

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Кафедра «Автомобильные дороги и технология строительного производства»

**Методические указания
к выполнению курсового проекта по технологии и организации
строительства автомобильных дорог «Возведение земляного полотна»
для студентов всех форм обучения
специальности 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы»,
направления подготовки 270800 «Строительство»
по профилю подготовки «Автомобильные дороги»**

В методических указаниях изложены основные принципы разработки технологии и организации работ при строительстве земляного полотна автомобильных дорог. Подробно описана последовательность проектирования поточного метода строительства. Приведены примеры инженерных расчётов для определения объемов работ, расчета параметров потока, подбора основных и вспомогательных машин и механизмов.

Методические указания будут полезны студентам при выполнении курсового проекта по технологии и организации строительства автомобильных дорог «Возведение земляного полотна».

Составители:

Яковлев В. В., проф., д-р техн. наук

Шайхуллин И. Р., доц., канд. техн. наук

Халилова Э. И., ст. преподаватель

Ибрагимова Р. А., ассистент

Рецензент:

Фаттахов М. М., зав. каф. АД и ТСП, д-р, техн. наук.

Содержание

Введение

1. Характеристика района строительства
 - 1.1 Краткое описание района строительства
 - 1.2 Природно-климатические условия района строительства
 - 1.3 Анализ гидрологических и геологических условий района строительства
 2. Анализ проектных решений автомобильной дороги
 - 2.1 Технические параметры автомобильной дороги
 - 2.2 Поперечные профили земляного полотна
 - 2.3 Объемы земляных работ
 3. Технологические и организационные параметры специализированного потока по возведению земляного полотна
 - 3.1 Основные виды работ и частные потоки
 - 3.2 Распределение земляных масс
 - 3.3 Расчет средней дальности транспортировки грунта
 4. Расчет сроков производства работ и минимальной длины сменной захватки
 5. Предварительный выбор основных машин и механизмов для выполнения земляных работ
 6. Выбор ведущей машины для производства земляных работ
 - 6.1 Выбор экскаватора для производства земляных работ из карьера в насыпь
 - 6.2 Выбор скрепера для производства земляных работ из выемки в насыпь
 - 6.3 Расчет объемов работ на сменную захватку, подбор вспомогательных машин и механизмов и расчет их производительности
 - 6.4 Калькуляция трудовых затрат
 - 6.5. Состав дорожно-строительных отрядов
 - 6.6 Составление технологической схемы производства работ по возведению насыпи
 - 6.7 Уточненный состав дорожно-строительного отряда (ДСО).
 7. Разработка линейного календарного графика строительства земляного полотна
 8. Охрана труда и техника безопасности при строительстве земляного полотна автомобильной дороги
- Графическая часть
- Заключение
- Список использованных источников

Введение

Цель курсового проекта – подготовка студента в области технологии и организации строительства земляного полотна автомобильной дороги, которая заключается в закреплении и углублении теоретических основ методов выполнения строительных процессов по дисциплине «Технологические процессы в строительстве».

Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения специалитета и бакалавриата по специальности 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы».

Исходным материалом для выполнения курсового проекта служат варианты заданий, который выдает преподаватель на практических занятиях.

В курсовом проекте студент должен решить следующие задачи:

1. проанализировать исходные данные задания курсового проекта;
2. рассчитать объемы земляных работ при строительстве земляного полотна автомобильной дороги;
3. разработать график распределения земляных масс;
4. определить директивный и фактический сроки производства работ;
5. рассчитать технологические и организационные параметры ритмичного потока по строительству земляного полотна;
6. разработать технологическую карту на строительство земляного полотна по схеме «из карьера в насыпь»;
7. разработать линейный календарный график строительства земляного полотна;
8. описать в пояснительной записке охрану труда и технику безопасности при строительстве земляного полотна.

1. Характеристика района строительства

1.1 Краткое описание района строительства

Приводят название района, его географическое положение, развитость автодорожной сети.

Пример

Район строительства автомобильной дороги – Зианчуринский район Республики Башкортостан. Зианчуринский район расположен на юге республики, граничит с Кугарчинским, Зилаирским, Хайбуллинскими районами РБ и Тюльганским, Саракташским и Кувандыкским районами Оренбургской области.

Район расположен в западной части Зилаирского плато, характеризуется сильным расчленением, преобладанием меридионально ориентированных грядово-увалистых форм рельефа. Площадь района составляет 3,342 тыс км². Протяженность района с севера на юг составляет около 100 км.

Районный центр – с. Исянгулово, находится в 337 км от г. Уфы, в 54 км от железнодорожной станции Тюльган и в 60 км от железнодорожной станции Саракташ.

Райцентр связан асфальтовыми дорогами с г. Уфа и другими городами республики; дорогами с твердым щебеночным покрытием - со всеми селами района. Малочисленные населенные пункты соединены между собой грунтовыми дорогами.

Протяженность дорог общего пользования по Зианчуринскому району – 510,6 км. 113,31 км – 22,2% дорог с усовершенствованным покрытием, 437,6 км – 63,5% дорог с твердым гравийным и гравийно-щебеночным покрытием, и 73 км дорог - 14,3% от общей протяженности дорог района имеют грунтовое покрытие.

1.2 Природно-климатические условия района строительства

Приводят дорожно-климатическую зону (ДКЗ), описание характера климата.

Пример

Район прохождения трассы автомобильной дороги расположен в IV дорожно-климатической зоне климатического районирования территории России. Территория относится к умеренной климатической зоне с континентальным климатом и характеризуется условиями: устойчивой холодной зимой, жарким летом и неустойчивым режимом погоды весной и осенью. Наблюдаются резкие климатические колебания температуры воздуха по сезонам года и в течение суток.

Наиболее холодным месяцем является январь, а самым теплым – июль.

Температурный режим представлен в таблице 1 согласно [1]. Выписывают среднюю по месяцам температуру наружного воздуха.

Таблица 1 –Среднемесячная годовая температура воздуха (в градусах Цельсия)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-14,8	-13,8	-7,2	4,8	13,6	18,3	19,8	17,8	11,7	3,6	-5,1	-11,5

Абсолютная минимальная температура воздуха составляет -45° С, абсолютная максимальная + 41° С.

Повторяемость направлений ветра приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Повторяемость направлений ветра

месяцы	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
январь	1	5	25	22	23	10	4	9
июль	27	8	8	6	18	11	13	10

Используя данные повторяемости направления ветра строят розу ветров, которая изображена на рисунке 1.

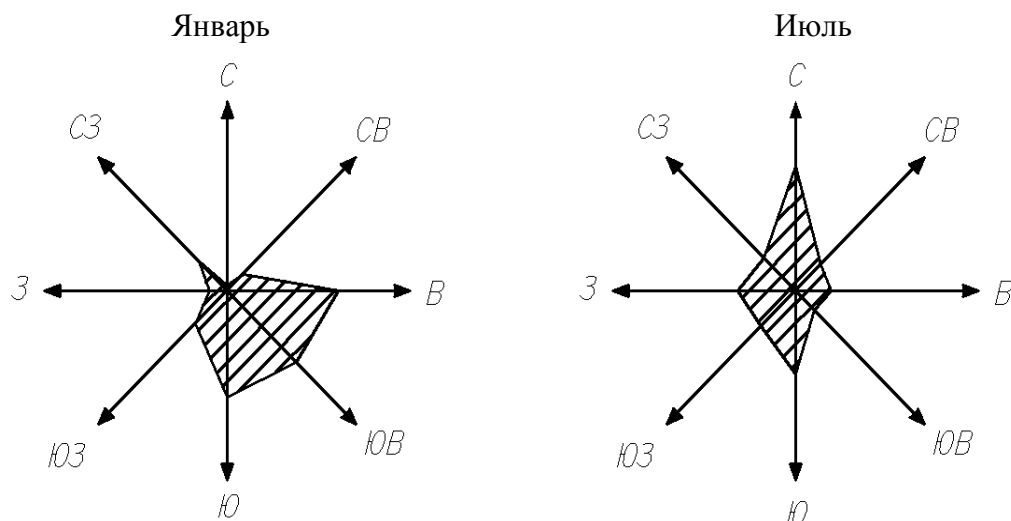


Рисунок 1 – Розы ветров

Преобладающее направление ветра за декабрь-март - В, Ю.

Преобладающее направление ветра за июнь-август – С.

Среднегодовая скорость ветра в районе - 3,3 м/с

Средняя высота снежного покрова (в поле) при 5% вероятности превышения составляет 50 см [1,2].

1.3 Анализ гидрологических и геологических условий района строительства

В учебных целях достаточно:

- в качестве гидрологических условий описать наличие рек и водоемов в районе строительства, привести классификацию типа местности по характеру и степени увлажнения;
- в качестве геологических условий района строительства привести и инженерно-геологические элементы грунтов, оценить степень устойчивости пород (оползни, карст и т.п.).

В районе строительства разведан грунтовый карьер, в котором залегает ... (наименование грунта, схема расположения карьера по заданию).

Пример

Гидрологические условия. Условия формирования максимальных расходов весеннего половодья благоприятные, что обусловлено одновременным таянием снега на всей территории и высокую дружность половодья. Но на малых площадях водосборов логов, со

значительными уклонами тальвегов и склонов водосборов, все же превышает дождевой сток над равнообеспеченным весенним.

Поверхностные воды района представлены р.Большой Ик и его небольшими притоками. Речная сеть относится к бассейну р. Урал.

Краткая гидрологическая характеристика р. Большой Ик

Р. Большой Ик - правый приток реки Сакмара, берет начало в горной зоне Южного Урала, в пределах Зилаирского района Башкирии, течет сначала на запад, затем меняет направление на южное и впадает в р. Сакмара справа на расстоянии 220 км от ее устья. Общая длина реки - 345 км площадь водосбора - 7670 км². Средняя высота бассейна реки 161 м, густота речной сети на водосборе - 0,57 км/км².

Тип местности по характеру и степени увлажнения – I, II.

Геологические условия. На участке строительства в учебных целях принимают 4 инженерно-геологических элемента (ИГЭ):

ИГЭ-1. Почвенно-растительный слой. Мощность 0,1 – 0,7 м.

ИГЭ-2. Песок крупный. Мощность 0,5 м.

ИГЭ-2. Глина тугопластичная. Мощность 3,2 – 5,9 м.

ИГЭ-4. Суглинок мягкопластичный. Мощность 2,3 – 3,7 м.

Поскольку отсутствуют полные геологические и гидрологические данные, в учебных целях принимают, что условия района для строительства дороги благоприятные.

2. Анализ проектных решений автомобильной дороги

2.1 Технические параметры автомобильной дороги

Приводятся основные технические параметры автомобильной дороги.

Пример

В соответствии с заданием на курсовое проектирование, приняты следующие технические нормативы для III категории автомобильной дороги согласно [3], представленные в таблице 3.

Таблица 3 - Технические нормативы автомобильной дороги

Наименование	Количество
-расчетная скорость, основная, км/час.	100
-расчетная скорость на трудных участках пересеченной местности, км/час.	80
-число полос движения, шт.	2
-ширина полосы движения, м	3,5
-ширина проезжей части, м, b	7,0
-ширина обочин, м, с	2,5
-ширина земляного полотна, м	12,0

2.2 План и продольный профиль

Приводятся краткое описание плана трассы и продольного профиля.

Пример

Трасса проложена в юго-восточном направлении, начало ПК0+00 соответствует эксплуатационному км 282+325 автодороги Магнитогорск – Ира, на ПК32+00 пересекает

р.Большой Ик. Затем обходит с южной стороны район перспективной застройки с.Исянгулово и выходит на автодорогу Магнитогорск – Ира. Конец трассы ПК 100+00 соответствует эксплуатационному километру 272+325.

Всего по трассе принято 5 углов поворота. Минимальный радиус в плане 800м, максимальный радиус в плане 5000м. Коэффициент развития трассы 1,3.

При проектировании продольного профиля для назначения минимальной высоты насыпи с целью обеспечения снегонезаносимости, незатопляемости и безопасности движения было учтено:

а) возвышение насыпи над расчетным уровнем снегового покрова.

По [3] возвышение бровки насыпи для дорог III технической категории составляет 0,6 м. По данным Уфимской гидромет-обсерватории расчетная высота снежного покрова при 5% вероятности превышения составляет 0,50 м. Отсюда руководящая рабочая отметка бровки принята 1,10 м.

б) возвышение бровки насыпи в местах устройства водопропускных труб. Руководящая рабочая отметка принята не менее 0,5 м над уровнем подпертой воды при условии работы водопропускных труб в безнапорном режиме.

Наибольший продольный уклон 40‰, наименьшие радиусы вертикальных кривых вогнутых 3700 м, выпуклых 10000 м.

2.3 Поперечные профили земляного полотна

Поперечные профили земляного полотна проектируются по типовым поперечным профилям, которые подбирают в зависимости от рельефа местности, грунтовых и гидрологических условий, высоты снежного покрова, категории дороги в соответствии с требованиями [3,4], которые оформляют в пояснительной записке в виде рисунков.

Пример

Используя данные задания курсового проектирования, определяем типы поперечных профилей и их расположение на автомобильной дороге.

Тип 1 – насыпь до 1,0 м, с крутизной откосов 1:4 на ПК 12+00 – 13+00, ПК 14+00 - 15+00, ПК 40+00-41+00, ПК 47+00 – 48+00, ПК 50+00 – 51+00, ПК 92+00 – 93+00, ПК 94+00 - 95+00 (рисунок 2).

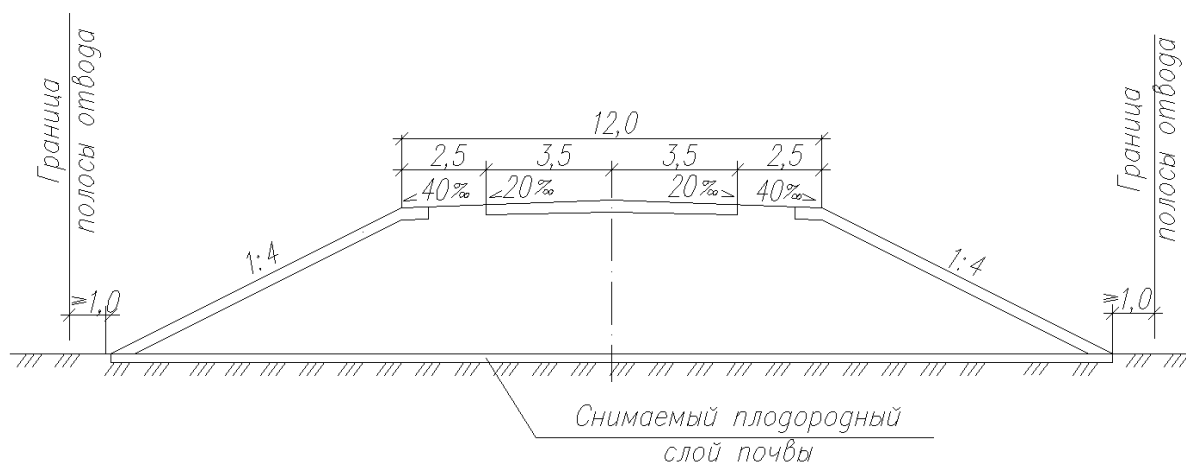


Рисунок 2 - Тип 1 насыпь высотой до 1,0 м

Тип 2 – насыпь высотой до 3,0 м, с крутизной откосов 1:4 на ПК 11+00 – 12+00, ПК 13+00-14+00, ПК 16+00 - 22+00, ПК 23+00 – 25+00, ПК 26+00 – 27+00, ПК 28+00 – 29+00, ПК 30+00 – 32+00, ПК 33+00 – 35+00, ПК 36+00 – 40+00, ПК 48+00 – 50+00, ПК 51+00 - 92+00 (рисунок 3).

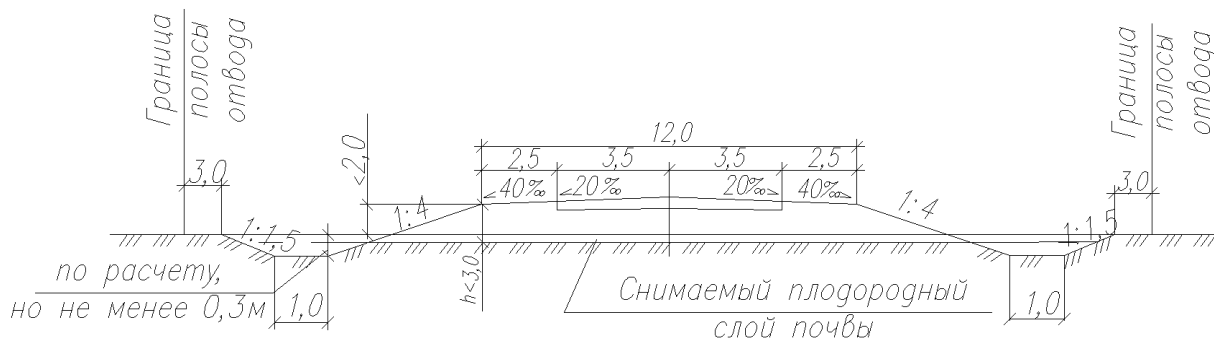


Рисунок 3 - Тип 2 насыпь высотой до 3,0 м

Тип 7 – выемка глубиной до 1,0 м, с внешней крутизной откосов 1:6 на ПК3+00-7+00, ПК 8+00 – 11+00, ПК 95+00 – 98+00 (рисунок 4)

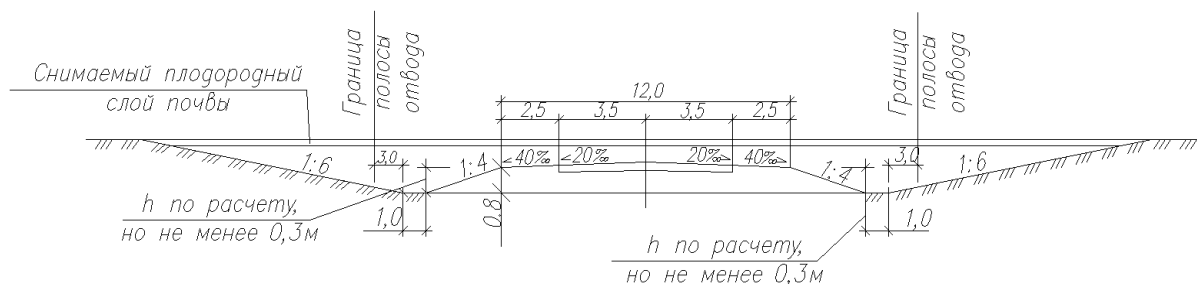


Рисунок 4 – Тип 7 выемка глубиной до 1 м

Тип 9 – выемка глубиной до 5,0 м, с внешней крутизной откосов 1:1,5, с полками по 4,0 м на ПК 0+00-3+00, ПК 7+00 – 8+00, ПК 41+00 – 47+00, ПК 98+00 – 100+00 (рисунок 5).

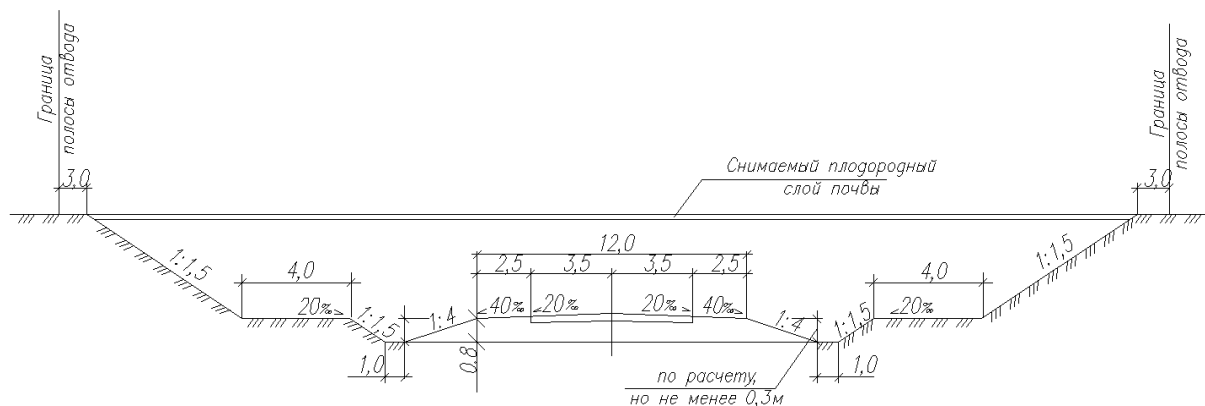


Рисунок 5- Тип 9 выемка глубиной до 5,0 м

Профиль земляного полотна двухскатный с уклоном верха земляного полотна 20‰.

2.4 Объемы земляных работ

Для составления проекта организации работ, выбора типов дорожных машин и оценки стоимости строительства должны быть определены объемы земляных работ, которые требуется выполнить при возведении земляного полотна.

По заданному продольному профилю подсчитываются объемы земляных работ.

Объем срезаемого растительного слоя грунта V_{pc} определяют по формулам:

$$\text{для насыпи: } V_{pc} \approx \sum_{i=1}^n B_{oi} \cdot h_{pci} \cdot l_i, \quad (1)$$

$$\text{для выемки: } V_{pc} \approx \sum_{i=1}^n B_{2i} \cdot h_{pci} \cdot l_i, \quad (2)$$

где B_o – ширина срезки для основания насыпи, м, (см. рисунок 6);

B_2 – ширина срезки для выемки, м, (см. рисунок 7);

h_{pc} – толщина растительного слоя на i -м километре (пикете), м,

l – протяженность насыпи (выемки) на данном километре (пикете) между типовыми поперечными профилями, м.

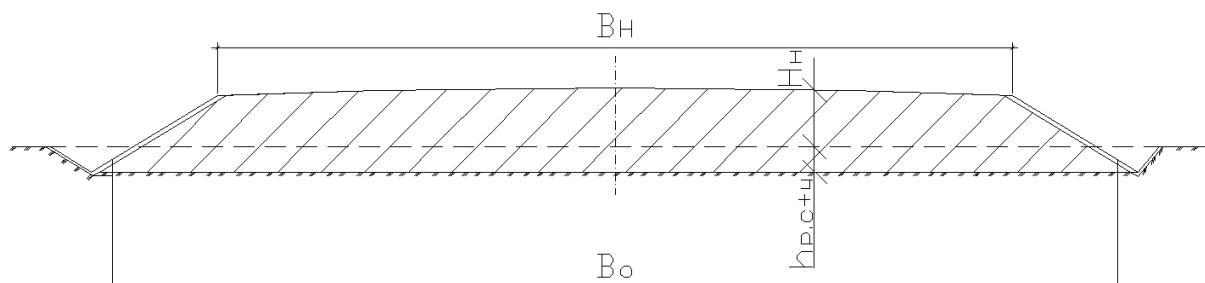


Рисунок 6 - Поперечный профиль насыпи

где H_n – рабочая отметка верха насыпи по оси, м;

B_n – ширина земляного полотна, м.

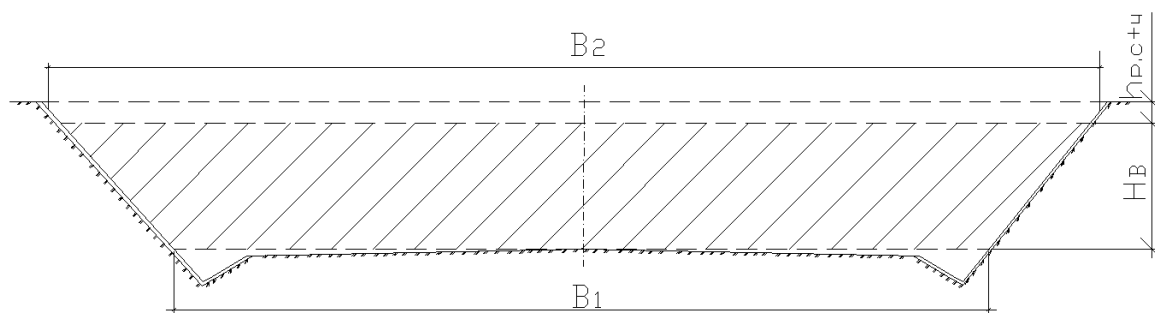


Рисунок 7 - Поперечный профиль выемки

где B_1 – ширина разрабатываемой части понизу, м;

H_b – мощность разрабатываемой толщи, м.

Подсчет объемов земляных работ по отсыпке насыпи и устройству выемок рекомендуется выполнять в программе Excel в табличной форме (таблица 4).

Пример

Таблица 4 - Расчет объемов земляных работ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Определение объемов земляных работ													
2														
3														
4	В - ширина земляного полотна поверху							hоб - толщина укрепления обочин						
5	m - коэффициент заложения внутреннего откоса насыпи							c1 - ширинакраевой полосы						
6	n - коэф. заложения внешнего откоса выемки и резерва							c2 - ширина обочины за краевой полосой						
7	hр - толщина снимаемого растительного грунта							iоб - уклон обочины						
8	F д.од. - площадь сечения дорожной одежды							ок - площадь сечения кювета						
9	bпр - ширина проезжей части							hк - высота кювета						
10	hд.од. - толщина дорожной одежды							hк.в. - ширина кювета по верху						
11	iр - уклон проезжей части							hк.н. - ширина кювета по низу						
12	с - ширина обочины							Кууп- коэффициент уплотнения грунта						
13														
14														
15	B =	12		Fд.од. =	4,65		c =	2,5		ок =	1,125		Кууп =	0,98
16	m =	4		bпр =	7		hоб =	0,15		hк =	0,3			
17	n =	1,5		hд.од. =	0,62		c1 =	0,5		hк.в. =	6,5			
18	hр =	0,12		iр =	0,02		c2 =	2		hк.н. =	1			
19							iоб =	0,04						
20														
21														
22	№пк	Рабочая отметка		Средняя сумма рабочих отметок		Разнос. рабочих отметок	Расстояние, м	Профильные объемы, куб.м.		Поправки на			Исправленные объемы, куб.м.	
		насыпь	выемка	насыпь	выемка			насыпь	выемка	дорожн. одежда	растительный слой	разнос. рабочих отметок	насыпь	выемка
23														
24	0		1,6											
25	1		2,93	0	2,27	1,33	100	0	6672,94	465	321,12	58,96	0	6716
26	2		2,78	0	2,86	-0,15	100	0	8601,94	465	342,36	-0,75	0	8564
27	3		1,03	0	1,91	-1,75	100	0	5547,22	465	308,16	-102,08	0	5442
28	4		0,18	0	0,61	-0,85	100	0	1805,82	465	261,36	-24,08	0	1825
29	5		0,97	0	0,58	0,79	100	0	1725,46	465	260,28	20,8	0	1791
30	6		0,31	0	0,64	-0,66	100	0	1886,44	465	262,44	-14,52	0	1914
31	7		1,4	0	0,86	1,09	100	0	2485,94	465	270,36	39,6	0	2560
32	8		0,3	0	0,85	-1,1	100	0	2458,38	465	270	-40,33	0	2453
33	9		0,13	0	0,22	-0,17	100	0	782,26	465	247,32	-0,96	0	839
34	10		0,23	0	0,18	0,1	100	0	679,86	465	245,88	0,33	0	739
35	10+50	0	0	0	0,12	-0,23	50	0	263,58	232,5	121,86	-0,88	0	367
36	11	1,06		0,53	0	1,06	50	262	0	232,5	119,1	18,73	164	0
37	12	0,91		0,99	0	-0,15	100	1355	0	465	282,36	-0,75	1148	0
38	13	1,21		1,06	0	0,3	100	1496	0	465	289,08	3	1297	0
39	14	0,7		0,96	0	-0,51	100	1296	0	465	279,48	-8,67	1079	0
40	15	3,14		1,92	0	2,44	100	3554	0	465	371,64	198,45	3585	0

Фактический объем требуемого грунта для насыпи V_н определяют по формуле:

$$V_n = V_{\text{исп}} \cdot K_1 \cdot K_{\text{тп}}, \quad (3)$$

где V_{исп} – исправленный профильный объем насыпаемого грунта, м³;

K₁ – коэффициент относительного уплотнения [3, приложение 2, таблица 14];

K_{тп} – коэффициент транспортных потерь, K_{тп} = 1,01.

Все полученные результаты сводят в таблицу 5.

Таблица 5 – Сводная ведомость объемов земляных работ

Параметр	Ед.изм	Километр (пикет)							
		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	...	N
Нсрi	м								

V_{pc}^*	m^3								
V_H	m^3								
V_B	m^3								
V_H / V_{cp}	-								

Примечание: $H_{cp i}$ – средняя рабочая отметка насыпи (выемки) по оси автомобильной дороги между i -м и $i+1$ километрами (рассчитывается как среднеарифметическое значение).

V_{cp} – среднее значение от фактических покิโลметровых объемов насыпей, m^3 .

V_{pc}^* – объем срезки растительного слоя с поправкой на объем срезки растительного слоя на землевозной дороге, m^3 . В рамках курсового проекта ширину землевозной дороги принять равной 3,5 м, толщина растительного слоя по заданию. Землевозная дорога предназначена для движения транспортных средств, транспортирующих грунт из карьера в насыпь.

Земляные работы являются линейными, если $V_H / V_{cp} < 3$. Задания подобраны так, чтобы выполнялось данное условие. Если условие не выполняется ($V_H / V_{cp} \geq 3$), значит, в вычислениях допущена ошибка.

По результатам соотношений V_H / V_{cp} определяются линейные работы на каждом километре. Сосредоточенные земляные работы в рамках данного курсового проекта не рассматриваются.

3. Технологические и организационные параметры специализированного потока по возведению земляного полотна

3.1 Основные виды работ и частные потоки

При возведении земляного полотна выполняются следующие виды земляных работ:

1. Срезка растительного слоя грунта с укладкой его в кавальеры;
2. Уплотнение естественного основания земляного полотна;
3. Разработка грунта в карьере, выемках, его транспортировка в насыпь;
4. Разравнивание грунта в слоях насыпи;
5. Послойное уплотнение грунта;
6. Планировка и профилирование верха земляного полотна;
7. Планировка откосов насыпей и выемок, нарезка кюветов;
8. Укрепление откосов гидропосевом.

Перечисленный выше состав работ при строительстве земляного полотна автомобильной дороги является стандартным. Для выполнения полного комплекса СМР по возведению земляного полотна, в составе ППР должны быть разработаны минимум три технологические карты, а именно: технологическая карта по возведению земляного полотна из карьера в насыпь, технологическая карта по работе экскаватора в карьере, технологическая карта по возведению земляного полотна из выемки в насыпь. В данном курсовом проекте необходимо разработать технологическую карту по возведению земляного полотна из карьера в насыпь.

3.2 Распределение земляных масс

По полученным объемам земляных работ (см. таблицу 6) и на основе продольного профиля автомобильной дороги строят график распределения земляных масс по представленной ниже форме (рисунок 8).

Если грунты выемки не пригодны для возведения насыпи полотна или лишние, то они перемещаются в кавальер или вывозятся в отвал.

Пример

Таблица 6 – Сводная ведомость объемов земляных работ

Параметр	Ед. изм	Километр (пикет)											
		0-1	1-2	2-3	3-4	ПК40- ПК46	ПК46- ПК50	5-6	6-7	7-8	8-9	ПК90- ПК95	ПК95- ПК100
Нсрi	м	-1,18	1,61	2,45	2,33	-2,0	0,77	1,68	2,21	2,74	2,17	0,68	-1,07
Vpc	м³	3487	3408	4212	4097	2269	1040	3471	3980	4487	3941	1256	1723
Vн	м³		26060	53644	52168		3641	27980	44321	64996	45268	5295	
Vв	м³	35221				36885							13847
Vн/ Vср	-		0,72	1,49	1,45		0,10	0,77	1,23	1,80	1,25	0,14	

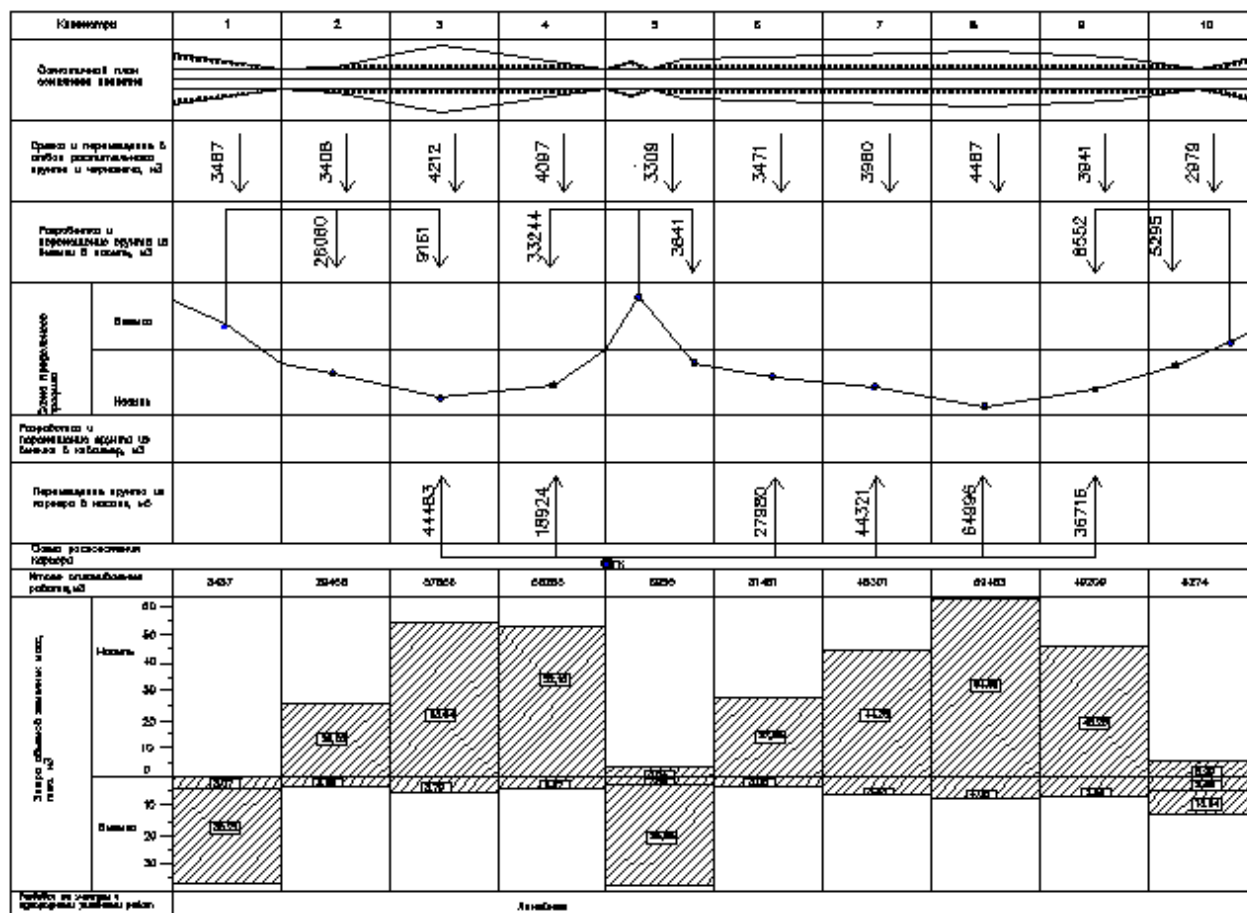


Рисунок 8 – График распределения земляных масс

3.3 Расчет средней дальности транспортировки грунта

Расчет дальности возки грунта при строительстве земляного полотна выполняют на основе среднего значения дальности возки.

Средняя дальность возки грунта из карьера в насыпь зависит от следующих параметров:

- расстояния между грунтовым карьером и строящейся дорогой (а, км);
- плеча доставки (b, км).

Плечо доставки – расстояние от примыкания землевозной дороги к строящейся до середины i-го километра насыпи.

Средняя дальность возки грунта из карьера в насыпь определяется по формуле:

$$l_{\text{ср.к}} = \frac{\sum_{i=1}^{n_k} (V_{ai} \cdot l_i)}{\sum V_{ai}}, \quad (4)$$

где V_{ai} – объем грунта доставляемого автосамосвалами из карьера до середины i-го километра (или его участка);

l_i – расстояние от грунтового карьера до середины i-го километра (или его участка),

$l_i = a + b$, км.

Все полученные результаты сводят в таблицу 7.

Таблица 7 - Расчет средней дальности возки грунта

Параметр	Километр (или его участок)									Σ
	n	

$l, \text{ км}$										
$V_a, \text{ м}^3$										
$V_a l$										
$l_{\text{ср.к}}, \text{ км}$										

Средняя дальность перемещения грунта из выемки в насыпь определяется по формуле:

$$l_{\text{ср.в}} = \frac{\sum_{(j \leftrightarrow k)=1}^m V_{c(j \leftrightarrow k)} \cdot l_{(j \leftrightarrow k)}}{\sum V_{c(j \leftrightarrow k)}}, \quad (5)$$

где V_c - объем перемещаемого грунта из выемки на j -м километре в насыпь на k -м километре, м^3 ;

l – расстояние от середины j -й выемки до середины k -й насыпи, км;

m – количество пар «выемка-насыпь», взаимосвязанных фактором перемещения грунта.

Все полученные результаты сводят в таблицу 8.

Таблица 8 – Расчет средней дальности перемещения грунта

Параметр	Взаимодействующие пары								Σ
	(1↔2)	(2↔3)	(3↔4)	(4↔5)	(5↔6)	(6↔7)	...	(j↔k)	
$l, \text{ км}$									
$V_c, \text{ м}^3$									
$V_c l$									
$l_{\text{ср.в}}, \text{ км}$									

Пример

Все полученные результаты сводят в таблицы 9, 10.

Таблица 9 - Расчет средней дальности возки грунта из карьера

Параметр	Километр (или его участок)						Σ
	3-5	4-5	5-6	5-7	5-8	5-9	
$l, \text{ км}$	1,5	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	14
$V_a, \text{ м}^3$	44483	18924	27980	44321	64996	36716	237420
$V_a l$	66724	9462	41970	110802	227486	165222	621666
$l_{\text{ср.к}}, \text{ км}$	2,62						

Таблица 10 – Расчет средней дальности перемещения грунта из выемки

Параметр	Взаимодействующие пары						Σ
	(1↔2)	(1↔3)	(5↔4)	(5↔5)	(10↔9)	(10↔10)	
$l, \text{ км}$	1	2	0,8	0,5	1,25	0,5	6,05
$V_c, \text{ м}^3$	26060	9161	33244	3641	8552	5295	85953
$V_c l$	26060	18322	26595	1820	10690	2648	86135
$l_{\text{ср.в}}, \text{ км}$	1,0						

4. Расчет сроков производства работ и минимальной длины сменной захватки

Строительство земляного полотна ведут как правило при отсутствии распутицы, поэтому за дату начала работ принимают окончание весенней распутицы, за дату окончания работ - начало осенней распутицы (приложение 1). Для обеспечения условия проходимости дорожно-строительных машин за начало и окончание работ следует принимать даты по

дорожно-климатическому графику, из условия среднесуточной температуры $t \geq +5^\circ\text{C}$ (рисунок 9).

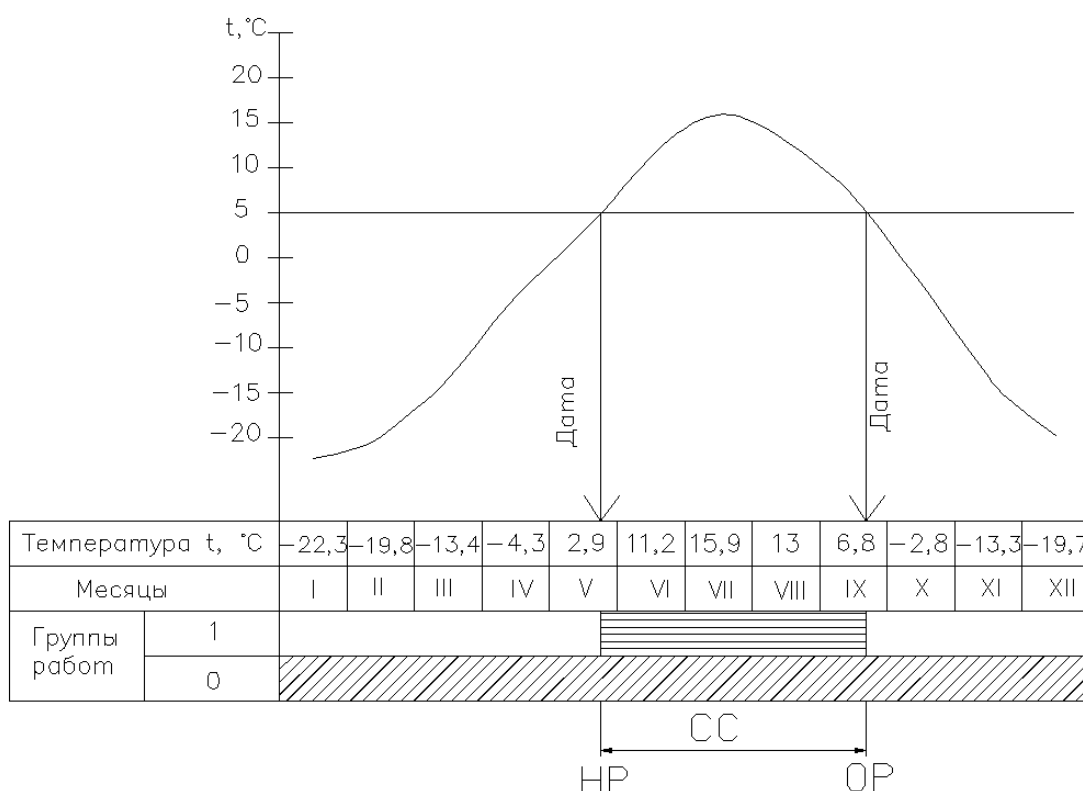


Рисунок 9 – Дорожно-климатический график

где СС – продолжительность строительного сезона;

НР – дата начала строительных работ;

ОР – дата окончания строительных работ;

Группы работ: «1» - линейные работы, например строительство земляного полотна,

«2» - сосредоточенные, например строительство водопропускных труб.

После определения срока строительного сезона вычисляем продолжительность действия специализированного потока для возведения земляного полотна в сменах T_d по формуле:

$$T_d = (A - T_{\text{вых}} - T_{\text{кл}} - T_{\text{рем}} - T_{\text{орг.тех}}) * K_{\text{см}}, \quad (6)$$

где А – число календарных дней в строительном сезоне для выполнения работ данной группы, дни;

$T_{\text{вых}}$ – число выходных и праздничных дней за период А;

$T_{\text{кл}}$ – количество нерабочих дней (простоев) по климатическим условиям, принимается по приложению 1;

$T_{\text{рем}}$ – количество нерабочих дней (простоев) при выполнении ремонта и технического обслуживания машин и оборудования, в курсовом проектировании принять 3-4% от А;

$T_{\text{орг.тех}}$ – количество дней, нерабочих по организационно-технологическим причинам, в курсовом проектировании принять 3-4% от А;

$K_{\text{см}}$ – коэффициент сменности, $K_{\text{см}} = 2$.

В данном курсовом проекте рассматривается поточный метод организации строительства земляного полотна, который предполагает:

1. предварительный расчет параметров потока на основе средней толщины насыпи;
2. уточнение и перерасчет параметров потока с учетом фактической скорости ведущего частного потока (при строительстве земляного полотна из карьера в насыпь ведущим

механизмом принимается экскаватор и соответственно частный поток – работа экскаватора в карьере).

Возведение земляного полотна по схеме «карьер – насыпь» ведется на участках км ... (протяженность ... м), по схеме «выемка – насыпь» на участках км ... (протяженность ... м) (рисунок 8).

Средняя толщина насыпи рассчитывается по формуле:

$$H_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{ni} \cdot H_{ni}}{\sum_{i=1}^n V_{ni}}, \quad (7)$$

где H_{ni} – по таблице 5, м.

V_{ni} – по таблице 6, м³.

Предполагая в первом приближении работу потока ритмичной, т.е. продолжительность работы на каждой захватке каждого частного потока одинаковой, то можно принять время развертывания (t_p) и свертывания потока (t_c) равной между собой, $t_p = t_c = 5$ см.

Период работы установившегося потока (в сменах) определяют по формуле:

$$T_y = T_d - (t_p + t_c) \quad (9)$$

Эффективность применения поточного метода строительства оценивается коэффициентом эффективности $K_{\text{э}}$, вычисляемым по формуле:

$$K_{\text{э}} = T_y / T_d \quad (10)$$

При $K_{\text{э}} \geq 0,7$ применение поточного метода эффективно, следует рассчитать среднюю скорость потока и определить минимальную длину захватки.

При $0,4 \leq K_{\text{э}} < 0,7$ – возможно использовать поточный метод, но целесообразно рассмотреть другие методы строительства.

При $K_{\text{э}} < 0,4$ – поточный метод организации работ неэффективен.

Директивная средняя скорость потока v , м/см (минимальная длина захватки) рассчитывается по формуле:

$$v = L_n / T_y, \quad (11)$$

где L_n – суммарная протяженность участков насыпей, м.

v округляется до ближайшего целого числа в большую сторону.

Сменный объем грунта при производстве работ по возведению насыпей рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{см}} = v \cdot H_{\text{ср}} \cdot V_{\text{оср}}, \text{ м}^3/\text{см} \quad (12)$$

где v – по формуле (11), но не меньше 100 м. Минимальная длина захватки меньше 100 м не рекомендуется, так как уменьшается производительность катков, фронт работ для маневрирования машин может стать недостаточным и могут не соблюдаться требования техники безопасности и маневрирования одновременно работающих по схеме «легкий-средний-тяжелый» трех катков [5].

$H_{\text{ср}}$ – по формуле (7);

$V_{\text{оср}}$ – средняя ширина насыпи, м (рисунок 10). Рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{оср}} = \frac{\sum_{i=1}^n B_{oi} \cdot l_i}{\sum_{i=1}^n l_i}, \quad (13)$$

где B_{oi} – см. формулу (1).

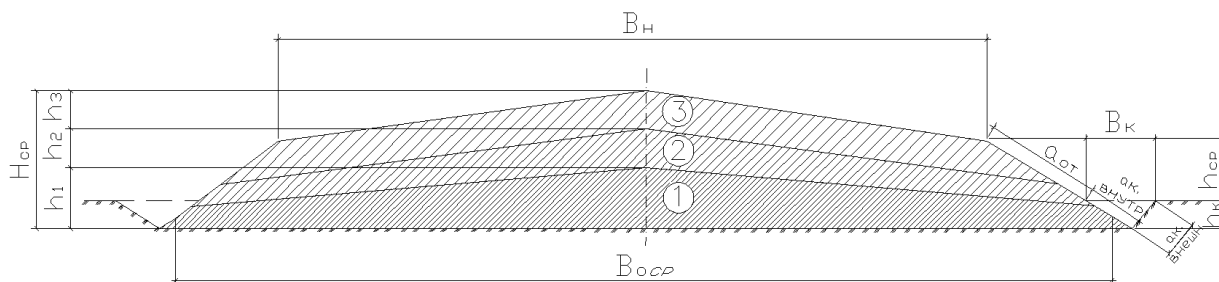


Рисунок 10 – Средний поперечный профиль насыпи
где 1, 2, 3 – слои насыпи.

Пример

Дата начала строительного сезона - 16 апреля, дата окончания - 10 октября.
Продолжительность строительного сезона (СС) – 179 дней (см. рисунок 11).

Определяем сроки строительного сезона для возведения земляного полотна по формуле (6):

$A=179$ дн;

$T_{\text{вых}}=51$ дн;

$T_{\text{кл}}=7$;

$T_{\text{рем}}=5$;

$T_{\text{орг.тех}}=5$;

$K_{\text{см}}=2$

$$T_{\text{д}}=(179 - 51 - 7 - 5 - 5) * 2=222 \text{ см.}$$

Средняя толщина насыпи по формуле (7):

$$H_{\text{ср}}=553845/237420=2,3 \text{ м}$$

Принимаем время разворачивания (t_p) и свертывания потока (t_c) равной между собой, $t_p + t_c = 10$ см.

Период работы установившегося потока (в сменах) определяем по формуле (9):

$$T_y=222 - 10=212 \text{ см}$$

Коэффициент эффективности $K_{\text{э}}$ определяем по формуле (10):

$$K_{\text{э}}= 212/222=0,95$$

$K_{\text{э}} \geq 0,7$ применение поточного метода эффективно.

Рассчитываем директивную среднюю скорость потока v , м/см (минимальная длина захватки) по формуле (11):

$$v=7900/212 \approx 37 \text{ м.}$$

Рассчитываем $V_{\text{см}}^{\text{min}}$ для средней скорости потока по формуле (12):

$$V_{\text{см}} = 37 \cdot 2,3 \cdot 28,02=2385 \text{ м}^3/\text{см}$$

$V_{\text{оср}}=28,02$ м – по формуле (13).

Из условия обеспечения техники безопасности [5] производства работ принимаем среднюю скорость потока $v=50$ м/см, длину захватки $l=100$ м при двухсменном режиме работы $K_{\text{см}}=2$, а $V_{\text{см}}$ приравниваем к $V_{\text{см}}^{\text{min}}$.

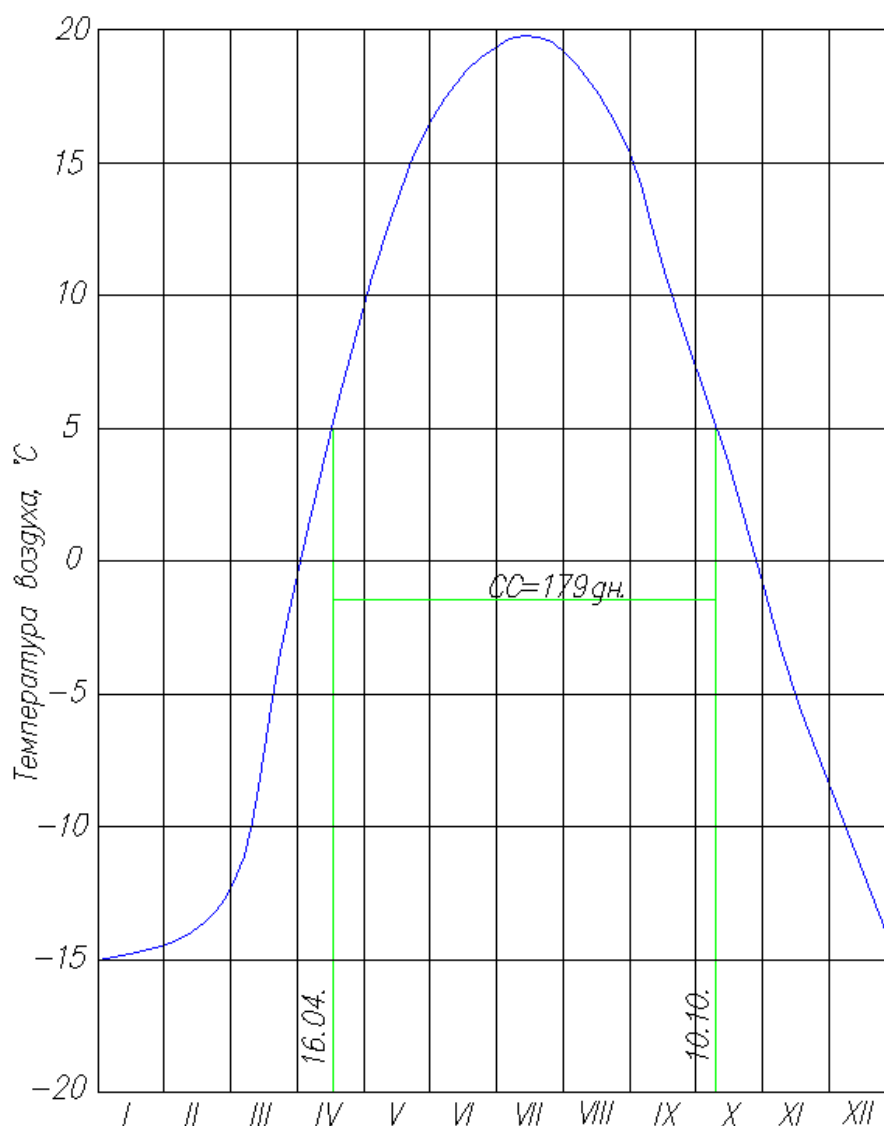


Рисунок 11 - Дорожно-климатический график

5. Предварительный выбор основных машин и механизмов для выполнения земляных работ

Выбор типоразмеров машин и механизмов осуществляют по рекомендациям [6] и на основе нормативной трудоемкости по [7]. Результаты подбора следует свести в таблицу 11. Таблица 11 – Основные машины и механизмы

Выполняемые операции	Рекомендуемые тип и марка машин
Разработка грунта в выемках с перемещением в насыпь на 1000-2000 м (трудность разработки по [7] - II)	Скрепер самоходный ДЗ-13 с емкостью ковша 15 м ³
Разработка грунта в карьере с перемещением в насыпь (трудность разработки по [7] - I)	Экскаватор ЭО-4321 с объемом ковша 0,8 м ³ , прямая лопата, автомобили-самосвалы грузоподъемностью 5,2 – 8 т.

6. Выбор ведущей машины для производства земляных работ

Согласно данным таблиц 5, 11 и рисунка 8, подбираем средства механизации дорожно-строительных работ.

В рамках курсового проектирования следует рассмотреть два звена дорожно-строительных машин:

1. экскаваторное звено;
2. скреперное звено.

6.1 Выбор экскаватора для производства земляных работ из карьера в насыпь

Минимальная емкость ковша экскаватора определяется исходя из интенсивности производства работ и рассчитывается по формуле:

$$q_{\text{эmin}} = \frac{V_{\text{см}} \cdot t_{\text{ц}} \cdot k_p}{T \cdot k_{\text{гп}} \cdot k_{\text{в}} \cdot k_T}, \text{ м}^3 \quad (14)$$

где $t_{\text{ц}}$ - время полного цикла работы экскаватора, ч;

k_p – коэффициент разрыхления грунта, $k_p=1,1$ - для песчаных грунтов, $k_p=1,2$ - для глинистых;

T – продолжительность смены, 8 ч;

$k_{\text{гп}}$ – коэффициент, учитывающий группу грунта по трудности разработки [8]:

1 группа – 1,0; 2 группа – 0,8; 3 группа – 0,65; 4 группа – 0,5.

$k_{\text{в}}$ – коэффициент использования внутрисменного времени, $k_{\text{в}}=0,75$;

k_T – коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной, 0,6-0,75.

Вычислив $q_{\text{эmin}}$ подбираем экскаватор и рассчитываем его производительность по формуле:

$$P_{\text{э}} = \frac{q_{\text{э}}}{t_{\text{ц}} \cdot k_p} k_{\text{в}} \cdot k_{\text{гп}} \cdot k_m, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (15)$$

где $t_{\text{ц}}=0,005$ ч при емкости ковша $q_{\text{э}} > 0,65 \text{ м}^3$;

$t_{\text{ц}}=0,004$ ч при емкости ковша $q_{\text{э}} \leq 0,65 \text{ м}^3$.

Требуемое количество ведущих машин, работающих в одной смене рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{маш}} = \frac{V_{\text{см}}}{P_{\text{э}} \cdot T} \quad (16)$$

Полученные результаты необходимо проанализировать, а именно принять целое число механизмов – экскаваторов, определить коэффициент их использования $K_{\text{исп}}$, который должен быть равен 0,8-1,05. Если $K_{\text{исп}}$ меньше 0,8, то подобран слишком мощный экскаватор, необходимо уменьшить емкость ковша или их количество.

Пример

Определяем минимальную емкость ковша для экскаватора:

$$q_{\text{эmin}} = \frac{2385 \cdot 0,005 \cdot 1,2}{8 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 0,75} = 3,18 \text{ м}^3$$

Предварительно выбранный экскаватор емкостью ковша $0,8 \text{ м}^3$ нецелесообразен, так как требуется 4 экскаватора для обеспечения интенсивности $2416 \text{ м}^3/\text{см}$. Поэтому ведущей машиной принимаем экскаватор марки ЭО – 5124А с объемом ковша $1,6 \text{ м}^3$.

Определяем производительность ведущей машины по формуле (15):

$$P_{\text{э}} = \frac{1,6}{0,005 \cdot 1,2} \cdot 0,75 \cdot 1,0 \cdot 0,75 = 150 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Требуемое количество экскаваторов работающих в одной смене рассчитываем по формуле (16):

$$N_{\text{маш}} = \frac{2385}{150 \cdot 8} = 1.99$$

Принимаем 2 экскаватора. Сменный объем грунта, разрабатываемый 2 экскаваторами ЭО – 5124А, будет равен:

$$V_{\text{см.мах.}} = 150 \cdot 8 \cdot 2 = 2400 \text{ м}^3/\text{смену.}$$

Коэффициент использования экскаваторов:

$$K_{\text{исп}} = \frac{2385}{2400} = 0.99$$

6.2 Выбор скрепера для производства земляных работ из выемки в насыпь

В рамках курсового проекта считаем, что скреперное звено работает параллельно экскаваторному, поэтому принимаем что директивные сроки строительства будут одинаковые.

Рассчитываем производительность скрепера по формуле:

$$P_{\text{ск}} = q_{\text{ск}} \cdot k_v \cdot k_m / (t_{\text{ц}} \cdot k_p) \quad (17)$$

$$t_{\text{ц}} = t_3 + t_{\text{п(р)}} + t_p + t_{\text{об.х}} + t_{\text{пер}} + 2 t_{\text{разв}}$$

$$t_3 = q_{\text{ск}} / (1000 \cdot b_{\text{с}} \cdot h_{\text{стр}} \cdot V_{\text{рс}})$$

$$t_p = q_{\text{ск}} / (1000 \cdot b_{\text{с}} \cdot h_{\text{сл}} \cdot V_{\text{рс}})$$

$$t_{\text{п(р)}} = L / V_{\text{п(р)}}$$

$$t_{\text{х.х}} = L / V_{\text{х.х}}$$

где $q_{\text{ск}}$ - вместимость ковша скрепера, м^3 .

$t_{\text{х.х}}$ - время холостого хода, ч

$t_{\text{п(р)}}$ – затраты времени на перемещение и разравнивание материала, ч.

$t_{\text{пер}}$ - затраты на переключение передач, ч. $t_{\text{пер}} = 0.005 - 0.01$ ч.

$t_{\text{разв}}$ - время разворота скрепера, ч. $t_{\text{разв}} = 0.0014 - 0.0028$ ч.

t_p – время загрузки скрепера, ч.

t_3 – время, необходимое на разработку грунта, ч.

$b_{\text{с}}$ - ширина захвата, м.

$h_{\text{стр}}$ – толщина стружки зарезания, м. $h_{\text{стр}} = 0.15 - 0.4$ м.

$V_{\text{рс}}$ - скорость движения скрепера при наборе (разгрузке) грунта, км/ч. $V_{\text{рс}} = 2.5$ км/ч;

$V_{\text{п(р)}}$ - скорость движения скрепера при перемещении грунта, км/ч. $V_{\text{п(р)}} = 25$ км/ч;

$V_{\text{х.х}}$ - скорость холостого хода, км/ч. $V_{\text{об.х}} = 35$ км/ч;

L – дальность транспортировки грунта, км.

Пример

Производительность скрепера самоходного ДЗ-13 с емкостью ковша 15 м^3 рассчитывается по формуле (17) при дальности транспортировки грунта 1 км (по таблице 10):

$$t_{x..x} = 1 / 35 = 0,028 \text{ ч.}$$

$$t_{п(р)} = 1 / 25 = 0,04 \text{ ч.}$$

$$t_p = 15 / (1000 \cdot 3,02 \cdot 0,35 \cdot 2,5) = 0,006 \text{ ч.}$$

$$t_3 = 15 / (1000 \cdot 3,02 \cdot 0,25 \cdot 2,5) = 0,008 \text{ ч.}$$

$$t_{ц} = t_3 + t_{п(р)} + t_p + t_{x..x} + t_{пер} + 2 t_{разв}$$

$$t_{ц} = 0,008 + 0,04 + 0,006 + 0,028 + 0,0075 + 2 \cdot 0,0028 = 0,095 \text{ ч.}$$

$$П_{ск} = 15 \cdot 0,75 \cdot 0,75 / 0,095 \cdot 1,2 = 74 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Рассчитываем директивную среднюю скорость потока v , м/см (минимальная длина захватки) по формуле (11):

$$v = 2100 / 212 \approx 9,9 \text{ м/см,}$$

где 2100 м - суммарная протяженность участка насыпи земляного полотна возводимого по схеме выемка – насыпь.

Расчетная директивная средняя скорость потока $v = 9,9 \text{ м/см}$ мала при отсыпке насыпи на всю высоту в 1 смену. Принимаем отсыпку в 1 слой.

$B_{2cp} = 26,2 \text{ м}$ – аналогично по формуле (13) для $B_{оср}$;

Средняя глубина выемки рассчитывается аналогично по формуле (7):

$$H_{ср.в} = 166821,6 / 85953 = 1,94 \text{ м}$$

Сменный объем грунта $V_{см} = 10 \cdot 1,94 \cdot 26,2 = 508,3 \text{ м}^3/\text{см}$ – по формуле (12).

Требуемое количество скреперов работающих в одной смене рассчитываем по формуле (16):

$$N_{маш} = \frac{508,3}{74 \cdot 8} = 0,85$$

Принимаем 1 скрепер. Сменный объем грунта, разрабатываемый скрепером ДЗ-13, будет равен:

$$V_{см.мах.} = 74 \cdot 8 \cdot 1 = 592 \text{ м}^3/\text{смену.}$$

Пересчитываем длину сменной захватки.

$$V_{см} = 508,3 \text{ м}^3/\text{смену.}$$

$$l_{ср} = V / (B_{2cp} \cdot h_{ср})$$

$$l_{ср} = 508,3 / (26,2 \cdot 0,25) = 78 \text{ м.}$$

Принимаем длину сменной захватки 100 м.

6.3 Расчет объемов работ на сменную захватку, подбор вспомогательных машин и механизмов и расчет их производительности

Операция 1. Срезка растительного слоя с перемещением в отвал

Объем работ по срезке растительного слоя рассчитывается по формуле:

$$S = B_{оср} \cdot l, \text{ м}^2 \quad (18)$$

где $B_{оср}$ – по формуле (13);

l – длина сменной захватки, м/см.

Рассчитываем эксплуатационную производительность бульдозера [9] по формуле:

$$\Pi_{\sigma} = \frac{q}{t_{\text{ц}}} \cdot k_{\text{зр}} \cdot k_{\text{в}} \cdot k_{\text{т}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (19)$$

где q – объем грунта, перемещаемого перед отвалом, м^3 ;

$t_{\text{ц}}$ – время полного цикла, ч;

$k_{\text{в}}=0,75$;

$k_{\text{т}}=0,70$;

$$q = \frac{0.75 \cdot h^2 \cdot b}{k_{\text{р}}} \cdot k_{\text{п}}, \text{ м}^3$$

где h – высота отвала, м;

b – длина отвала, м;

$k_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий потери грунта при перемещении, $k_{\text{п}}=0,85$;

$k_{\text{р}}$ – коэффициент разрыхления грунта ($k_{\text{р}}=1,1$ для песчаных грунтов, $k_{\text{р}}=1,2$ для глинистых грунтов);

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{з}} + t_{\text{п}} + t_{\text{об.х}} + t_{\text{пер}}, \text{ ч},$$

где $t_{\text{з}}$ – затраты времени на резание (набор) грунта, ч;

$$t_{\text{з}} = \frac{l_{\text{з}}}{1000 \cdot v_{\text{з}}}, \text{ ч};$$

где $l_{\text{з}}$ – длина резания, м;

$v_{\text{з}}$ – скорость резания грунта, км/ч, [9];

$$l_{\text{з}} = \frac{q}{b \cdot h_{\text{стр}}}, \text{ м}$$

$h_{\text{стр}}$ – толщина стружки резания, м ($h_{\text{стр}}=0,10 \dots 0,25$ м);

$t_{\text{п}}$ – затраты времени на перемещение и разравнивание грунта, ч;

$$t_{\text{п}} = \frac{l_{\text{п}}}{1000 \cdot v_{\text{п}}},$$

$t_{\text{об.х}}$ – время обратного хода, ч;

$$t_{\text{об.х}} = \frac{l_{\text{п}}}{1000 \cdot v_{\text{об.х}}},$$

где $t_{\text{пер}}$ – время на переключение передач, подъем и опускание отвала, ч; $t_{\text{пер}} = 0,005$ ч.

$l_{\text{п}}$ – дальность перемещения грунта, м ($l_{\text{п}}=10 \dots 40$ м);

$v_{\text{п}}$ – скорость движения при разравнивании (перемещении) грунта;

$v_{\text{об.х}}$ – скорость обратного (холостого) хода, км/ч;

Требуемое количество дорожно-строительных машин рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{маш}} = S/\Pi \text{ либо } V/\Pi, \quad (20)$$

Определяем коэффициент использования дорожно-строительных машин $K_{\text{исп.}}$

Пример

Срезка растительного слоя с перемещением в отвал на расстояние до 30м, группа грунта по трудности разработки бульдозером – I, таблица 1, [7] бульдозером ДЗ-186.

Объем работ по срезке растительного слоя рассчитываем по формуле (18):

$$S = 28,02 \cdot 100 = 2802 \text{ м}^2.$$

Эксплуатационная производительность бульдозера рассчитывается по формуле (19):

$$\Pi_{\sigma} = \frac{3.1}{0.02} \cdot 1.0 \cdot 0.75 \cdot 0.70 = 81,4 \text{ м}^3/\text{ч} = 651 \text{ м}^3/\text{см}$$

Примечание: для дальнейших расчетов необходимо эксплуатационную производительность бульдозера м³/см перевести в м²/см по формуле:

$$\Pi_{\sigma}^* = \frac{\Pi_{\sigma}}{h_{p.c}}, \text{ м}^2/\text{ч} \quad (19.1)$$

$$\Pi_{\sigma} = \frac{651.0}{0.12} = 5425 \text{ м}^2/\text{см}$$

$$h_{p.c} = 0,12 \text{ м};$$

$$k_B = 0,75;$$

$$k_T = 0,70;$$

$$k_{TP} = 1,0;$$

$$q = \frac{0.75 \cdot 1.52^2 \cdot 2.52}{1,2} \cdot 0.85 = 3,1 \text{ м}^3$$

$$h = 1,52 \text{ м};$$

$$b = 2,52 \text{ м};$$

$$k_{II} = 0,85;$$

$$k_p = 1,2$$

$$t_{ц} = 0,006 + 0,005 + 0,004 + 0,005 = 0,02 \text{ ч}$$

$$t_3 = \frac{17}{1000 \cdot 3.0} = 0,006, \text{ ч};$$

$$v_3 = 3,0 \text{ км/ч}$$

$$l_3 = \frac{3,1}{1,52 \cdot 0,12} = 17 \text{ м}$$

$$t_{II} = \frac{30}{1000 \cdot 6} = 0,005$$

$$t_{об.x} = \frac{30}{1000 \cdot 7,5} = 0,004$$

$$l_{II} = 30 \text{ м};$$

$$v_{II} = 6,0 \text{ км/ч};$$

$$v_{об.x} = 7,5 \text{ км/ч};$$

Требуемое количество бульдозеров рассчитывается по формуле (20):

$$N_{маш} = \frac{2802}{5425} = 0,52$$

Принимаем 1 бульдозер с коэффициентом использования $K_{исп} = 0,52$.

Операция 2. Уплотнение естественного основания катками

Объем работ по уплотнению естественного основания рассчитывается по формуле:

$$S = V_{оср} \cdot l, \quad (21)$$

где $V_{оср}$ – по формуле (13);

l – длина сменной захватки, м/см.

Эксплуатационная производительность катка рассчитывается по формуле:

$$\Pi_{\kappa} = \frac{(b - a) \cdot l_{np}}{\left(\frac{l_{np}}{1000 \cdot v_p} + t_{ПС} \right) \cdot n} \cdot k_B \cdot k_T, \text{ м}^2/\text{ч} \quad (22)$$

где b – ширина уплотняемой полосы за один проход, м;

a – величина перекрытия следа, м ($a=0,2\dots0,3$ м);

$l_{\text{пр}}$ – длина прохода, м ($l_{\text{пр}}=100$ м);

$t_{\text{пс}}$ – затраты времени на переход к соседнему следу, ч ($t_{\text{пс}}=0,005$ ч);

n – число проходов по одному следу;

$k_B=0,75$;

$k_T=0,75$.

v_p – рабочая скорость, км/ч.

Рассчитываем требуемое количество катков по формуле (20), определяем коэффициент использования $K_{\text{исп}}$.

Операция 3. Разработка грунта в карьере экскаватором, в выемке скрепером см. п. 6.1-6.2.

Операция 4. Транспортировка и выгрузка грунта

Эксплуатационная производительность автомобиля-самосвала рассчитывается по формуле (24):

$$P_{\text{ас}} = \frac{q_{\text{ас}}}{\rho \cdot \left(\frac{2 \cdot l_{\text{ср}}}{v} + t_{\text{п}} + t_p \right)} \cdot k_B \cdot k_T, \quad (23)$$

где $q_{\text{ас}}$ – грузоподъемность автомобиля-самосвала, т, [8];

ρ – плотность материала или грунта, т/м³, (по заданию);

$l_{\text{ср}} = l_{\text{ср.к}}/1000$ – средняя дальность возки грунта из карьера в насыпь, км, (см. формулу 4);

$l_{\text{ср}} = l_{\text{ср.в}}/1000$ – средняя дальность перемещения грунта из выемки в насыпь, км (см. формулу 5);

v – скорость движения, км/ч, [8];

$t_{\text{п}}$ – время погрузки автомобиля, ч, [8];

t_p – время разгрузки автомобиля, ч, $t_p=0,05$ ч;

$K_B=0,75$;

$K_T=0,70$.

Рассчитываем требуемое количество автосамосвалов по формуле (20), определяем коэффициент использования $K_{\text{исп}}$.

Операция 5. Послойное разравнивание грунта

Эксплуатационная производительность бульдозера рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{Б.Р}} = \frac{q}{t_{\text{ц}} \cdot k_{\text{рс}}} \cdot k_{\text{зр}} \cdot k_B \cdot k_T, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (24)$$

Объем материала, перемещаемый отвалом, находим по формуле:

$$q = 0.75 \cdot h^2 \cdot b \cdot k_{\text{п}}, \text{ м}^3$$

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{п}} + t_{\text{об.х}} + t_{\text{пер}}$$

$$t_{\text{п}} = \frac{l_{\text{п}}}{1000 \cdot v_{\text{п}}}, \text{ ч}$$

$$t_{\text{об.х}} = \frac{l_{\text{п}}}{1000 \cdot v_{\text{об.х}}}, \text{ ч}$$

$l_{\text{п}}$ – дальность перемещения грунта при разравнивании, м, зависящая от толщины разравниваемого слоя $h_{\text{сл}}$ [9];

$k_B=0,75$;

$k_T=0,60$.

$t_{\text{пер}}=0,01$ ч.

Рассчитываем требуемое количество бульдозеров по формуле (20), определяем коэффициент использования $K_{исп}$.

Операция 6. Послойное уплотнение грунта

Эксплуатационная производительность катка рассчитывается по формуле:

$$P_k = \frac{(b-a) \cdot l_{np} \cdot h_{сл} \cdot k_{з.у}}{\left(\frac{l_{np}}{1000 \cdot v_p} + t_{ПС} \right) \cdot n} \cdot k_B \cdot k_T, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (25)$$

где $h_{сл}$ – толщина уплотняемого слоя в плотном теле, м;

$K_{з.у}$ – коэффициент запаса на уплотнение [8].

Рассчитываем требуемое количество катков по формуле (20), определяем коэффициент использования $K_{исп}$.

Операция 7. Планировка верха насыпи

Объем работ по планировке верха насыпи рассчитывается по формуле (26):

$$S = B_n \cdot l, \quad (26)$$

где B_n – ширина земляного полотна, м, (таблица 2.1);

l – длина сменной захватки, м/см;

Эксплуатационная производительность автогрейдера рассчитывается по формуле:

$$P_{АГ.П} = \frac{(b \sin \alpha - a) \cdot l_{np}}{\left(\frac{l_{np}}{1000 \cdot v_p} + t_{РАЗВ} + t_{ПЕР} \right) \cdot n} \cdot k_{ГР} \cdot k_B \cdot k_T, \text{ м}^2/\text{ч}, \quad (27)$$

где α – угол установки отвала в плане, $\alpha=50^\circ$;

a – величина перекрытия следа, м ($a=0,5$ м);

l_{np} – длина прохода, м;

$t_{РАЗВ}$ – время разворота, ч ($t_{РАЗВ}=0,01$ ч);

$t_{ПЕР}$ – затраты времени на переключение передач, подъем и опускание рабочего органа, ч ($t_{ПЕР}=0,005$ ч);

n – число проходов по одному следу ($n=3 \dots 4$);

$k_{ГР}$ – коэффициент, учитывающий группу материала или грунта по трудности разработки.

$k_B=0,75$;

$k_T=0,70$.

Рассчитываем требуемое количество автогрейдеров по формуле (20), определяем коэффициент использования $K_{исп}$.

Длина сменной захватки данной и последующих операций может быть больше длины захватки предыдущих операций.

Операция 8. Планировка откосов насыпи

Объем работ по планировке откосов насыпи рассчитывается по формуле:

$$S = 2 \cdot a_{от} \cdot l, \quad (28)$$

где l – длина сменной захватки, м/см;

$a_{от}$ – длина откоса насыпи в профиле, м.

$$a_{от} = \sqrt{h_{сп}^2 + \left(\frac{B_{осп} - B_n}{2} \right)^2}, \quad (29)$$

где $B_{осп}$ – по формуле (13);

B_n – ширина земляного полотна, м, (таблица 2.1);

$h_{сп}$ – высота насыпи по бровке, рассчитывается по формуле:

$$h_{cp} = H_{cp} - \frac{b}{2} \cdot i_{пр.ч} - c \cdot i_{об}, \quad (30)$$

где H_{cp} – по формуле (7);

b, c – см. таблицу 3;

$i_{пр.ч}, i_{об}$ – уклоны проезжей части и обочин соответственно, в тысячных, [3].

Производительность автогрейдера рассчитывается по формуле (27).

Рассчитываем требуемое количество автогрейдеров по формуле (20), определяем коэффициент использования $K_{исп.}$.

Операция 9. Уплотнение (прикатка) поверхности насыпи 4 проходами

Объем работ по уплотнению поверхности насыпи равен объему планировке верха насыпи (см. операцию 7).

Производительность катка определяется по формуле (22).

Рассчитываем требуемое количество катков по формуле (20), определяем коэффициент использования $K_{исп.}$.

Длина сменной захватки для данной операции может быть больше длины захватки предыдущих операций.

Операция 10. Нарезка и планировка кюветов

Объем работ по нарезке и планировке кюветов рассчитывается по формуле:

$$V = 2 \cdot b_k \cdot h_k \cdot l, \quad (31)$$

где b_k – ширина кювета, м, (см. рисунок 3, 4, 5);

h_k – глубина кювета, м, (см. рисунок 3, 4, 5);

l – длина кюветов, м/см;

Эксплуатационная производительность автогрейдера рассчитывается по формуле:

$$P_{АГ.Р} = \frac{q}{t_u + k_{p.с} \cdot n} \cdot k_{ГР} \cdot k_B \cdot k_T, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (32)$$

где q – объем материала или грунта перемещаемого автогрейдерным отвалом, м^3 ;

$k_B = 0,75$;

$k_T = 0,60$.

$$q = 0,75 \cdot h^2 \cdot b \cdot k_{II}, \text{ м}^3$$

$$t_{II} = t_{II} + t_{об.х} + t_{пер}, \text{ ч}$$

$$t_{II} = \frac{l_{II}}{1000 \cdot v_{II}}, \text{ ч}$$

$$t_{об.х} = \frac{l_{II}}{1000 \cdot v_{об.х}}, \text{ ч}$$

$$t_{пер} = 0,005 \text{ ч}$$

Рассчитываем требуемое количество автогрейдеров по формуле (20), определяем коэффициент использования $K_{исп.}$.

Операция 11. Надвижка растительного грунта на откосы насыпи и кюветов

Объем работ по надвижке растительного грунта рассчитывается по формуле:

$$V = 2 \cdot h_{рс} \cdot a_y \cdot l, \text{ м}^3 \quad (33)$$

где $h_{рс}$ – толщина слоя растительного грунта укрепления, м;

l – длина сменной захватки, м/см;

a_y – суммарная длина укрепляемых откосов насыпи и кюветов в профиле с одной стороны, м, (см. рисунок 3, 4, 5);

$$a_y = a_{от} + a_{к.внутр} + a_{к.внешн} + b_{к.д} \quad (34)$$

где $a_{от}$ – по формуле (29);

$a_{к.внутр}, a_{к.внешн}$ – длина внутреннего и внешнего откоса кювета соответственно, м. (см. Рисунок 3, 4, 5);

$b_{к.д}$ – ширина кювета по дну, м (см. рисунок 3, 4, 5).

Производительность бульдозера определяем по формуле (19).

Рассчитываем требуемое количество бульдозеров по формуле (20), определяем коэффициент использования $K_{исп}$.

Операция 12. Укрепление откосов насыпи и кюветов гидропосевом

Объем работ по укреплению откосов насыпи гидропосевом рассчитывается по формуле:

$$S=2 \cdot a_y \cdot l, \text{ м}^2 \quad (35)$$

где a_y – по формуле (34);

l – длина сменной захватки, м/см;

Производительность машин для посева трав определяется по формуле:

$$P_{зт}=P_t \cdot K_v \cdot K_t, \text{ м}^2/\text{ч}, \quad (36)$$

где P_t — техническая производительность, $\text{м}^2/\text{ч}$ [9];

$K_v=0,75$;

$K_t=0,60$.

Рассчитываем требуемое количество машин для посева трав по формуле (20), определяем коэффициент использования $K_{исп}$.

Потребность в материалах для травосеяния на 100 м^2 укрепляемой поверхности: семена трав – 2 кг, минеральные удобрения – 11 кг, мульчирующие материалы – 60 кг, пленкообразующие материалы – 100 л, вода – 500 л.

6.4 Калькуляция трудовых затрат

Согласно последовательности технологических операций, объемам работ и производительности машин и механизмов составляем калькуляцию трудовых затрат и заполняем таблицу 12, 13.

Таблица 12 – Калькуляция затрат на возведение земляного полотна из карьера в насыпь экскаваторным звеном на одну сменную захватку

№ операции п/п	Наименование операции, марка машины и технологические параметры	Ед. изм	Объем работ на захватке	Обоснование	Производительность в смену	Потребность на захватку		Коэф. исп.	Звено рабочих
						машин (по расчету)	машин (принятое)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Срезка растительного слоя бульдозером марки ... толщиной до 15 см с перемещением его на расстояние до ... м в отвал	1000 м ²		Расчет					
2	Уплотнение естественного основания катком 4 прохода по одному следу	100 м ²		Расчет					
3	Разработка грунта ... группы в карьере экскаватором марки ... с объемом ковша ... м ³ с погрузкой в автосамосвалы	100 м ³		Расчет					
4	Транспортировка и выгрузка грунта автосамосвалом	м ³ (т)		Расчет					
5	Послойное разравнивание	100 м ³		Расчет					

	грунта ... группы бульдозером марки ... слоями толщиной ...м								
6	Послойное уплотнение грунта катком марки ... массой ... за 6 проходов по одному следу	100 м ³		Расчет					
7	Планировка верха насыпи автогрей- дером марки... за 2 прохода по одному следу	1000 м ²		Расчет					
8	Планировка откосов насыпи автогрейдером марки ... за 2 прохода по одному следу	1000 м ²		Расчет					
9	Уплотнение (прикатка) поверхности насыпи катком марки ... массой ... за 4 прохода по одному следу	100 м ³		Расчет					
10	Нарезка и планировка кюветов ав- тогрейдером марки ...	100 м ³		Расчет					
11	Надвижка растительного грунта на откосы насыпи и	100 м ³		Расчет					

	кюветов бульдозером марки ...								
12	Укрепление откосов насыпи и кюветов гидропосевом многолетних трав машиной для посева трав марки ...	100 м ²		Расчет					

Таблица 13 – Калькуляция трудовых затрат на возведение земляного полотна из выемки в насыпь скреперным звеном на одну сменную захватку

№ операции п/п	Наименование операции, марка машины и технологические параметры	Ед. изм	Объем работ на захватке	Обоснование	Производительность в смену	Потребность на захватку		Коэф. исп.	Звено рабочих
						машин (по расчету)	машин (принятое)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Срезка растительного слоя бульдозером марки ... толщиной до 15 см с перемещением его на расстояние до ... м в отвал	1000 м ²		Расчет					
2	Уплотнение естественного основания катком марки ... 4 прохода по одному следу	100 м ²		Расчет					
3	Разработка грунта ...	100 м ³		Расчет					

	группы в выемке и перемещение до ... м скрепером марки ... с объемом ковша ... м ³								
4	Данная операция только для самоходного скрепера. Наполнение ковша скрепера при помощи трактора-толкача из расчета 4 скрепера на 1 толкач.	-		Расчет					
5	Послойное разравнивание грунта ... группы бульдозером марки ... слоями толщиной ... м в местах разворота скрепера	100 м ³		Расчет					
6	Послойное уплотнение грунта катком марки ... массой ... за 6 проходов по одному следу	100 м ³		Расчет					
7	Планировка верха насыпи автогрейдером марки ... за 2 прохода по одному следу	1000 м ²		Расчет					

8	Планировка откосов насыпи автогрейдером марки ... за 2 прохода по одному следу	1000 м ²		Расчет					
9	Уплотнение (прикатка) поверхности насыпи катком марки ... массой ... за 4 прохода по одному следу	100 м ³		Расчет					
10	Нарезка и планировка кюветов автогрейдером марки ...	100 м ³		Расчет					
11	Надвижка растительного грунта на откосы насыпи и кюветов бульдозером марки ...	100 м ³		Расчет					
12	Укрепление откосов насыпи и кюветов гидропосевом многолетних трав машиной для посева трав марки ...	100 м ²		Расчет					

6.6. Состав дорожно-строительных отрядов

На основе калькуляции трудовых затрат на возведение земляного полотна формируют предварительные составы дорожно-строительных отрядов (ДСО) №1 для экскаваторного звена (таблица 14) и №2 для скреперного звена (таблица 15).

Таблица 14 (15) – Предварительный состав ДСО №1(2)

Наименование и марка машины	Количество в отряде, шт
1	
2	
...	

6.7 Составление технологической схемы производства работ по возведению насыпи

Технологическая схема производства работ по возведению насыпи составляется для экскаваторного звена (рисунок 12).

Все рабочие процессы и составляющие их операции на технологической карте должны описываться и располагаться в последовательности их выполнения.

Машины и механизмы, работающие вне захваток (карьеры, резервы и т.д.), и рабочие операции, выполняемые соответствующими машинами, на технологической карте в разделе плана потока и почасовом графике не отражаются.

При неполной загрузке какой-либо машины на одной захватке она может быть использована на других захватках, поэтому в технологической схеме по мере возможности предусматриваются переезды дорожно-строительных машин с захватки на захватку, если это вписывается в технологический процесс. Время на переезд нормируется [7]. Переезды и возвраты обозначают пунктирной линией.

6.8 Уточненный состав дорожно-строительного отряда (ДСО)

После составления технологической схемы производства работ по возведению насыпи экскаваторным звеном, формируют уточненный состав ДСО и заполняют таблицу 16 аналогично таблице 14.

Таблица 16 – Уточненный состав ДСО

Наименование и марка машины	Количество в отряде, шт
1	
2	
...	

На основе уточненного состава ДСО определяют состав рабочих и составляют (таблицу 17) и технические характеристики машин и механизмов ДСО (таблица 18). Состав рабочих принимают согласно [7], технические характеристики машин и механизмов согласно [9].

Таблица 17 – Состав рабочих

Профессия, разряд	Численность
1	
2	
...	

Таблица 18 – Технические характеристики машин и механизмов ДСО

Наименование и марка машины	Тип	Техническая характеристика	Ед.изм	Значение
...				

7. Разработка линейного календарного графика строительства земляного полотна

Поточная организация строительства земляного полотна автомобильных дорог наглядно представляется на линейном календарном графике. Линейный календарный график является плоской системой координат, в которой в условном масштабе откладываются по оси ординат - время, а по оси абсцисс - протяженность дороги.

На линейном календарном графике в общем случае должны быть отражены: объемы работ, подлежащие выполнению в течение планируемого периода, с разбивкой их по конструктивным элементам и распределением по километрам (пикетам); время выполнения работ; движение специализированных подразделений или отдельных бригад и звеньев, работающих в составе комплексных или специализированных потоков; сосредоточенные работы, а также работы, выполняемые в зимнее время [10].

Сроки выполнения работ по строительству земляного полотна удобно рассчитывать в табличном виде (таблица 19).

Таблица 19 - Сроки выполнения работ по строительству земляного полотна

Наименование работ	N _{дн}	K _{см}	N _{см}	Нерабочие дни			Дата работ	
				N _{вых}	N _{кл}	N _{рем}	Начало	Конец
1								
2								
...								

С учетом результатов расчетов, представленных в таблице 19, строится линейный календарный график, пример которого представлен на рисунке 13.

Покилометровые объемы работ определяются по формулам 18, 21, 26, 28, 31, 33, 35 с заменой средневзвешенных значений величин на средние арифметические значения в пределах рассматриваемого километра дороги.

Номер захватки	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Длина захватки	l=... м	l=... м	l=... м	l=... м	l=... м	l=... м	l=... м	l=... м	l=... м
Номер и наименование технологических операций	1	2	4,5	6	7,8	9	10	11	12
Направление потока									
План потока и размещение машин									
Графики почасового использования машин	8								
	7								
	6								
	5								
	4								
	3								
	2								
	1								
Потребность в ресурсах	Машины	Марка, номер, коэф. использования	Марка, номер, коэф. использования	Марка, номер, коэф. использования	Марка, номер, коэф. использования	Марка, номер, коэф. использования	Марка, номер, коэф. использования	Марка, номер, коэф. использования	Марка, номер, коэф. использования
	Рабочие	Профессия, разряд, количество	Профессия, разряд, количество	Профессия, разряд, количество	Профессия, разряд, количество	Профессия, разряд, количество	Профессия, разряд, количество	Профессия, разряд, количество	Профессия, разряд, количество
	Материалы		Грунт — м ³					Растительный грунт	Материалы для травосеяния

Рисунок 12 – Технологическая схема производства работ по возведению насыпи экскаваторным звеном (из карьера в насыпь)

Пример

Таблица 20 - Сроки выполнения работ по строительству земляного полотна из карьера в насыпь

Наименование работ	Продолжительность дней	K _{см}	Количество смен	Нерабочие дни				Дата работ	
				T _{вых}	T _{кл}	T _{рем}	T _{орг.тех}	Начало	Конец
1. Срезка растительного слоя с перемещением в отвал	39	2	46	12	2	1	1	16.04	24.05
2. Уплотнение естественного основания	63	2	74	21	3	1	1	16.04	17.06
3. Разработка грунта в карьере экскаватором	80	2	99	25	3	1	1	17.04	05.07
4. Транспортировка и выгрузка грунта	80	2	99	25	3	1	1	17.04	05.07
5. Послойное разравнивание грунта									
6. Послойное уплотнение грунта	80	2	99	25	3	1	1	17.04	05.07
Организационный перерыв								17.04	19.06
7. Планировка верха насыпи	16	2	19	4	1	1		20.06	05.07
8. Планировка откосов насыпи									
9. Уплотнение (прикатка) поверхности насыпи 4 проходами	22	2	28	6	1	1		21.06	12.07
10. Нарезка и планировка кюветов	5	2	10	0				08.07	12.07
11. Надвижка растительного грунта на откосы насыпи и кюветов	4	2	4	2				12.07	15.07
12. Укрепление откосов насыпи гидропосевом	8	2	12	2				12.07	19.07

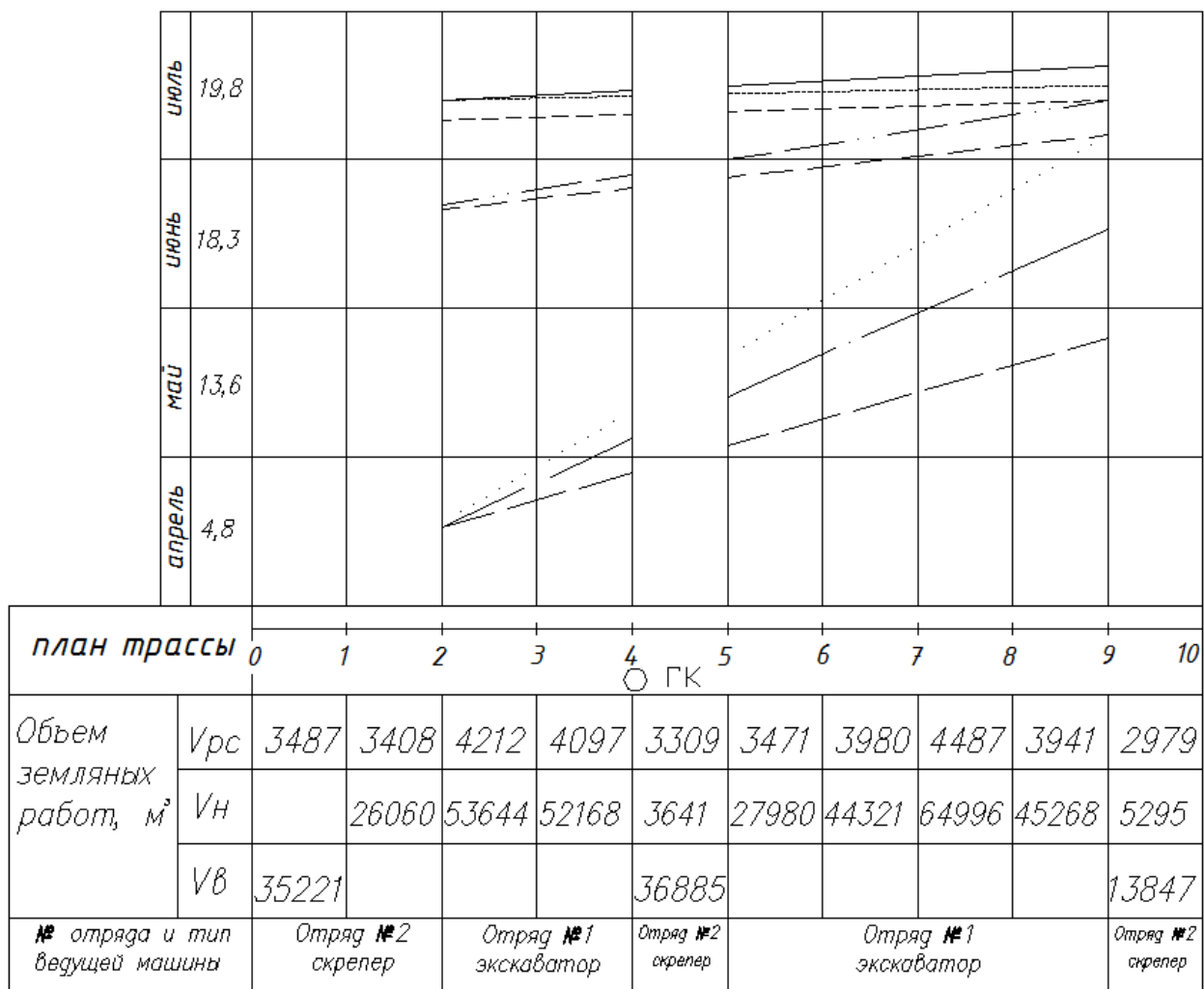


Рисунок 13 – Линейный календарный график строительства земляного полотна автомобильной дороги (приведен пример для экскаваторного звена, для скреперного звена выполнить самостоятельно)

где

- | | |
|-------|--|
| — — — | - Срезка растительного слоя с перемещением в отвал |
| — . — | - Уплотнение естественного основания |
| | - Разработка грунта в карьере экскаватором, Транспортировка и выгрузка грунта, Послойное разравнивание грунта, Послойное уплотнение грунта |
| — — — | - Планировка верха насыпи, Планировка откосов насыпи |
| ----- | - Уплотнение (прикатка) поверхности насыпи 4 проходами |
| ----- | - Нарезка и планировка кюветов |
| —...— | - Надвижка растительного грунта на откосы насыпи и кюветов |
| — | - Укрепление откосов насыпи гидропосевом |

8. Охрана труда и техника безопасности при строительстве земляного полотна автомобильной дороги

Данный раздел разрабатывается студентом самостоятельно на основе действующих нормативных документов и актов, в том числе обязательно с выдержками из [6, 9].

Графическая часть

Графическая часть состоит из двух листов чертежей формата А1. Первый лист содержит: график распределения земляных масс, дорожно-климатический график, линейный календарный график производства работ, розу ветров. Второй лист содержит: технологическую схему производства работ экскаваторным звеном из карьера в насыпь.

Заключение

Данные методические указания освещают необходимый объем теоретического материала для разработки технологии и организации строительства земляного полотна автомобильной дороги и подкреплены инженерными расчетами для каждой главы. Кроме того, некоторые основные технические и организационные данные представлены в справочном приложении к методическим указаниям.

Разработанные методические указания применимы в учебном процессе и будут полезны инженерно-техническим работникам дорожно-строительных управлений.

Список использованных источников

1. ТСН 23-357-2004 «Строительная климатология» РБ.
2. Строительная климатология и геофизика СНиП 2.01.01-82.
3. СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги».
4. ТП 503-0-4887 Поперечные профили на автомобильных дорогах общего пользования.
5. Некрасов В.К. Строительство автомобильных дорог, том 1 – М., 1980 г.
6. СНиП 3.06.03-85 «Автомобильные дороги».
7. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е2. Земляные работы, выпуск 1 – М., 1989 г
8. Яковлев В.В., Фаттахов М.М., Муфтахова В.З. Учебно-методическое пособие «Строительство дорожных одежд» - УГНТУ, 2005.
9. Горячев М.Г., Фаттахов М.М., Старцева Л.Н., Денисов О.Л. Учебное пособие «Машины и механизмы для дорожных работ: технические характеристики и расчет производительности». – УГНТУ, 2010.
10. Эталон проекта производства работ на строительство автомобильной дороги. – МИНАВТОДОР РСФСР, М., «ТРАНСПОРТ», 1982г.

Приложение 1

Календарные сроки распутицы на грунтовых дорогах

Область, республика, край	Весенняя распутица	Осенняя распутица	Количество нерабочих дней по метеоусловиям в год Т _{кл}
Архангельская (север), Мурманская	3/V – 22/V	11/X – 25/X	15
Республика КОМИ	4/V – 25/V	8/X – 25/X	14
Карелия	15/IV – 6/V	21/X – 12/XI	15
Архангельская (юг), Пермская	17/IV – 6/V	13/X – 1/XI	14
Кировская	18/IV – 4/V	15/X – 2/XI	14
Костромская, Вологодская	15/IV – 2/V	20/X – 10/XI	15
Ленинградская	5/IV – 23/IV	28/X – 24/XI	15
Новгородская, Псковская	4/IV – 22/IV	30/X – 22/XI	14
Московская, Владимирская, Тверская	3/IV – 21/IV	30/X – 20/XI	14
Смоленская	29/III – 18/IV	2/XI – 22/XI	14
Ивановская, Ярославская	8/IV – 22/IV	26/X – 15/XI	14
Нижегородская	8/IV – 22/IV	28/X – 17/XI	14
Чувашия	7/IV – 20/IV	28/X – 14/XI	14
Калужская, Тульская, Рязанская, Тамбовская, Пензенская, Ульяновская, Самарская	1/IV – 17/IV	1/XI – 20/XI	14
Орловская, Липецкая, Брянская	1/IV – 18/IV	8/XI – 1/XII	14
Курская	30/III – 15/IV	9/XI – 1/XI	14
Белгородская	22/III – 7/IV	15/XI – 7/XII	13
Воронежская, Саратовская	24/III – 8/IV	14/XI – 4/XII	12
Волгоградская	20/III – 3/IV	20/XI – 12/XII	12
Ростовская	13/III – 26/III	27/XI – 15/XII	12
Краснодарский, Ставропольский	10/III – 20/III	30/XI – 18/XII	10
Башкортостан	6/IV – 24/IV	12/X – 3/XI	14
Челябинская	7/IV – 25/IV	8/X – 29/X	14
Оренбургская	2/IV – 20/IV	15/X – 5/XI	12
Свердловская	5/IV – 25/IV	9/X – 1/XI	16
Курганская	10/IV – 29/IV	6/X – 28/X	14
Тюменская (юг)	8/IV – 28/IV	8/X – 4/XI	17
Татарстан	4/IV – 23/IV	14/X – 6/XI	15
Удмуртия	5/IV – 24/IV	12/X – 4/XI	15