

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)**

Ожерельевский ж.д. колледж - филиал ПГУПС

СОГЛАСОВАНО

Методист

_____ Л.А. Елина
« ____ » _____ 20 ____ г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

_____ Н.Н. Иванова
« ____ » _____ 20 ____ г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

по МДК.02.01 Строительство и реконструкция железных дорог

специальность 08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое
хозяйство

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1 Пояснительная записка	4
2 Требования к оформлению практических работ	7
3 Перечень практических работ	8
4 Практическая работа №1 "Составление графика строительства новой железной дороги комплексно-поточным методом "	8
5 Практическая работа № 2 "Составление технических параметров земляного полотна"	20
6 Практическая работа №3 "Обработка продольного профиля "	26
7 Практическая работа №4 "Составление ведомости подсчета профильных объемов выемок и насыпей"	30
8 Практическая работа №5 "Построение попикетного графика объемов земляных работ "	33
9 Практическая работа №6 "Построение помассивного графика с кривой распределения земляных масс"	35
10 Практическая работа №7 "Определение состава землеройных комплексов"	45
11 Практическая работа №8 "Составление календарного графика производства работ"	49
12 Практическая работа №9 "Проектирование производства экскаваторных работ при возведении земляного полотна "	53
13 Практическая работа №10 "Проектирование производства скреперных работ при возведении земляного полотна "	56
14 Практическая работа №11 "Расчет массы зарядов взрывчатого вещества. Схемы размещения зарядов"	59
15 Практическая работа №12 "Составление графика строительства новой сборной железобетонной трубы"	62
16 Практическая работа №13 "Составление схемы последовательности операций при укладке пути"	66
17 Библиографический список	70

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению практических работ по МДК 02.01 "Строительство и реконструкция железных дорог" составлены в соответствии с требованиями ФГОС СПО к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников СПО по специальности 08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство и на основе рабочей программы профессионального модуля ПМ.02 Строительство железных дорог, ремонт и текущее содержание железнодорожного пути.

С целью овладения основным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями в результате освоения МДК02.01 обучающийся должен **иметь практический опыт:**

- контроля параметров рельсовой колеи;
- разработки технологических процессов текущего содержания ремонтных и строительных работ;
- применения машин и механизмов при ремонтных и строительных работах;

В результате освоения МДК02.01 обучающийся должен **уметь:**

- использовать методы поиска и обнаружения неисправностей железнодорожного пути, причины их возникновения;
- выполнять основные виды работ по текущему содержанию и ремонту пути в соответствии с требованиями технологических процессов;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **знать:**

- технические условия и нормы содержания железнодорожного пути и стрелочных переводов;
- организацию и технологию работ по техническому обслуживанию пути, технологические процессы ремонта и реконструкции пути;
- основы эксплуатации, методы технической диагностики и обеспечения надежности работы железнодорожного пути.

Результатом освоения программы МДК02.01 является овладение обучающимися видом профессиональной деятельности Строительство железных дорог, ремонт и текущее содержание железнодорожного пути, в том числе профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями, включающих в себя способность

ОК 1 – Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес;

ОК 2 – Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество;

ОК 3 – Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность;

ОК 4 - Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития;

ОК 5 – Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности;

ОК 6 – Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями;

ОК 7 – Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий;

ОК 8 – Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации;

ОК 9 – Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности

Содержание МДК ориентировано на подготовку студентов к освоению профессиональных модулей по специальности и овладению профессиональными компетенциями, соответствующими основным видам профессиональной деятельности:

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

ПК 2.2 – Производить ремонт и строительство железнодорожного пути, использованием средств механизации;

ПК 2.3 – Контролировать качество текущего содержания пути, ремонтных и строительных работ, организовывать их приёмку;

ПК 2.4 – Разрабатывать технологические процессы производства ремонтных работ железнодорожного пути и сооружений

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

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

№ п/п	Название работы	Объем часов
1	Практическая работа №1 "Составление графика строительства новой железной дороги комплексно-поточным методом"	4
2	Практическая работа № 2 "Составление технических параметров земляного полотна"	2
3	Практическая работа №3 "Обработка продольного профиля "	4
4	Практическая работа №4 "Составление ведомости подсчета профильных объемов выемок и насыпей"	4
5	Практическая работа №5 "Построение поикетного графика объемов земляных работ "	2
6	Практическая работа №6 " Построение помассивного графика с кривой распределения земляных масс "	4
7	Практическая работа №7 "Определение состава землеройных комплексов"	4
8	Практическая работа №8 "Составление календарного графика производства работ"	2
9	Практическая работа №9 "Проектирование производства экскаваторных работ при возведении земляного полотна	4
10	Практическая работа №10 "Проектирование производства скреперных работ при возведении земляного полотна "	2
11	Практическая работа №11 "Расчет массы зарядов взрывчатого вещества. Схемы размещения зарядов"	2
12	Практическая работа №12 "Составление графика строительства новой сборной железобетонной трубы"	4
13	Практическая работа №13 "Составление схемы последовательности операций при укладке пути"	4
ИТОГО		42

Практическая работа № 1

Тема: «Составление графика строительства новой железной дороги комплексно-поточным методом»

Цель: уметь читать и составлять график поточной организации строительства железной дороги.

1 Определение категорий трудоёмкости строительства и рельефа местности

Данный показатель устанавливается в зависимости от удельного объема земляных работ (q), определяемого по формуле 1:

$$q = \frac{\sum W_{\text{проф}}}{L_{\text{гп}}}, \text{ тыс. м}^3/\text{км} \quad (1)$$

где $\sum W_{\text{проф}}$ - суммарный профильный объем земляных работ, тыс. м³, определяемый по формуле 2;
 $L_{\text{гп}}$ - строительная длина главных путей, км, определяемая по формуле 3.

$$\sum W_{\text{проф}} = \sum W_{\text{проф}}^{\text{н}} + \sum W_{\text{проф}}^{\text{в}} + \sum W_{\text{проф}}^{\text{ст}}, \text{ тыс. м}^3 \quad (2)$$

где $\sum W_{\text{проф}}^{\text{н}}$ - суммарный профильный объем насыпей, тыс. м³;
 $\sum W_{\text{проф}}^{\text{в}}$ - суммарный профильный объем выемок, тыс. м³;
 $\sum W_{\text{проф}}^{\text{ст}}$ - суммарный профильный объем земляных работ на станционных площадках, тыс. м³;

$$L_{\text{гп}} = L_{\text{проф}} + L_{\text{ст}}, \text{ км} \quad (3)$$

где $L_{\text{проф}}$ - профильная длина линии между осями начальной и конечной станции, км (определяется по продольному профилю);
 $L_{\text{ст}}$ - длина станционной площадки, км (в среднем можно принять равной 1,6 км.)

Результаты расчета объема земляных работ сведены в таблицу 1.

Подсчет объемов работ по сооружению земляного полотна главного пути производился помассовно по средним отметкам с использованием таблицы 2, составленных по принятым типовым профилям для различных условий рельефа, геологии и положения проектной линии (выемка, насыпь).

Таблица 1 Ведомость объемов земляных работ

ПК + точка перелома профиля	Средние рабочие отметки, м		Длина элемента, км	объемы, м ³			
	насыпи	выемки		насыпь		выемка	
				на 1 км	на элемент	на 1 км	на элемент
1	2	3	4	5	6	7	8

Таблица 2 Покилометровый объем земляных работ по главному пути, тыс. м³/км

Средняя рабочая отметка, м	Ширина основной площадки земляного полотна, м									
	насыпь					выемка				
	5,5	6	6,5	7	11,1	5,5	6	6,5	7	11,1
0,25	2,1	2,2	2,4	2,5	4,0	3,2	3,4	3,4	3,5	4,1
0.50	3.7	4.0	4.3	4.6	7.0	5.8	6.0	6.2	6.5	8.1
0,75	5,6	6,0	6,4	6,8	10,3	8,6	9,0	9,3	9,6	12,3
1.00	7.6	8.1	8.7	9.2	13.7	11.6	12.1	12.5	13.0	16.7
1,25	9,8	10,5	11,1	11,8	17,3	14,8	15,4	15,9	16,5	21,2
1.50	12.2	13.0	13.8	14.6	21.1	18.1	18.8	19.5	20.3	26.0
1,75	14,8	15,7	16,6	17,5	25,1	21,7	22,5	23,3	24,2	30,9
2.00	17.6	18.6	19.7	20.7	29.3	25.4	26.4	27.3	28.3	36.1
2,50	23,7	25,0	26,3	27,6	38,2	33,4	34,6	35,8	37,1	46,9
3.00	30.6	32.1	33.7	35.2	47.9	42.2	43.7	45.1	46.6	58.5
3,50	38,2	40,0	41,8	43,6	58,3	51,7	53,4	55,1	56,9	70,8
4.00	46.6	48.6	50.7	52.7	69.5	62.0	64.0	65.9	67.9	83.9
4,50	55,7	58,0	60,3	62,6	81,4	73,0	75,2	77,4	79,7	97,7
5.00	65.6	68.1	70.7	73.2	94.1	84.8	87.3	89.7	92.2	112.3
5,50	76,2	79,0	81,8	84,6	107,5	97,3	100,0	102,7	105,5	127,6
6.00	87.6	90.6	93.7	96.7	121.7	110.6	113.6	116.5	119.5	143.7
6,50	99,8	103,1	106,3	109,6	136,7	124,6	127,8	131,0	134,3	160,5
7.00	112.8	116.4	119.9	123.4	152.6	139.4	142.9	146.3	149.8	178.1
7,50	126,8	130,6	134,3	138,1	169,3	154,9	158,6	162,3	166,1	196,4
8.00	141.6	145.6	149.7	153.7	186.9	171.2	175.2	179.1	183.1	215.5
8,50	157,3	161,6	165,8	170,1	205,4	188,2	192,4	196,6	200,9	235,3
9.00	173.8	178.4	182.9	187.4	221.8	206.0	210.5	214.9	219.4	255.0
9,50	191,3	196,1	200,8	205,6	245,0	224,5	229,2	233,9	238,7	277,2
10.00	209.6	214.6	219.7	224.7	366.1	243.8	248.8	253.7	258.7	299.3
11,00	248,8	254,4	259,9	265,4	311,0	284,6	290,1	296,5	301,0	345,7
12.00	291.6	297.6	303.7	309.7	359.3	328.4	334.4	340.3	346.3	395.1
13,00	338,1	344,6	351,2	357,7	411,4	375,2	381,7	388,1	394,6	447,5
14.00	388.6	395.6	402.7	409.7	467.5	425.0	432.0	438.9	445.9	502.9
15,00	443,1	450,6	458,2	465,7	527,6	477,8	485,3	492,7	500,2	561,3
16.00	501.6	509.6	517.7	525.7	591.7	533.6	541.6	549.5	557.5	622.7

По величине удельного объема земляных работ (q) определяют следующие основные параметры: категорию трудоемкости строительства, рельеф местности, срок развертывания работ подготовительного периода ($t_{\text{пп}}$). Значения этих величин могут быть приняты по данным таблиц 3 в соответствии с «Расчетными нормативами для составления ПОС»

Таблица 3 Категория трудоемкости строительства, рельефа местности и срок развертывания работ подготовительного периода в зависимости от удельного объема земляных работ

Удельный объем земляных работ (q), тыс. м ³ /км;	Категория трудоемкости строительства	Срок развертывания работ подготовительного периода ($t_{\text{пп}}$), месяцев	Рельеф местности
до 17	I	1,5	равнинный
18-25	II	2,0	слабохолмистый
25-36	III	2,5	холмистый
36-47 и выше	IV	3,0	горный

2 Определение продолжительности выполнения основных видов работ

Комплексе работ по сооружению железнодорожного пути, на который составляется проект организации работ, состоит из постройки малых искусственных сооружений – водопропускных труб и малых мостов (длиной до 25 м); сооружения земляного полотна, верхнего строения пути; работы подготовительного и заключительного периодов.

Нормативная продолжительность строительства ($T_c^{\text{норм}}$) и продолжительность работ подготовительного периода ($T_{\text{пп}}^{\text{норм}}$) определяется по данным таблицы 4.

При строительстве железных дорог обычно за ведущую работу принимается объектный поток сооружения верхнего строения пути, поэтому расчет начинают с определения продолжительности укладки и балластировки пути.

Таблица 4 Нормы продолжительности строительства железных дорог

Наименование объекта, характеристика	Длина линии при однолучевой схеме организации строительства, км	Продолжительность строительства, месяцев	
		общая, $T_c^{норм}$	подготовительного периода $T_{пп}^{норм}$
однопутные железные дороги нормальной колеи: ✓ с прирассовой автодорогой ✓ без автодороги	До 70	33	6
	71-150	45	6
	До 150	33	6
	151-300	45	6
однопутная железная дорога, подъездные пути	10-50	21	6

2.1 Определение сроков сооружения верхнего строения пути.

Общий срок сооружения верхнего строения пути определяется по формуле 4:

$$T_{всп} = \frac{N_{зт}^{всп} \cdot L_{гл}}{N_{всп}} \cdot 1,4, \quad \text{дней} \quad (4)$$

- где $N_{зт}^{всп}$ - норма затрат труда на 1 км строительной длины главных путей, чел. – дней/км (определяется в соответствии с таблицей 5);
- $N_{всп}$ - количество рабочих в укладочно-балластировочном поезде, чел. (принимается по типовому табелю и в среднем составляет 300-350 чел.);
- 1,4 - коэффициент перевода рабочих дней в календарные.

Путь балластируют слоями в несколько подъемов. Количество слоев балластировки определяется в зависимости от толщины балласта под подшпальной шпалы. При этом, исходя из условий, что максимальная высота подъёмки за один проход составляет 12-15 см. Мощность верхнего строения пути принимается в соответствии с нормами СТН Ц 01-95 по таблице 6.

Таблица 5 Нормы на 1 км строительной длины главного пути (выписка из «Расчетных нормативов для составления проектов организации строительства», часть III, 1971 г.)

Наименование работ	Ед. изм.	Величина
деревянные шпалы на песчано-гравийном балласте	чел-дней	780
деревянные шпалы на щебеночном балласте на песчаной подушке		1000
железобетонные шпалы на щебеночном балласте на песчаной подушке		1270

Например, для линии II категории толщина балластного слоя под деревянными шпалами составляет 30 см для щебня и 20 см для песка. В этом случае балластировку ведут на три слоя. Первый слой 15 см песка, оставшиеся 5 см подъемки добирается при выправке. Второй и третьей слой – щебень по 15 см.

При выборе типа верхнего строения пути следует учитывать следующие обстоятельства:

- 1) основным типом рельса на сегодняшний день является рельс тира Р65. Он получил наибольшее распространение на железных дорогах России. На скоростных линиях и дорогах I и II категорий в основном укладываются новые термоупрочнённые рельсы типа Р65. Рельсы типа Р50 и ниже в настоящее время практически не укладываются ни на главных ни на станционных путях вследствие отсутствия их промышленного производства. Вместо них в основном укладывают старогодные рельсы Р65;
- 2) при отсыпке земляного полотна из дренирующих грунтов устраивается однослойная балластная призма из щебеночного балласта на всех категориях железных дорог, за исключением IV, где балласт – песчано-гравийная смесь;
- 3) на особогрузонапряженных линиях, дорогах I, II, III, IV категорий при земляном полотне из глинистых грунтов предварительно рекомендуется укладывать звеньевой путь на деревянных шпалах, поскольку эта конструкция более легкая и в меньшей степени приводит к деформированию основной площадки земляного полотна при пропуске рабочих поездов. После обкатки пути и стабилизации земляного полотна (в среднем через год после сдачи дороги в эксплуатацию) можно производить замену пути с деревянными шпалами на рельсошпальтовую решетку с железобетонными шпалами, а также укладывать бесстыковой путь. При этом следует учитывать, что в настоящее время звеньевой путь укладывается только на деревянных шпалах, а бесстыковой – на железобетонных. Таким образом, укладка на звеньевой пути на железобетонных шпалах на постоянную эксплуатацию не рекомендуется.

Таблица 6 Мощность верхнего строения главных путей (выписка из СТН Ц 01-95 «Железные дороги колеи 1520 мм»)

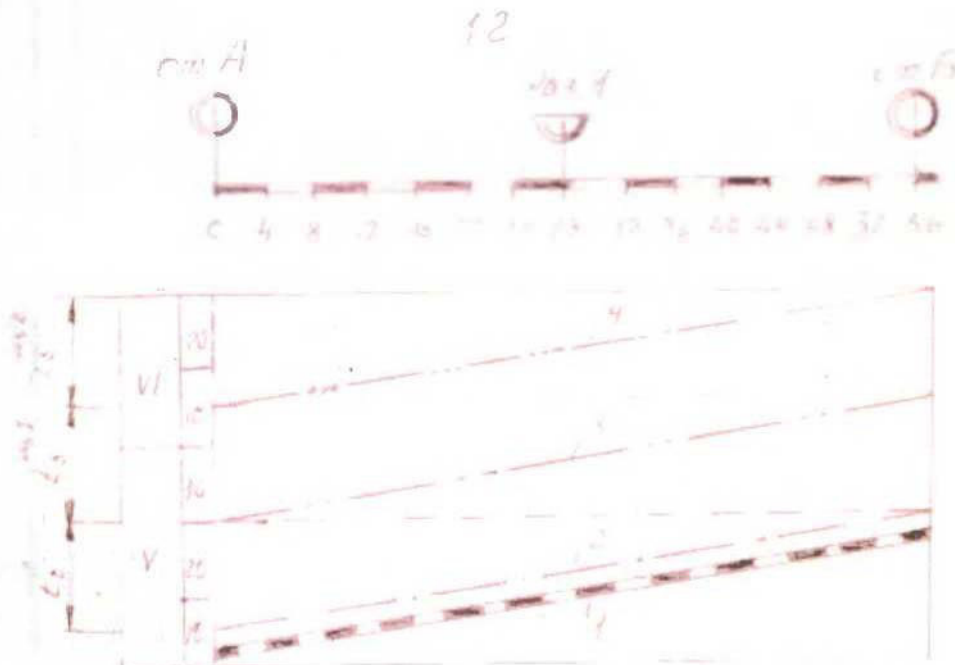
Показатели	Категории железнодорожных линий					
	ско- ростные	особогрузо- напряжен- ные	I	II	III	IV
Тип рельсов	P75-P65	P-75	P75-P65	P65	Старогодные P75-P65, новые P65	Старогодные P75-P65, новые P50
Род шпал	Деревянные I типа или железобетонные					Деревянные, железобетонные
Эпюра шпал, шт./км:						
✓ на прямых и кривых радиусом 1200 м и более:	2000	2000	2000	1840	1840	1840
✓ на кривых радиусом менее 1200 м:	2000	2000	2000	2000	1840	1840
толщина слоя балласта под шпалой, см:						
✓ щебеночного (числитель) на балластной подушке из песка (знаменатель) на пути с деревянными шпалами	30/20	35/20	30/20	30/20	25/20	25/20
✓ щебеночного (числитель) на балластной подушке из песка (знаменатель) на пути с железобетонными шпалами	35/20	40/20	35/20	35/20	30/20	30/20
✓ гравийно-песчаного (числитель)	-	-	-	-	-	30

При составлении принципиальных схем организации строительства условно принимается равенство темпов и продолжительностей балластировки на каждый слой и укладки пути. При этом учитывают, что балластировка на песок не должна отставать от укладки пути более чем на 5 дней. С учетом этого будем иметь:

$$t_0^i = t_y = \frac{T_{всп} - 5}{n}, \text{ дней} \quad (5)$$

где t_0^i - срок балластировки на каждый слой;
 t_y - срок укладки пути;
 n - количество слоев балластировки.

В приведенном выше случае при балластировке пути используется одна колонна. В этом случае график будет иметь вид, представленный на рисунке 1.



1 – укладка пути. 2 – балластировка на песок. 3 балластировка на I слой щебня. 4 – балластировка на II слой щебня

Рисунок 1 График балластировки пути с использованием одной колонны

2.2 Определение сроков сооружения земляного полотна

Плановый срок сооружения земляного полотна на этапе составления принципиальных схем организации строительства определяют по формуле 7:

$$T_{\text{зп}} = \frac{\sum W_{\text{проф}}}{\Pi_{\text{МК}}} \cdot 365, \text{ дней} \quad (6)$$

где $\Pi_{\text{МК}}$ - годовая производительность механизированной колонны (можно ориентировочно принимать в соответствии с таблицей 7);
365 - количество календарных дней в году.

Таблица 7 Годовая производительность механизированной колонны

Рельеф местности	Годовая производительность механизированной колонны ($\Pi_{\text{МК}}$), млн. м ³ /год
при равнинном	0,8-1,2
при слабохолмистом	1,2-1,4
при холмистом	1,6-1,6
при горном	1,6-2,0

2.3 Определение сроков развертывания объектного потока на сооружение земляного полотна.

Нужное для расчета общей продолжительности строительства время на развертывание объектного потока на сооружение земляного полотна ($t_{\text{зп}}$), при выполнении работ одной механизированной колонной, определяется по формуле 7:

$$t_{\text{зп}} = T_{\text{зп}} - t_y, \quad \text{дней} \quad (7)$$

2.4 Определение сроков сооружения искусственных сооружений

Перед сооружением земляного полотна необходимо построить малые искусственные сооружения, к которым относятся водопропускные трубы и малые мосты (длиной до 25 м). Общая продолжительность строительства определяется по формуле 8:

$$T_{\text{иссо}} = \frac{N_{\text{зт}}^{\text{иссо}} \cdot L_{\text{гл}}}{N_{\text{иссо}}} \cdot 1,4, \quad \text{дней} \quad (8)$$

- где $N_{\text{зт}}^{\text{иссо}}$ - норма затрат труда на постройку водопропускных сооружений на 1 км строительной длины главных путей, чел. –дней/км (принимается в соответствии с таблицей 8);
- $N_{\text{иссо}}$ - численность рабочих в колонне по постройке водопропускных сооружений, чел (можно принять на уровне 150-200 чел.);

Таблица 8 Нормы на 1 км строительной длины главного пути (выписка из «Расчетных нормативов для составления проектов организации строительства», часть III, 1971г.)

Виды работ	Ед. изм	Категория трудоемкости строительства			
		I	II	III	IV
Подготовка территории строительства*	чел. –дней	70	170	460	600
Земляное полотно	чел. –дней	1440	2160	3870	6000
Искусственные сооружения**	чел. –дней	220 ¹	400	640	870
Временные здания и сооружения, производство работ в зимнее время	чел. –дней	860	1090	1420	1950

Примечание: * - включает рубку и корчевку леса и кустарника, снос, перенос и постройку взамен сносимых новых зданий;

** - постройка лотков, труб, путепроводов, малых и средних мостов.

Интервал времени на развертывания потока по постройке искусственных сооружений ($t_{\text{и}}$), принимается в соответствии с таблицей 9.

Таблица 9 Интервал времени на развертывания потока по постройке искусственных сооружений

Рельеф местности	Интервал времени на развертывания потока по постройке искусственных сооружений ($t_{\text{и}}$), месяцев
при равнинном и слабохолмистом	1
при холмистом	1,5
при горном	2,0

2.5 Определение общих сроков строительства в целом

Продолжительность комплексного потока работ подготовительного периода вычисляется по формуле 9:

$$T_{\text{III}} = t_{\text{III}} + t_y, \quad \text{дней} \quad (9)$$

где t_{III} - срок развертывания работ подготовительного периода (принимается в соответствии с таблицей 3);

Общая продолжительность подготовительного периода (T_{III}) не должна быть больше нормативного ($T_{\text{III}}^{\text{норм}}$). В случае превышения принимают меры по ее сокращению.

Время работ заключительного периода ($T_{\text{закл}}$) на стадии проектирования схем организации строительства принимается равным сроку развертывания работ подготовительного периода (t_{III}).

Все выше перечисленные работы определяют общую продолжительность строительства:

$$T_c = t_{\text{III}} + t_{\text{и}} + t_{\text{зп}} + 10 + T_{\text{всп}} + T_{\text{закл}}, \quad \text{дней} \quad (10)$$

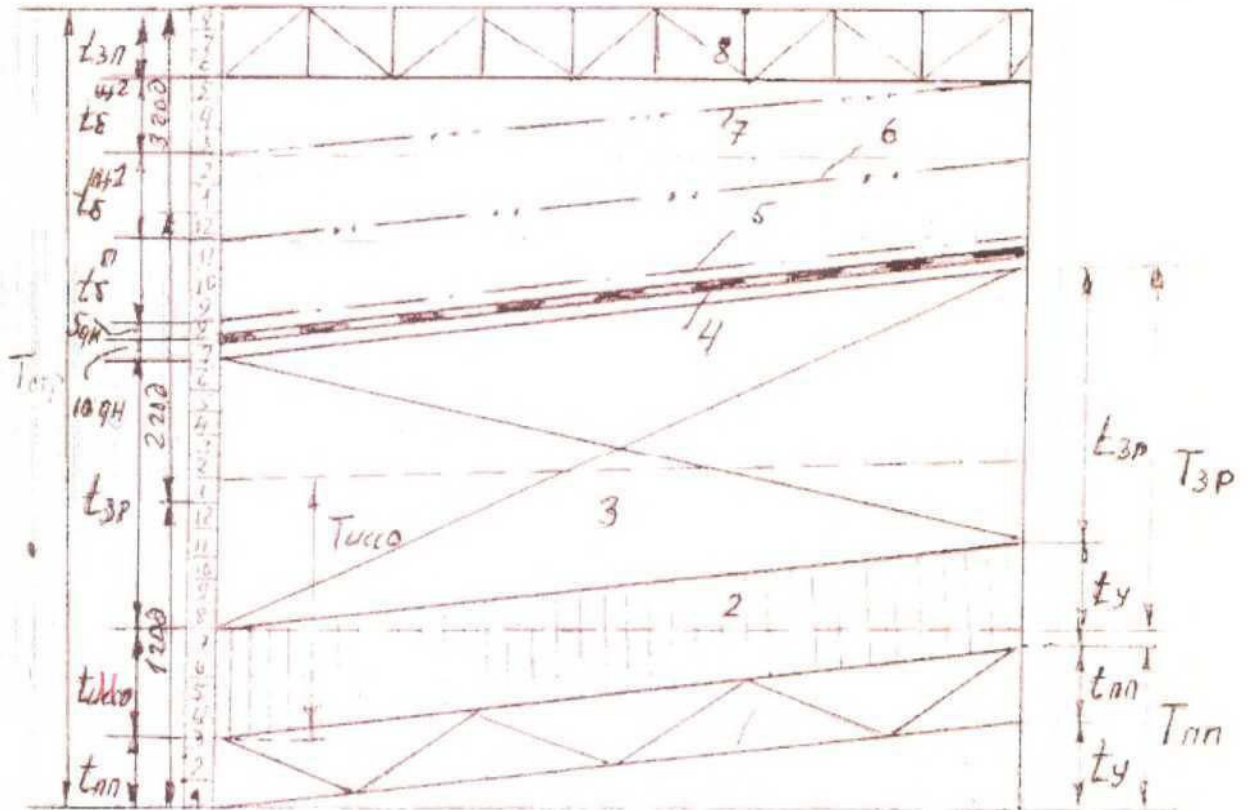
где t_{III} - срок развертывания работ подготовительного периода (принимается в соответствии с таблицей 3);

3 Порядок построения схем организации строительства

Построение схемы при однолучевой организации строительства ведут в следующем порядке:

- 1) построение начинают с откладывания срока работ подготовительного периода. С левой стороны графика наносят t_{III} , а с правой стороны t_y и t_{III} , как это показано на рисунке 2;
- 2) от верхней границы потока подготовительного периода откладывают интервал $t_{\text{и}}$, необходимый для постройки малых искусственных сооружений. Одновременно наносят общий срок сооружения водопропускных труб и малых мостов $T_{\text{иссо}}$;
- 3) от верха полосы на строительство малых искусственных сооружений с левой и с правой стороны графика откладывают срок $t_{\text{зп}}$ и получают верхнюю границу объектного потока по постройке земляного полотна;
- 4) на следующем этапе наносят работы по сооружению верхнего строения пути, как это показано на рисунке 1, отступив от потока по постройке земляного полотна интервал времени, равный 10 дням.

5) срок заключительного периода $T_{\text{закл}}$ наносят в соответствии с рисунком 2.



1 – подготовительный период, 2 – строительство малых искусственных сооружений, 3 – сооружение земляного полотна, 4 – постройка металлического моста, 5 – укладка пути, 6 – балластировка на слой песка, 7 - балластировка на I слой щебня, 8 - балластировка на II слой щебня, 9 – заключительный период, 10 – строительство зданий и сооружений, 11 – водоснабжение, водоотведение и теплофикация, 12 – строительство связи, 13 – энергетическое хозяйство; 14 – сооружение устройств СЦБ

Рисунок 2 Одноручевая схема организации строительства железной дороги

Содержание отчета:

Отчет по практической составляется в соответствии с ходом работы. Рисунки в отчете приводятся в соответствии с применяемым инструментом.

Контрольные вопросы:

1. Сроки сооружения земляного полотна?
2. Подготовительный период?
3. Категория трудоемкости строительства?

Задания для внеаудиторной самостоятельной работы:

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы применив учебник.
2. Оформить отчет по практической работе.

Практическая работа № 2

Тема: «Составление технических параметров земляного полотна»

Цель работы: изучить параметры земляного полотна, получить практические навыки проектирования поперечного профиля железнодорожной магистрали.

Исходные данные:

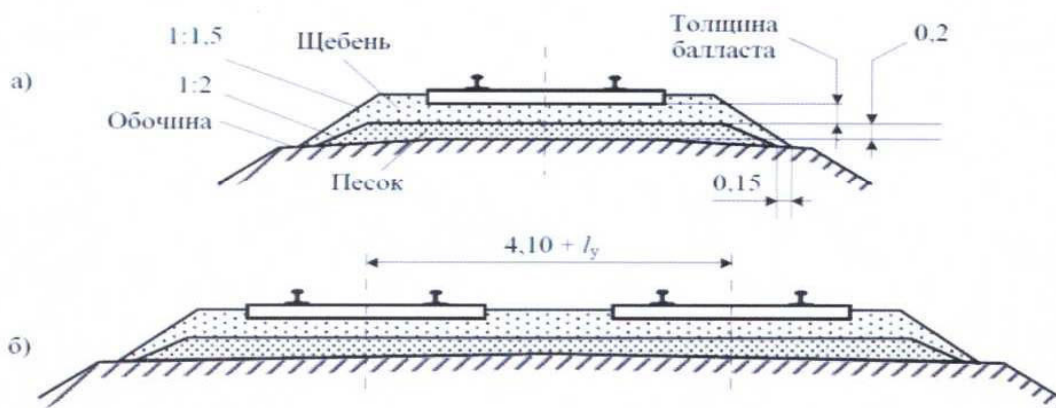
Вариант	Вид профиля	Рабочая отметка, м	Категория линии	Число путей	Радиус кривой, м	Ширина резерва или кавальера, м	Поперечный уклон местности	Род грунта
1	насыпь	2	ОГ	2	2000	12	1/20 вправо	скальный слабовыветривающийся
2	насыпь	3	1	2	2500	-	1/20 влево	скальный слабовыветривающийся
3	выемка	4	2	1	1800	10	1/25 вправо	скальный легковыветривающийся
4	выемка	5	3	1	1500	-	1/25 влево	глинистый
5	насыпь	6	4	1	1000	8	1/10 влево	щебенистый
6	насыпь	7	С	2	700	-	1/10 вправо	глинистый
7	выемка	8	1	2	600	6	-	глинистый
8	выемка	10	2	2	1600	-	-	песок гравелистый
9	насыпь	12	3	1	1200	5	1/15 вправо	песок мелкий
10	выемка	9	4	1	700	-	1/15 влево	щебенистый
11	насыпь	6	ОГ	2	-	13	1/12 вправо	скальный слабовыветривающийся
12	насыпь	8	1	2	1200	-	1/12 влево	скальный слабовыветривающийся
13	выемка	7,5	2	1	1100	11	1/13 вправо	скальный легковыветривающийся
14	выемка	9,3	3	1	800	-	1/13 влево	глинистый
15	насыпь	10	4	1	500	9	1/16 вправо	щебенистый
16	насыпь	6,6	С	2	2100	-	1/16 влево	глинистый
17	выемка	8,4	1	2	1200	7	1/17 вправо	глинистый

Вариант	Вид профиля	Рабочая отметка, м	Категория линии	Число путей	Радиус кривой, м	Ширина резерва или кавальера, м	Поперечный уклон местности	Род грунта
18	выемка	9	2	2	1000	-	1/17 влево	песок гравелистый
19	выемка	7	3	1	-	6	1/14 вправо	песок мелкий
20	насыпь	10	4	1	500	-	1/14 влево	щебенистый
21	насыпь	11	ОГ	2	2400	15	1/18 вправо	скальный слабовыветривающийся
22	насыпь	8,8	1	2	1300	-	1/18 влево	скальный слабовыветривающийся
23	насыпь	9,5	2	1	-	14	1/11 вправо	скальный легковыветривающийся
24	выемка	7,2	3	1	550	-	1/11 влево	глинистый
25	выемка	6,9	4	1	400	7	1/13 вправо	щебенистый
26	насыпь	10	С	2	2300	-	1/13 влево	глинистый
27	насыпь	10,5	1	2	1300	9	1/15 вправо	глинистый
28	насыпь	8,1	2	2	900	-	1/15 влево	песок гравелистый
29	выемка	7	3	1	450	4	1/22 вправо	песок мелкий
30	выемка	5,8	4	1	400	-	1/22 влево	щебенистый

Примечание: ОГ – особогрузонапряженная линия;
С – скоростная линия.

Ход работы:

- 1) изучить основные сведения по проектированию поперечного профиля железнодорожной магистрали;
- 2) 2) выбрать масштаб чертежа. Масштаб выбирается в зависимости от значений исходных параметров. При вычерчивании насыпи без резерва, выемки – без кавальера и малых значениях рабочих отметок рекомендуется чертить поперечный профиль в масштабе 1:100, а в остальных случаях – 1:200. Верхнее строение пути необходимо изобразить в масштабе 1:100 или 1:50, показав все основные размеры и обозначив элементы. При этом обочина не должна быть меньше 0,50 м. Образец верхнего строения пути показан на рисунке 1.



а) однопутная линия б) двухпутная линия

Рисунок 1 Верхнее строение пути

- 3) построение поперечного профиля начинается с изображения линии земли с учетом заданного поперечного уклона местности. Для насыпи основной чертеж будет расположен выше этой линии, поэтому линию земли следует сместить относительно середины листа на несколько сантиметров вниз. Для выемки линия земли располагается чуть выше середины листа;

- 4) затем следует изобразить ось земляного полотна. Ее располагают со смещением в сторону низких высот (при наличии уклона), поскольку и резерв, и кавальер с banquetом целесообразно размещать с нагорной стороны. Если же местность горизонтальная и отсутствует резерв или кавальер, ось земляного полотна располагают посреди листа. При наличии одного из указанных элементов его достаточно показать с одной стороны, и поэтому ось земляного полотна смещается в другую сторону относительно середины листа;
- 5) при горизонтальной местности водоотводные устройства должны быть с обеих сторон (резервы и водоотводные каналы у насыпей, banquetы и каналы у выемок);
- 6) по оси земляного полотна от уровня земли откладывается рабочая отметка, в результате чего получается уровень бровок. Через полученную точку проводится горизонтальная линия, на которой в обе стороны от оси откладывается по половине ширины земляного полотна. Последняя находится как сумма данных из таблицы 2 (ширина на прямом участке) и таблицы 3 (уширение земляного полотна в кривых). Для двухпутных линий прибавляется величина уширения междупутья (таблица 4) и ширина между-путья на прямых – 4,10 м (последнее только при условии, что из таблицы 2 ширина основной площадки взята для однопутной линии). На свободном месте листа следует привести взятые из таблиц значения параметров с указанием номеров таблиц;
- 7) от бровок до пересечения с уровнем земли проводятся линии откосов в соответствии с таблицей 5 (для насыпи) или откосы кюветов (для выемки). Затем от подошвы откоса откладывается размер бермы. Полученная точка это бровка резерва или водоотводной канавы. Из этой же точки проводится линия с уклоном $0,02 \dots 0,04$ относительно

горизонта до пересечения с откосом насыпи. Это и будет изображение бермы;

- 8) как отмечено выше, в выемках от бровок проектируются кюветы, а от них – откосы до пересечения с уровнем местности. С нагорной стороны (при горизонтальной местности – с обеих сторон) изображается банкет, а за ним забанкетная или нагорная канава. При наличии кавальера он показывается с одной стороны;
- 9) оформить отчет в соответствии с требованиями стандарта предприятия СПТЖТ. Вычертить (в карандаше) поперечный профиль ж. д. транспортной магистрали, указав на нем названия элементов, водоотводных устройств, величины и направления уклонов, крутизну откосов, основные размеры элементов.

Содержание отчета:

Отчет по практической работе составляется в соответствии с порядком выполнения работы.

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте верхнее строение пути?
2. Виды профиля?
3. Ось земляного полотна. Определение?
4. Что такое кювет?

Задания для внеаудиторной самостоятельной работы:

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы применив учебник.
2. Оформить отчет по практической работе.

Практическая работа № 3

Тема: «Обработка продольного профиля»

Цель работы: закрепить навыки построения продольного профиля, научиться определять положение нулевых точек, насыпей и выемок на продольном профиле.

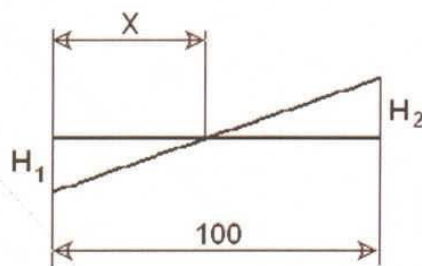
Ход работы:

Составляем исходный продольный профиль согласно заданию – масштаб вертикальный 2 м – 1 см, горизонтальный 100 м – 1 см.

Обработка продольного профиля участка земляного полотна заключается в определении протяженности и границ его частей, имеющих однотипные поперечные профили. Этими границами являются нулевые места (нулевые точки).

Нулевой точкой называется то место профиля, где выемка переходит в насыпь или, наоборот, где насыпь переходит в выемку, то есть рабочая отметка равна нулю.

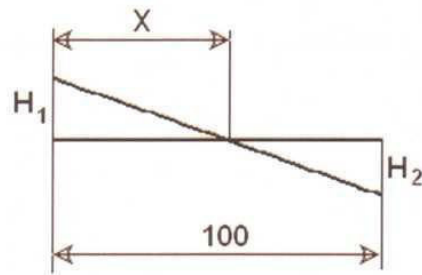
Положение нулевой точки на продольном профиле определяются расстоянием X , м, (формула 1, 2) графически из подобия двух смежных треугольников, построенных по двум ближайшим рабочим отметкам (формулы 1, 2):



$$\frac{H_1}{X} = \frac{H_2}{100 - X} \quad (1)$$
$$H_1 \cdot 100 = H_2 \cdot X + H_1 \cdot X$$
$$X = \frac{H_1 \cdot 100}{H_1 + H_2}$$

Рисунок 1 Первый вариант расположения смежных точек относительно нулевой

- где H_1 – рабочая отметка слева от нулевой точки, м;
 H_2 – рабочая отметка справа от нулевой точки, м;
100 – расстояние между рабочими отметками H_1 и H_2 , м



$$\frac{H_1}{X} = \frac{H_2}{100 - X}$$

$$H_1 \cdot 100 = H_2 \cdot X + H_1 \cdot X \quad (2)$$

$$X = \frac{H_1 \cdot 100}{H_1 + H_2}$$

Рисунок 2 Второй вариант расположения смежных точек относительно нулевой

Вычисления рекомендуется выполнять в табличной форме (таблица 1).

Таблица 1 Определение положения нулевых точек на продольном профиле

Номер точки	Рабочая отметка, м		Расстояние X, м	Пикет, плюс
	левая	правая		
1	1,63	2,95	35,59	ПК 6+36
2	3,82	1,24	75,49	ПК 13+75
3	4,56	2,83	61,71	ПК 16+62
4	2,94	1,36	68,7	ПК 20+69

Земляной участок разбивается на ряд элементарных участков с однотипными поперечными профилями. Данные по этим участкам сводят в таблицу 2.

Таблица 2 Характеристика объектов земляного полотна

Номер участка	Вид сооружения	Границы участка		Длина участка, м
		начало	конец	
1	насыпь 1'	ПК 0	ПК 5	500
2	выемка 1	ПК 5	ПК 9+35	435
3	насыпь 2'	ПК 9+35	ПК 13	365
4	выемка 2	ПК 13	ПК 15	200
5	насыпь 3'	ПК 15	ПК 20	500
6	выемка 3	ПК 20	ПК 30	1000

Для правильной разбивки продольного профиля на отдельные участки, которые рассматриваются как поставщики и потребители необходимо уяснить их

сущность. В качестве поставщиков могут быть выемки (основные), резервы и карьеры (резервные); в качестве потребителей – насыпи (основные), кавальеры и отвалы (резервные). Для понимания, что собой представляет насыпь и выемка, вычерчиваем поперечный профиль (рисунок 3).

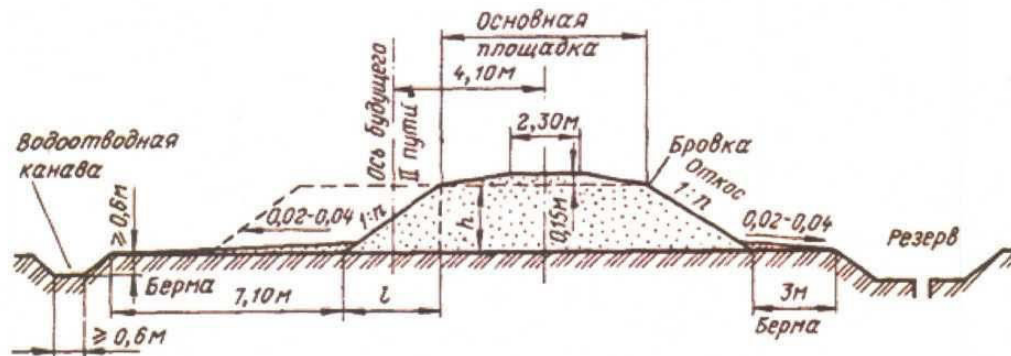


Рисунок Поперечный профиль насыпи

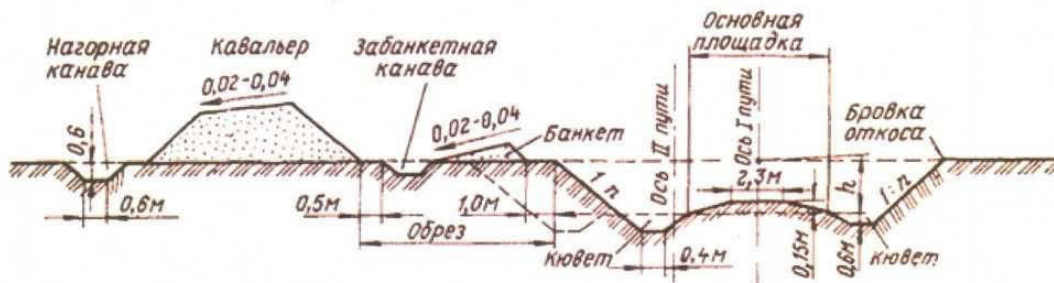


Рисунок Поперечный профиль выемки

При возведении насыпи необходимо в определенной технологической последовательности производить досыпку грунта до проектной линии, а при раскрытии выемки - с помощью специальной техники разрабатывать и вывозить грунт, углубляясь до проектной линии. Поэтому в дальнейших рассуждениях выемку будем рассматривать как (+), а насыпь - как (-).

Содержание отчета:

Отчет по практической работе составляется в соответствии с порядком выполнения работы.

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте верхнее строение пути?
2. Поперечный профиль насыпи состоит из?
3. Поперечный профиль выемки?

Задания для внеаудиторной самостоятельной работы:

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы применив учебник.
2. Оформить отчет по практической работе.

Практическая работа 4
Тема: «Профильные объемы насыпей и выемок»

Цель работы: получить практические навыки расчёта объема земляных работ.

Ход работы:

Геометрической основой поперечника земляного полотна является фигура трапеции, одной из сторон которой является естественная поверхность местности, иногда со сложным рельефом. Поэтому объемы насыпи (рисунок 1) и выемки (рисунок 2) рассчитывают приближенно по простым геометрическим формулам 1 и 2, используя рабочие отметки на продольном профиле и расстояния между ними.

$$V_n = (bH_{\text{ср}} + mH_{\text{ср}}^2 + \omega_1)L, \quad (1)$$

- где V_n – объем насыпи, м^3 ;
 b – ширина насыпи поверху, м ;
 $H_{\text{ср}}$ – средняя высота насыпи (рабочая отметка), м ;
 m – показатель крутизны откоса, равный отношению заложения откоса к высоте;
 ω_1 – площадь поперечного сечения сливной призмы, м^2 ;
 L – длина насыпи, м .

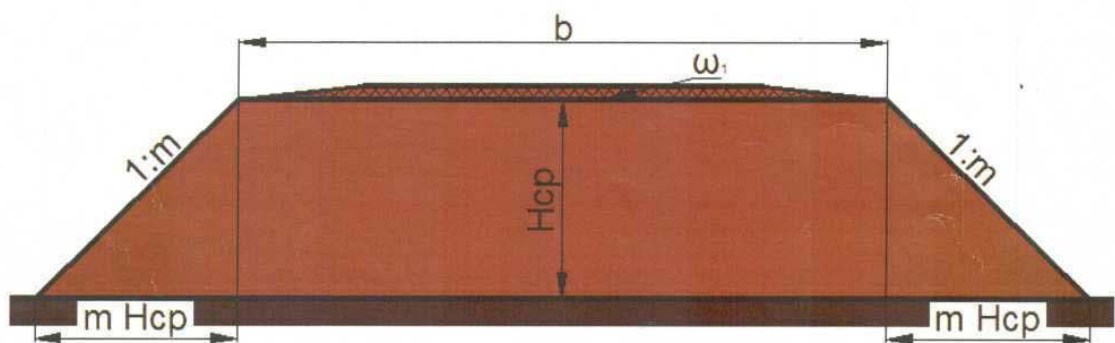


Рисунок 1 Поперечный профиль насыпи

$$V_B = (BH_{cp} + mH_{cp}^2 + 2\omega_2 - \omega_1)L, \quad (2)$$

- где V_B – объем выемки, м³;
- B – ширина выемки на уровне тбровки полотна, равная $b + 2k$, м;
- H_{cp} – средняя глубина выемки (рабочая отметка), м;
- m – показатель крутизны откоса, равный отношению заложения откоса к высоте;
- ω_2 – площадь кюветов выемки, м²;
- ω_1 – площадь поперечного сечения сливной призмы, м²;
- L – длина насыпи, м.

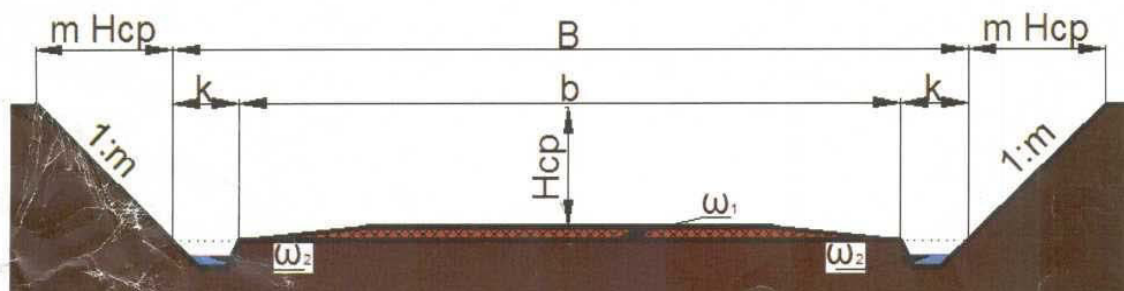


Рисунок 2 Поперечный профиль выемки

Расчет попикетных объемов сведен в таблицу 1.

Таблица 1 Ведомость подсчета профильных объемов выемок и насыпей

ПК и +	ширина насыпи поверху, м	средняя высота насыпи (рабочая отметка), H_{cp} , м	длина объекта, L , м	Объем, м ³		Пикетные объемы, м ³	
				насыпи	выемки	насыпи	выемки

Содержание отчета:

Отчет по практической работе составляется в соответствии с порядком выполнения работы.

Контрольные вопросы:

1. Средняя глубина выемки?
2. Показатель крутизны откоса?

Задания для внеаудиторной самостоятельной работы:

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы применив учебник.
2. Оформить отчет по практической работе.

Практическая работа 5

Тема: «Построение поикетного графика объемов земляных работ»

Цель работы: получить практические навыки построения поикетного графика объемов земляных работ.

Ход работы:

График поикетных объемов (рисунок 1) земляных работ строят в масштабе расстояний продольного профиля. Объемы выемок и насыпей изображают в виде столбиков, высота которых, взятая в масштабе $1\text{мм} = 100\text{м}^3$. Столбики выемок откладываются вверх, а насыпей – книзу от нулевой линии графика, так же как изображена поверхность земли на продольном профиле по отношению к проектной линии.

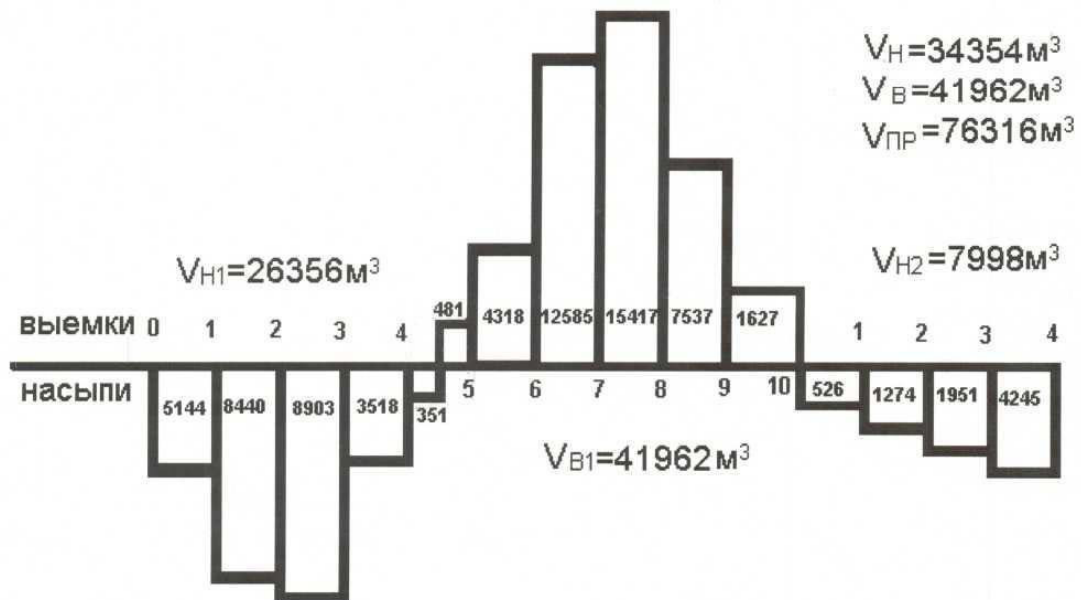


Рисунок 1 График поикетных объемов земляных работ

Вывод о проделанной работе:

Содержание отчета:

Отчет по практической работе составляется в соответствии с порядком выполнения работы.

Контрольные вопросы:

1. Как изображают объемы выемок и насыпей?
2. Как составляется график попикетных объемов работ?

Задания для внеаудиторной самостоятельной работы:

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы применив учебник.
2. Оформить отчет по практической работе.

Практическая работа 6

Тема: «Распределение земляных масс»

Цель работы: получить практические навыки определения расстояний продольного и поперечного перемещения грунта, определения стоимости разработки и перемещения грунта выбранным типом машин, решение транспортной задачи.

Ход работы:

Задача оптимального варианта производства работ определяется в результате решения транспортной задачи, которая формулируется следующим образом:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} \cdot V_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

где C_{ij} — себестоимость разработки и перевозки одного метра грунта от i -го поставщика к j -му потребителю, у.е.;

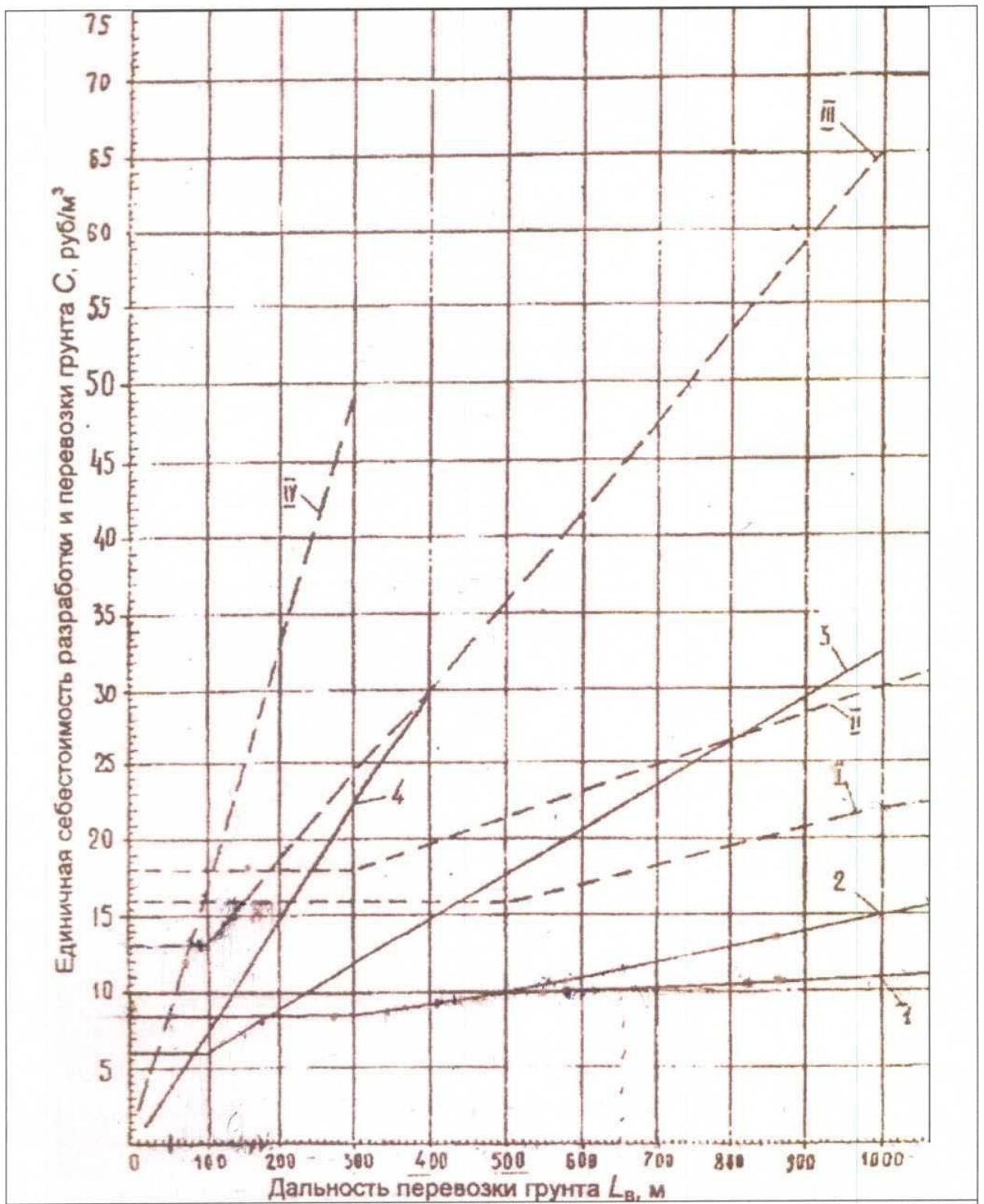
V_{ij} — объём перевозимого грунта от i -го поставщика к j -му потребителю, м³.

Для определения минимальной стоимости распределения грунта от поставщика к потребителю необходимо найти соответствующую дальность перевозки грунта (продольную или поперечную). С помощью дальности возки грунта, используя графики единичной стоимости (рисунок 1), определяем то средство механизации, которое дает минимальную стоимость работ для этой связи.

Дальность продольной возки, $L_{\text{прод}}$, м, может быть принята равной расстоянию между центрами тяжести перемещаемых массивов по формуле (2):

$$L_{\text{прод}} = X_{\text{ц.т.}} + (50 \div 70), \text{ м} \quad (2)$$

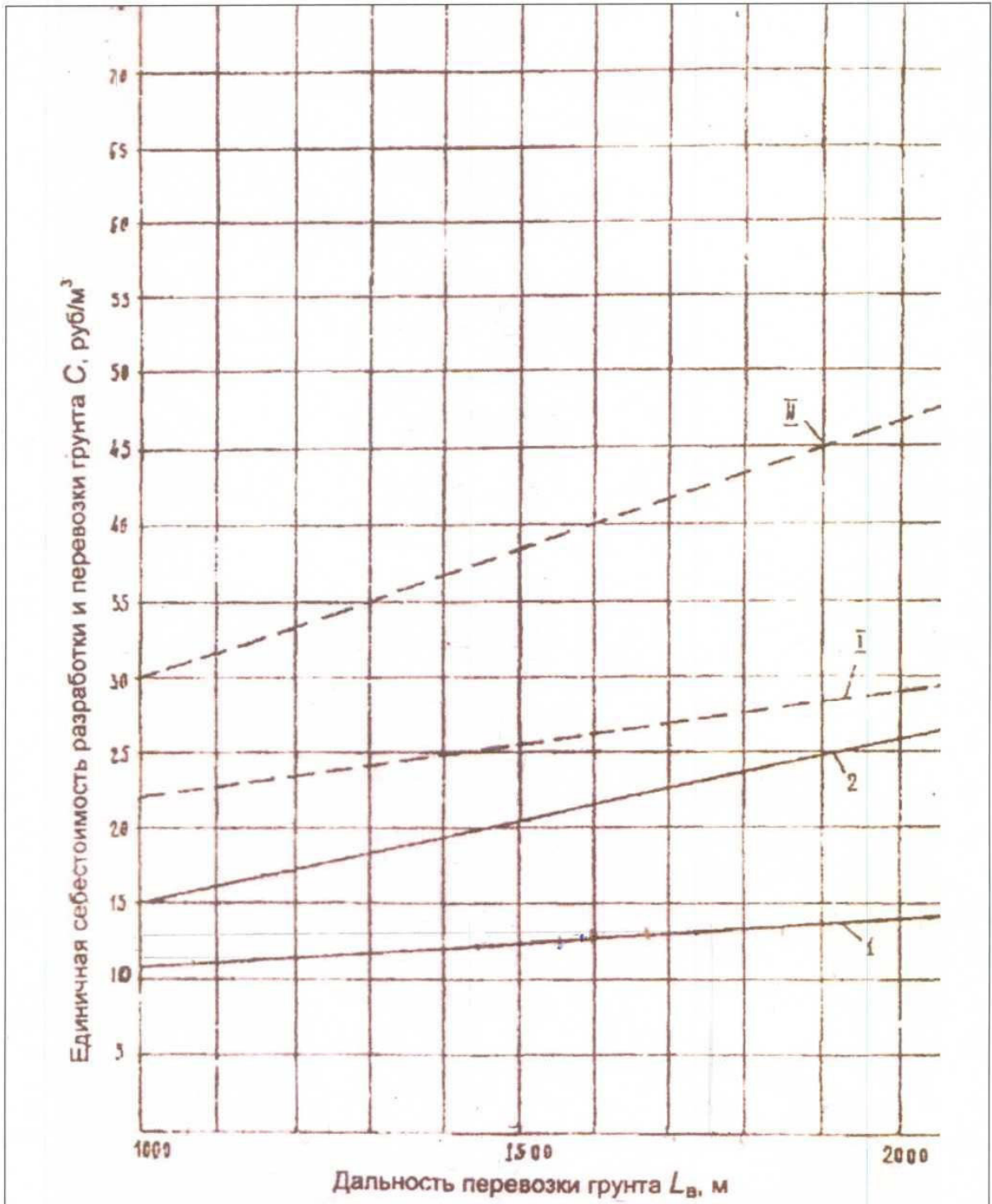
где $X_{\text{ц.т.}}$ — расстояние между центрами тяжести массивов, м;
 $50 \div 70$ — расстояние на разворот и маневры машины, м.



Условные обозначения:

- при продольной возке грунта: 1 — экскаватор Э1252 ($q=1,5\text{м}^3$) с а/с МАЗ-503Б ($Q=7$ тс);
- 2 — скрепер самоходный ДЗ-13А ($Q=15\text{м}^3$), 3 — скрепер прицепной ДЗ-79А ($Q=15\text{м}^3$); 4 — бульдозер ДЗ-350 ($N=180$ л.с.);
- при поперечной возке грунта: I, II, III, IV (те же средства механизации что и при продольной)

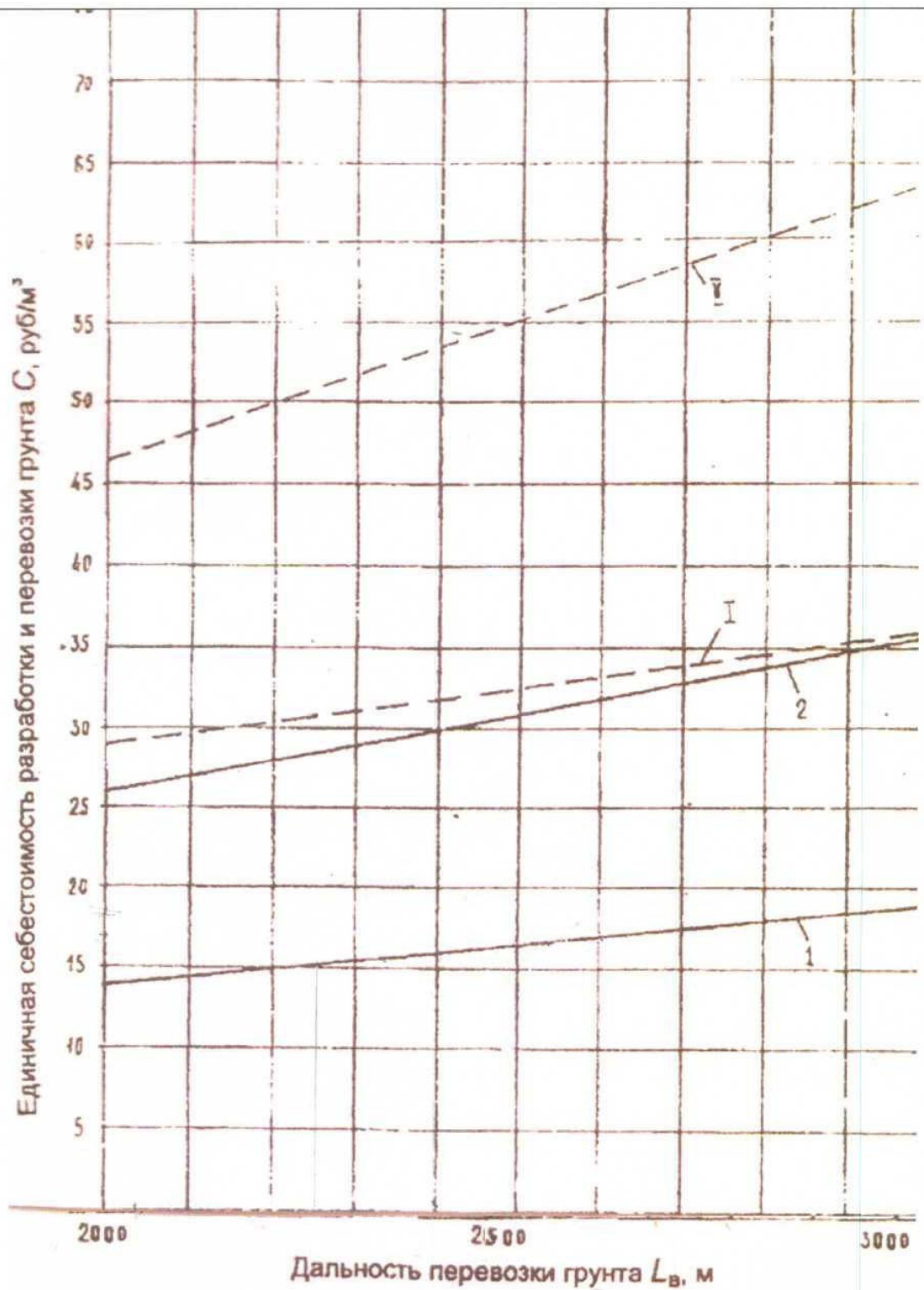
Рисунок 1 График единичной стоимости



Условные обозначения:

- при продольной возке грунта: 1 – экскаватор Э1252 ($q=1,5\text{м}^3$) с а/с МА3-503Б ($Q=7$ тс);
2 – скрепер самоходный ДЗ-13А ($Q=15\text{м}^3$), 3 – скрепер прицепной ДЗ-79А ($Q=15\text{м}^3$); 4 – буль-
дозер ДЗ-350 ($N=180$ л.с.);
- - - при поперечной возке грунта: I, II, III, IV (те же средства механизации что и при продольной)

Продолжение рисунка 1 График единичной стоимости



Условные обозначения:

- при продольной возке грунта: 1 — экскаватор Э1252 ($q=1,5\text{м}^3$) с а/с МА3-503Б ($Q=7$ тс);
- 2 — скрепер самоходный ДЗ-13А ($Q=15\text{м}^3$), 3 — скрепер прицепной ДЗ-79А ($Q=15\text{м}^3$); 4 — бульдозер ДЗ-350 ($N=180$ л.с.);
- при поперечной возке грунта: I, II, III, IV (те же средства механизации что и при продольной)

Продолжение рисунка 1 График единичной стоимости

Расстояние между центрами тяжести перемещаемых земляных массивов, $X_{ц.т.}$, м, с достаточной точностью можно определить по формуле (3):

$$X_{ц.т.} = \frac{\sum V_i \cdot l_i}{\sum V_i}, \quad (3)$$

где V_i – объем i -го массива, м³;

l_i – расстояние от условного ноля до i -го массива, м.

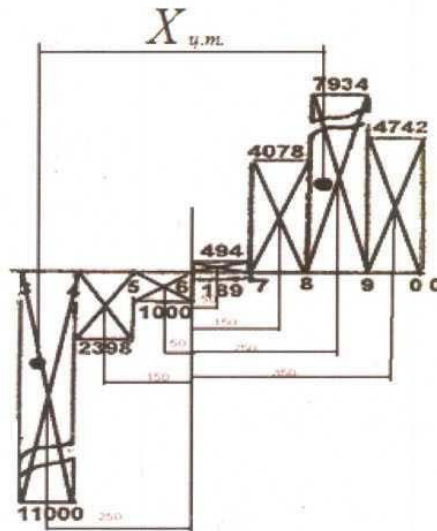


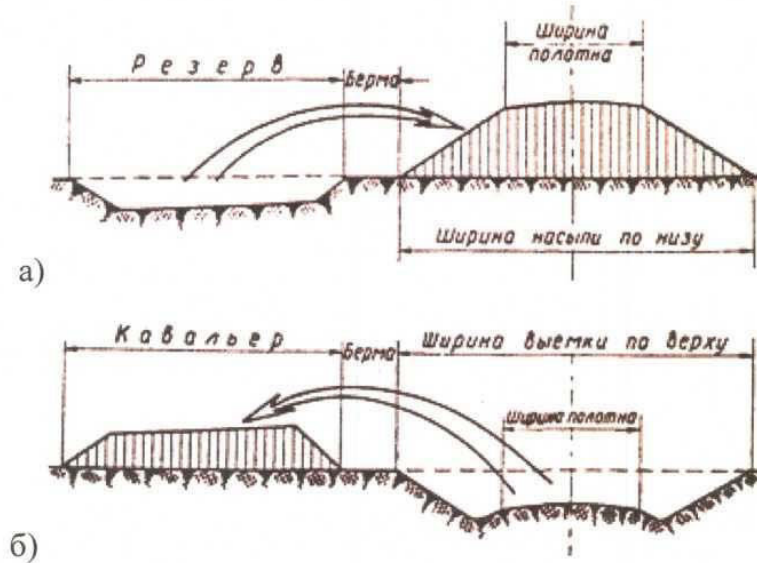
Рисунок 1 Нахождение центра тяжести между массивами

Результаты подсчета продольной дальности возки сводятся в таблицу 1.

Таблица 1 Результаты подсчета продольной дальности возки, минимальной стоимости, средств механизации распределения грунта от поставщика к потребителю

Связи	Расстояние между центрами тяжести массивов, $X_{ц.т.}$, м.	Продольное расстояние $L_{прод}$, м	Средство механизации	Минимальная себестоимость, C_i , у.е.
1	2	3	4	5

При поперечной возке грунта осуществляется перемещение грунта из резервов в насыпь или из выемки в кавальеры (рисунок 2).



а) насыпь с резервом, б) выемка с кавальером;

Рисунок 2 Поперечные профили земляного полотна в условиях поперечного перемещения земляных масс

Дальность возки грунта, $L_{\text{попр}}$, м, является функцией средней рабочей отметки, $H_{\text{ср}}$, м, отсыпаемой частью насыпи и разрабатываемой выемки (формула 3)

$$L_{\text{попереч.}} = f(H_{\text{ср}}), \quad (4)$$

Определив среднюю рабочую отметку, $H_{\text{ср}}$, м, по формуле 4 можно сразу определить поперечную дальность возки по таблице 2.

$$H_{\text{ср.}} = \frac{-b + \sqrt{b^2 + 4 \frac{V_i}{L_i} \cdot m}}{2m}, \quad (5)$$

где b — ширина земляного полотна поверху, м;

V_i — объём земляного полотна на рассматриваемом массиве, м^3 .

L_i — длина массива, м;

m – показатель крутизны откоса, равный отношению заложения откоса к высоте.

Таблица 2 Зависимость дальности возки грунта от средней рабочей отметки массива и расстояния между въездами и съездами

Средняя рабочая отметка массива, $H_{\text{ср}}$, м	Расстояние между въездами и съездами, м	Дальность поперечной возки, $L_{\text{попр}}$, м
1	40	50
2	65	70
3	80	90
4	95	110
5	100	130
6	130	150
7	150	170

Результаты подсчета поперечной дальности возки сводятся в таблицу 3.

Таблица 3 Результаты подсчета поперечной дальности возки, минимальной стоимости, средств механизации распределения грунта от поставщика к потребителю

Связи	Объем массива V_i , м ³	Длина массива L_i , м	Средняя отметка, $H_{\text{ср}}$, м.	Поперечное расстояние $L_{\text{попр}}$, м.	Средство механизации	Минимальная себестоимость, у.е.
1	2	3	4	5	6	7

Таким образом, на основании полученных данных, составляем матрицу. В левой стороне таблицы приводятся номера и объёмы поставщиков, в верхней части – номера и объёмы потребителей. В левом верхнем углу каждой ячейки указывается минимальная себестоимость разработки и транспортировки грунта, в середине клетки указывается объём поставки (если она имеется).

Таблица 4 Матрица распределения земляных масс

потребители		j	основные			резервные			
			1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'
поставщики		сотни м ³	429	26	229	300	480	180	1156
основные	i	537	10	11	10	16	1000 ЗП	1000 ЗП	22
	1	308			229				
	2	597	11	9	14	1000 ЗП	19	1000 ЗП	22
	3	142	12	17	13	1000 ЗП	1000 ЗП	16	22
резервные	4	300	16	1000 ЗП	1000 ЗП	1000 ЗП	1000 ЗП	1000 ЗП	0 ФП 300
	5	120	1000 ЗП	16	1000 ЗП	1000 ЗП	1000 ЗП	1000 ЗП	0 ФП 120
	6	420	1000 ЗП	1000 ЗП	19	1000 ЗП	1000 ЗП	1000 ЗП	0 ФП 420
	7	684	22	22	22	0 ФП 300	0 ФП 30	0 ФП 38	0 ФП 316

Там, где перемещение грунта невозможно по техническим, организационным или другим причинам, в соответствующей клетке таблицы пишем «ЗП» - запрещенная поставка.

При нахождении оптимального варианта распределения земляных масс может оказаться, что резервы, кавальеры и отвалы были востребованы лишь частично или совсем не востребованы. В то же время следует предусмотреть формальную возможность вывоза излишнего грунта из резервов и карьеров и заполнения кавальеров и отвалов. Такие поставки называются фиктивными, и в соответствующей клетке таблицы записывается обозначение «ФП» - фиктивная (формальная поставка).

Соответственно для запрещенной поставки проставляем заведомо большую цену перевозки грунта, равную 1000, а для фиктивной при любом объеме перевозимого грунта цена равна нулю.

Решение методом наименьших стоимостей заключается в следующем: отыскивается в начале из всей матрицы клетка с минимальной себестоимостью и в неё записывается максимально возможная поставка. И так далее. Таким образом построили матрицу (таблица 4).

Определяем стоимость производства работ по этому варианту распределения земляных масс (функционал).

$$\begin{aligned}\text{Функционал} &= 308 \cdot 10 + 229 \cdot 10 + 121 \cdot 11 + 26 \cdot 9 + 450 \cdot 19 + 142 \cdot 16 \\ &= 17757 \text{ у. е.}\end{aligned}$$

На основании полученных результатов расчета строится схема оптимального распределения земляных масс, на которой указываются объемы и направления перемещения грунта.

Вывод о проделанной работе:

Содержание отчета:

Отчет по практической работе составляется в соответствии с порядком выполнения работы.

Контрольные вопросы:

1. Что необходимо сделать для определения стоимости производства работ?
2. Поперечные профили земляного полотна- это...?
3. Поперечная возка грунта - это...?

Задания для внеаудиторной самостоятельной работы:

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы применив учебник.
2. Оформить отчет по практической работе.

Практическая работа 7

Тема: «Определение состава землеройных комплексов»

Цель работы: получить практические навыки выбора ведущих землеройных машин и вспомогательных машин в зависимости от условий производства работ.

Ход работы:

Составы комплекта машин определяются в соответствии с техническими указаниями по технологии сооружения земляного полотна (ВСН 186-75).

В качестве ведущих землеройных и землеройно-транспортных машин при выполнении работ по сооружению земляного полотна применяются экскаватор Э - 1252 прямая лопата с емкостью ковша $1,6 \text{ м}^3$, скрепер самоходный ДЗ-13А с емкостью ковша 15 м^3 и скрепер прицепной ДЗ-79А с емкостью ковша 15 м^3 .

Помимо ведущих машин в каждый комплект входят вспомогательные машины и механизмы, предназначенные для рыхления, транспортировки, разравнивания и уплотнения грунтов, для содержания временных, построечных (землевозных) дорог, освещения, электропитательных механизмов и так далее.

Эти машины и механизмы, включенные в состав комплектов, должны обеспечивать бесперебойную работу ведущих машин по возведению земляного полотна при высоком качестве производства работ.

Экскаваторный комплект

Комплект машин при разработке грунта экскаваторами, оборудованными прямой лопатой, приведен в таблицу 1

Таблица 3 Максимальное количество самоходных скреперов, обслуживаемых одним толкачом, в зависимости от расстояния перемещения грунта

Расстояние перемещения грунта, м	Количество скреперов с емкостью ковша 15 м ³ на один толкач
300	2
500	2
750	3
1000	3
1500	5
2000	6
3000	9

Разработку выемок и отсыпку насыпей скреперами производят бригады в составе, указанном в таблице 4.

Таблица 4 Состав бригады скреперного комплекса

Профессия	Разряд	Количество рабочих на комплект скреперов с емкостью ковша 15 м ³					
		прицепных			самоходных		
		при количестве скреперов в комплекте					
		2	4	6	3	5	8
Машинист скрепера	6	2	4	6	3	5	8
Машинист бульдозера	6	1			2		
Машинист грунтоуплотняющей машины	5	1			1		
Машинист передвижной электростанции	5	1			1		

Таблица 1 Комплект машин при разработке грунта экскаваторами, оборудованными прямой лопатой

Наименование машин	Дальность транспортировки грунта, км			
	0,5	1	2	3
Экскаватор с емкостью ковша 1,6 м ³	1			
Автосамосвалы грузоподъемностью 10 т	5	6	8	10
Автосамосвалы грузоподъемностью 25 т	3	4	5	6
Бульдозер на тракторе 100 л.с.	1			
Автогрейдер	1			
Грунтоуплотняющая машина	1			
Электростанция 5-7 кВт	1			

Скреперный комплект

Для разработки выемок и возведения насыпей скреперами необходимы машины и оборудование (таблица 2, 3).

Таблица 2 Комплект машин для разработки выемок и возведения насыпей скреперами

Наименование машин	Потребность машин на комплект скреперов с емкостью ковша 15 м ³	
	прицепных	самоходных
Скрепер с тягачом	2-6	3-9
Бульдозер на тракторе Т-100	1	1
Бульдозер на тракторе Т-180 (толкач)	-	1
Рыхлитель прицепной	1	1
Пневмокаток массой 25-30 т с тягачом	1	1
Передвижная электростанция 5-7 кВт	1	1

Содержание отчета:

Отчет по практической работе составляется в соответствии с порядком выполнения работы.

Контрольные вопросы:

1. Экскаваторный комплект - это...?
2. Состав бригады скреперного комплекта - это...?

Задания для внеаудиторной самостоятельной работы:

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы применив учебник.
2. Оформить отчет по практической работе.

Практическая работа 8

Тема: «Составление календарного графика производства работ»

Цель работы: научиться составлять календарный график производства работ по сооружению земляного полотна.

Ход работы:

Продолжительность производства работ, T_k , дни, для различных комплектов определяется по формуле 1:

$$T_k = \frac{V}{P_{\text{вед.м.}}}, \quad (1)$$

где V – объем разрабатываемого грунта, м^3 ;

$P_{\text{вед.м.}}$ – производительность ведущей машины, $\text{м}^3/\text{ч}$;

Производительность экскаватора, оборудованного прямой лопатой, с емкостью ковша $1,6 \text{ м}^3$, $\text{м}^3/\text{смену}$, приведена в таблице 1

Таблица 1 – Производительность экскаватора, оборудованного прямой лопатой, с емкостью ковша $1,6 \text{ м}^3$

Тип машины	Группы грунтов	Производительность, $\text{м}^3/\text{смену}$
Экскаватор с емкостью ковша $1,6 \text{ м}^3$	I	1100
	II	870
	III	715
	IV	535

Производительность прицепных скреперов, $\text{м}^3/\text{смену}$, при транспортировке грунта из резервов в насыпь и из выемок в кавальеры приведена в таблице 2 и при транспортировке грунта из выемок в насыпь приведена в таблице 3.

Производительность комплектов самоходных скреперов указана в таблице 4

Таблица 2 Производительность прицепных скреперов при транспортировке грунта из резервов в насыпь и из выемок в кавальеры

Высота насыпи или глубина выемки, м	Количество прицепных скреперов с емкостью ковша 15 м ³ в комплексе					
	2		4		6	
	группы грунтов					
	I	II	I	II	I	II
2	3400	2800	-	-	-	-
3	3020	2540	6040	5080	-	-
4	2700	2320	5400	4640	-	-
5	2460	2140	4920	4280	-	-
6	2260	1980	4520	3960	-	-

Таблица 3 Производительность комплекта прицепных скреперов при транспортировке грунта из выемок в насыпь

Расстояние транспортировки, м	Количество прицепных скреперов с емкостью ковша 15 м ³ в комплексе					
	2		4		6	
	группы грунтов					
	I	II	I	II	I	II
100	2860	2420	5720	4840	-	-
200	1860	1680	3720	3360	5580	5040
250	1580	1440	3160	2880	4740	4320
400	1100	1020	2200	2040	3300	3060
500	900	860	1800	1720	2700	2580

Таблица 4 Производительность комплектов самоходных скреперов

Расстояние транспортировки, м	Количество самоходных скреперов с емкостью ковша 15 м ³ в комплексе					
	3		4		6	
	группы грунтов					
	I	II	I	II	I	II
500	3180	2820	-	-	-	-
800	2250	2114	-	-	-	-
1000	1870	1574	-	-	-	-
1500	1440	1300	2360	2162	-	-
2000	1050	972	1744	1620	-	-
3000	755	738	1260	1230	2018	1970

Расчет продолжительности производства работ сведен в таблицу 5.

Таблица 5 Расчет продолжительности производства работ приведен в таблице

Связь	Тип ведущих машин	Количество ведущих машин	Перевозимый объем грунта, V_i м ³	Производительность машин, м ³ /смену	Срок производства работ, дни.
1	2	3	4	5	6

При построении графика стремимся подкорректировать такое количество смен в день ведущих машин, чтобы разрыв в работе ведущих машин каждого участка не превышал 7 дней, а параллельные работы на всех участках заканчивались приблизительно одновременно, исходя из возможности реальных условий проведения максимального числа работ одновременно.

В календарном графике работ необходимо учитывать следующие ограничения:

- 1) если предусмотрена в массиве продольная и поперечная возка грунта, то необходимо предусмотреть в графике сначала поперечную, а потом продольную возку;
- 2) если предусмотрено разработка выемки скреперным и экскаваторным комплектом, то необходимо сначала выполнить скреперные работы;
- 3) если по результатам распределения земляных масс оказалось целесообразно на границе насыпи и выемки выполнить работы бульдозером, то эта работа выполняется в первую очередь;
- 4) работы экскаватором желательно проводить в 2 – 3 смены, работы скрепером – в 1 – 2 смены, работы бульдозером – также в 1 – 2 смены.

Содержание отчета:

Отчет по практической работе составляется в соответствии с порядком выполнения работы.

Контрольные вопросы:

1. Общие моменты составления поикетного графика?

Задания для внеаудиторной самостоятельной работы:

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы применив учебник.
2. Оформить отчет по практической работе.

Практическая работа №9

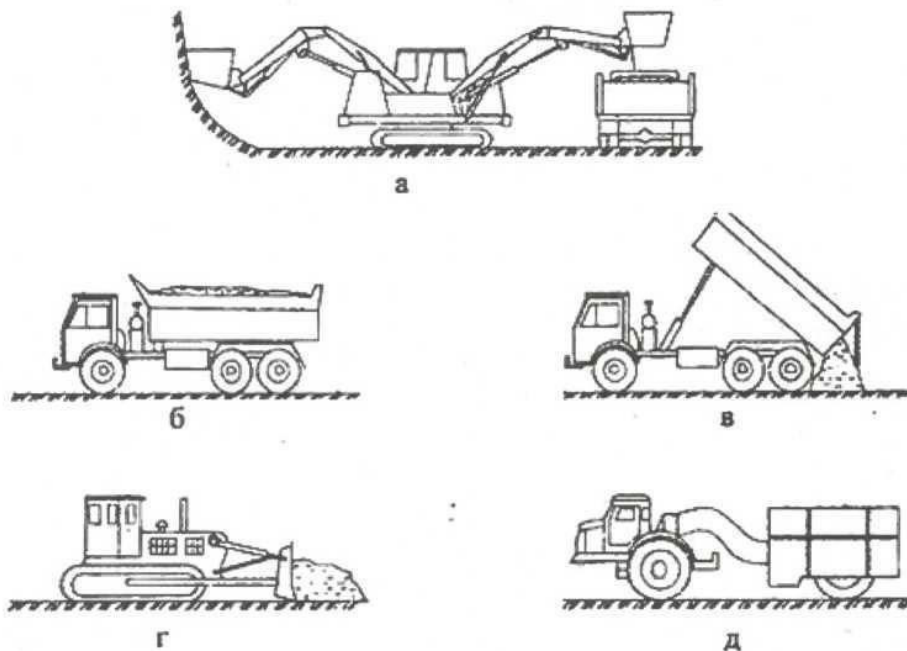
"Проектирование производства экскаваторных работ при возведении земляного полотна"

Цель работы: разобраться в осуществлении проектирования производства экскаваторных работ при возведении земляного полотна.

Исходные данные: экскаватор - прямая лопата с перемещением грунта в насыпь

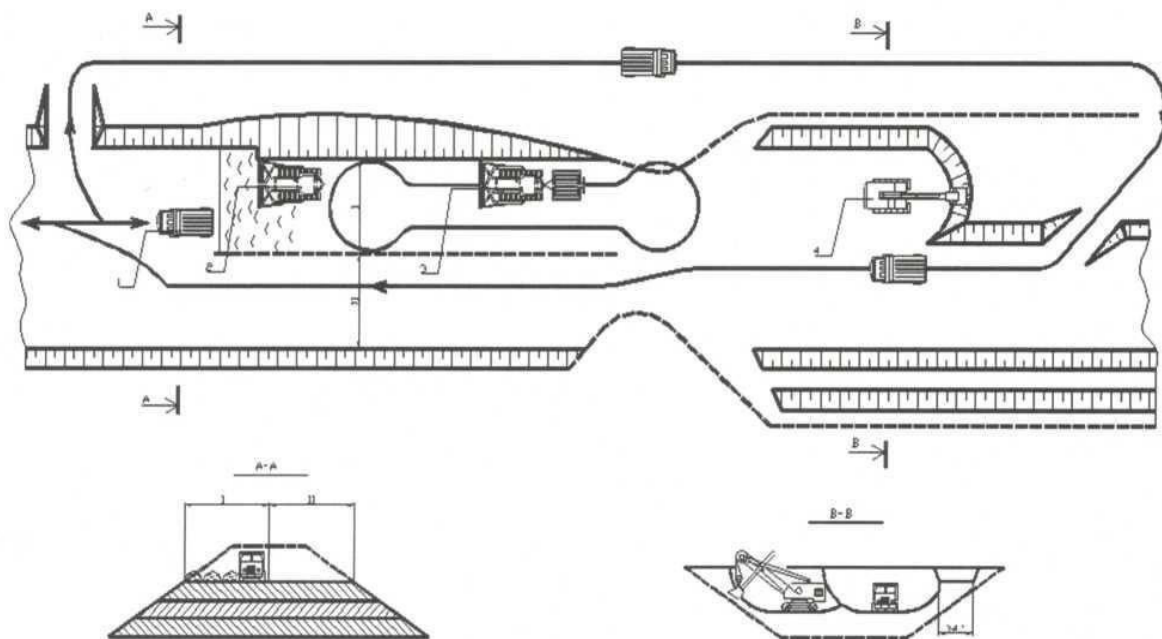
Порядок выполнения работ:

- 1 Описать устройство экскаватора
- 2 Условия движения экскаватора
- 3 Описание разработки выемки экскаватором - прямая лопата с перемещением грунта в насыпь
- 4 Разбор схемы разработки выемки экскаваторно-транспортным комплектом и отсыпки насыпи с кольцевой ездой автомобилей самосвалов
- 5 Вывод



а- экскаватор -прямая лопата с автосамосвалом (разработка грунта с погрузкой в транспортное средство), б- автосамосвал (транспортирование грунта), в - автосамосвал (разгрузка грунта), г - бульдозер (разравнивание грунта в насыпи), д- машины для уплотнения грунта

Типовая технологическая схема разработки выемки экскаватором - прямая лопата с перемещением грунта в насыпь.



1- автомобиль-самосвал; 2-бульдозер; 3-каток; 4-экскаватор; I-зона отсыпки и уплотнения насыпи; II- зона движения груженых автомобилей-самосвалов

При глубине выемки до 5 м ее разрабатывают в один ярус, при большей глубине- в два и более. К разработке второго и последующих, приступают только после окончательной разработки предыдущего. Разработку каждого яруса начинают с нижней стороны для обеспечения отвода воды из забоя.в обычных условиях уклон дна проходок должен быть в пределах 0,003...0,08.

Ярусы разрабатывают продольными проходками экскаватора на всю длину выемки. При первом проходе боковым забоем грунт грузят в транспортные средства (автомобили-самосвалы), движущиеся по пионерной траншее. При последующих проходках экскаватора самосвалы перемещаются в пройденных проходках. Под погрузку их устанавливают параллельно оси движения экскаватора.

Грунт в выемке разрабатывают с недобором для предотвращения нарушения естественной структуры грунта в основании железнодорожного пути. Допустимый недобор при работе экскаватора прямой лопатой - 0,1...0,2 м от верха сливной призмы. Недобор грунта удаляется при производстве планировочных работ. Для содержания дна забоя в состоянии, обеспечивающем движение транспортных средств, используется бульдозер, входящий в экскаваторный комплект.

Содержание отчета:

Отчет по практической работе составляется в соответствии с порядком выполнения работы.

Контрольные вопросы:

1. Как разрабатываются ярусы?
2. Как удаляется недобор грунта?
3. Устройство экскаватора.

Задания для внеаудиторной самостоятельной работы:

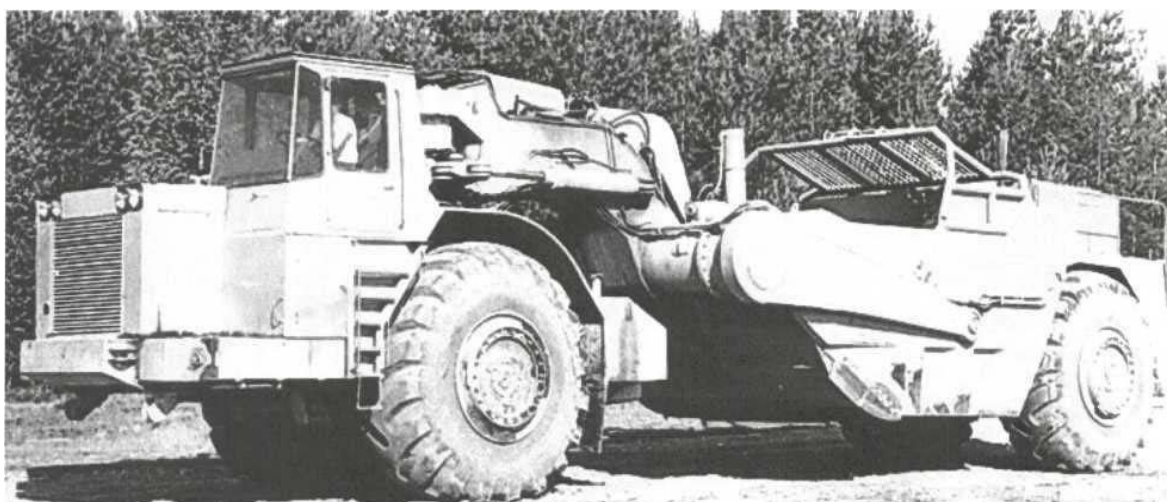
1. Подготовить ответы на контрольные вопросы применив учебник.
2. Оформить отчет по практической работе.

Практическая работа №10

"Проектирование производства скреперных работ при возведении земляного полотна"

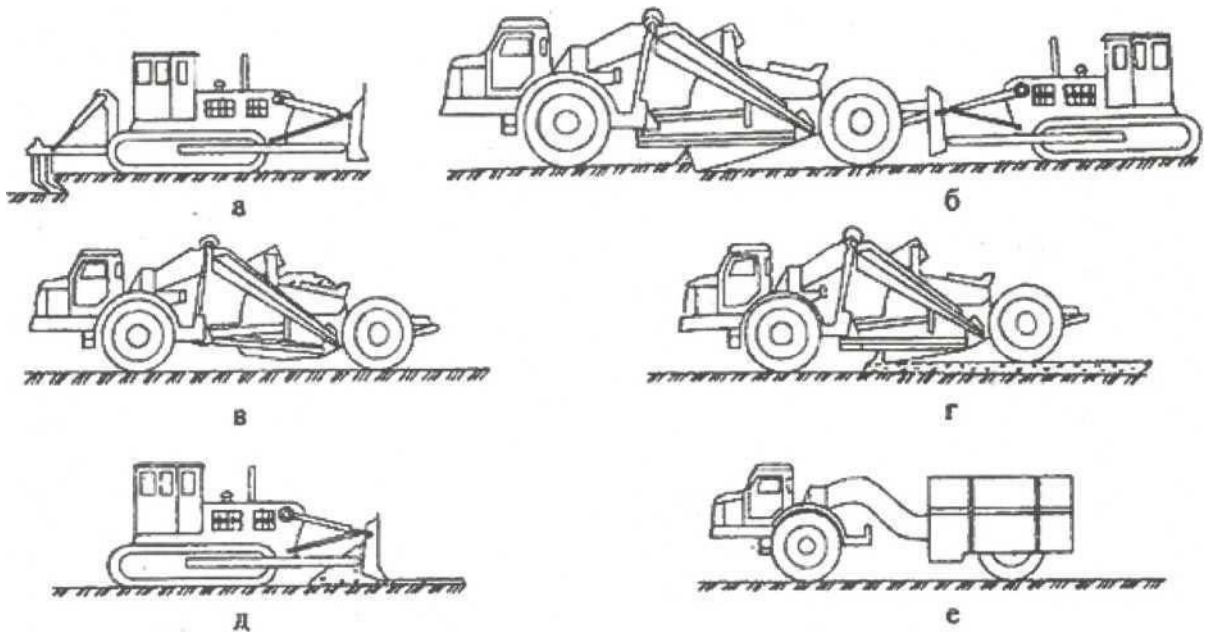
Цель работы: разобраться в осуществлении проектирования производства скреперных работ при возведении земляного полотна.

Исходные данные: Скрепер самоходной марки ДЗ-13А с объемом ковша $Q=15\text{м}^3$, шириной захвата 2,82 м; глубиной резания 0,35 м.

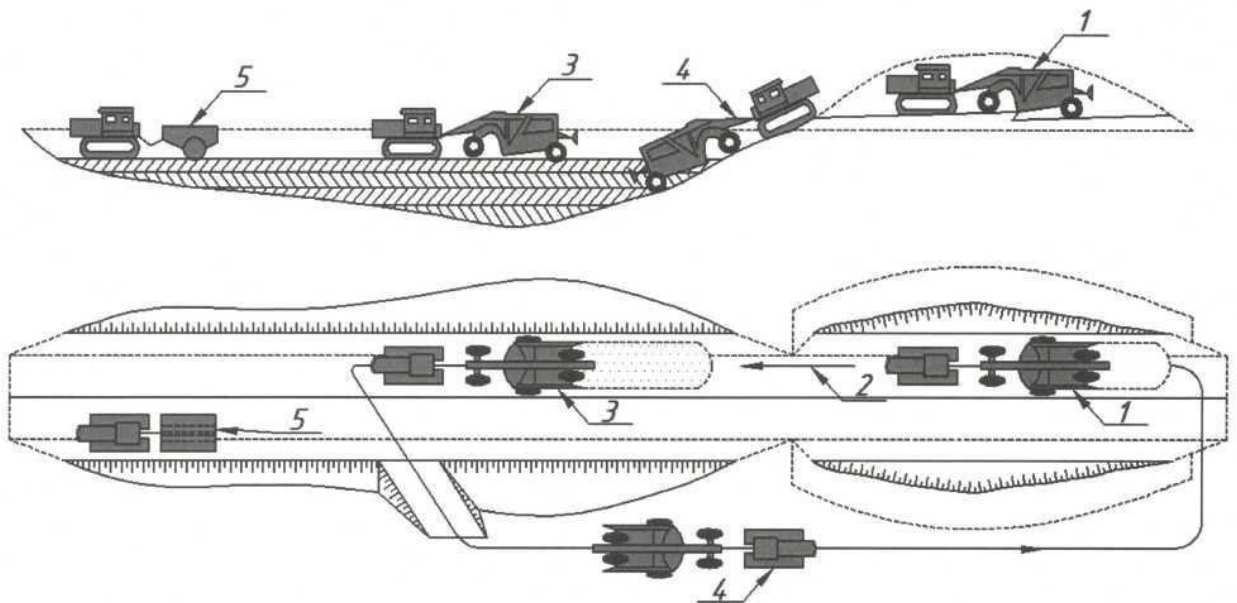


Порядок выполнения работ:

- 1 Описать устройство скрепера
- 2 Условия движения скрепера
- 3 Описание разработки выемки скреперами с перемещением и укладкой грунта в насыпь
- 4 Разбор схемы комплексной механизации земляных работ при разработке грунта скрепером
- 5 Вывод



а - трактор-рыхлитель (рыхление грунта); б - скрепер с трактором-толкателем (набор грунта), б - скрепер (транспортирование грунта); г - скрепер (разгрузка грунта); д - бульдозер (разравнивание грунта б насыпи); е - машины для уплотнения грунта



Содержание отчета:

Отчет по практической работе составляется в соответствии с порядком выполнения работы.

Контрольные вопросы:

1. Скрепер - это...
2. Разработка выемки скреперами как осуществляется?

Задания для внеаудиторной самостоятельной работы:

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы применив учебник.
2. Оформить отчет по практической работе.

Практическая работа №11

"Расчет массы зарядов взрывчатого вещества. Схемы размещения зарядов"

Цель: научиться производить расчет массы заряда нормального выброса;
определять необходимое количество зарядов и порядок их расстановки для производства работ.

Исходные данные (таблица 5)

1. Группа грунта.
2. Длина и ширина участка.
3. Оптимальный показатель взрыва $n=2$
4. Глубина заложения заряда W , м

Таблица 5 – Исходные данные

Вариант	Группа грунта	Глубина заложения заряда W , м	Размеры участка, м	
			длина, l_{yn}	ширина
1	I	3,0	90	10
2	I	3,5	100	20
3	II	4,0	110	15
4	III	4,5	200	10
5	I	5,0	180	20
6	V	5,5	130	20
7	VI	6,0	120	10
8	VII	6,5	120	10
9	IX	7,0	100	15
10	X	7,5	90	15
11	XI	8,0	100	15
12	VIII	8,5	130	20
13	I	9,0	100	20
14	II	9,5	100	20
15	III	3,1	120	10
16	IV	4,2	120	15
17	V	5,3	100	20
18	VI	6,4	90	10
19	VII	7,6	120	10
20	VIII	8,7	100	15
21	IX	9,8	100	25
22	X	3,9	120	15
23	XI	4,8	120	25
24	III	5,7	100	10
25	I	6,6	90	20
26	V	7,7	100	20
27	VI	8,8	150	15
28	VII	9,1	90	20
29	III	3,3	120	10
30	X	4,4	140	30

Требуется:

1. Рассчитать массу заряда нормального выброса.
2. Определить порядок размещения зарядов.
3. Определить количество всех зарядов и общую массу ВВ.

Порядок выполнения

1. Рассчитать массу заряда нормального выброса, кг, по формуле

$$Q = KW^3 \quad (4)$$

Где K - удельный расход взрывчатого вещества, кг/м^3 , взорванного грунта для зарядов нормального выброса; значение коэффициента K приведено в таблице 6;

W - глубина заложения заряда, м.

Таблица 6 - Значение коэффициента K

Группа грунтов по ЕНИР	Значение коэффициента K	Группа грунтов по ЕНИР	Значение коэффициента K
I-II	0,95	VIII	1,70
III	1,1	IX	1,80
IV-V	1,25	X	1,90
VI	1,40	XI	2,00
VII	1,50		

Радиус воронки взрыва r определяется, м

$$r = n \cdot W \quad (5)$$

2. Определить порядок размещения зарядов.

Эффект взрыва зависит от правильности расположения и выбора рациональных расстояний a между зарядами в ряду и расстояний b между рядами зарядов. При взрыве на выброс нормальное сближение зарядов a будет иметь место при условии полного взаимного перекрытия воронок выброса на величину радиуса воронки r .

Для зарядов выбросов примем, м

$$a = 0,5 \cdot W \cdot (n + 1) \quad (6)$$

Расстояние между рядами зарядов b должно быть не больше величины a , поэтому принимают $b = 0,85a$

Количество зарядов в ряду определяется по формуле:

$$z = \frac{l_{\text{оч}}}{a} + 1 \quad (7)$$

3. Определить количество всех зарядов.

$$N = t \cdot z \quad (8)$$

Где t - количество рядов, $t=2$;

z - количество зарядов в каждом ряду.

Общая масса ВВ рассчитывается по формуле

$$\sum Q = Q \cdot N \quad (9)$$

Начертить план расстановки зарядов.

Вывод о проделанной работе.

Содержание отчета:

Отчет по практической работе составляется в соответствии с порядком выполнения работы.

Контрольные вопросы:

1. Как определить порядок размещения зарядов?
2. План расстановки зарядов - это...
3. Оптимальный показатель взрыва как определить?

Задания для внеаудиторной самостоятельной работы:

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы применив учебник.
2. Оформить отчет по практической работе.

Практическая работа №12

"Составление графика строительства новой сборной железобетонной трубы"

Цель: Получение практических навыков работы с календарным графиком производства работ по постройке водопропускной трубы

Исходные данные: комплект машин для постройки сборных ж/б труб.

Машина	Марка машины	Основная характеристика машины	Число машин в комплекте
Кран	КС-2561 или КС-2568	Наибольшая грузоподъемность 6,3т	1
Кран	СМК-10/ СМК-101	Наибольшая грузоподъемность 10т /Наибольший вылет стрелы 16 м	1
Бульдозер	С-100	-	1
Экскаватор	Э-153	Ковш вместимостью 0,15 м ³	1
Бетономешалка	СБ-101	Вместимость барабана 100 л	1
Передвижная электростанция	АБ-8Т/230	-	1
Передвижной агрегат для нагревания битума	Д-124-А	-	1
Центробежный насос	С-203	-	По потребности
Автомобиль		-	По потребности

Порядок выполнения работы:

- 1 Осуществление монтажа надфундаментальной части сборной ж/б трубы.
- 2 Подбор комплекта машин для выполнения строительно-монтажных работ.
- 3 Состав проекта производства работ.
- 4 Выбор метода производства работ.
- 5 Выводы

Форма календарного графика производства работ при постройке круглой трубы

Наименование работ	Единица измерения	Объем	Трудоемкость	Продолжительность работ в сменах																									
				на ед. объем	все го	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Подготовительные работы	Чел-дни	-	-	12	4	4	4																						
Рытье котлована	Экск. кава- тором	м ³	110	0,035	4			2	2																				
	вручную	//	14	0,300	4				2	2																			
Установка лекальных и фундаментных блоков	//	23	0,585	14								4	4	4				2	2										
Установка звеньев	//	15,8 4	0,567	9											3	3	3												
Заполнение пазух бетоном	//	17,1	0,381	7															3	4									

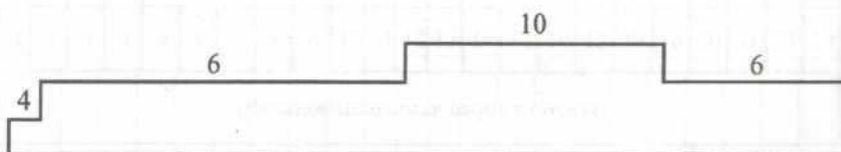
Продолжение

Наименование работ	Единица измерения	Объем	Трудоёмкость		Продолжительность работ в сменах																								
			на ед. объем	всего	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
Устройство изоляции	м ²	171	0,117	20																	5	5	6	4					
Устройство песчано-гравийной подготовки	м ³	14,6	0,210	3					2												1								
Бетонирование лотков	м ²	5,6	0,381	2																				2					
Засыпка трубы на высоту 0,5 м	м ³	100	0,176	18																							6	6	6
Засыпка трубы до проектного профиля	//	—	—	—	Производит специализированная организация																								

Окончание

Наименование работ	Единица измерения	Объем	Трудоёмкость		Продолжительность работ в сменах																								
			на ед. объем	всего	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
Мощение русла и откосов	м ²	—	—	—	Производит специализированная бригада																								
Транспортные работы	чел. дни	—	—	25		2		2	4	4	1	1	1	1	1	2	3	3											
Прочие работы	//	—	—	36						1	1	1	2	2	5	4	4	4	4	3	4	5							
Количество рабочих в сменах				164	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10	10	6	6	6	6	6	

График движения рабочей силы



Содержание отчета:

Отчет по практической работе составляется в соответствии с порядком выполнения работы.

Контрольные вопросы:

1. Состав ПОС?
2. Как подобрать комплект машин для СМР?

Задания для внеаудиторной самостоятельной работы:

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы применив учебник.
2. Оформить отчет по практической работе.

Практическая работа №13

"Составление схемы последовательности операций при укладке пути"

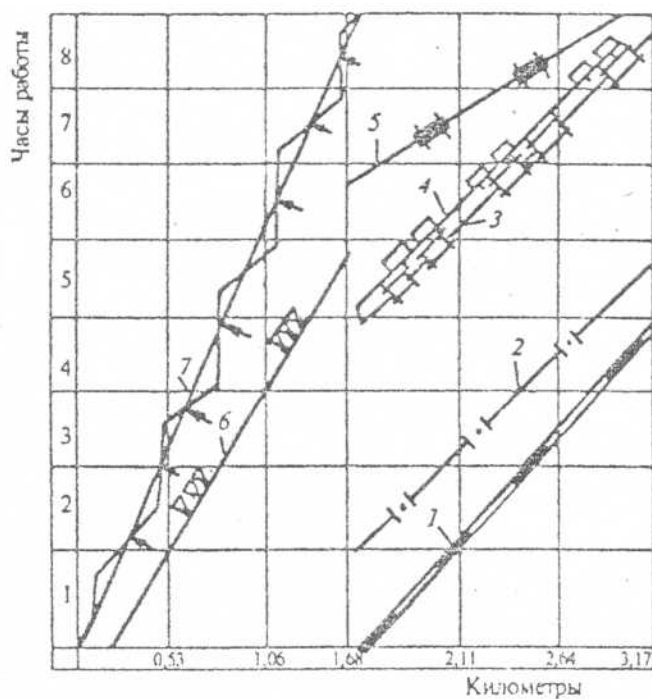
Цель: получение практических навыков работы с тех.схемой при укладке пути.

Исходные данные: графики укладки пути

Порядок выполнения работы:

- 1 График укладки пути краном и ход выполнения работ.
- 2 График укладки пути тракторным путеукладчиком.
- 3 Сводный график производства работ по укладке и балластировке пути на перегоне.
- 4 Выводы

График укладки пути краном УК-25/9 в смену:

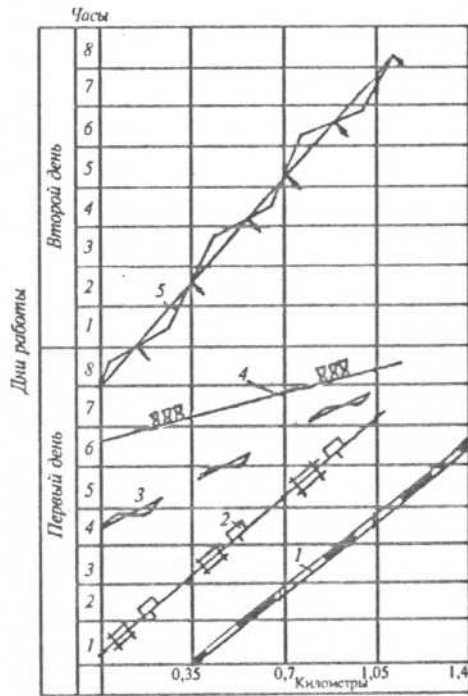


1-укладка звеньев на земляное полотно с перетяжкой пакетов к крану; 2- установка нормальных стыковых зазоров; 3 - постановка накладок и сбалчивание стыков; 4-перегонка стыковых и предстыковых шпал; 5-постановка и зашивка стыковых шпал; 6- выгрузка песчаного балласта из хоппер-дозаторов ($300\text{м}^3/\text{км}$); 7- выправка пути для пропуска рабочих поездов;

График укладки пути тракторным путеукладчиком

Рис. График укладки пути тракторным путеукладчиком ПБ-3М (рассчитанный на два дня работы):

1 — укладка звеньев рельсошпальной решетки; 2 — монтаж стыков, установка стыковых шпал; 3 — рихтовка пути; 4 — выгрузка песчаного балласта из хоппер-дозаторов (300 м³/км); 5 — выправка пути для пропуска рабочих поездов



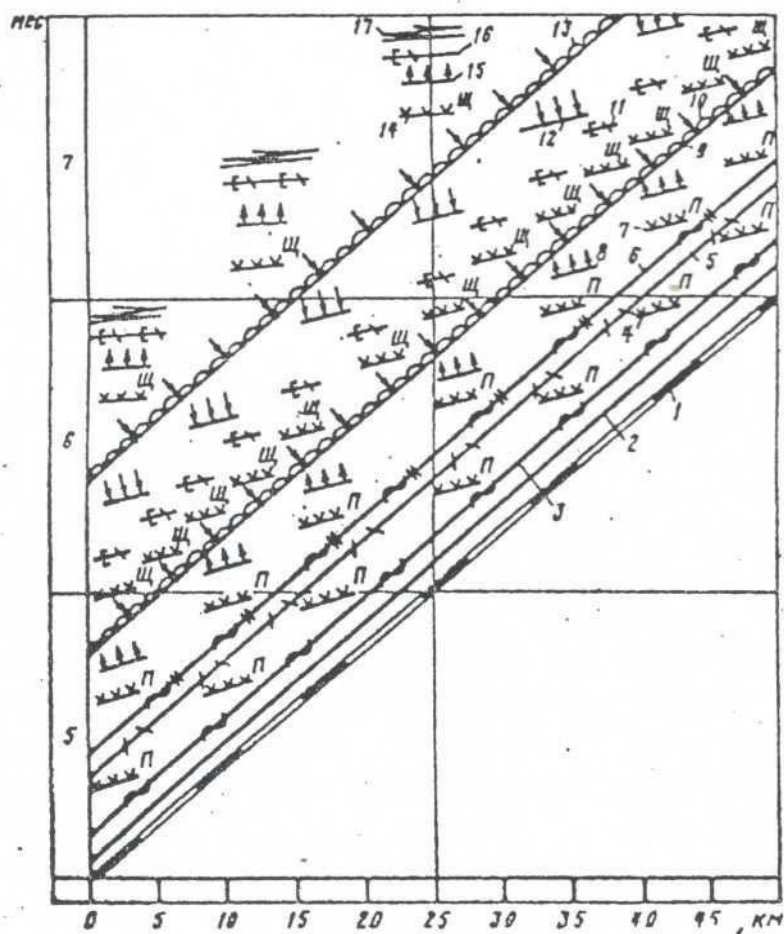


Рис. Сводный график производства работ по укладке и балластировке пути на перегоне (объектный поток):

1 — укладка звеньев рельсошпальной решетки; 2 — монтаж стыков, установка стыковых шпал по меткам; 3 — частичная рихтовка пути; 4 — выгрузка песчаного балласта из хоппер-дозаторов; 5 — выправка пути в профиле для пропуска рабочих поездов; 6 — подготовка пути к балластировке; 7 — выгрузка и дозировка песчаного балласта; 8 — подъемка пути на песок с подбивкой; 9 — выправка пути; 10 — выгрузка и дозировка щебня; 11 — перераспределение балласта с выравниванием верха балластной призмы; 12 — подъемка пути на первый слой щебня с подбивкой; 13 — выправка пути; 14 — выгрузка и дозировка щебня; 15 — подъемка пути на второй слой щебня с подбивкой; 16 — перераспределение балласта; 17 — обкатка пути.

Сводный график производства работ по укладке и балластировке пути на перегоне

Содержание отчета:

Отчет по практической работе составляется в соответствии с порядком выполнения работы.

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте график укладки пути тракторным путеукладчиком.

Задания для внеаудиторной самостоятельной работы:

1. Подготовить ответы на контрольные вопросы применив учебник.
2. Оформить отчет по практической работе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1 Прокудин И.В. и др. Организация строительства железных дорог [Текст]: учебное пособие. - М.: ФБГОУ «УМЦ ЖДТ», 2013.

Прокудин И.В. и др. Организация строительства железных дорог [Электронный ресурс]: учебное пособие - Москва: УМЦ ЖДТ, 2013. - 568 с. <https://e.lanbook.com/book/35815>.

Дополнительная литература

2 Спиридонов Э.С., А.С. Призмозонов и др. Технология железнодорожного строительства [Электронный ресурс]: учебник. - Москва: УМЦ ЖДТ, 2013. - 592 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/35828>.