п.2,4	Послойное уплот- нение грунта слоями по 0,3 м катком ДУ- 16 при 10 проходах по одному следу	м <sup>3</sup>	1000	1400	0,7	1	0,7	Машинист 6-го разр.- 1 чел
8	4	ЕНИР 2-1- 26,табл. 3,№16	Планировка верха земляного полотна авторейдером ДЗ- 31-1 за 2 прохода по одному следу	м <sup>2</sup>	8200*	16400	0,5	1	0,5	Машинист 6-го разр.- 1 чел
9	4	ЕНИР 2-1- 22,табл.9 д.1 в	Уплотнение верхней поверхности земляного полотна катком ДУ-39 при 2- х – 3-х проходах по одному следу	м <sup>2</sup>	5200*	10250	0,5	1	0,5	Машинист 6-го разр.- 1 чел

\*Для более полного использования машин объемы работ устанавливаются из расчета накопления основных работ за несколько смен.

## 6. Организация производства работ возведению земляного полотна

**6.1. Составление схем организации работ** Специальных отрядов к проектированию организации его работы и разработке схем организации. После расчета состава каждого специализированного отряда приступают к проектированию организации его работы и разработке схем организации. Схема организации работ (технологический план потока) представлена в прил. 10. Расположение землеройных и других машин на схеме показывается на определенной стадии возведения насыпи; форма технологической схемы принимается по /1/.

В курсовом проекте представляются две схемы на выполнение линейных работ на заданном участке дороги; форма технологической схемы и сосредоточенных земляных работ на захватке дороги.

## 6.2. Построение часовых графиков работы машин

Часовые графики работы машин на захватках составляются одновременно с технологическим планом потока и служат для уточнения одновременности машин, работающих на одной захватке, а также порядка их использования во времени и перехода при необходимости на другие захватки. При построении графиков на оси абсцисс откладывается длина смены работы каждой машины продолжительностью рабочей смены. Время начала работы (часа начала работы) в верхний левый (часа окончания работы) над каждой линией указывается марка и ее номер в отряде (прил. 10). Время работы машины рассчитывается по формуле:

$$T_i = T_{см} \cdot K_{исп.i}, \text{ ч,}$$

где  $T_{см}$  — продолжительность смены, ч;  
 $K_{исп.i}$  — коэффициент использования машины на данной захватке

## 1. Контроль качества земляных работ и правила их выполнения

При сооружении земляного полотна для регулирования фактических показателей состава и состояния грунтов выполняются следующие этапы:

- входной контроль;
- операционный контроль;
- приемочный контроль.

При входном контроле проверяется соответствие фактических показателей состава и состояния грунтов естественных оснований.

Количество захваток и виды работ могут быть изменены. Различают типовые и рабочие карты. Типовые карты содержат общие решения обычно для наиболее часто встречающихся условий строительства. Рабочие карты разрабатываются на основании типовых с учетом местных условий и предназначены для непосредственного использования пропадами, мастерами и рабочими при производстве работ.

В табл. 5.1 приводится пример составления технологической карты на производство земляных работ при использовании в качестве ведущей машины прицепного скрепера ДЗ – 20 с ковшем объемом 7 м<sup>3</sup>. Набор грунта в ковш скрепера производится с помощью трактора – толкача из расчета 4-х скреперов на один толкач.

Средняя дальность перемещения грунта 400 м (принимается по графикам распределения земляных масс). Источник получения грунта – выемка. Скрепер работает по эллиптической схеме.

Калькуляция затрат труда в примере представлена на 1000 м<sup>3</sup>/смену.

### 5.2. Расчет составов специализированных отрядов

На основании технологической карты разрабатывается состав машин в отряде, определяется их нагрузка, стоимость эксплуатации /15/, производится сравнение вариантов на спорных участках дорож (табл. 5.2).

Таблица 5.2

Состав машин в отряде

Наименование и марки машин	Потребность в маш. смен-нах на захватку	Количество машин	K <sub>исп.</sub>	Стоимость машинно-смен, р.	
				одной машины	всех машин
1. Скрепер ДЗ-20	6	6	1		
2. Бульдозер ДЗ-8	1,16	2	0,58		
3. Рыкатель ДР-15	0,13	1	0,13		
4. Каток ДУ-39А	1	1	1,0		
5. Каток ДУ-16В	0,7	1	0,7		
6. Автоскрепер ДЗ-31-1	0,5	1	0,5		
7. Трактор-толкач Т-100	1,5	2	0,75		

Проведенный расчет затрат труда позволяет установить состав бригады рабочих для работы в одну смену.

Количество рабочих в одну смену:

1. Количество рабочих на машинах –  $Q_m$  – берется из технологических карт или из таблицы состава отряда. Разряд – в соответствии с ЕНПР/9/.
  2. Количество рабочих при машине –  $Q_n$  ориентировочно принимается равным 20 – 25 % от  $Q_m$ . Разряд рабочих – II.
  3. Количество рабочих на ремонте  $Q_p$  – 30% от  $Q_m$ . Разряд рабочих IV.
- Расчет выполняется в табл. 5.3.
- На основании полученных данных окончательно уточняются составы отрядов на всех участках дороги.

Таблица 5.3

Состав бригады рабочих

Категория рабочих	Разряд	Количество
1. Машинист скрепера	6	6
2. Машинист бульдозера	6	2
3. Машинист катка	6	2
4. Тракторист	6	2
5. Тракторист	5	1
6. Машинист автогрей- дера	6	1
7. Рабочие при машинах	2	3
8. Рабочие на ремонте	4	4

В каждой технологической карте прикладываются указания по производству работ в соответствии с /12/.

Таблица 5.1

Технологическая карта по возведению насыпи специализированным  
отрядом с ведущей машинной скрепер ДЗ – 20.  
Объем 1000 м<sup>3</sup> грунта

№ про-цесса	№ смены за-хватки	Источ-ник обосно-вания	Технологическая последовательность процессов, расчет объемов работ и машин	Ед. изме-рения	Смен-ный объем	Произво-ду в сме-ну	Требуется машина на захвату		Купл ма-шин	Звено ра-бочих
							по расче-ту	принято		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	ЕНИР 2-1-5 табл.2, №2а	Срезка растительного слоя бульдозером ДЗ-8 на толщину 15 см с перемешением его на среднее рас-стояние 30м	м <sup>2</sup>	1500	9195	0,16	1	0,16	Машинист 6-го разр. – 1 чел
2	2	ЕНИР 2-1-22 В, табл.7, 1.2, табл. 9 п.12	Уплотнение есте-ственного основания насыпи катком ДУ-39 А при 20 прохо-дах по 1-му следу	м <sup>2</sup>	1200	2157	0,5	1	0,5	Машинист 6-го разр. – 1 чел
3	3	ЕНИР 2-1-1, табл.2, № 2-6	Рыхление грунта рыхлителем ДТ-115 в следе с трактором Т-100 на глубину 0,35 м за 1 проход	м <sup>3</sup>	1000	8000	0,13	1	0,13	Трактори-ст 5-го разр. 1 чел
4	3	ЕНИР 2-1-14 А, табл.3, № 3-6г	Разработка грунта II группы пружильным скрепером ДЗ-20 с перемещением грунта на 400м	м <sup>3</sup>	1000	167	6	6	1	Машинист 6-го разр. – 6 чел

Окончание табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	3	ЕНиР 2-1- 14,табл.2 ,4	Наполнение ковша скрепера при помо- щи трактора толкача из расчета 4-х сфре- перов на 1 толкач	м-см	-	-	1,5	2	0,75	Тракто- рист-6 разр.-2 чел
6	3	ЕНиР 2-1- 20,табл.2 ,№36	Послойное разрав- нивание отсыпан- ной насыпи бульдо- зером ДЗ-8 слоями толщиной 30 см (50%)	м <sup>3</sup>	500	988	0,51	1	0,51	Машинист 6-го разр. - 1 чел
7	3	ЕНиР 2-1-22 В, табл.8, п.2,4	Послойное уплот- нение грунта слоями по 0,3 м капком ДУ- 16 при 10 проходах по одному следу	м <sup>3</sup>	1000	1400	0,7	1	0,7	Машинист 6-го разр. - 1 чел
8	4	ЕНиР 2-1- 26,табл. 3,№16	Планировка верха земляного полотна автогрейдером ДЗ- 31-1 за 2 прохода по одному следу	м <sup>2</sup>	8200*	16400	0,5	1	0,5	Машинист 6-го разр. - 1 чел
9	4	ЕНиР 2-1- 22,табл.9 д.1 в	Уплотнение верхней поверхности земляного полотна капком ДУ-39 при 2- х - 3-х проходах по одному следу	м <sup>2</sup>	5200*	10250	0,5	1	0,5	Машинист 6-го разр. - 1 чел

\* Для более полного использования машин объемы работ устанавливаются из расчета накопления основных работ за несколько смен.

## 6. Организация производства работ по возведению земляного полотна

### 6.1. Составление схем организации работ специальных отрядов

После расчета состава каждого специализированного отряда приступают к проектированию организации его работы и разработке схем организации.

Схема организации работ (технологический план потока) представлена в прил. 10.  
Расположение землеройных и других машин на схеме показывается на определенной стадии возведения насыпи; форма технологической схемы принимается по 1/1.

В курсовом проекте представляются две схемы на выполнение линейных земляных работ для насыпи средней высоты и сосредоточенных земляных работ на заданном участке дороги.

### 6.2. Построение часовых графиков работы машин

Часовые графики работы машин на захватках составляются одновременно с технологическим планом потока и служат для уточнения взаимодействия работающих машин, работающих на одной захватке, а также порядка их использования во времени и перехода при необходимости на другие захватки.  
При построении графиков на оси абсцисс откладывается длина смены-ной захватки, на оси ординат – продолжительность рабочей смены. Время работы каждой машины показывается наклонной линией, проведенной из нижнего угла (час начала работы) в верхний левый (час окончания работы). Над каждой линией указывается марка и ее номер в отряде (прил. 10).  
Время работы машины рассчитывается по формуле:

$$T_i = T_{см} \cdot K_{исп.i}, \text{ ч}, \quad (6.1)$$

где  $T_{см}$  – продолжительность смены, ч;  
 $K_{исп.i}$  – коэффициент использования машины на данной захватке.

### 1. Контроль качества земляных работ и правила их приемки

При сооружении земляного полотна для регулирования качества работ выполняется производственный контроль, который включает в себя следующие этапы:

- входной контроль;

- операционный контроль;

- приемочный контроль.

При *входном контроле* проверяется соответствие принятых в проекте и фактических показателей состава и состояния грунта, в карьерах, выемках естественных оснований.



Данные входного контроля оформляются в соответствии с /12/.  
 Операционный контроль проводится в ходе производственных процессов с целью установления соответствия выполняемых работ нормативным требованиям, проектной документации к соблюдению необходимой технологии.

Операционный контроль должен охватывать полный объем всех видов работ за все время их выполнения.  
 К постоянно контролируемым показателям относятся:

- правильность линии поверхности земляного полотна в плане и профиле;
- плотность основания;
- однородность грунта в слоях насыпи;
- плотность грунта в слоях насыпи;
- ровность поверхности;
- соблюдение поперечных уклонов;
- ширина земляного полотна;
- крутизна откосов;
- укрепление откосов;
- правильность выполнения водопроводных сооружений.

Приемочный контроль осуществляется при приемке работ.  
 В курсовом проекте необходимо разработать вопросы контроля качества земляных работ и правила их приемки в соответствии с индивидуальным заданием. Пример схемы операционного контроля приводится в прил. 11.  
 При подготовке материала следует использовать учебную и нормативную литературу /1, 4, 12/.

Библиографический список рекомендуемой литературы

1. Горельшев Н.В. Технология и организация строительства автомобильных дорог. - М.: Транспорт, 1992. - 551 с.
2. Методика составления технологических карт на выполнение основных дорожно - строительных работ. ВСН 13 - 73 /Минавтодор РСФСР. - М.: Транспорт, 1974. - 152 с.
3. Руководство по сооружению земляного полотна автомобильных дорог /Минтрансстрой СССР. - М.: Транспорт, 1982. - 160 с.
4. Строительство автомобильных дорог /Под ред. В.К. Некрасова. В 2-х т. - М.: Транспорт, 1980. - 416 с.
5. Соловчик А.Н., Карпов Б.Н. Календарное планирование строительства и ремонта автомобильных дорог. - М.: Транспорт, 1988. - 262 с.
6. Строительство автомобильных дорог: Справочник инженера - дорожника. /Под ред. В.А. Бочина. - М.: Транспорт, 1980. - 512 с.
7. Сиденко В.М. и др. Технология строительства автомобильных дорог. - Киев: Высшая школа, 1970. - 334 с.
8. Большая Советская Энциклопедия: В 30 т. /Гл. ред. А.М. Прохорова - 3 - е изд. - М.: Сов. энциклопедия, 1969. - 79.
9. Ендр. Сборник Б.2. Земляные работы. Вып. 1. Механизированные и ручные работы /Трансстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1988. - 224 с.
10. СНиП 2.01.01 - 82. Строительная климатология и геофизика / - М.: ЦИТИ Госстрой СССР. 1983. - 136 с.
11. СНиП 2.05.02 - 85. Автомобильные дороги. - М.: Госстрой СССР, 1986. - 51 с.
12. СНиП 3.06.03 - 85. Автомобильные дороги. - М.: Госстрой СССР, 1986. - 111 с.
13. СНиП 1.04.03 - 85. Нормы продолжительности строительства и заделы в строительстве предприятий, зданий и сооружений. - М.: ЦИТИ Госстрой СССР, 1991. - 523 с.
14. СНиП 3.02.01 - 87. Земляные сооружения, основания и фундаменты. - М.: Транспорт, 1982. - 121 с.
15. СНиП IV - 3 - 82. Прил. - М.: Стройиздат, 1982. - 40 с.
16. Типовые проектные решения. Серия 3.503 - 32. Поперечные профили автомобильных дорог общей сети СССР. - М.: Гипросоюздорпроект, 1974. - 84 с.
17. ЕСКД. Общие правила выполнения чертежей. М.: Изд-во стандартов, 1991. - 180 с.
18. Митин Н.А. Таблицы для подсчета объемов земляных работ автомобильных дорог. - М.: Транспорт, 1967. - 536 с.

Приложение I.

Образец выполнения титульного листа

Министерство науки образования РФ

Воронежский государственный архитектурно – строительный  
университет

Кафедра строительства автомобильных дорог

ПОСЧИНТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту № 1

Технология и организация строительства автомобильных дорог

Раздел:

Возведение земляного полотна

Выполнил студент

\_\_\_\_\_ 93 группы  
Руководитель

Приложение 2

Климатические данные для определения сроков строительства земляного полотна

Коэффици- циент нерабочих дней по метеосу- ловиям (Т <sup>м</sup> )	Скорость оттаива- ния грунтов см/сут. (α)	Глубина промер- зания грунтов см	Данные переходы			12/У	23/Х	8/Х	80	5,0	12	1,95														
			температура воздуха	Через 0°С									11/Ш	26/ХI	29/Х	-	-	12	1,85							
				осеню	весной															1/Ш	25/ХI	31/Х	-	12	1,85	
					через 5° осеню																					осеню
Алтайский край																										
Брянская обл.																										
Брестская обл.																										
Брянская обл.																										
Витебская обл.																										
Владимирская обл.																										
Волгоградская обл.																										
Волгодонская обл.																										
Волынская обл.																										
Воронежская обл.																										
Гомельская обл.																										
Новгородская обл.																										
Новгородская обл.																										
Псковская обл.																										
Ростовская обл.																										
Ивановская обл.																										
Тверская обл.																										
Карельская обл.																										
Кировская обл.																										
Краснодарский край																										
Самарская обл.																										
Курганская обл.																										
Курская обл.																										
Ленинградская обл.																										
Магилевская обл.																										
Московская обл.																										
Пензенская обл.																										
Псковская обл.																										
Рязанская обл.																										
Саратовская обл.																										
Смоленская обл.																										
Тамбовская обл.																										
Тульская обл.																										

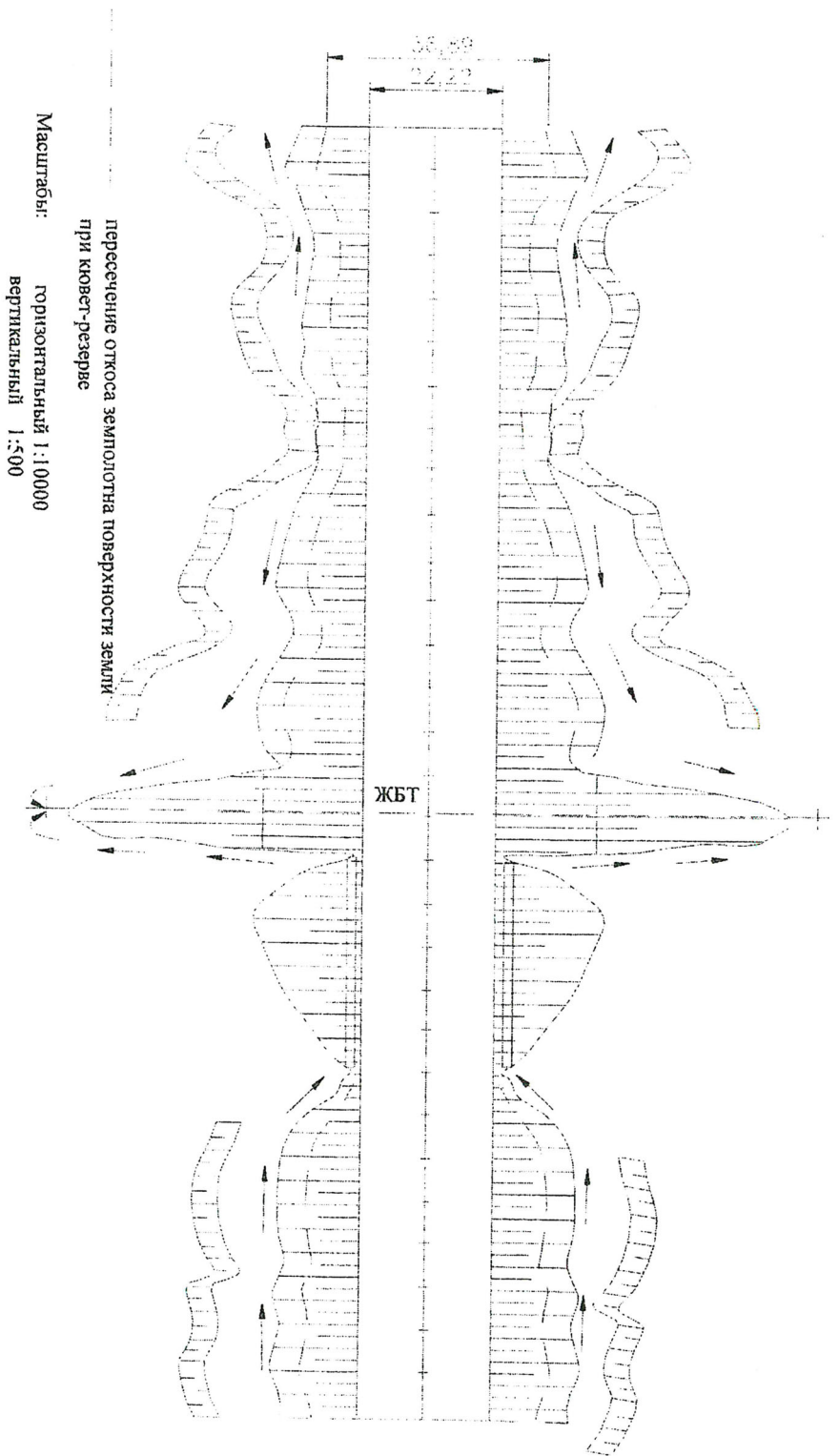


Рис. ПЗ.1. План погосы отвода и схема водоотвода.

Грунты	Оптимальная влажность, %	Грунты	Оптимальная влажность, %	Грунты	Крупнообломочные	Грунты: щебенистые	Пески: дресвяные	Пески: гравелистые	крупные	средние	Пески мелкие и пылеватые, мелкие одномерные
		8 - 14	8 - 14	8 - 14	Супеси тяжелые	Супеси пылеватые	Супеси легкие	Супески тяжелые	Супески легкие	Супески тяжелые	Супески легкие
		16 - 20	16 - 20	16 - 20	Супеси пылеватые	Супеси пылеватые	Супески легкие	Супески тяжелые	Супески легкие	Супески тяжелые	Супески легкие
		12 - 16	12 - 16	12 - 16	Супеси пылеватые	Супеси пылеватые	Супески легкие	Супески тяжелые	Супески легкие	Супески тяжелые	Супески легкие
		16 - 22	16 - 22	16 - 22	Супеси пылеватые	Супеси пылеватые	Супески легкие	Супески тяжелые	Супески легкие	Супески тяжелые	Супески легкие
		20 - 25	20 - 25	20 - 25	Супеси пылеватые	Супеси пылеватые	Супески легкие	Супески тяжелые	Супески легкие	Супески тяжелые	Супески легкие
		20 - 30	20 - 30	20 - 30	Супеси пылеватые	Супеси пылеватые	Супески легкие	Супески тяжелые	Супески легкие	Супески тяжелые	Супески легкие

Оптимальная влажность различных грунтов.

#### Приложение 5

Грунты и материалы	Значение $K_c$ при коэффициенте	Значение $K_c$ при коэффициенте	Значение $K_c$ при коэффициенте
	требуемой плотности	требуемой плотности	требуемой плотности
Пески, супеси, пылеватые суглинки	1,10	1,05	1,05
Суглинки, глины	1,05	1,00	1,00
Лессы, лессовидные грунты и черноземы	1,20	1,15	1,15
Шлаки: топочные	1,35 - 1,45	1,30 - 1,40	1,30 - 1,40
Шлаки: черной металлургии	1,25 - 1,35	1,20 - 1,30	1,20 - 1,30

Ориентировочное значение коэффициента относительного уплотнения  $K_c$

#### Приложение 4

Приложение 6

Коэффициент требуемой плотности грунта  $K_0$

Виды зем- ляного по- ложения	Части зем- ного положа положения	Глубина рас- положения слоя от по- верхности покрытия, м	Дороги с капитальными покрытиями		Дороги с облегчен- ными переходными покрытиями	
			II-III	IV-V	II-III	IV-V
Насыпи	Верхняя	1,5	1,0-0,98	0,98-0,95	0,98-0,95	0,98-0,95
			0,98	0,95	-	-
	Нижняя неподтап- ливаемая	1,5-6,0	0,95	-	-	-
			1,5-6,0	0,98-0,95	0,95	-
	Нижняя подтапли- ваемая	6,0	0,98	0,98	0,98	0,95
1,5-6,0			0,98-0,95	0,95	-	
Выемки и естест- венные основа- ния низ- ких на- сыпей	В зоне се- зонного промерза- ния	1,2	1,0-0,98	0,98-0,95	0,98-0,95	
	Нижне зона- сеASONНОГО промерза- ния	1,2	0,95	0,95-0,92	0,95-0,92	

Приложение 7

Ведомость объемов земляных работ (подсчет по таблице)

Кило- метр	Плюс	Рабочие отмет- ки		Сумма рабочих отметок	Разность рабочих отметок	Рассто- яние, м	Профильные объемы, м		Поправки, м		Профильные исправленные объемы, м		Кэф- фициент переву- лотне- ния К <sub>е</sub>	Объем с уче- том коэф- фици- ента К <sub>е</sub>
		Насыпь	Выемка				Насыпь	Выемка	На раз- ность раб. отметок	На уст- ройство проезжей части	Насыпь	Выемка		
1	00	1,24	-	2,46	-	100	1703	-	-	270	1433	-	1,10	1576
	1	00	1,22	2,13	-	100	1448	-	-	270	1178	-	1,10	1296
	2	00	0,91	1,94	-	40	522	-	-	108	414	-	1,10	455
		40	1,03	2,12	-	60	864	-	-	162	702	-	1,10	772
	3	00	1,09	2,21	-	60	905	-	-	162	743	-	1,10	817
		60	1,12	2,18	-	40	595	-	-	108	487	-	1,10	536
	4	00	1,06	1,87	-	100	1246	-	-	270	976	-	1,10	1074
	5	00	0,80	1,66	-	20	220	-	-	54	166	-	1,10	183
		20	0,86	1,88	-	80	1009	-	-	216	793	-	1,10	872
	6	00	1,02	2,22	-	63	956	-	-	170	786	-	1,10	865
		63	1,20	2,63	-	27	497	-	-	73	424	-	1,10	466
	7	00	1,43	2,44	-	82	1382	-	-	221	1161	-	1,10	1277
		82	1,01	2,40	-	18	298	-	-	49	249	-	1,10	274
	8	00	1,39	3,10	-	100	2217	-	-	270	1947	-	1,10	2142
	9	00	1,71	4,63	-	51	1826	-	9	138	1697	-	1,10	1867
		51	2,92	7,42	-	49	3192	-	16	132	3076	-	1,10	3384
	10	00	4,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого: на 1 км											16232			17852



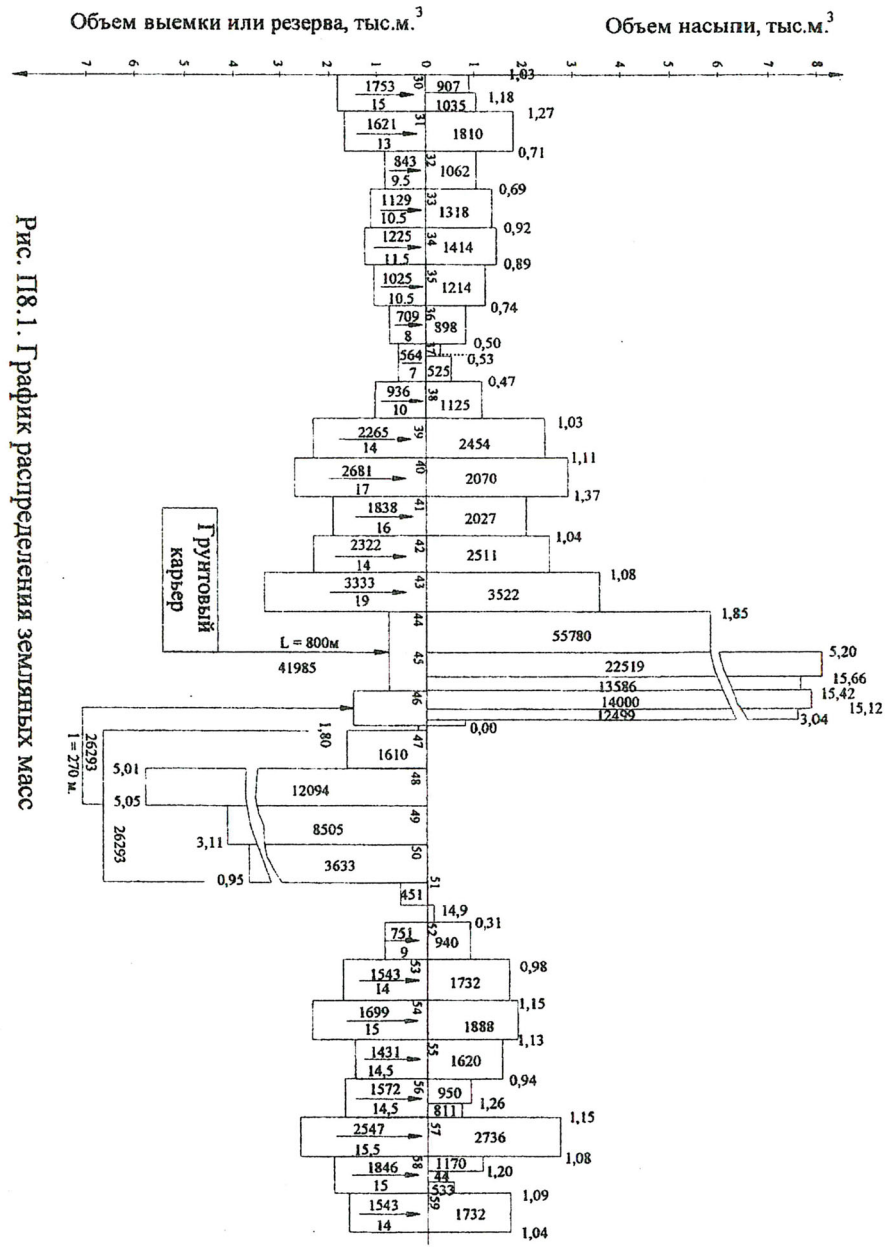


Рис. П8.1. График распределения земляных масс

## Приложение 9

### Выбор ведущих машин для производства земляных работ в различных условиях (применительно к СНиП)

Тип поперечного профиля земляного полотна	Средняя высота насыпи, м	Средняя дальность перемещения грунта, м	Оптимальная длина участка (захватка), м	Ведущие машины в звене
Насыпи из привозного грунта	0,6 м и выше	500 м и более	250 – 500	Экскаваторы и транспортные средства; самоходные скреперы
Насыпи из двухсторонних боковых резервов	До 1,0	5 – 10	500 – 1000 (равнинной и слабопересеченной местности)	Автогрейдеры (средние или тяжелые) или бульдозеры
Насыпи из двухсторонних боковых резервов	До 1,0	8 – 15	500 – 1000 (в равнинной местности)	Грейдеры – элеваторы всех модификаций
Насыпи из односторонних резервов	До 0,8			
Насыпи из односторонних резервов	Свыше 1,0	8 – 30	250 – 500	Бульдозеры для нижней насыпи; скреперы с ковшом емкостью до 10 м <sup>3</sup> или экскаваторы – драглайны с ковшом емкостью до 2 м <sup>3</sup> – для верхней части насыпи.
Насыпи из односторонних резервов	Свыше 1,0	8 – 30		





Операционный контроль при возведении земляного полотна

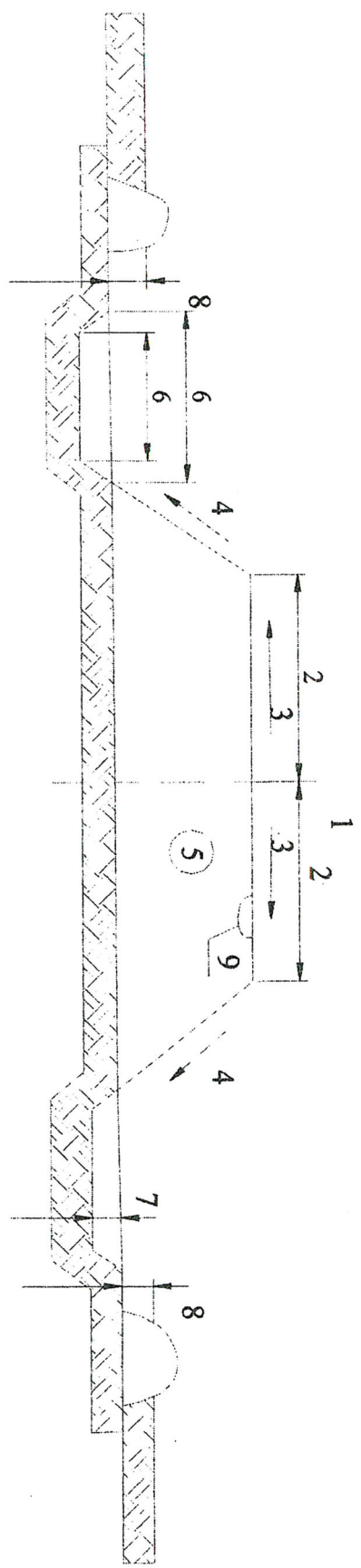


Рис. П.П.1. Контролируемые параметры при возведении земляного полотна

Контроль качества земляных работ

Таблица П.11.1

Измеренная величина	Допускаемое отклонение	Интервал контроля	Обоснование
1.Высотные отметки, оси земляного полотна	5,0	Не реже чем 100 м или в местах рабочей разбивки	СНиП 3.06.03-85 Прил. 2 и 1.2.2
2.Расстояние между осью и бровкой земляного полотна	10 см	Не реже чем 100 м или в местах рабочей разбивки	СНиП 3.06.03-85 прил. 2 и 1.2.3
3.Поперечный уклон	10 %	Не реже чем 100 м или в местах рабочей разбивки	СНиП 3.06.03-85 прил. 2 и 1.2.4
4.Уменьшение крутизны откоса (для выемки увеличения)	До 10 %	Не реже чем 100 м или в местах рабочей разбивки	СНиП 3.06.03-85 прил. 2 и 1.2ю4
5.Снижение плотности зем. Полотна (естественного основания земляного)	Не более 10 % результатов могут иметь отклонения и до 0,04	Не реже чем через 50 м в верхнем слое земляного и в остальных 1 раз на смену, но не реже чем 200 м	СНиП 3.06.03-85 прил. 2 и 1.2.1 1.1.2
6.Увеличение поперечных размеров кюветов, нагорных и др. канав	До 5 см	Не реже чем 100 м или в местах рабочей разбивки	СНиП 3.06.03-85 прил. 2 п. 1.3.1
7.Глубина кюветов, нагорных и др. канав	5 см	Не реже чем 100 м или в местах рабочей разбивки	СНиП 3.06.03-85 прил. 2 п. 1.3.2
9.Разность слоя (для насыпи)	15 мм	Не реже чем через 50 м	СНиП 3.06.03-85 п. 4
8.Толщина снимаемого слоя	20%	Не реже чем через 100 м	СНиП прил.

Строительство земляного полотна.

Методические указания к выполнению курсового проекта №1 по дисциплине «Технология и организация строительства автомобильных дорог» для студентов 3 курса специальности 291000 (АД)

Составили: д.т.н., проф. Владислав Петрович Подольский  
к.т.н., доц. Юлия Вячеславовна Федорова  
к.т.н., доц. Анатолий Владимирович Глагольев  
доц. Иван Федорович Смурыгин

Редактор: Акритова Е.В.

Подписано в печать 20.04.04 Формат 60 x 84 1/16.  
Уч.-изд.л. 2,6 Усл.-печ.л. 2,7  
Бумага для множит. аппаратов. Тираж 200 экз.  
Заказ №191

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии Воронежского  
государственного архитектурно-строительного университета.  
394006, Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84.