

## Введение

В дипломном проекте разрабатывается проект производства работ на реконструкцию автомобильной дороги федерального значения М-8 «Холмогоры» от Москвы через Ярославль, Вологду до Архангельска на участке км 285+00 - км 291+650 в Ярославской области (с ПК70+00 до ПК143+00) разработан ООО «ПИИ «Промтранспроект», в 2009г. на основании «Выписки из перечня строек и объектов для федеральных государственных нужд на 2008 год, финансируемых за счет бюджетных ассигнований на осуществление бюджетных инвестиций в объекты капитального строительства государственной собственности Российской Федерации, включаемые в федеральную адресную инвестиционную программу», подписанной исполняющим обязанности руководителя Федерального дорожного агентства А.М. Чабуниным. При составлении инженерного проекта были приняты следующие технические нормативы :

Категория дороги - II

Ширина земляного полотна - 15 м

Ширина проезжей части - 2х3.75 м

Число полос движения - 2

Ширина обочин - 3.75 м

Тип дорожной одежды - капитальный

Вид покрытия - асфальтобетон

Расчетные нагрузки для искусственных сооружений - А-14; НК-102,8

Расчетная нагрузка для дорожной одежды - АК-11,5

Расчетная нагрузка для земляного полотна - НК-60

Существующая автомобильная дорога М-8 "Холмогоры" от Москвы через Ярославль, Вологду до Архангельска относится к основным

федеральным дорогам и проходит по территории Московской, Ярославской, Вологодской и Архангельской областей на протяжении 1227 км. Строительство дороги осуществлялось в 80-е годы прошлого столетия по параметрам III технической категории.

Проектируемый участок автодороги проходит по территории Архангельской области. Начало проектируемого участка автомобильной дороги ПК120+00 соответствует км 285+00 существующего километража, конец участка ПК143+00 соответствует км 291+650. Протяжение участка составляет 7,30 км.

В плановом отношении существующая трасса автодороги имеет пять углов поворота с минимальным радиусом 800м.

Существующая автомобильная дорога в плане не соответствует требованиям СНиП 2.05.02-85\*[1].

Реконструируемый участок дороги имеет асфальтобетонное покрытие. Визуальная оценка состояния покрытия дорожной одежды проводилась в соответствии с ОДН 218.0.006-2002.

Результаты обследования показали, что обследуемый участок дороги имеет асфальтобетонное покрытие, на всем протяжении которого присутствуют дефекты в виде продольных и поперечных трещин шириной раскрытия до 3-х сантиметров, выбоин, сеток трещин. На большом протяжении существующая автодорога проходит в насыпи до 2-х метров. Направление по ходу проектного пикетажа - северное.

На рассматриваемом участке по основной дороге имеется 10 водопропускных труб:

отв. 1.5м - 8 шт. общей длиной 207,04м (ПК76+20, ПК78+68, ПК85+54, ПК86+60, ПК89+45, ПК98+82, ПК110+54, ПК125+52)

Длина труб колеблется от 23,30 м до 28,55м.

Помимо ремонта существующих труб на рассматриваемом участке устраиваются трубы: железобетонная труба отверстием 2,5х2,0 на ПК106+80 длиной 27,02 м и гофрированная металлическая труба 5,2х4,7 на ПК82+10 длиной 24,71м, используемая для скотопрогона.

Трасса реконструируемого участка автомобильной дороги пересекает надземные коммуникации, всего 7 пересечений.

Существующая автодорога оборудована дорожными знаками и сигнальными столбиками.

# 1. Характеристика основных условий реконструкции автомобильной дороги

## .1 Природные условия района строительства

Согласно СНиП 23-01-99[2] «Строительная климатология» район расположения участка, ремонтируемая трасса автомобильной дороги федерального значения М-8 «Холмогоры» от Москвы через Ярославль, Вологду до Архангельска на участке км 285+000-км 291+650 в Ярославской области, располагается во II-B климатическом подрайоне. Климат рассматриваемого района умеренно-континентальный. Основные климатические характеристики сведены в таблицы, составленные по данным метеостанции г. Ярославль, в соответствии со СНиП 23-01-99[2].

Климат района рассматриваемого района отличается умеренно холодной зимой с оттепелями и умеренно теплым летом.

Во все сезоны года преобладают ветры с южной и западной составляющей, переносящие воздух атлантического происхождения.

Зимой часты вхождения атлантического воздуха, что обуславливает достаточно высокую влажность и мягкость климата. Холодный континентальный воздух поступает на рассматриваемую территорию в тылу арктических циклонов. Средняя температура января составляет - 11,9°С. Абсолютный минимум температуры воздуха - 30°С. Осадков выпадает 32 - 40 мм в месяц. Снежный покров достигает в среднем высоты 35см, максимальная высота снежного покрова в открытой местности составляет 69см, на закрытой местности 80см. Число дней со снежным покровом равно 150.

Весна имеет затяжной характер. Переход среднесуточной температуры

воздуха через 0°С происходит в первой декаде апреля. Часто наблюдаются заморозки. Количество осадков существенно не меняется и составляет в среднем за месяц 33 - 44мм.

Лето - обычно прохладное и дождливое. Средняя температура июля составляет 15,7°С. Абсолютный максимум температуры воздуха 30°С. Количество осадков летом довольно значительное и составляет в среднем за месяц 68- 72мм.

Осенью юго-западные ветры становятся преобладающими. Температура воздуха довольно быстро падает. Переход средней суточной температуры через 0°С происходит в начале ноября. Устойчивый снежный покров устанавливается в конце ноября. Количество осадков незначительно уменьшается, составляя в месяц 44 - 68мм.

Более подробно климатические характеристики по ближайшей к участку реконструкции автомобильной дороги федерального значения метеостанции приведены в таблицах ниже.

Температура воздуха Таблица 1.1

Средняя месячная и годовая температура воздуха, °С

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ярославль	-11,9	-10,7	-5,1	3,7	10,9	15,7	17,6	16,0	10,0	3,4	-2,7	-8,1	3,2

Таблица 1.2 Абсолютный максимум температуры воздуха, °С

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ярославль	1	1	6	18	26	29	30	29	23	15	7	2	31

Таблица 1.3 Абсолютный минимум температуры воздуха, °С

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ярославль	-30	-29	-22	-10	-2	2	7	4	-1	-8	-17	-26	34

Таблица 1.4 Средняя максимальная температура воздуха, °С

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ярославль	-8,6	-7,5	-7,6	7,5	15,9	20,6	22,9	20,8	14,6	6,3	-0,7	-6,1	7,0

Таблица 1.5 Средняя минимальная температура воздуха, °С

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ярославль	-15,7	-16,8	-11,2	-1,2	4,6	9,0	11,8	9,9	5,4	0,2	-5,8	-7,4	-7,8

Таблица 1.6 Даты наступления средних суточных температур воздуха выше и ниже определенных пределов и число дней с температурой превышающей эти пределы

Характеристика	Температура, оС				
Ярославль	-5	0	5	10	15
Дата перехода весной	20.03	06.04	22.04	13.05	16.06
Дата перехода осенью	26.11	31.10	07.10	13.09	18.08
Количество дней	247	207	167	122	62

Таблица 1.7

Климатические параметры холодного периода года, (СНиП 23-01-99)

Температура воздуха, °С		Средняя								
наиболее	наиболее	суточная	Продолжительность, сут, и средняя температура							
холодных	холодной	амплитуда	воздуха, °С, периода со средней суточной							
суток,	пятидневки,	температуры	температурой воздуха							
обеспеченности	обеспеченности	воздуха	≤ 0°С		≤ 8°С		≤ 10°С			
		Наиболее	продолжительность	Средняя температура	продолжительность	Средняя температура	продолжительность	Средняя температура		
		холодного	месяца	температура	температура	температура	температура	температура		
0,98	0,92	0,98	0,92	°С						
-37	-34	-34	-31	8,3	152	-7,8	221	-4	239	-2,8
Примечание – данные приведены по м/ст. Ярославль										

Таблица 1.8 Дата первого и последнего заморозка и продолжительность безморозного периода

Метеостанция	Дата заморозка						Продолжительность		
	последнего			первого			безморозного периода, дни		
	средняя	самая ранняя	самая поздняя	средняя	самая ранняя	самая поздняя	средняя	наименьшая	наибольшая
Ярославль	14.05	18.04	11.06	23.09	05.09	01.11	131	92	181

Таблица 1.9 Среднемесячное и годовое количество осадков (мм) с поправкой на смачивание

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XI-III	IV-X	Год
Ярославль	36	32	33	34	44	68	72	68	68	56	44	40	185	410	595

Таблица 1.10

Суточный максимум осадков различной обеспеченности, мм

Метеостанция	Средний максимум	Обеспеченность, %						Наблюденный максимум	
		63	20	10	5	2	1	мм	дата
Ярославль	33	27	42	49	56	73	84	74	24.09.1946

Таблица 1.11 Месячное и годовое количество твердых (т), жидких (ж) и смешанных (с) осадков(мм)

Метеостанция	Вид	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ярославль	Т	42		13								11		66
	Ж	1		19			40			29				89
	С	8		6			•			7				21

Примечание – Точка (•) означает, что количество осадков 0.5% и менее

Таблица 1.12

Средняя декадная высота снежного покрова по постоянной рейке, см

Метеостанция	Местность	IX			X			XI			XII			I			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Ярославль	Поле				•	•	•	•	•	2	7	9	12	16	19	27	22
	Открытый				•	•	•	•	•	3	5	8	10	11	15	20	23

Продолжение таблицы 1.12

II			III			IV			V			VI			Наибольшая		
25	27	27	27	23	12	•	•	•							ср.	макс	мин
26	29	31	32	31	22	9	•	•							35	69	16

Примечание – Точка (•) обозначает, что снежный покров наблюдался менее чем в 50% зим

Таблица 1.13 Даты появления и схода снежного покрова, образования и разрушения устойчивого снежного покрова

Метеостанция	Число дней со снежн. покровом	Дата появления снежного покрова			Дата образован. Устойчивого снежного покрова			Дата разрушения устойчивого снежного покрова			Дата схода снежного покрова		
		сред	ран-	позд	сред	ран-	позд	сред	ран-	позд	сред	ран-	позд
		няя	няя	няя	няя	няя	няя	няя	няя	няя	няя	няя	няя
Ярославль	150	29 X	03 X	29 XI	23 XI	22 X	17 I	02 IV	19 III	27 IV	16 IV	19 III	13 V

Таблица 1.14 Повторяемость направления ветра и штилей за год, %

Метеостанция	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Ярославль	11	11	13	10	14	16	15	16	6

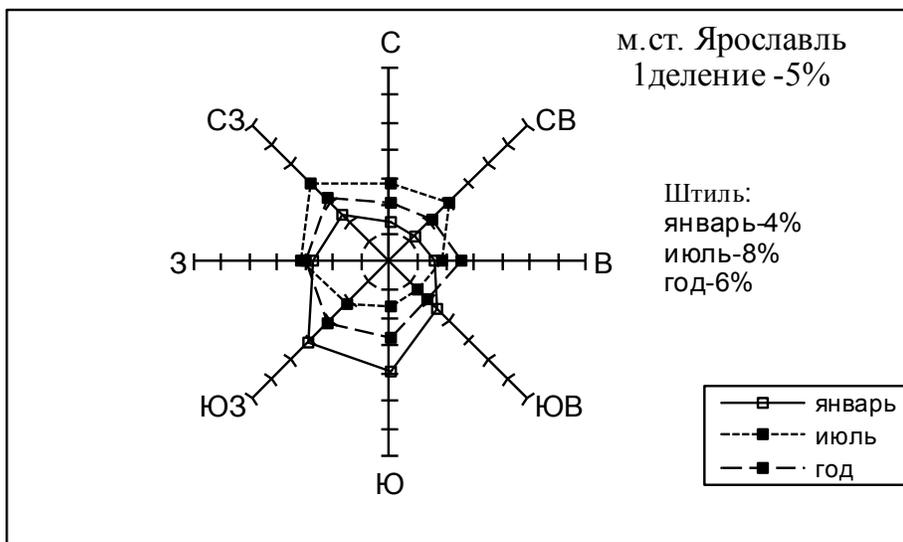


Рис.1.1 - Роза ветров

Таблица 1.15 Наибольшие скорости ветра (м/с) различной вероятности

Метеостанция	Скорости ветра (м/сек) возможные один раз в				
	1 год	5 лет	10 лет	15 лет	20 лет
Ярославль	18	20	25	-	26

Дорожно-климатический график представлен на рисунке 1.2.

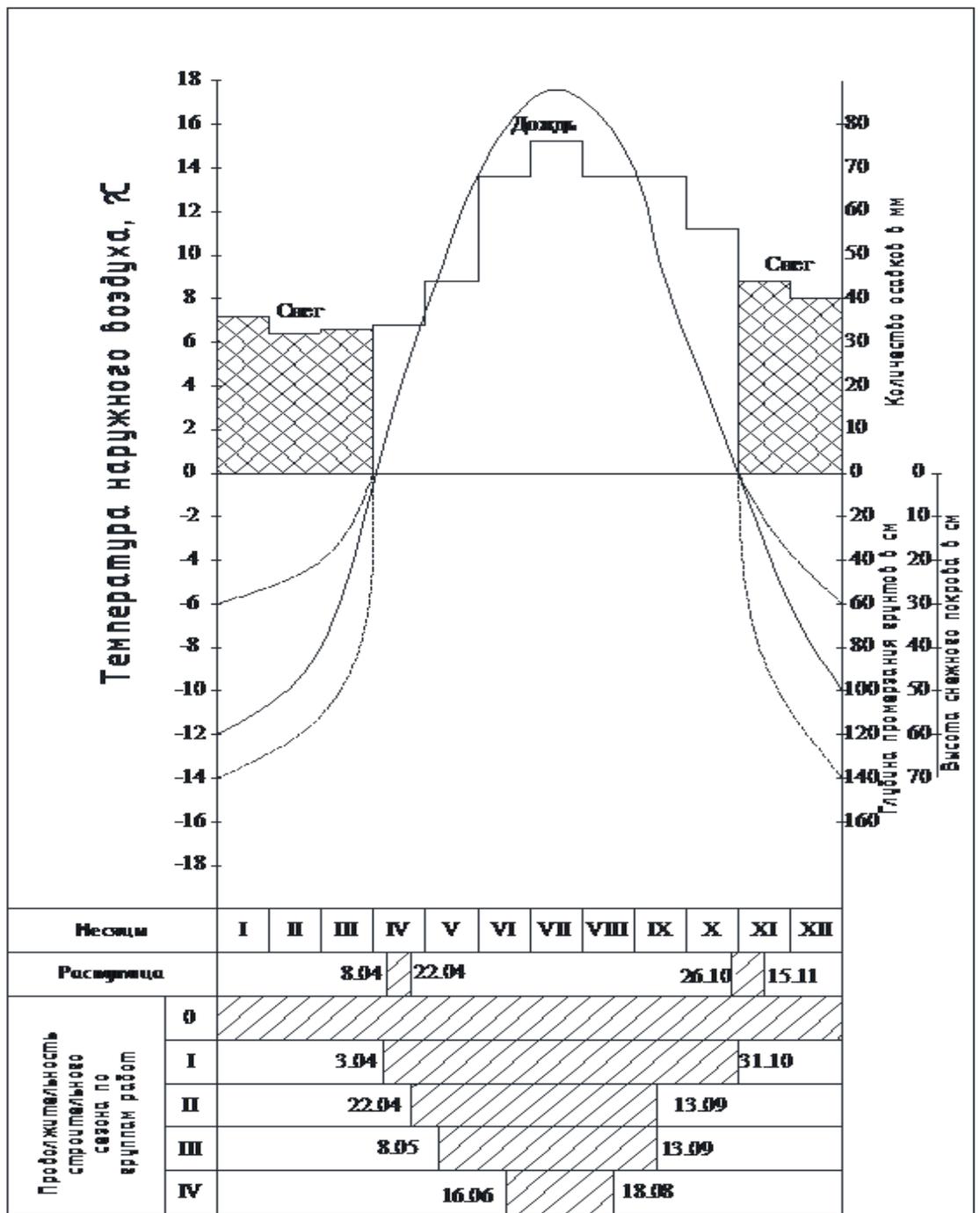


Рис. 1.2 - дорожно-климатический график

## 1.2 Инженерно-геологические условия

### .2.1 Рельеф

Рельеф местности - равнинный, на участках пересечения с водотоками пересеченный. Перепад высот на участке дороги от 115м до 158 м в условной системе высот.

### .2.2 Растительность и почвы

В районе расположения ремонтируемого участка автомобильной дороги незначительную площадь занимают сенокосные участки, в большинстве случаев покрытые мелколесно-кустарниковой растительностью. Наибольшее распространение имеют леса. В видовом составе леса преобладающее развитие имеют хвойные породы (ель, сосна).

Из сельскохозяйственных угодий наибольшее распространение имеет пастбище.

Территория объекта относится к Волжскому почвенному району Среднерусской провинции южно-таежной подзоны дерново-подзолистых почв. Почвенный покров объекта сформировался под воздействием подзолистого, дернового и пойменного типов почвообразования. В полосе отвода преимущественное развитие получили покровные суглинки. Болотные отложения (в виде торфа) отсутствуют.

Почвенный слой у подошвы существующей насыпи содержит с древесно-растительные остатки и не пригоден для дальнейшего использования. По трассе дороги в районе транспортной развязки и обхода с. Глебовского имеются грунтовые валы, представленные механической смесью снятым почвенно-растительным слоем и суглинком с древесными остатками. Для укрепительных работ материал валов не пригоден.

### 2.3 Инженерно-геологические условия

Проектируемый объект расположен во II дорожно-климатической зоне и относится к I и III типу местности по характеру и степени увлажнения. В геологическом строении участка принимают участие техногенные насыпные грунты, и четвертичные глинистые образования, по инженерно-геологическим условиям, согласно СП 11-105-97 он относится ко II категории сложности. Опасные инженерно-геологические процессы и явления не выявлены.

Техногенные грунты (tIV) представлены насыпными грунтами и искусственными слоями. Дорожное покрытие реконструируемого участка автодороги на ПК70+00,00-ПК103+78,37, ПК107+50,23-ПК145+54,07 представлено асфальтобетоном толщиной до 0,32м. Асфальтобетонное покрытие залегает на галечниковом грунте мощностью до 0,3м.

Основанием дорожного покрытия служат пески средние, мелкие и пылеватые, а также легкие и тяжелые суглинки - все эти грунты слагают земляное полотно. Средние и мелкие пески различаются коэффициентами фильтрации и залеганием, они залегают, как в старом земляном полотне, так и в новом отсыпанном земляном полотне - в местах транспортной развязки, участках замены обочин и на участке обхода с. Глебовское. На основании этих данных они были выделены в отдельные элементы. В грунтовой лаборатории были определены максимальная плотность и оптимальная влажность данных песков методом стандартного уплотнения. Коэффициент фильтрации, определенный при максимальной плотности, составил в среднем для средних и мелких песков нового отсыпанного земляного полотна - 1.0 м/сутки, а для этих же песков слагающих старое земляное полотно 0.3м/сутки и 0.1 м/сутки соответственно, пылеватых 0.1 м/сутки.

Естественное основание земляного полотна сложено комплексом аллювиальных отложений (aIII-IV) представленных гравийным грунтом, имеют распространение только в долине реки Соньга, комплексом озерно - ледниковых (lgIII) представленных суглинками тяжелыми пылеватыми от тугопластичной до полутвердой консистенции, ледниковыми отложениями московского оледенения (gIIms), представленных моренными суглинками с обломочным материалом карбонатного состава до 20%.

Современные отложения в пределах трассы представлены почвенно-растительным слоем различного генезиса.

Грунты естественного основания являются не дренирующими, так как их коэффициент фильтрации не превышает 0,5 м/сут. (согласно СНиП 2.05.02-85 пункт 6.8), а грунты ИГЭ-2, 2а, 3а, 4а залегающие в насыпи, являются дренирующими с коэффициентом фильтрации не менее 1.0 м/сут

В естественном основании и в насыпи, грунты, относящиеся к особым и слабым (согласно СНиП 2.05.02-85 пункт 6.6 - 6.7) не выявлены.

Группы грунтов земляного полотна по степени пучинистости согласно СНиП 2.05.02-85 табл.7 относятся:

- ИГЭ - 2а - к непучинистым,
- ИГЭ - 2,3,4 - к слабопучинистым,
- ИГЭ - 5,7 - к сильнопучинистым,
- ИГЭ - 6 - к чрезмернопучинистым.

Группы грунтов естественного основания по степени пучинистости согласно СНиП 2.05.02-85, табл. 7 относятся:

- ИГЭ - 9 - к слабопучинистым,
- ИГЭ - 11,17,19 - к пучинистым,
- ИГЭ - 14,16 - к сильнопучинистым.

Нормативная глубина сезонного промерзания для данной местности

согласно СНиП 2.02.01-83[3] составляет:

для песков гравелистых, крупных и средних 195 см;

для супесей, песков пылеватых и мелких 180 см;

для суглинков и глин 150 см.

Грунтовые воды на участке изысканий вскрыты редкими скважинами на глубине от 2.0 до 3.5 м, представлены «верховодкой». Водовмещающими являются озерно-ледниковые суглинки. Подземные воды безнапорные, питание происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков. Кроме того, отмечаются грунтовые воды спорадического распространения связанные с линзами и прослоями песков в моренных суглинках.

По химическому составу грунтовые воды гидрокарбонатно-кальциево-хлоридно-магниевые, пресные (сухой остаток от 356.0 до 458.0 мг/л), имеют от слабокислой до слабощелочной реакцию (рН= 6.8-7.2), умеренно жесткие (общая жесткость 5.6-6.2 мг-экв/л). Максимальное содержание агрессивной углекислоты составило 2.0 мг/л. По отношению к бетону марки W-4 по водопроницаемости грунтовые воды являются неагрессивными и слабоагрессивными к арматуре железобетонных конструкций при периодическом смачивании. По отношению к свинцу коррозионная агрессивность - низкая, к алюминию - высокая.

### .3 Дорожно-строительные материалы

Район реконструкции трассы обеспечен дорожно-строительными материалами для возведения земляного полотна. В районе развязки км279 находятся конуса песка, привезенные из ЗАО Торговый дом «Ярославский Речной порт» город Ярославль, для содержания дороги. Аналогичный песок предполагается использовать для отсыпки земляного полотна

реконструируемого участка дороги. Для определения коэффициента относительного уплотнения и коэффициента фильтрации из данных конусов были взяты пробы песка. Средний коэффициент относительного уплотнения составил - 1.18, а коэффициент фильтрации - 1.9 м/сутки.

Для устройства основания дорожной одежды используется щебеночная смесь С-4, доставляемая на трассу с АБЗ. Для устройства покрытия используется асфальтобетонная смесь, доставляемая на трассу с АБЗ расположенного в городе Ярославль (находящегося на расстоянии 24км от начала участка). Битум на трассу доставляется с АБЗ. Железобетонные изделия доставляются из г. Ярославль железнодорожным путем. Стройгенплан представлен на листе 1.

## 2. Общая организация строительных работ

Обоснование проектных решений.

Перед началом реконструкции необходимо выполнить следующие виды работ:

восстановление и закрепление трассы;

возмещение убытков и компенсации за изымаемые земли и сносимые здания и сооружения;

расчистку полосы существующего отвода от кустарника и тонкомерного подлеска;

разборка грунтовых валов;

снятие растительного грунта;

демонтаж существующих сооружений и конструкций;

строительство объездных дорог;

фрезерование и разборка существующего асфальтобетонного покрытия;

вынос и переустройство инженерных коммуникаций;

установка временных знаков и ограждающих устройств на участке проведения работ (захватке).

### .1 Общие сведения

Участок автомобильной дороги км 285+000 - км 291+650 относится к числу хорошо освоенных в транспортном отношении территорий. В настоящее время существующая транспортная сеть района представлена железнодорожным и автомобильным видами транспорта. В транспортной сети района автомобильному транспорту принадлежит важнейшее место. Это

связано с тем, что в связи со специфическими особенностями других видов транспорта, без достаточного развития автотранспорта невозможна эффективная организация перевозочного процесса и взаимодействие между отдельными видами транспорта. Кроме того, в перспективе ожидается расширение сферы рационального применения автомобильного транспорта, который во многом будет обеспечивать мелкопартионные перевозки ценных и скоропортящихся грузов на дальние расстояния, значительную долю грузов на средние расстояния в 500-1000 км и практически все перевозки на расстояние до 500 км.

Проектируемый участок дороги помимо обслуживания территориальных транспортных связей Ярославской области несет большую нагрузку по реализации межрегиональных и международных перевозок других областей.

Вследствие неудовлетворительного состояния и несоответствия технических параметров возросшей интенсивности движения проводится реконструкция автомобильной дороги М-8 «Холмогоры» от Москвы через Ярославль, Вологду до Архангельска, этапом которой является участок км 285+000 - км 291+650.

## .2 Подготовка территории строительства

Перед началом ремонта необходимо выполнить следующие виды работ:

- дополнительный постоянный отвод земель;
- восстановление трассы;
- расчистку полосы отвода от кустарника и лесонасаждений на ширину, обеспечивающую устройство водоотводных канав;

сведение лесонасаждений для обеспечения видимости на пересечениях  
и примыкания

переустройство пересекаемых воздушных и подземных коммуникаций;  
демонтаж отдельных существующих сооружений и конструкций.

## 2.3 Земляное полотно

Проектная линия продольного профиля на всем протяжении запроектирована по нормативам II технической категории. Уширение земляного полотна при реконструкции автодороги предусмотрено с обеих сторон существующей дороги (по ходу километража) за счет уположения откоса до 1:3.

Основные технические показатели принятого варианта проектной линии продольного профиля представлены в таблице 2.1

Таблица 2.1 Технические показатели

N	Показатели	Нормативные	Проектные
		ПК70+00- ПК143+00	ПК70+00- ПК143+00
1	Расчетная скорость, км/час	120	120
2	Минимальный радиус вертикальных кривых: а) выпуклых, м б) вогнутых, м	15000 5000	15000 5100
3	Максимальный продольный уклон, ‰	40	28

При проектировании продольного профиля было учтено состояние существующего покрытия и земляного полотна, толщина существующей дорожной одежды и минимальный объем работ по выравнивающему слою. Продольный профиль представлен на листе 2.

В связи с этим, руководящая рабочая отметка назначена из условия поднятия продольного профиля на величину устройства конструктивных слоев дорожной одежды от предварительно фрезерованной поверхности существующего покрытия.

Поперечное и продольное выравнивание осуществляется за счет фрезерования на максимально возможную толщину и устройства выравнивающего слоя.

В местах устройства искусственных сооружений рабочая отметка назначена с учетом толщины засыпки над звеньями труб - 0,5м до низа монолитных слоев дорожной одежды. Отверстия труб назначены по гидрологическим расчетам, в зависимости от расхода воды.

В местах переустройства искусственных сооружений предусмотрена полная разборка существующего покрытия и разборка тела насыпи.

На протяжении реконструируемого участка фрезерование осуществляется на полную толщину существующего асфальтобетона за минусом 3-х см., необходимых для передвижения самоходной фрезы. Оставшийся асфальтобетон, толщиной 0,03м разбирается экскаватором.

Грунт от срезки верхней части существующей насыпи, срезки обочин, и срезки существующих откосов используется для отсыпки нижней части земляного полотна. Предварительно часть грунта вывозится в конуса. Грунт не пригодный для устройства насыпи вывозится в отвал.

Для отсыпки земляного полотна используется песок из конусов, расположенных в районе транспортной развязки на ПК11+00,00 и грунт, полученный от срезки существующей насыпи. Для устройства подстилающего слоя и досыпки обочин используется дренирующий песок средней крупности с коэффициентом фильтрации  $>1\text{м/сут.}$ , привезенного из ЗАО Торговый дом «Ярославский речной порт» г. Ярославль. Средний коэффициент относительного уплотнения составил - 1.18, а коэффициент фильтрации - 1.9 м/сутки.

Откосы земляного полотна планируются, после чего производится их укрепление.

Откосы насыпи укрепляются гидропосевом трав 1-ой и 2-мя нормами высева семян по слою растительного грунта. Откосы подтопляемой насыпи укрепляются георешеткой «ГЕОСТАБ» с высотой ячеек 10см с заполнением

щебнем фракции 25-60мм, по слою синтетического материала Дорнит Ф-2.

Для обеспечения водоотвода при высоте насыпи менее 1,5м, на участках трассы с переменной сторонностью поперечного уклона и на местности с необеспеченным поверхностным стоком предусмотрено устройство водоотводных канав. В связи с тем, что на отдельных участках прохождения трассы имеются существующие канавы, в проекте предусмотрено их использование для обеспечения продольного и поперечного водоотвода. На отдельных участках для отвода воды от подошвы насыпи в существующие канавы предусмотрена планировка местности.

Укрепление канав осуществляется гидропосевом трав одной и двумя нормами высева семян по слою растительного грунта, а при продольном уклоне канав более 20‰ дно канав укрепляется гравием

Типы поперечных профилей земляного полотна представлены на чертеже «Типовые поперечные профили земляного полотна» (лист 3). Всего разработано 6 типов поперечных профилей.

Тип 1Р на участках подтопляемой насыпи, без устройства продольных водоотводных канав. Крутизна откосов насыпи принята 1:2

Тип 1Рк на участках подтопляемой насыпи, с устройством продольных водоотводных канав. Крутизна откосов насыпи принята 1:2

Тип 2 на участках с высотой насыпи до 3м, без устройства продольных водоотводных канав. Крутизна откосов насыпи принята 1: 3

Тип 2к на участках с высотой насыпи до 3м, с устройством продольных водоотводных канав. Крутизна откосов насыпи принята 1: 3

Тип 3 на участках с высотой насыпи от 2 до 6м, без устройства продольных водоотводных канав. Крутизна откосов насыпи принята 1:1.5

Тип 3к на участках с высотой насыпи от 2 до 6м, с устройством

продольных водоотводных канав. Крутизна откосов насыпи принята 1:1.5

#### .4 Дорожная одежда

В соответствии с заданием на проектирование дорожная одежда принята капитального типа. При проектировании дорожной одежды перспективный период принят продолжительностью 15 лет.

Заданный уровень надежности - 0,95.

Расчет дорожной одежды выполнен в программе РАДОН, разработчик СП «Кредо-Диалог» - 000(CREDO-DIALOGUE).

Требуемый модуль для расчета дорожной одежды рассчитан исходя из перспективной интенсивности движения по ОДН 218.046-01[4] и принят:

,23 МПа на участках устройства новой дорожной одежды.

При назначении вариантов дорожной одежды было учтено состояние существующего покрытия и земляного полотна, толщина существующей дорожной одежды и фактические модули упругости по существующему покрытию.

Существующая дорожная одежда представлена асфальтобетонным покрытием, толщиной от 0.07 м до 0.32 м по оси автомобильной дороги. Основанием покрытия служат галечниковые грунты мощностью до 0.3м

По согласованию с дирекцией автодороги к дальнейшему проектированию принят наиболее технологичный вариант для производства работ (лист 4).

При разработке проекта принят один тип конструкции дорожной одежды 2б.

В пределах ширины существующего покрытия предусматривается устройство дорожной одежды:

щебеночно-мастичный асфальтобетон ЩМА-15 на ПБВ - 0,05м

пористый асфальтобетон из горячей крупнозернистой щебеночной смеси I марки (ГОСТ 9128-97) битум БНД 60/90 -0.08м

выравнивающий слой - пористый асфальтобетон из горячей мелкозернистой щебеночной смеси I марки (ГОСТ 9128-97) битум БНД 60/90 - min 0,03м

щебеночная смесь С-4 (ГОСТ 25607-94) - 0.38м

песок мелкий с коэффициентом фильтрации более 1 м<sup>3</sup>/сут (ГОСТ 8736-93)- 0.50м.

грунт земляного полотна

Ширина полосы движения принята равной 3,75м. Ширина проезжей части 7,50м. Поперечный уклон - 20 0/00. Прикромочная часть обочин шириной 0,75 м укрепляется по типу основной проезжей части. Оставшаяся часть обочины укрепляется: шириной равной 2,50м - щебеночной смесью С-4 по ГОСТ 8267-3[18] и 0,5м - гидропосевом трав по слою растительного грунта.

Для предохранения обочин и откосов земляного полотна от размыва в проекте предусмотрено устройство продольных лотков для сбора и отвода стекающей с проезжей части воды. Лотки устраиваются асфальтоукладчиком, совместно с верхним слоем покрытия, из щебеночно-мастичного асфальтобетона ЩМА-15 на ПБВ.

## .5 Пересечения и примыкания

Техническая категория пересечений и примыканий принята по СНиП 2.05.02-85[1] «Автомобильные дороги». Ширина земляного полотна и проезжей части примыканий и пересечений принята в соответствии с их

категорией. В зоне пересечений на ПК86+12,5, ПК138+96 и примыканий на ПК105+49 влево, ПК107+90 вправо, ПК119+35 влево, ПК123+15 влево и ПК124+97 вправо, устраиваются переходно-скоростные полосы разгона и торможения в соответствии с уклонами продольного профиля на данных участках.

Длины переходно-скоростных полос определены в соответствии с табл.18 СНиП 2.05.02-85.

Ширина переходно-скоростных полос равна ширине полосы движения для данной категории -3,75 м. Ширина обочины - 3,75 м.

Расчет дорожной одежды выполнен в программе РАДОН, разработчик СП «Кредо-Диалог» - ООО(CREDO-DIALOGUE).

Для обеспечения видимости предусмотрена рубка леса и кустарника.

#### .6 Обустройство дороги и безопасность движения

На участке автодороги устраивается 8 автобусных остановок оборудованных остановочными и посадочными площадками. Существующие дорожные знаки демонтируются и утилизируются. Новые дорожные знаки соответствуют III типоразмеру и устанавливаются в соответствии со «Схемой расположения технических средств организации дорожного движения».

В целях повышения безопасности движения и лучшей ориентировки водителей на дороге предусмотрены следующие мероприятия:

- установка дорожных знаков;
- установка сигнальных столбиков;
- установка барьерных ограждений;
- дорожная разметка;
- наружное освещение.

## .7 Срок выполнения работ и расчет количества смен

Реконструкцию данного участка дороги предполагается вести один год. Каждый частный поток в данных климатических условиях имеет оптимальные сроки начала и окончания работ в зависимости от конструкции дорожной одежды, укладываемого слоя назначенных технологических процессов его осуществления. Для строительства дорожных одежд установлены оптимальные условия, в зависимости от температуры воздуха в районе строительства.

Таблица 2.2 Учет влияния температуры воздуха на производство работ

Группа работ	Наименование работ	Минимальная среднесуточная температур воздуха, оС	Допустимые даты начала и окончания работ	
			весной	осенью
0	Расчистка дорожной полосы, сосредоточенные земляные работы, строительство искусственных сооружений из металла и сборного железобетона	не ограничивается	в течение года	
I	Линейные земляные работы, отделка и укрепление земляного полотна, устройство слоев дорожной одежды из каменных материалов и песка, устройство ограждений, разметка проезжей части	не ниже 0 оС	7.04	23.10
II	Строительство слоёв дорожной одежды из минеральных материалов и грунтов, обработанных вяжущим в установках, из асфальтобетонных, цементобетонных и шлаковых смесей, из грунтов, обработанных неорганическим вяжущим смешением на дороге	весной не ниже +5 оС осенью не ниже +10 оС	27.04	9.09
Группа работ	Наименование работ	Минимальная среднесуточная температур воздуха, оС	Допустимые даты начала и окончания работ	
			весной	осенью
III	Строительство слоев дорожной одежды из минеральных материалов и грунтов, обработанных органическими вяжущими, смешением на дороге	не ниже +10 оС	22.05	9.09
IV	Устройство поверхностной обработки с применением органических вяжущих	не ниже +15 оС	19.06	12.08

## 2.7.1 Расчет количества смен для возведения земляного полотна

Таблица 2.3 Ведомость количества рабочих дней на 2012 год

Месяц	Число календарных дней Ткал	Число выходных и праздничных дней Твых	Число нерабочих дней по метеоусловиям Тпог	Число дней на ремонт техники Трем	Число рабочих дней по месяцам, Т
Январь	31	15	1	2	13
Февраль	29	9	1	1	18
Март	31	11	1	2	17
Апрель	30	9	1	1	19
Май	31	11	1	2	17
Июнь	30	10	1	1	18
Июль	31	9	1	2	19
Август	31	8	1	2	20
Сентябрь	30	8	1	1	20
Октябрь	31	8	1	2	20
Ноябрь	30	8	1	1	20
Декабрь	31	11	1	2	17

Таблица 2.4

Продолжительность работы специализированного отряда по возведению земляного полотна

Группа работ	Продолжительность работы специализированного отряда									
	По метеорологическим условиям			По технологическим условиям			Твых	Тпог	Трем	Т
	начало работ	конец работ	число календарных дней	начало работ	конец работ	число календарных дней				
1	7.04	23.10	200	27.04	9.09	136	44	6	9	77

$$Тпог = (Ткал - Твых) П / 100 \quad (2.1)$$

где Тпог - количество нерабочих дней по метеоусловиям;

Ткал - число календарных дней за строительный сезон;

Твых - количество выходных и праздничных дней;

П - количество дождливых дней, % ( для П дорожно-климатической зоны П=4%).

$$T_{\text{пог}} = (200 - 44) \cdot 4 / 100 = 6$$

$$T_{\text{рем}} = T_{\text{кал}} \cdot T_{\text{м}} / 366 \quad (2.2)$$

где  $T_{\text{рем}}$  - число дней требуемых для ремонта и технического обслуживания машин;

$T_{\text{м}}$  - число дней ремонта дорожных машин (для II дорожно-климатической зоны  $T_{\text{м}}=18$  дней).

### 7.2 Расчет количества рабочих дней для устройства дорожной одежды

Работы по устройству дорожной одежды ведутся частными потоками. Частные потоки составляют специализированный отряд, поэтому начало и конец каждого частного потока должны быть увязаны с окончанием работ впереди идущего частного потока и началом работы последующего потока.

Таблица 2.5

Расчет периода развертывания потока по устройству дорожной одежды

№ частного потока	Наименование работ	Наименование работ на захватках	Кол-во смен для развертывания потоков	Разрыв в сменах	Разрыв между началом работ
1	Устройство основания из щебеночной смеси С-4 по ГОСТ 25607-94[17]	Подвозка, разравнивание, перемешивание, профилирование, увлажнение, уплотнение	2	1	3
2	Досыпка обочин песком.	Подвозка песка, разравнивание, увлажнение, уплотнение	2	1	3
3	Устройство выравнивающего слоя из пористого м. асфальтобетона.	Подвозка а/б смеси, разгрузка в бункер асфальтоукладчика, распределение смеси, уплотнение, проверка ровности	1	1	2
4	Устройство слоя покрытия из пористого крупнозернистого асфальтобетона.	Подготовка основания, подгрунтовка, подвозка а/б смеси, разгрузка в бункер асфальтоукладчика, распределение смеси,	1	1	2

		уплотнение, проверка ровности			
5	Устройство слоя покрытия из щебеночно-мастичного асфальтобетона.	Подвозка а/б смеси, разгрузка в бункер асфальтоукладчика, распределение смеси, уплотнение, проверка ровности	1	1	2
6	Выполнение укрепительных работ на обочинах.	Подвозка щебеночной смеси, разравнивание, планирование, увлажнение, уплотнение.	2	1	3
№ час тно го пот ока	Наименование работ	Наименование работ на захватках	Кол-во смен для развёртывания потоков	Разрыв в сменах	Разрыв между началом работ
7	Обстановка пути и отделочные работы.	Укрепление обочин посевом трав, устройство прикромочных лодков установка дорожных знаков.	2	0	2

Таблица 2.6 Продолжительность работы специализированных отрядов по устройству дорожной одежды

№ п/п	Группа работ	Продолжительность работы специализированного отряда								
		по метеорологическим условиям			по технологическим условиям			Твых	Тпог + Трем	Т
		начало работ	конец работ	число календарных дней	начало работ	конец работ	число календарных дней			
1	I	6.04	31.10	207	23.04	3.09	134	40	11	83
2	I	6.04	31.10	207	26.04	6.09	134	39	11	84
3	II	22.04	13.09	145	29.04	9.09	134	39	11	84
4	II	22.04	13.09	145	1.05	11.09	134	40	11	83
5	II	22.04	13.09	145	3.05	13.09	134	39	11	84
6	I	6.04	31.10	207	5.05	15.09	134	39	11	83
7	I	6.04	31.10	207	8.05	18.09	134	40	11	83

Так как строительство ведется в один год делаем перерасчет продолжительности работы специализированных отрядов по возведению земляного полотна. Получаем  $T=83$ см.

## 2.8 Основные решения по организации дорожно-строительных работ

Реконструкция автомобильной дороги ведется за один год. При организации строительства рекомендуется следующая технологическая последовательность работ:

Таблица 2.7

Основные решения по организации дорожно-строительных работ

Наименование работ	Ед. изм.	Объёмы
Подготовительные работы		
Рубка кустарника	га	5,42
Снятие растительного грунта	м2	231140
Установка асбоцементных труб		
Перекладка кабеля	п.м.	
Земляные работы		
Устройство насыпи	м3	54799,64
Разработка канав	м3	9574,2
Искусственные сооружения		
Устройство новой трубы отв. 1,5м 2,5х2,0 5,2х4,7	шт	8
		1
		1
Дорожная одежда		
Устройство основания щебеночной смеси С-4	м3	8821,32
Устройство присыпных обочин из песка	м3	20583,08
Устройство выравнивающего слоя из м/з а/б.	м2	49640
Устройство слоя покрытия из к/з асфальтобетона	м2	65700
Устройство верхнего слоя покрытия из ЩМА-15	м2	65700
Укрепление обочин щебнем	м3	7986,93
Укрепительные работы		
Укрепление откосов посевом трав	м2	119428
Обустройство		
Разметка проезжей части термопластиком	м2	5753,9
Установка дорожных знаков	шт	190
Установка сигнальных столбиков	шт	418
Устройство автобусных остановок	шт	8

### 3. Подготовительные работы

Подготовка дорожной полосы начинается с отвода земель и закрепления полосы отвода столбами и кольями, затем восстанавливают трассу и оси искусственных сооружений, устанавливают дополнительные высотные реперы через 1-2км, а также у искусственных сооружений и мест сосредоточенных работ.

Восстановление и закрепление трассы производит строительная организация или на подрядных началах проектная организация.

К подготовительным работам относится также расчистка дорожной полосы от леса, пней, кустарника, крупных камней, производят перенос или подъем линий связи, электропередачи, снос зданий и сооружений, попадающих в полосу отвода.

Таблица 3.1 Ведомость очистки придорожной полосы

Местоположение		Вид работ	
от ПК+	до ПК+	Очистка дорожной полосы от корней и кустарника, м2	Срезка растительного слоя, м3
70+00	80+00	8080	2271
80+00	90+00	8080	2604
90+00	100+00	8080	2809
100+00	110+00	7352,8	2919
110+00	120+00	8080	3055
120+00	130+00	6544,8	3622
130+00	140+00	8080	4276
Итого		54297,6	23114

Площадь, подлежащая расчистке от кустарника, составляет 5,4га.

Для расчистки дорожной полосы от корней и кустарника принимаем отряд №1 в следующем составе, согласно [12]:

Личный состав:

рабочие - 6 человек

водители машин - 4 человека

Машины и оборудование :

трактор Т-100 - 2 шт.

корчеватель-собираетель МП-2Б -1 шт.

кустореэ ДП-24 -1 шт.

грабли кустарниковые - 2 шт.

трактор Т-75 - 2 шт.

Потребность в работе специализированного отряда на 1га для кустарника составляет 2 отрядо-смены, тогда на весь объем работ:  $5,43 \times 2 = 10,86$  отрядо-смен.

#### 4. Строительство искусственных сооружений

На реконструируемом участке автодороги М-8 «Холмогоры» от Москвы через Ярославль, Вологду до Архангельска участок км 285+00 - км 291+650 в Ярославской области запроектировано 10 труб, 8 труб металлические гофрированные диаметром 1,5 метра, 1 труба железобетонная отверстие 2,5x2,0, 1 труба гофрированная металлическая отверстие 5,2x4,7, водопропускных трубы разработаны согласно требований СНиП 2.05.03-84 "Мосты и трубы"[5] и СНиП 2.01.02-82 "Строительная климатология и геофизика"[6], СНиП 2.05.02-85 "Автомобильные дороги"[2]. Трубы расположены в пониженных местах и ручьях.

Решения по замене существующих водопропускных труб приняты по результатам проведенного осмотра сооружений, за исключением ремонта трубы на ПК 106+80.

Конструкция металлических гофрированных труб отверстием 1,5м запроектирована по типовому проекту 3.501.3-183.01 «Трубы водопропускные круглые из гофрированного металла для железных и автомобильных дорог».

Отверстия труб назначены на основании гидрологических расчётов и предельно допустимой засыпки над трубой. Трубы работают в безнапорном режиме.

Трубы укладываются со строительным подъемом на гравийно-песчаную подушку толщиной не менее 0,4м.

Оголовочная часть металлических труб отв.1,5м запроектирована с торцом, срезанным параллельно откосу насыпи. В оголовочной части устраивается противофильтрационная перемычка из сборного бетона или цемента-грунтовой смеси в зависимости от залегающих в основании грунтов.

В качестве скотопрогона на ПК82+10 запроектирована металлическая гофрированная труба полицентрического сечения отв.5,2х4,7м, которая также предназначена для пропуска воды.

В оголовочной части устраивается противофильтрационная перемычка из цемента-грунтовой смеси.

Новые трубы на ручьях и реках укладываются рядом с существующими, во время строительства они используются для пропуска воды, по окончании работ разбираются и утилизируются.

Конструкция прямоугольной железобетонной трубы ПК106+80 запроектирована согласно типового проекта серии 3.501.1-177.93 “Трубы водопропускные железобетонные прямоугольные сборные для автомобильных и железных дорог”

Укрепление у труб выполняется габионными сетчатыми изделиями матрацно-тюфячного типа, заполненными щебнем фр.70-120мм, согласно «Методических рекомендаций по применению габионных конструкций в дорожно-мостовом строительстве». Габионные сетчатые изделия укладываются на подготовку из щебня или гравия толщиной 20см, уложенного по слою геотекстиля.

У скотопрогона укрепление откосов насыпи и канавы выполняется габионными сетчатыми изделиями матрацно-тюфячного типа, заполненными щебнем фр.70-120мм по слою щебня или гравия толщиной 20см, уложенного на геотекстиль.

Укрепление русел предусмотрено монолитным бетоном толщиной 12см, по слою щебня 10см. На время сооружения труб на существующей дороге движение транспорта осуществляется по половине проезжей части. На ПК106+80 и ПК110+54 движение автотранспорта осуществляется по ранее построенным объездам.



Таблица 4.1 Ведомость проектируемых искусственных сооружений

Местоположение сооружения		Наименование пересечения	Расчетный расход воды Q2%, (м3/с)	Тип и отверстие сооружения, м	Длина с оголовками, м	Примечание
ПК	+					
76	20	пониженное место	1,69	круглая металлическая гофрированная труба отв.1,5м	26,54	строительство новой трубы
78	68	канава	1,67	круглая металлическая гофрированная труба отв.1,5м	23,63	строительство новой трубы
82	10	канава	1,71	гофрированная металлическая отв.5,2х4,7	24,71	строительство новой трубы
85	54	пониженное место	1,05	круглая металлическая гофрированная труба отв.1,5м	25,82	строительство новой трубы
86	60	пониженное место	0,97	круглая металлическая гофрированная труба отв.1,5м	25,49	строительство новой трубы
89	45	пониженное место	2,87	круглая металлическая гофрированная труба отв.1,5м	23,30	строительство новой трубы
98	82	пониженное место	2,63	круглая металлическая гофрированная труба отв.1,5м	26,78	строительство новой трубы
106	80	р. Кондра	7,86	железобетонная труба отв. 2,5х2,0м.	27,02	ремонт существующей трубы
110	54	Ручей б.н.	3,32	круглая металлическая гофрированная труба отв.1,5м	28,55	строительство новой трубы
125	52	пониженное место	1,23	круглая металлическая гофрированная труба отв.1,5м	26,93	строительство новой трубы

Разбираемые конструкции существующих труб отвозятся на базу для возможного дальнейшего использования или на свалку. После окончания строительных работ необходимо выполнить расчистку дна русел.

Для строительства сборной труб принимаем следующий отряд:

Личный состав (на одну смену):

Машинисты и водители -4 чел.

Дорожные рабочие -6 чел.

Машины и оборудование:

Бульдозер Д-687-1 шт.

Автокран КС-2561 Д -1 шт.

Самоходный каток на пневмоходу ДУ-16В -1 шт.

Битумный котел ДС-16 -1 шт.

Электротрамбовки ИЭ-4502 -1шт.

ИЭ-4505 -1 шт.

Электровибраторы: С-413 -1 шт.

И-50 -1 шт.

И-116 -1 шт.

Электростанция ЭСД-5-Т/230 -1 шт.

Лебедка такелажная -1 шт.

Примечание: строительные рабочие должны иметь совмещенные профессии по всем видам работ, связанным со строительством труб.

Специализированная бригада по строительству металлических гофрированных труб выполняет весь цикл работ по устройству трубы, включая ее обсыпку. Одну трубу длиной 25-30 м. она строит в среднем за 5-8 смен. Строительство ведется по графику (лист 11), который содержит объемы, трудоемкость и последовательность выполнения основных видов работ, квалификацию и количество рабочих в бригаде[34].

Нормативную продолжительность строительства железобетонных труб определяем воспользовавшись данными таблицы, содержащей усредненные значения затрат труда на строительство элементов сборных железобетонных труб таблица 4.2 [15].

Таблица 4.2

Отверстие трубы, м	Трудоемкость работ		
	Строительство фундамента и тела трубы (на 1м трубы)	Строительство оголовков (на 2 оголовка)	Укрепительные работы (на 1 трубу)
1,0	0,2	4,11	2,8

Расчет сроков строительства трубы воспользуемся формулой:

$$T_{тр} = N_{фт} \cdot L_{тр} + N_{ст} + N_{ур} \quad (4.1)$$

где:  $T_{тр}$  - срок строительства трубы, смен;  
 $N_{фт}$  - трудоемкость строительства 1 погонного метра фундамента и тела трубы, отрядо-смен;  
 $L_{тр}$  - длина трубы, м;  
 $N_{ст}$  - трудоемкость строительства оголовков трубы, отрядо-смен;  
 $N_{ур}$  - трудоемкость укрепительных работ, отрядо-смен.

Срок строительства одной металлической гофрированной трубы длиной 25-30 м. ведется 5-8 смен.

На основании данных таблицы 4.2 составляется приведенная ниже таблица с расчетом срока строительства труб.

Таблица 4.3 Продолжительность строительства труб

Местоположение трубы	Основные		Срок выполнения
	Отверстие м	Длина, м	
ПК76+20	1,5	26,54	8
ПК78+68	1,5	23,63	8
ПК82+10	5,2x4,7	24,71	8
ПК85+54	1,5	25,82	8
ПК86+60	1,5	25,49	8
ПК89+45	1,5	23,30	8
ПК98+82	1,5	26,78	8
ПК110+54	1,5	28,55	8
ПК125+52	1,5	26,93	8
итого:			72

Исходя из нормативной продолжительности строительства железобетонных труб, срок строительства железобетонной трубы ПК 106+80 длина 27,02 м. с отверстием 2,5x2,0 составляет 32 рабочих смены.

+32=104 смены.

Для строительства труб принимаем 2 отряда тогда срок строительства составит 52 смены.

## 5. Строительство земляного полотна

Земляное полотно запроектировано с учетом грунтово-геологических и гидрологических условий трассы. Поперечные профили земляного полотна разработаны в соответствии с типовыми проектными решениями серии 5030.48.87 “Земляное полотно автомобильных дорог общего пользования”. Ширина земляного полотна 15 метров. Предусмотрено применение четырех типов конструкций земляного полотна. Границы их применения указаны на продольном профиле.

Принятые типы земляного полотна приведены на листе 3.

### .1 Возведение насыпи земляного полотна

Возведение земляного полотна предусматривается из мелкого дренирующего песка с коэффициентом фильтрации  $>1\text{м/сут}$  ЗАО Торговый дом «Ярославский Речной порт» г.Ярославль. На основании лабораторных испытаний средний коэффициент относительного уплотнения для песчаных грунтов составляет 1.18. Досыпка земляного полотна осуществляется песком до проектных отметок. Грунт от срезки верхней части существующей насыпи, срезки обочин, и срезки существующих откосов используется для отсыпки нижней части земляного полотна.

Покилометровая ведомость распределения механизированных земляных работ представлена в виде таблицы 5.1, а также график движения земляных масс на листе 5.

Таблица 5.1 Покилометровая ведомость распределения механизированных земляных работ

Местоположение участка	Профильный объем	Объем оплачиваемых земляных работ
70+00-80+00	12129	7452
80+00-90+00	17425	5295
90+00-100+00	11898	9323
100+00-110+00	5359	15312
110+00-120+00	3993	10003
120+00-130+00	8303	14566
130+00-140+00	8993	11785
140+00-143+00	2869	4248
Итого:		77984

## .2 Расчет потребности в ведущих машинах

Общий объем земляных работ  $V_{см}$ , при возведении земляного полотна, составляет:

$$V_{см} = V/T, \quad (5.1)$$

где  $V$  - объем всех работ, м<sup>3</sup>- время строительства, см

$$V_{см} = 77984/83 = 939,57 \text{ м}^3/\text{см}$$

За ведущую машину выбираем два экскаватора ЭО 4321 с объемом ковша 0,65м<sup>3</sup> и с производительностью 500 м<sup>3</sup>/см, суммарная производительность 1000 м<sup>3</sup>/см.

Необходимо сделать пересчет сроков строительства земляного полотна с учетом ведущей машины:

$$T=77984/1000=78 \text{ смен.}$$

Длина сменной захватки составит:

$$L_{захв} = 7300/78=93,6 \text{ м.}$$

Общий объем работ по разборке старого асфальтобетонного покрытия составляет:

$$V_{общ} = 9044 \text{ м}^3,$$

Производительность фрезы по расчёту:

$P_{\text{фрезы}}=300 \text{ м}^3/\text{см}$  ,

$V_{\text{см,фрезы}}=9044/78=115,9 \text{ м}^3/\text{см}$  ,

Принимаем одну фрезу Wirtgen W2000 с коэффициентом загрузки 0,39.

Транспортировка фрезерованного асфальтобетона производится автосамосвалами Volvo FM400

$$P_{\text{alc}} = \frac{T \cdot q \cdot k_g}{\frac{2l_{\text{cp}}}{V} + t} = \frac{8 \cdot 15,625 \cdot 0,85}{\frac{2 \cdot 27,74}{40} + 0,2} = 67,25 \text{ м}^3/\text{смена} \quad (5.2)$$

где T - продолжительность смены, 8 часов;

q - грузоподъемность автосамосвала (25т)

K- коэффициент внутрисистемной загрузки, 0,85;

$l_{\text{cp}}$  - дальность возки, км;- средняя скорость движения, км/ч;

t - среднее время простоев автосамосвала под погрузкой, разгрузкой и маневрированием, 0,2ч.

Принимаем 2 автосамосвала Volvo FM400 с коэффициентом загрузки 0,86.

Рекомендуется следующая последовательность расчета:

- . Сформулировать вид технологического процесса.
- . По ЕНиР установить единицы измерения.
- . Рассчитать сменный объем в установленных единицах.
- . По ЕниР рассчитать сменную производительность машины, запланированной для выполнения данной работы.
- . Установить потребное количество машин.

.3 Расчет потребности во вспомогательных машинах и комплектование отряда

Срезка растительного слоя грунта.

Согласно рекомендуемой последовательности по пр. Е 2-1-5 [10] устанавливаем, что нормы времени вычислены на 1000м<sup>2</sup> очищенной поверхности. Сменный объем по срезке растительного слоя грунта рассчитываем в м<sup>2</sup>.

Общая площадь срезки растительного слоя составляет 231140м<sup>2</sup>, тогда в смену необходимо срезать:

$$V_{см} = 231140 / 78 = 2963,3 м^2$$

Производительность бульдозера ДЗ-8 по срезке растительного слоя за два прохода по одному следу согласно расчету:

$$П = 8 \times 1000 / 0,84 = 9524 м^2/см$$

Тогда потребное количество бульдозеров:

$$n = V_{см} / П \tag{5.3}$$

где  $V_{см}$  - сменный объем м<sup>2</sup>(м<sup>3</sup>);

П - сменная производительность машины м<sup>2</sup>/см(м<sup>3</sup>/см).

$$n = 2963,3 / 9524 = 0,31$$

Принимаем один бульдозер ДЗ-8 с коэффициентом загрузки 0,31

Уплотнение естественного основания грунта под насыпью

Согласно пр.Е2-1-31 объем работ следует рассчитывать в м<sup>2</sup>. Общая площадь уплотнения составляет 44384м<sup>2</sup>. Сменный объем составит:

$$V_{см} = 44384 / 78 = 569,02 м^2$$

Уплотнение грунта планируется осуществлять самоходным катком ДУ-

31А за четыре прохода по одному следу. На основании расчета производительность катка:

$$П = 8 \times 1000 / 1,30 = 6154 \text{ м}^2/\text{см}$$

Потребность в катках:

$$n = 569,02 / 6154 = 0,092$$

Принимаем один каток ДУ-31А с коэффициентом загрузки 0,092

Разработка грунта в карьере

Разработку грунта в карьере производим согласно пр. Е2-1- 8 [10] двумя экскаваторами ЭО4321 Вковша  $=0,65 \text{ м}^3$  и с суммарной производительностью  $П= 1000 \text{ м}^3/\text{см}$ ,

Для того, чтобы максимально загрузить ведущую машину сменный объем приравниваем к производительности экскаватора. Сменный объем составит:

$$V_{\text{см}} = 1000 \text{ м}^3,$$

Потребное количество экскаваторов:

$$n = 1000/500 = 2$$

Принимаем 2 экскаватора ЭО 4321 с общим коэффициентом загрузки 1,0

Транспортировка грунта

Транспортировка грунта для возведения земляного полотна производится автосамосвалами Volvo FM400 по формуле 5.2

$$П_{\text{авт}} = \frac{T \cdot q \cdot k_g}{\frac{2l_{\text{сп}}}{v} + t} = \frac{8 \cdot 15,625 \cdot 0,85}{\frac{2 \cdot 9,55}{40} + 0,2} = 156,83 \text{ м}^3/\text{смена}$$

где T - продолжительность смены, 8 часов;

q - грузоподъемность автосамосвала (25т)

K- коэффициент внутрисистемной загрузки, 0,85;

l<sub>ср</sub> - дальность возки, км;- средняя скорость движения, км/ч;

t - среднее время простоев автосамосвала под погрузкой, разгрузкой и маневрированием, 0,2ч.

Сменный объем составит:

$$V_{см}=1000 \text{ м}^3$$

Необходимое количество автосамосвалов:

$$n=1000/156,83=6,38$$

Принимаем 7 автосамосвалов VolvoFM400 с коэффициентом загрузки 0,91

Разравнивание грунта

Согласно пр. Е 2-1-29[9] объем работ следует рассчитывать в м<sup>3</sup>.

Сменный объем составит:

$$V= 1000\text{м}^3$$

Разравнивание осуществляется бульдозером ДЗ-8 с производительностью:

$$П= 8 \times 100 / 0,65 = 1230,8 \text{ м}^3/\text{см}$$

Потребность в бульдозер:

$$n = 1000 / 1230,8 = 0,81$$

Принимаем 1 бульдозер ДЗ-8 с коэффициентом загрузки 0,81

Увлажнение грунта

Увлажнение производим поливомоечной машиной Камаз КО-823 с производительностью:

$$П = \frac{T \cdot p \cdot k_{\epsilon}}{\frac{2l_{cp}}{V} + t \cdot q} \quad (5.4)$$

где T - продолжительность смены, 8 часов;

q- вместимость цистерны (11 т)

K- коэффициент внутрисистемной загрузки, 0,85;

l<sub>cp</sub> - дальность возки, км;- средняя скорость движения, км/ч;

t - среднее время налива и разлива цистерны через сопла, t=0,097ч

$$П_{н/м} = \frac{8 \cdot 11 \cdot 0,85}{\frac{2 \cdot 7,07}{20} + 0,097 \cdot 11} = 42,02 \text{ м}^3 / \text{смена}$$

Рыхление грунта откосов

Согласно пр. Е-2-1-28 объем работ следует рассчитывать в м<sup>3</sup>. Общий объем грунта (грунт 1 группы по трудности разработки) составляет 17782,8м<sup>3</sup>.

Сменный объем составит:

$$V_{см} = 17782,8 / 78 = 227,9 \text{ м}^3$$

Рыхление осуществляется бульдозером-рыхлителем ДЗ-121 с производительностью:

$$П = 8 \times 100 / 0,65 = 1212,12 \text{ м}^3 / \text{см}$$

Потребность в бульдозерах-рыхлителях:

$$n = 227,9 / 1212,12 = 0,19$$

Принимаем один бульдозер-рыхлитель с коэффициентом загрузки 0,19.

Нарезка и планировка канав

На основании пр. Е2-1-43 объем работ рассчитываем в м<sup>3</sup>. Общий объем грунта (грунт I группы по трудности разработки) составляет 9579,06м<sup>3</sup>. Производительность автогрейдера ГС 14.03 согласно расчету

составит

$$П=8 \times 100 / 2,1 = 380,95 \text{ м}^3/\text{см}$$

Сменный объем составит:

$$V_{\text{см}} = 9579,06 / 78 = 122,8$$

Тогда потребное количество автогрейдеров:

$$n = 122,8 / 380,95 = 0,32$$

Принимаем один автогрейдер ГС 14.03 с коэффициентом загрузки 0,32

#### .4 Технологическая карта возведения земляного полотна

Таблица 5.2 Технологическая карта возведения земляного полотна

№ п/п	№ захв	Обоснование норм выработки	Наименование рабочих процессов	Ед. изм.	Кол-во на захватку	Производительность	Треб кол-во	Прин ятое кол-во	К-Т загр
1	1		Разбивочные работы	Дорожные рабочие 2 человека					
2	1	расчет	Срезка растительного слоя со старой насыпи и основания новой бульдозером ДЗ-8	м2	2963,3	9524	0,31	1	0,31
3	2	расчет	Уплотнение естественного основания под насыпью катком ДУ-31А за шесть проходов по одному следу	м2	569,02	6153,85	0,092	1	0,092
4	1	расчет	Фрезирование старого а/б покрытия фреза Wirtgen W2000 с погрузкой в Volvo FM400	м3	115,9	300	0,39	1	0,39
5	1	расчет	Вывоз старого а/б покрытия Volvo FM400	м3	115,9	67,25	1,72	2	0,86
6	-	расчет.	Разработка грунта в карьере 2 экскаваторами ЭО4321V <sub>ковш</sub> =0,65м <sup>3</sup>	м2	1000	500	2	2	1
7	3	расчет	Транспортировка грунта из карьера а/с Volvo FM400	м3	1000	156,82	6,3	7	0,9
8	3	E2-1-28	Разравнивание грунта Бульдозером ДЗ-8	м3	1000	1230,8	0,81	1	0,81
9	4	расчет	Увлажнение грунта поливочной машиной Камаз КО-823	м3	50	42,02	1,19	2	0,6
10	4	E2-1-28	Послойное уплотнение грунта катком ДУ-31А за 5 проходов по одному следу	м3	1000	1632,6	0,61	1	0,61
11	5,6	E2-1-39	Планировка откосов и	м2	1089,13	21052,63	0,052	1 1	0,052

			горизонтальных поверхностей автогрейдером ГС 14.03 за 3 прохода по одному следу		1098,77	13333,33	0,082		0,082
12	6	ЕНиР Е2-1-31	Окончательное уплотнение верха з.п. катком ДУ-31А за 6 проходов по следу	м2	1098,77	4494,3	0,24	1	0,24
13	7	ЕНиР Е2-1-22	Покрытие откосов насыпи растительным грунтом бульдозером ДЗ-8	м3	108,8	605,64	0,18	1	0,18
14	7	Е2-1-43	Нарезка и планировка кюветов автогрейдером ГС 14.03	м2	122,8	380,95	0,32	1	0,32

Технологическая схема устройства земляного полотна представлена на листе 6.

Таблица 5.3

Состав отряда на одну смену при возведении земляного полотна

Наименование машин	Кол-во машин и коэффициент	Квалификация рабочих	Кол-во рабочих
Экскаватор ЭО 4321	2 (0,5+0,5)	машинист 6 разряда	2
Каток ДУ-31А	1 (0,94)	машинист 6 разряда	1
Бульдозер ДЗ-8	1 (0,31+0,18) 1(0,81)	машинист 6 разряда машинист 6 разряда	1 1
Volvo FM400	2(0,86) 7(0,9)	водитель 1 кат. водитель 1 кат.	2 7
Автогрейдер ГС 14.03	1(0,45)	машинист 6 разряда дорожные рабочие 3 разряда	1
Поливомоечная машина Камаз КО-823	2(0,6)	водитель 1 категории	2
Фреза Wirtgen W2000	1(0,39)	машинист 6 разр дорожные рабочие 3 разряда	1 2

### .5 Расчет транспортных средств на возведение земляного полотна

Рассчитаем сначала, какое количество рабочих дней необходимо для возведения земляного полотна каждого километра дороги. Зная общий объем работ, можно узнать, какое количество работ необходимо выполнять в день, чтобы закончить возведение земляного полотна в срок:

$$/ 78 = 999,79 \text{ м}^3/\text{см}$$

Расчет представим в виде таблицы, которая затем будет использована

при построении линейного календарного графика.

Таблица 5.4 Покилометровый расчет количества рабочих дней на возведение земляного полотна

Проектный километр	от ПК до ПК	Оплачиваемый объем работ, м <sup>3</sup>	Число дней	Число дней с нарастающим
1	70+00-80+00	7452	8	8
2	80+00-90+00	5295	5	13
3	90+00-100+00	9323	9	22
4	100+00-110+00	15312	15	37
5	110+00-120+00	10003	10	47
6	120+00-130+00	14566	15	62
7	130+00-140+00	11785	12	74
Проектный километр	от ПК до ПК от ПК до ПК	Оплачиваемый объем работ, м <sup>3</sup>	Число дней	Число дней с нарастающим
7,3	140+00-143+00	4248	4	78
Всего:	70+00-143+00	77984	78	78

Количество автомобилей на каждый километр дороги определим по формулам, приведенным в пункте 5.3. Объемный вес грунта 1,60 т/м<sup>3</sup>. Расчет потребности в транспортных средствах приведен в виде таблицы 5.5.

Таблица 5.5 Расчет потребности в транспортных средствах для возведения земляного полотна

Показатели на километр	1	2	3	4	5	6	7	7,3
Объем грунта на километр, м	7452	5295	9323	15312	10003	14556	11785	4248
Дальность возки, км	5,95	6,95	7,95	8,95	9,95	10,95	11,95	12,95
Производительность, м <sup>3</sup> /км	212,5	194,24	177,9	164,22	152,3	142,14	133,2	125,4
Потребное количество	35	28	53	94	66	103	89	34

Среднюю дальность возки:

$$ср=5,9+7,3/2 = 9,55км$$

Данные берем из таблицы 5.5.

Производительность автосамосвалов Volvo FM400 определяем по

формуле (5.2) Скорость движения автомобиля по строящейся дороге составляет 40км/ч

Производится автосамосвалами Volvo FM400:

$$P_{алз} = \frac{T \cdot q \cdot k_{\epsilon}}{\frac{2l_{cp}}{v} + t} = \frac{8 \cdot 15,625 \cdot 0,85}{\frac{2 \cdot 9,55}{40} + 0,2} = 156,83 \text{ м}^3/\text{смена}$$

При объемном весе грунта 1,6 т/см<sup>3</sup>.

Сменный объем подвозки песка составляет 1000 м<sup>3</sup> , тогда требуемое количество автосамосвалов Volvo FM400:

$$n = 1000/156,83 = 6,4$$

Принимаем 7 автосамосвалов.

## 6. Дорожная одежда

1.1 Определение потребного количества материалов для устройства дорожной одежды

На автомобильной дороге принят один тип дорожной одежды 2Б. Поперечный профиль конструкции дорожной одежды показан на листе 4.

Требуемое количество материалов на устройство дорожной одежды представлено в виде таблицы 6.1 на основании.

Таблица 6.1 Ведомость объемов работ и потребность основных материалов и полуфабрикатов для строительства дорожной одежды

	Источники обособления	На единицу измерения	Общая площадь, м <sup>2</sup>	Потребность в материалах													
				Песок, м <sup>3</sup>		Вода, м <sup>3</sup>		Щебень, м <sup>3</sup>		Асфальтогранулы		ЩМА, т		Битум вязкий/жидкий, т		А/Б смесь, т	
				на единицу измерения	на весь объем	на единицу измерения	на весь объем	на единицу измерения	на весь объем	на единицу измерения	на весь объем	на единицу измерения	на весь объем	на единицу измерения	на весь объем	на единицу измерения	на весь объем
2	3	4	5	6	7	8	9	10			11	12	13	14	15	16	
Плитные работы																	
я	Сборник 29 §1	100 м <sup>2</sup>	23214			2	464,28	40-70: 51,6 10-40:1,8 10-20: 1 5-10:1 0-5:1	13092,7					0,056	12,99		
н	Сборник 29 §1	100 м <sup>3</sup>	54166	45,2	24483,03	5%	1224,15										
	Сборник 27	100 м <sup>2</sup>	49640											0,8	39,7	76	3772,6

	Источники обособления	На единицу измерения	Общая площадь, м2	Потребность в материалах													
				Песок, м3		Вода, м3		Щебень, м3		Асфальтогранулы		ЩМА, т		Битум вязкий/жидкий, т		А/Б смесь, т	
				на единицу измерения	на весь объем	на единицу измерения	на весь объем	на единицу измерения	на весь объем	на единицу измерения	на весь объем	на единицу измерения	на весь объем	на единицу измерения	на весь объем	на единицу измерения	на весь объем
2	3	4	5	6	7	8	9	10			11	12	13	14	15	16	
из	Сборник 27	100 м2	65700											0,8	65,36	191,8	15681,9
и	Сборник 27	100 м2	65700											0,8	52,56	119,8	7870,86
бя	Сборник 29 §15	100 м2	36500			2	730	40-70: 14,4 10-40:1,8 10-20: 1 5-10:1 0-5:1	7008	20	7300						
ты		м3			24483,036724,5		2449,09		20100,734171,19	7300					183,41		27325,0

## 2 Организация материально-технического снабжения

Для решения вопросов организации материально-технического снабжения заданного участка дороги все решения оформляем в виде таблицы

6.2. Определим средние дальности возки материалов. Средняя дальность

возки песка из конуса в районе развязки на ПК 11+00,00:

$$l_{\text{ср}} = 9,55\text{км}$$

Средняя дальность возки битума, щебня и а/б смеси с АБЗ, находящегося город Ярославль улица Промышленная дом 2А:

$$l_{\text{ср}} = 27,74\text{км}$$

Средняя дальность возки воды для увлажнения, из реки Соньга, находящейся на ПК35+74,00 реконструируемого участка дороги:

$$l_{\text{ср}} = 7,07\text{км}$$

Средняя дальность возки асфальтогранулобетона с АБЗ, находящегося в городе Ярославль:

$$l_{\text{ср}} = 27,74\text{км}$$

Движение до реконструируемого участка дороги происходит по асфальтобетонному покрытию со скоростью 60км/ч, по реконструируемой дороге - со скоростью 40км/ч.

|

---

|

Рис. 6.1 - Поперечный профиль конструкции дорожной одежды

Значения площадей слоев дорожной одежды принимаем из рабочего проекта по проектированию.

Слой основания из щебеночной смеси С-4:  $S=23214\text{м}^2$ ;  $V=11026,65\text{м}^3$

Выравнивающий слой из мелкозернистой щебеночной смеси:  $S=49640\text{м}^2$ ;  $V=3772,64\text{ т}$

Нижний слой из крупнозернистого асфальтобетонного покрытия:

$S = 65700\text{м}^2$ ;  $V=15681,9\text{ т}$

Верхний слой из щебеночно-мастичного асфальтобетонного покрытия:

$S = 65700\text{м}^2$ ;  $V=7870,86\text{ т}$

Досыпка обочин песком:

$S = 54166\text{м}^2$ ;  $V=20583,08\text{м}^3$

Укрепление обочин щебеночной смесью:  $S=36500\text{м}^2$ ;  $V=7665\text{м}^3$

Таблица 6.2

Обеспечение автомобильной дороги материалами и полуфабрикатами

№ п/п	Наименование материалов	Обеспечиваемый участок дороги		Протяженность км	Место получения	Средняя дальность возки,	Количество перевозимых грузов	
		от ПК	до ПК				м <sup>3</sup>	т
1	Щебеночная смесь С-4 для устройства основания	70+00	143+00	7,3	АБЗ	27,74	13092,7	
2	Песок для обочин	70+00	143+00	7,3	Конус 279,1км	9,55	24483,03	
2	Битум	70+00	143+00	7,3	АБЗ	27,74		183,41
3	Мелкозернистая асфальтобетонная смесь	70+00	143+00	7,3	АБЗ	27,74		3772,64
5	Крупнозернистая асфальтобетонная смесь	70+00	143+00	7,3	АБЗ	27,74		15681,9
6	Щебеночно-мастичная асфальтобетонная	70+00	143+00	7,3	АБЗ	27,74		7870,86

	смесь							
7	Укрепление обочин щебеночной смесью с 50% асфальтогранулобетона	70+00	143+00	7,3	АБЗ	27,74	14308	
8	Вода для увлажнения щебеночной смеси и песка	70+00	143+00	7,3	р. Соньга ПК35+74	7,07	2449,09	

### .3 Технологическая карта устройства дорожной одежды

Таблица 6.3 Технологическая последовательность процессов с расчетом объемов работ и потребных ресурсов

№ процессов	№ захватки	Источник обоснования норм выработки	Наименование операций	Ед. изм	Объем работ на захватку	Производительность и в смену	Требуется машин на захватку		Коэффициент использования машин
							по расчету	принято	
1	1		Разбивочные работы		Дорожные рабочие 2				
1	1	ЕНиР Е2-1-37	Предварительная планировка верха земляного полотна автогрейдером ГС- 14.03 за 2 прохода по следу	м2	3895,55	22222,22	0,17	1	0,17
2	1	ЕНиР Е2-1-31	Доуплотнение верха земполотна самоходным катком ДУ-31А за 4 прохода по следу	м2	3895,55	8695,7	0,45	1	0,45
Устройство основания из щебеночной смеси С-4									
3	2		Разбивочные работы		Дорожные рабочие 2				
4	2	расчет 2	Подвозка щебеночной смеси автосамосвалами Volvo FM400	м3	595,12	59,9	9,9	10	0,99
5	2	ЕниР Е17-1	Разравнивание и профилирование автогрейдером ГС- 14.03	м2	1055,18	4444,4	0,23	1	0,23
6	3	расчет	Подвозка воды и увлажнение щебеночной смеси поливомоечной машиной КО-823	м3	21,10	42,02	0,5	1	0,5
7	3	Паспортным данным	Уплотнение щебеночной смеси вибрационным катком Дупарас-СГ223НF массой 7,5 тонны за 10 проходов по	м3	595,12	3000	0,19	1	0,19

			1 следу						
Досыпка обочин песком									
8	4	расчет 2	Подвозка песка автомобилями Volvo FM400 с разгрузкой его на обочины	м3	1112,8	156,83	7,09	10	0,71
№ процессов	захватки	Источник обоснования	Наименование операций	Ед. изм	Объем работ на захватку	Производительность в смену	Требуется машин на захватку		Коэффициент использования машин
							по расчету	принято	
9	4	ЕниР Е17-1	Разравнивание и планирование песка автогрейдером марки ГС- 14.03	м2	2462,1	5333 ,3	0,46	1	0,46
10	5	расчет2	Увлажнение песка поливомоечной машиной КО-823	м3	55,6	42,02	1,32	2	0,66
11	5	ЕНиР Е17-3	Уплотнение катком марки ДУ-31А за 12 проходов по одному следу	м2	2462,1	3636 ,4	0,67	1	0,67
Устройство нижнего слоя покрытия из горячей мелкозернистой асфальтобетонной смеси									
12	6		Разбивочные работы		Дорожные рабочие 2				
13	6	расчет 3	Подвозка и розлив битума автогудронатором ДС-142Б	т	1,8	11,8	0,15	1	0,15
14	6	расчет 2	Подвозка м/з асфальтобетонной смеси автомобилями Камаз 65115 с разгрузкой в бункер асфальтоукладчика DYNAPAC F16-6W	т	1280	64,55	19,9	60	0,33
15	6	По паспорту	Укладка и разравнивание асфальтобетонной смеси асфальтоукладчиком марки DYNAPAC F16-6W	т	1280	4800	0,27	1	0,27
16	6	Паспортным данным	Подкатка асфальтобетонной смеси катком Дупарас-SG223HF массой 7,5 тонн за 4 прохода по следу	м2	2256,4	12000	0,19	1	0,19
17	6	Паспортным данным	Укатка асфальтобетонной смеси катком Дупарас-CC424HF массой 12тонн за 17 проходов по следу	м2	2256,4	20000	0,11	1	0,11
Устройство нижнего слоя покрытия из крупнозернистой асфальтобетонной смеси									

18	6		Разбивочные работы, проверка ровности покрытия		Дорожные рабочие 2				
19	6	Расчет 3	Подвозка и розлив битума автогудронатором ДС-142Б	т	2,97	11,8	0,25	1	0,25
20	6	расчет 2	Подвозка крупнозернистой асфальтобетонной смеси автомобилями Камаз 65115	т	1280	64,55	19,9	60	0,33
21	6	Паспортным данным	Укладка и разравнивание асфальтобетонной смеси асфальтоукладчиком марки DYNAPAC F16-6W	т	1280	4800	0,27	1	0,27
22	6	Паспортным данным	Подкатка асфальтобетонной смеси катком Дупарас -CG223HF массой 7,5 тонн за 4прохода по следу	м2	2986,36	12000	0,25	1	0,25
23	6	Паспортным данным	Укатка асфальтобетонной смеси катком Дупарас СС424HF массой 12 тонн за 17 проходов по следу	м2	2986,36	20000	0,15	1	0,15
Устройство верхнего слоя покрытия из щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси									
24	6		Разбивочные работы, проверка ровности покрытия		Дорожные рабочие 2				
25	6	Расчет 3	Подвозка и розлив битума автогудронатором ДС-142Б	т	2,39	11,8	0,2	1	0,2
26	6	расчет	Подвозка ЦМА автомобилями Камаз 65115 с разгрузкой в бункер асфальтоукладчика DYNAPAC F16-6W	т	1280	64,55	19,9	60	0,33
27	6	паспорт	Укладка и разравнивание щебеночно-мастичной смеси асфальтоукладчиком марки DYNAPAC F16-6W	т	1280	4800	0,27	1	0,27
28	6	паспорт	Подкадка щебеночно-мастичной смеси катком Дупарас- CG223HF массой 7,5 тонн за 4 прохода по следу	м2	2986,36	12000	0,25	1	0,25
29	6	паспорт данные	Укатка асфальтобетонной смеси катком Дупарас	м2	2986,36	20000	0,15	1	0,15

			СС424НФ массой 12 тонн за 17 проходов по следу						
Укрепление обочин щебеночной смесью С4 с 50% асфальтогранулобетона									
30	7	расчет 1	Подвозка щебня с гранулобетоном автомоби-лями Volvo FM400 с раз грузкой его на обочины	м3	650,4	59,9	10,8	11	0,98
31	7	ЕНиР Е17-1	Разравнивание и планирование смеси автогрейдером марки ГС- 14.03	м2	1659,1	4444,4	0,37	1	0,37
32	8	расчет 1	Увлажнение щебеночной смеси поливомоечной машиной КО-823	м3	32,5	42,02	0,77	1	0,77
33	8	ЕНиР Е17-3	Уплотнение катком марки ДУ-31А за 20 проходов поодному следу	м2	1659,1	2298 ,9	0,72	1	0,72
34	9	Е2-1-39	Планировка откосов авто грейдером ГС- 14.03 за 3 прохода по одномуследу	м2	5096,73	21052,6	0,24	1	0,24
35	9	Е2-1-45	Укрепление откосов гидропосевом трав, гидросеялкой на базе поливомоечной машины КО-823	м2	5096,73	4705,88	1,083	2	0,54

Технологическая схема устройства дорожной одежды представлена на листе 7.

Примечания к технологической карте

. Производительность асфальтоукладчика DYNAPAC F16-6W согласно паспорту:

$$П = 8 \times 600 = 4800 \text{ м}^3 / \text{см.}$$

Производительность АБЗ = 200 т/ч, но с учетом запаса времени на ремонт и непредвиденные обстоятельства, принимаем коэффициент загрузки завода 0,8

$$П=200*0,8=160 \text{ т/ч}$$

$$ПАБЗ= 8*160 =1280\text{т/см}$$

За ведущую машину принимаем АБЗ следовательно срок строительства составит:

$$,4/1280 =22 \text{ смены.}$$

Длина сменной захватки с учетом срока строительства составит:

$$l_{\text{захв.}}=L/T, \tag{6.1}$$

где: L-длина реконструируемого участка, м;

T-реальный срок строительства дорожной одежды

$$l_{\text{захв.}}=7300/22=331,8\text{м/см}$$

Основные технические характеристики смесительной установки КМА-200 фирмы «Wirtgen»

Максимальная производительность - 200 т/час или до 1700-1800 тонн в вахтовую смену;

Мощность двигателя - 178л.с. (от собственного автономного источника);

Собственный вес - 30 т;

Подготовка установки к работе на притрассовой площадке - 1-1,5 часа;

Транспортировка - одним 2-х или 3-х-осным тягачом;

С целью максимально загрузить, ведущую машину принимаем сменный объем по укладке выравнивающего, нижнего и верхнего слоев

асфальтобетона = 1280 т/см:

Принимаем для всех отрядов по устройству дорожной одежды количество смен - 22.

. Производительность катка Дунарас-CG223HF массой 7,5 тонн согласно паспортным данным производительность составляет для грунта:

$$П = 8 \times 375 = 3000 \text{ м}^3 / \text{см}$$

для асфальтобетона:

$$П = 8 \times 1500 = 12000 \text{ м}^2 / \text{см}$$

Коэффициент загрузки катка Дунарас-CG223HF при уплотнении слоя основания из щебеночной смеси С4 составляет 0,19.

Коэффициент загрузки катка Дунарас-CG223HF при устройстве трехслойного асфальтобетонного покрытия составляет 0,69.

Принимаем 2 катка Дунарас-CG223HF.

. Производительность катка Дунарас СС424HF массой 12 тонн согласно паспортным данным составляет.

$$П = 8 \times 2500 = 20000 \text{ м}^2 / \text{см}$$

Принимаем 1 каток Дунарас СС424HF с коэффициентом загрузки 0,41.

#### 4. Производительность автогрейдера ГС-14.03

- при предварительной планировке верха земляного полотна определяется согласно пр.Е2-1-37[10].

$$П = 8 \times 1000 / 0,18 \times 2 = 22222,2 \text{ м}^2 / \text{см}$$

при разравнивании и профилировании нижнего слоя основания из щебеночной смеси С4, песчаных обочин и обочин, укрепленных щебнем определяется согласно пр.Е17-1 [11]:

$$П = 8 \times 100 / 0,15 = 5333,33 \text{ м}^2 / \text{см}$$

Принимаем для предварительной планировки верха земляного полотна, устройства обочин из щебеночной смеси С4 с асфальтогранулобетоном и

для планировки откосов 1 автогрейдер ГС-14.03 с суммарным коэффициентом загрузки 0,78. Для разравнивания щебеночной смеси на основании и разравнивание песка при досыпке обочин принимаем 1 автогрейдер ГС-14.03 с суммарным коэффициентом загрузки 0,69.

. Производительность самоходного катка на пневмошинах ДУ-31А согласно пр.Е2-1-31.

при доуплотнении верха земляного полотна за 12 проходов по одному следу:

$$П = 8 \times 1000 / 2,2 = 3636,4 \text{ м}^2/\text{см}$$

Принимаем 1 каток на пневмошинах ДУ-31А с коэффициентом загрузки 0,45

при уплотнении песчаных обочин за 12 проходов по одному следу :

$$П = 8 \times 1000 / 3,22 = 2484,47 \text{ м}^2/\text{см},$$

Принимаем 1 каток на пневмошинах ДУ-31А с коэффициентом загрузки 0,67

при уплотнении щебня за 20 проходов по одному следу:

$$П = 8 \times 1000 / 3,48 = 2298,9 \text{ м}^2/\text{см},$$

Принимаем 1 каток на пневмошинах ДУ-31А с коэффициентом загрузки 0,72

Укрепление откосов насыпи механизированным посевом трав

Выполняем гидросеялкой. Общая площадь укрепления откоса составляет 119428 м<sup>2</sup>.

Сменный объем работ составит:

$$V_{\text{см}} = 119428 / 22 = 5428,54 \text{ м}^2 / \text{см}$$

Производительность гидросеялки, согласно пр. Е2-1-22 [9]:

$$П = 8 \times 100 / 0,17 = 4705,88 \text{ м}^2 / \text{см}$$

Тогда количество гидросеялок:

$$n = 5428,54 / 4705,88 = 1,15$$

Принимаем 2 гидросеялки с коэффициентом загрузки 0,58

Расчет 1

Расчёт производительности поливомоечной машины КО-823

производим по формуле (5.4):

$$P_{n/m} = \frac{8 \cdot 11 \cdot 0,85}{\frac{2 \cdot 7,07}{20} + 0,097 \cdot 11} = 42,02 \text{ м}^3/\text{смена},$$

где T - продолжительность смены, 8 часов;

K - коэффициент внутрисменной загрузки, 0,85;

P - ёмкость бака, б тонн;

I - средняя дальность возки, км;

t - время налива и разлива 1 тонны воды, 0,097 часа;

Расчет 2

Производительность автомобилей-самосвалов (Volvo FM400) при перевозке по формуле:

щебеночной смеси, асфальтогранулобетона при объемной массе 1,8 т/м<sup>3</sup>:

$$P_{a/z} = \frac{T \cdot q \cdot k_e}{\frac{2l_{cp}}{v} + t} = \frac{8 \cdot 13,89 \cdot 0,85}{\frac{2 \cdot 27,54}{40} + 0,2} = 59,9 \text{ м}^3/\text{смена},$$

где T - продолжительность смены, 8 часов;

K - коэффициент внутрисменной загрузки, 0,85;

Q - грузоподъёмность 25 тонны;

- средняя дальность возки, км;

песка при объемной массе 1,6 т/м<sup>3</sup>:

$$P_{a/z} = \frac{T \cdot q \cdot k_e}{\frac{2l_{cp}}{v} + t} = \frac{8 \cdot 15,625 \cdot 0,85}{\frac{2 \cdot 9,55}{40} + 0,2} = 156,83 \text{ м}^3/\text{смена},$$

крупно и мелкозернистой асфальтобетонной смеси Камаз 65115:

$$P_{алз} = \frac{T \cdot q \cdot k_e}{\frac{2l_{cp}}{v} + t} = \frac{8 \cdot 15 \cdot 0,85}{\frac{2 \cdot 27,74}{40} + 0,2} = 64,55 \text{ м}^3/\text{смена},$$

Расчет 3

Расчёт производительности автогудронатора ДС-142Б при подвозке и розливе битума производим по формуле (6.1):

$$P_{алз} = \frac{T \cdot q \cdot k_e}{\frac{2l_{cp}}{v} + (t_1 + t_2) \cdot Q}, \text{ т/смена} \quad (6.1)$$

где T - продолжительность смены, 8 часов;

K - коэффициент внутрисменной загрузки, 0,85;

Q - грузоподъёмность цистерны, 7,5 тонны;

- средняя дальность возки, км;

t1 +t2 - нормы времени на наполнение и розлив 1 т битума (t1 = 0,14 ч, t2 = 0,19ч)

V - средняя скорость движения.

$$P_{бтв} = \frac{8 \cdot 7,5 \cdot 0,85}{\frac{2 \cdot 27,74}{30} + (0,14 + 0,19) \cdot 7,5} = 11,8 \text{ т/см.}$$

#### .4 Состав отряда по устройству дорожной одежды

На основании данных таблицы окончательно устанавливаем состав звеньев по устройству слоев дорожной одежды и устройству присыпных обочин. Состав отряда представим в виде таблицы 6.4.

Рядом с количеством машин в скобках указаны коэффициенты загрузки машин в смену. В целях наиболее полного использования машин ряд машин может работать в нескольких звеньях, перемещаясь с одной захватки на другую.

Таблица 6.4 Состав отряда для устройства конструктивных слоев

### дорожной одежды на одну смену

Наименование машин	Количество машин и коэффициент	Квалификация рабочих	Количество рабочих
Автосамосвал Volvo FM400			
Подвозка щебеночной смеси С-4	10(0,99)	водитель 3 класса	10
Подвозка песка для обочин	10(0,71)	водитель 3 класса	10
Подвозка щебеночной смеси с 50% асфальтогранулобетона для укрепления обочин	11(0,98)	водитель 3 класса	11
ГС-14.03			
Планировка верха земляного полотна, разравнивание и планирование щебеночной смеси на обочинах, планирование откосов	1(0,78)	машинист 6 разряда	1
Разравнивание и профилирование щебеночной смеси на основании, разравнивании и профилирование песка	1(0,69)	машинист 6 разряда	1
Поливомоечная машина КО-823			
Увлажнение щебеночной смеси,	1(0,5)	водитель 3 класса	1
Увлажнение песка	2(0,66)	водитель 3 класса	2
Увлажнение щебня с гранулобетоном для обочин	1(0,77)	водитель 3 класса	1

Окончание таблицы 6.4

Наименование машин	Количество машин и коэффициент	Квалификация рабочих	Количество рабочих
Каток ДУ 31-А			
Доуплотнение верха зем. полотна	1(0,45)	машинист 6 разряда	1
Уплотнение песка на обочинах	1(0,67)	машинист 6 разряда	1
Автогудронатор ДС-142Б			
Подвозка и розлив битума на нижнем слое покрытия	1(0,15)	водитель 3 класса	1
Подвозка и розлив битума на нижнем слое покрытия	1(0,25)	водитель 3 класса	1
Подвозка и розлив битума на верхнем слое покрытия	1(0,2)	водитель 3 класса	1
Асфальтоукладчик DYNAPAC F16-6W			
Укладка и разравнивание асфальтобетонной смеси на выравнивающем слое, на нижнем слое покрытия, щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси на верхнем слое	1(0,27+0,27+0,27)	машинист 6 разряда асфальтобетонщики: 5 разряда 4 разряда 3 разряда 2 разряда 1 разряда	1 1 1 3 1 1
Каток Дунарас-СG223HF			
Уплотнение щебеночной смеси на основании	1(0,19)	машинист 6 разряда	1
Подкатка асфальтобетонной смеси для устройства трехслойного асфальтобетонного покрытия	1(0,19+0,25+0,25)	машинист 6 разряда	1
Каток Дунарас-СC424HF			
Укатка асфальтобетонной смеси при	1(0,11+0,15+0,15)	машинист 6 разряда	1

устройстве трехслойного асфальтобетонного покрытия	)		
Гидросялка на базе поливомоечной машины КО-823			
Укрепление откосов	2(0,54)	машинист 4 разряда помощник машиниста 3разряда	1 1

## 6.5 Расчет транспортных средств

Таблица 6.5 Расчет транспортных средств по обеспечению участка дороги материалами

Наименование материалов	Показатели	Ед. изм.	Километры							
			1	2	3	4	5	6	7	7,3
Щебеночная смесь С4 для основания	Потребность на км	м3	1793,5							
	Дальность возки	км	24,59	25,59	26,59	27,59	28,59	29,59	30,59	31,24
	Производительность	м3/км	66,05	63,84	61,77	59,82	57,96	56,24	54,61	53,6
	Требуется на км	шт	27	28	29	30	31	32	33	11
Песок для досыпки обочин	Потребность на км	м3	3353,84							
	Дальность возки	км	5,95	6,95	7,95	8,95	9,95	10,95	11,95	12,95
	Производительность	м3/см	213,6	194,2	177,8	164,1	152,4	142,23	133,3	125,4
	Требуется на км	шт	16	17	19	21	22	24	25	8
М/з а/б смесь	Потребность на км	т	516,8							
	Дальность возки	км	24,59	25,59	26,59	27,59	28,59	29,59	30,59	31,24
	Производительность	т/см	118,9	114,9	111,2	107,6	104,3	101,2	98,29	96,48
	Требуется на км	шт	5	5	5	5	5	6	6	2
К/з а/б смесь	Потребность на км	т	2148,2							
	Дальность возки	км	24,59	25,59	26,59	27,59	28,59	29,59	30,59	31,24
	Производительность	т/см	118,9	114,9	111,2	107,6	104,3	101,2	98,29	96,48
	Требуется на км	шт	18	19	20	20	21	22	22	7
Щебёночно-мастичная а/б смесь	Потребность на км	т	1078,2							
	Дальность возки	км	24,59	25,59	26,59	27,59	28,59	29,59	30,59	31,24
	Производительность	т/см	118,9	114,9	111,2	107,6	104,3	101,2	98,29	96,48

					2					
	Требуется на км	шт	10	10	10	10	11	11	11	4
Щебеночная смесь с асфальтогранулобетоном	Потребность на км	м3	1960							
	Дальность возки	км	24,59	25,59	26,59	27,59	28,59	29,59	30,59	31,24
	Производительность	м3/км	66,05	63,84	61,77	59,82	57,96	56,24	54,61	53,6
	Требуется на км	шт	29	30	31	32	33	34	35	11

## 7. Укрепительные работы

Укрепление откосов земляного полотна в данном проекте ведется гидропосевом многолетних трав гидросеялкой с цистерной вместимостью 7,5 т, смонтированной на базе поливомоечной машины КО-823.

В состав работ входят:

подсыпка земли с удобрениями,

посев многолетних трав с разравниванием грунта после посева,

полив посевов при помощи поливочной машины

Рабочую смесь готовят на специально оборудованной базе оператор и дорожный рабочий в следующем порядке: сначала загружают в цистерну гидросеялки сухие компоненты смеси, отдозированные по массе, затем закачивают в цистерну насосом жидкие компоненты.

Рабочую смесь наносят на откос при включенной системе перемешивания равномерно по всей площади захватки за три прохода гидросеялки. Расход смеси на 1 м<sup>2</sup> поверхности откоса составляет 5л.

Скорость движения гидросеялки 4 км/ч. Работы по укреплению откосов ведет механизированный отряд. Площадь укрепления откосов 119428 м<sup>2</sup>. Состав специализированного отряда по укреплению земляного полотна гидропосевом трав приведен в таблице 7.1.

Зная необходимое количество отрядов-смен на 1000м, определим, сколько отрядов-смен потребуется на весь объем. Таким же образом определим потребное количество материалов[12].

Таблица 7.1 Состав специализированного отряда по укреплению откосов земляного полотна посевом трав

Наименование	Единица	Кол-во на 1000м <sup>2</sup>	Отрядов-смен на 1000м <sup>2</sup>	Кол-во на весь объем	Отрядов-смен на весь объем
Дорожные машины					
Гидросеялка ДЭ-16	шт.	1		1	
Кран "Пионер"	шт.	1		1	
Виброшток	шт.	1		1	
Емкость для битумной эмульсии	шт.	1		1	
			0,21		24
Материалы					
Вода	л	4000		477712	
Битумная эмульсия	л	1000		119428	
Минеральные удобрения	кг	110,4		13184,8	
Семена многолетних трав	кг	20,2		2412,44	
Опилки, солома	м <sup>3</sup>	2,56		305,73	
Водители дорожных машин и мотористы	чел.	2			

Укрепительные работы ведутся 25 смен.

## 8. Обустройство автомобильной дороги

### Дорожные знаки

Установка дорожных знаков выполнена в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52289-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств»[19].

Дорожные знаки соответствуют III типоразмеру и устанавливаются в соответствии со «Схемой расположения технических средств организации дорожного движения», проектом предусматривается установка 190 дорожных знаков, из них 19 индивидуальных.

Стойки дорожных знаков приняты по типовому проекту 3.503.9-80 «Опоры дорожных знаков на автомобильных дорогах» выпуск 1.

Знаки устанавливаются на присыпные бермы на фундаментах, а так же на кронштейнах прикрепленных к опоре освещения. Стойки дорожных знаков в проекте приняты СКМ 3.30, СКМ 3.35, СКМ 3.40, СКМ 3.45, СКМ 4.35, СКМ 4.40, СКМ 4.45, СКМ 4.50, СКМ 4.55, СКМ 5.45, СКМ 7.65 (оцинкованные) - 164 шт. Информационные знаки индивидуального проектирования устанавливаются на двух или трех стойках (смотри ведомость установки знаков), схема установки показана на чертеже «Установка дорожных знаков. Установка сигнальных столбиков. Разметка сигнальных столбиков». При установке на одну стойку нескольких знаков предпочтительнее располагать дорожные знаки по горизонтали, кроме знаков дополнительной информации (табличек), которые располагаются под соответствующими знаками.

Дорожные знаки, по своим световозвращающим свойствам и геометрическим параметрам, соответствуют требованиям ГОСТ Р 52289-2004

«Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования» и ГОСТ Р 52290-2004 «Знаки дорожные. Общие технические условия» выполняются с покрытием высокоинтенсивной пленкой типа Б.

Таблица 8.1

Состав специализированного отряда для установки дорожных знаков

Состав отряда	Единица измерения	Количество
Машины Бурильно-крановая машина БКГМ-66-3 Электротрамбовка С-690 Электростанция ЖЭС-4.5 Автокран КС-2561 Д Автомобиль ЗиЛ-130 с двухосным прицепом Личный состав Дорожные рабочие Машинисты дорожных машин	шт шт. шт. шт. шт. чел. чел.	1 2 1 1 1 10 2

Нормы расхода на:

шт сигнальных столбиков - 5 чел/дн ( 0.5 маш/см )

шт дорожных знаков - 10 чел/дн ( 1.5 маш/см )

м барьерных ограждений - 6 чел/дн (0,7 маш/см)

В нашем случае необходимо установить 190 дорожных знаков, 418 сигнальных столбиков и 3116 м барьерных ограждений. Определим количество отрядо-смен, требуемых для выполнения работ:

$$x1.5/100 + 418x0.5/100 + 3116x0,7/100 = 26,75 \text{отр/см.}$$

Требуемое количество рабочих:

$$(190x10/100 + 418x5/100 + 3116x6/100) / 26,75 = 9 \text{ человек}$$

Дорожные ограждения и направляющие устройства

Оцинкованные дорожные ограждения запроектированы в соответствии с требованиями: - ГОСТ Р 52289-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств»;

ЗАО «ТОЧИНВЕСТ» ТУ 5216-007-44884945-2006 с учетом дополнений №1 к ТУ.

Приняты барьерные ограждения с удерживающей способностью  $У2=190\text{кДж}$  с шагом стоек - 3м,  $У3=250\text{кДж}$  с шагом стоек - 2м,  $У4$  с шагом стоек - 1,5м. Удерживающая способность барьерных ограждений принята по ГОСТ Р 52289-2004, п. 8.1.5, таблица 12 и таблица 13, с учетом сложности дорожных условий на участке. Проектом предусматривается устройство 3116,8 п.м. барьерных ограждений, из них: 729,2 п.м. удерживающей способностью  $У4$ ; 979,12 п.м. удерживающей способностью  $У3$ ; 1408,4 п.м. удерживающей способностью  $У2$ . Обоснования установки барьерных ограждений по участкам подробно приведены в «Ведомости устройства барьерных ограждений по основной дороге».

Сигнальные пластиковые столбики должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 50970-96[20]. «Технические средства организации дорожного движения. Столбики сигнальные дорожные. Общие технические требования. Правила применения» и ГОСТ Р 50971-96 «Технические средства организации дорожного движения. Световозвращатели дорожные. Общие технические требования. Правила применения», проектом предусматривается установка 418 шт. сигнальных столбиков.

#### Дорожная разметка

Горизонтальная и вертикальная разметка запроектирована в соответствии с требованиями: ГОСТ Р 51256-99 «Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Типы, основные параметры. Общие технические требования»[21].

Вся горизонтальная линейная и нелинейная разметка устраивается термопластиком - 5753,9 м<sup>2</sup>. Вертикальная разметка 2.7 выполняется краской -64 м<sup>2</sup>.