Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный институт
Кафедра: Автомобильные дороги и городские сооружения

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В. В. Серватинский
подпись
«21» 06 2017 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На тему: Проект реконструкции участка автомобильной дороги в г. Кемерово, Кемеровской области

08.03.01 «Строительство»
08.03.01.0015 «Автомобильные дороги»

Руководитель	_____ подпись, дата	профессор, к.т.н. должность, ученая степень	В. И. Жуков инициалы, фамилия
Выпускник	_____ подпись, дата		К. И. Мочалов инициалы, фамилия

Красноярск 2017

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт
Кафедра: Автомобильные дороги и городские сооружения

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.В. Серватинский
подпись
«____» _____ 20 __ г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

Студенту Мочалову Кириллу Игоревичу

Группа ДС 13-12 Направление (специальность) 08.03.01.00.15 «Автомобильные дороги»

Тема выпускной квалификационной работы: Реконструкция автомобильной дороги в г. Кемерово, Кемеровской области.

Утверждена приказом по университету № 6962 от 30.05.17.

Руководитель ВКР В.И. Жуков, профессор кафедры автомобильных дорог и городских сооружений, ИСИ СФУ.

Исходные данные для ВКР: план и продольный профиль существующей дороги, интенсивность движения, район проектирования, климатические данные.

Перечень разделов ВКР: природные условия, анализ существующей дороги, реконструкция дороги, обустройство дороги, деталь, соображения по организации реконструкции.

Перечень графического материала: план, комплексная оценка безопасности движения дороги до и после реконструкции, детальный продольный профиль реконструируемой дороги, типы поперечных профилей, график распределения земляных масс и полоса отвода, варианты дорожной одежды, детальное проектирование, линейно-календарный график.

Руководитель ВКР _____ В. И. Жуков
подпись

Задание принял к исполнению _____ К. И. Мочалов
подпись

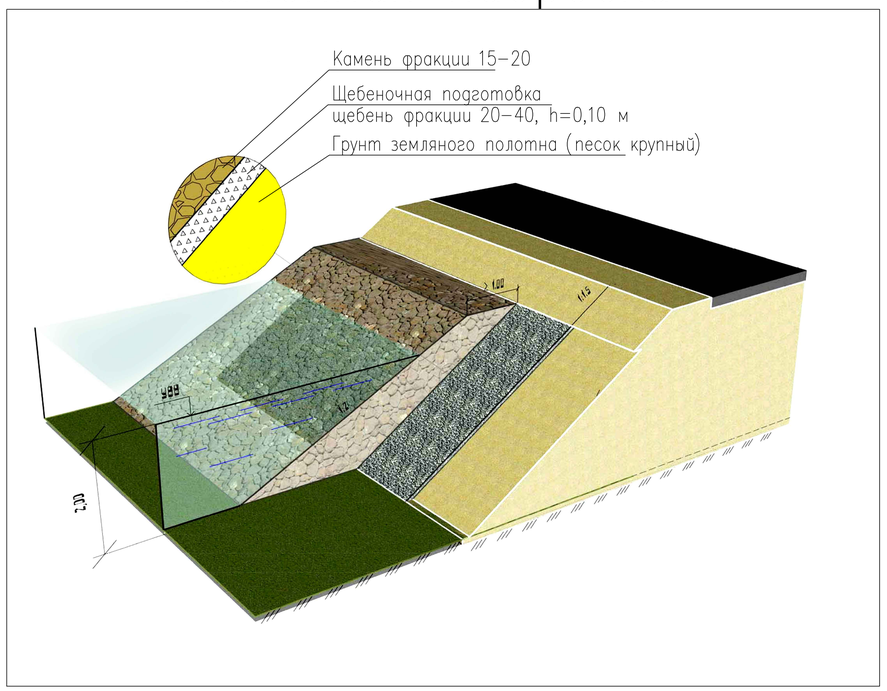
« 1 » февраля 2017 г.

График распределения земляных масс М1:10000

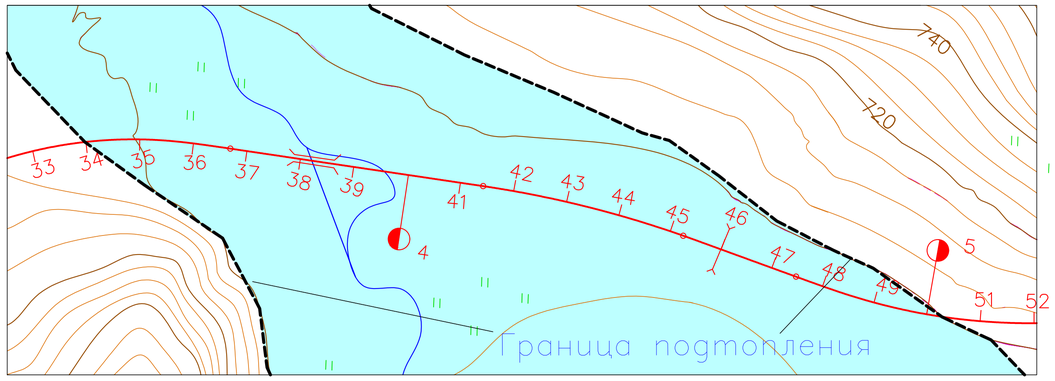
| | | |

УКРЕПЛЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА НА ПОДТОПЛЯЕМЫХ УЧАСТКАХ

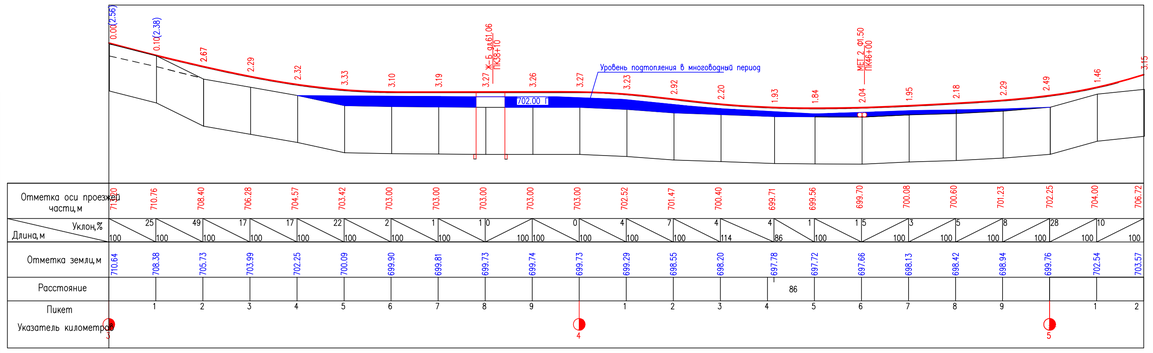
Каменная наброска



План трассы



Продольный профиль



Одерновка сплошным покровом

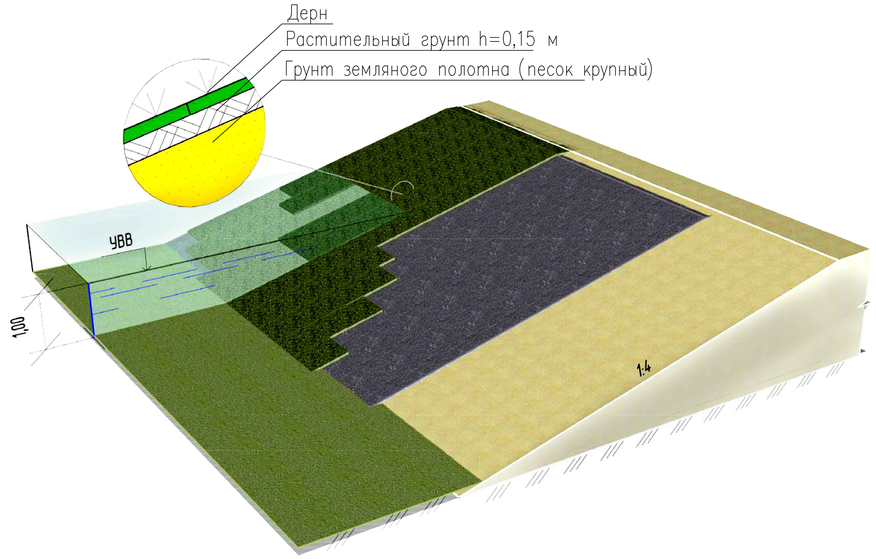


Схема укладки дернин

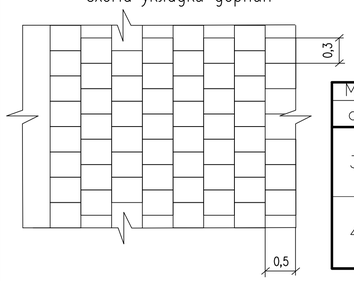


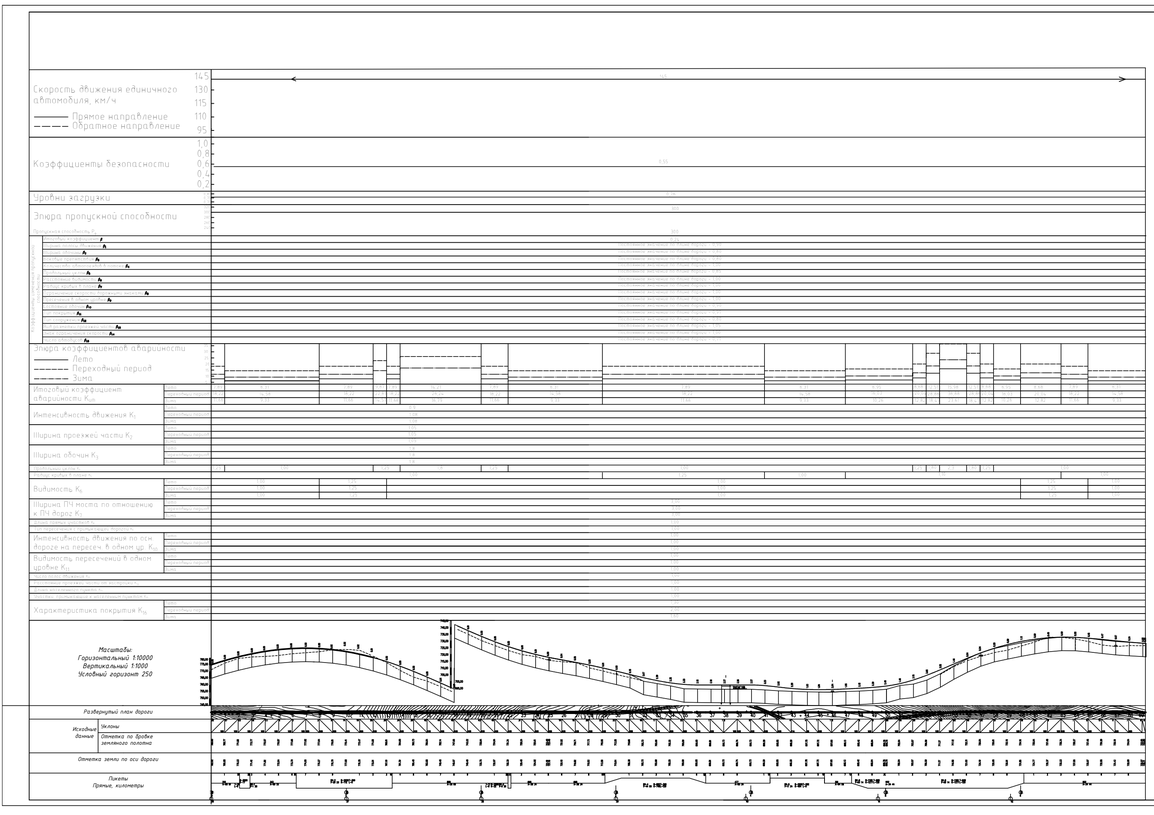
Таблица объемов работ

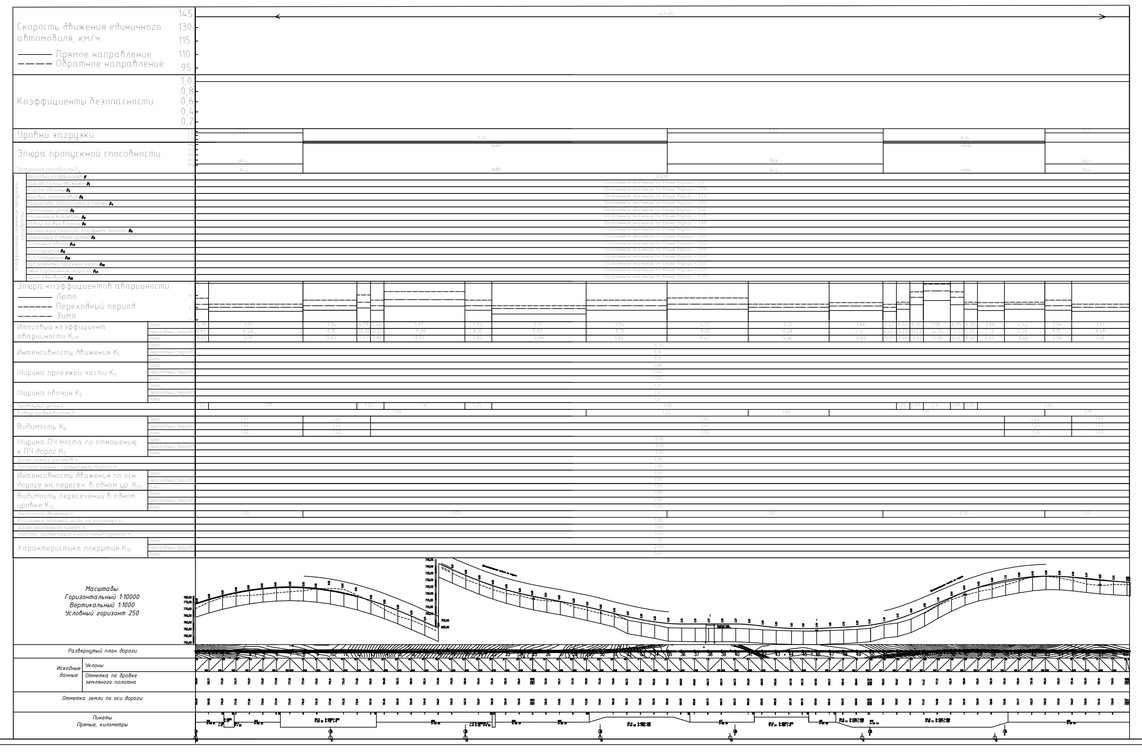
Местоположение от ПК	Местоположение до ПК	Протяженность участка	Тип укрепления	Расход материалов: Материалы укрепления	Расход материалов: Объем
34+00	42+00	800 м	Каменная наброска	1. Камень фракции 15–20 см	3432 м3
				2. Щебень фракции 20–40 см	374,97 м3
42+00	50+00	800 м	Одерновка сплошным покровом	1. Штучный дерн 0,3х0,5 м, h=0,8–0,9 м	6056 м2
				2. Растительный грунт	1471 м3

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР - 08.03.01.0015 - 2017
Разраб.		Мочалов К. В.				Сибирский Федеральный университет Инженерно-строительный институт
Пров.		Жуков В.И.				Реконструкция участка автомобильной дороги IV категории в Кемеровской области
Зав. кафед.		Серватинский В.И.				Укрепление откосов земляного полотна на подтопляемых участках

Стадия	Лист	Листов
У	7	7

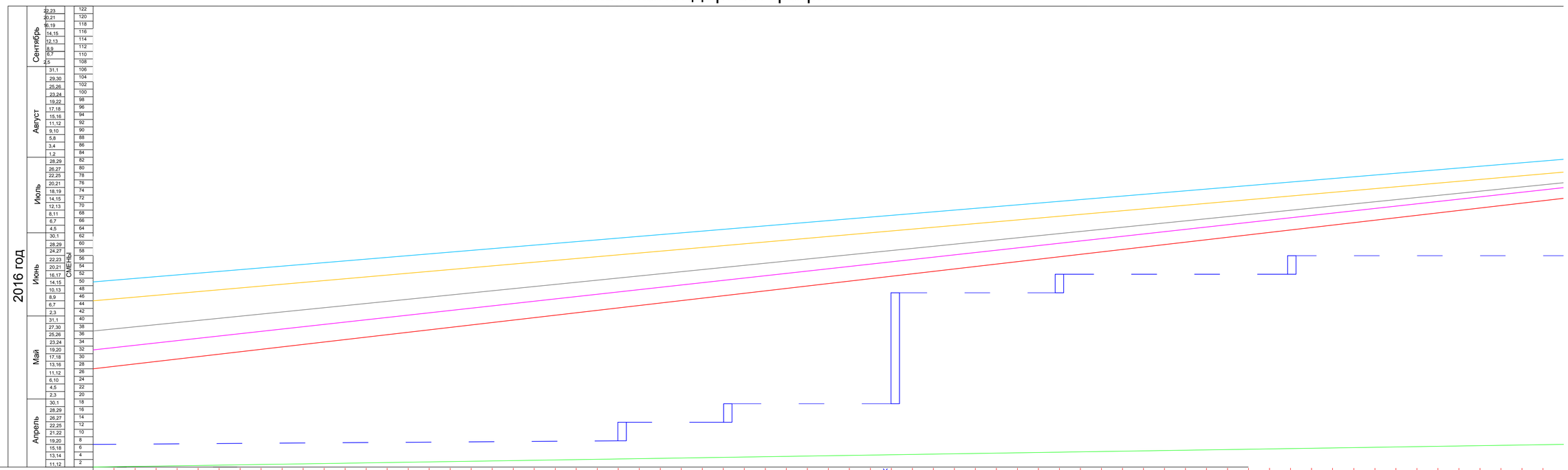
Кафедра АДиГС





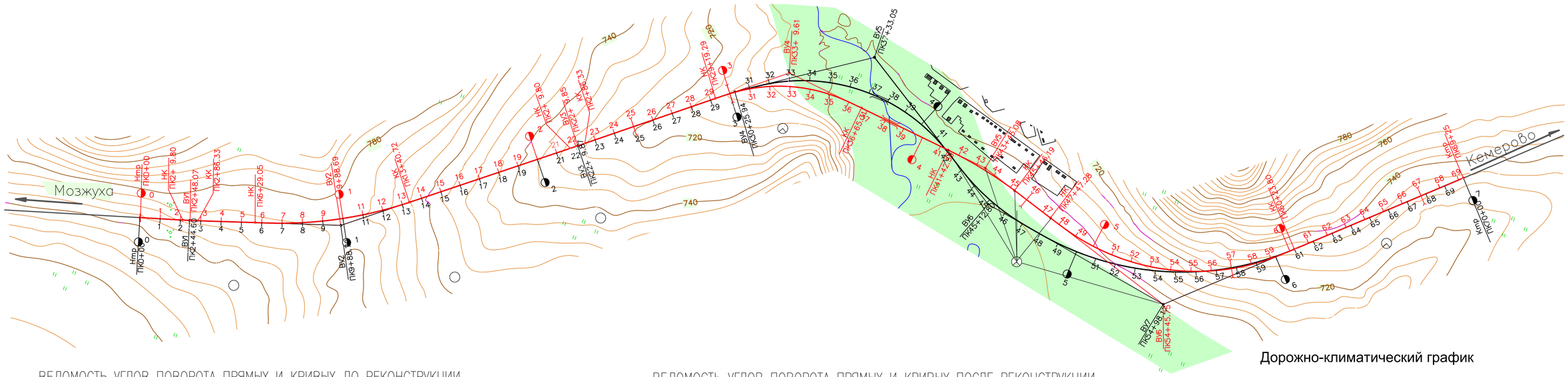
					ВКР – 08.03.01.0015 – 2017	
Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подпись	Дата	Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт
Разраб.	Ищенко К.А.					Реконструкция участка автомобильной дороги IV категории в Красноярске
Пров.	Жданов В.В.					Стадия	Лист	Листов
						Р	6	7
						Комплексная оценка безопасности на проектируемых вариантах дороги
Н.контр.	Ананьина О.В.					

Линейный календарный график



Схематический план трассы			
Километры			
Подготовительные работы	Объём работ		V=18640,2
	Кол-во смен работы отряда		Ксм=6
Искусственные сооружения	Характеристика		d=1,5м L=16,66м; d=1,5м L=17,68м; L=61,05м; d=1,5м L=16,12м; d=1,5м L=17,83м
	Кол-во смен работы отряда		Ксм=5; Ксм=5; Ксм=30; Ксм=5; Ксм=5
Земляные работы	Объём работ		V=115346
	Кол-во смен работы отряда		Ксм=46
Устройство дорожной одежды	Устройство песчаного слоя основания	Объём работ	V=23520 м3
		Кол-во смен работы отряда	Ксм=28
	Устройство щебеночного слоя основания	Объём работ	V=12600 м3
		Кол-во смен работы отряда	Ксм=15
	Устройство слоя основания из черного щебня	Объём работ	V=6720 м3
		Кол-во смен работы отряда	Ксм=8
	Устройство асфальтобетонного слоя покрытия	Объём работ	V=49000 м2
			Ксм=4
Обустройство	Объём работ		V=?
	Кол-во смен работы отряда		Ксм=7

					ВКР 08.03.01.0015 - 2017
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	Сибирский Федеральный университет Инженерно-строительный институт
Разраб.		Мочалов К.И.			Линейно-календарный график
Проверил		Жуков В.И.			Стадия: У; Лист: 6; Листов: 7
					Технология и организация строительства автомобильных дорог
Зав. кафед.		Серватинский В.В.			АДиГС



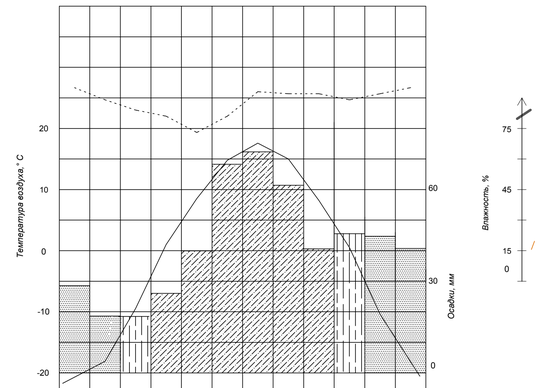
ВЕДОМОСТЬ УГЛОВ ПОВОРОТА ПРЯМЫХ И КРИВЫХ ДО РЕКОНСТРУКЦИИ

Точка	Положение вершины угла			Величина угла поворота		Радиус, м	Элементы кривой, м						Положение переходных кривых								Расстояние между вершинами углов,м	Длина Прямой, м
													Начало		Конец		Начало		Конец			
	КМ	ПК	+	влево	вправо		тангенс	тангенс	переходные кривые		круго-вая кривая	бис-сек-трисса	ПК	+	ПК	+	ПК	+	ПК	+		
НТ	0	0	00																			
																					244,60	205,33
ВУ1	0	2	44,60	1,30°		3000	39,37	39,37	0	0	181,96	2,06	2	5,33	2	5,33	2	83,87	2	83,87		
																					744,10	345,27
ВУ2	0	9	88,70	20,23°		2000	359,56	359,56	0	0	203,86	1,90	6	29,14	6	29,14	13	40,65	13	40,65		
																					1228,77	755,77
ВУ3	2	2	9,87	0,26°		30000	113,45	113,45	0	0	379,20	8,20	20	96,42	20	96,42	23	23,31	23	23,31		
																					816,08	612,71
ВУ4	3	0	25,94		5,09°	1000	89,92	89,92	89,88	89,88	201,22	2,52	30	25,90	30	25,90	30	25,90	30	25,90		
																					707,19	0,22
ВУ5	3	7	33,05		66,05°	900	617,05	617,05	62,00	62,00	340,5	6,54	31	78,00	31	78,00	41	25,04	41	25,04		
																					913,05	0,00
ВУ6	4	5	12,80	22,32°		1100	267,76	267,76	97,00	97,00	357,41	6,96	43	42,04	43	42,04	46	76,15	46	76,15		
																					991,17	0,07
ВУ7	5	4	98,17	52,33°		1400	721,95	741,07	0	0	45,85	0,11	48	37,21	48	37,21	60	40,75	60	40,75		
																					1600,32	859,25
КТ	7	0	00																			

ВЕДОМОСТЬ УГЛОВ ПОВОРОТА ПРЯМЫХ И КРИВЫХ ПОСЛЕ РЕКОНСТРУКЦИИ

Точка	Положение вершины угла			Величина угла поворота		Радиус, м	Элементы кривой, м						Положение переходных кривых								Расстояние между вершинами углов,м	Длина Прямой, м
													Начало		Конец		Начало		Конец			
	КМ	ПК	+	влево	вправо		тангенс	тангенс	переходные кривые		круго-вая кривая	бис-сек-трисса	ПК	+	ПК	+	ПК	+	ПК	+		
НТ	0	0	00																			
																					248,07	209,80
ВУ1	0	2	48,07	1,28°		3000	38,27	38,27	0	0	76,53	0,24	2	9,80	2	9,80	2	86,33	2	86,33		
																					740,62	342,72
ВУ2	0	9	88,69	20,23°		2000	359,64	359,64	0	0	203,86	1,90	6	29,05	6	29,05	13	40,72	13	40,72		
																					1228,77	698,23
ВУ3	2	2	9,85	0,26°		3000	11,21	11,21	0	0	22,41	0,02	21	98,64	21	98,64	22	21,06	22	21,06		
																					1099,76	477,27
ВУ4	3	3	9,61		44,50°	800	390,33	390,33	120	120	746,03	66,21	29	19,29	30	39,29	35	45,31	36	65,31		
																					1070,09	201,08
ВУ5	4	3	45,08		11,34°	2000	202,49	202,49	0	0	403,61	10,22	41	42,59	41	42,59	45	46,19	45	46,19		
																					1102,05	901,53
ВУ6	5	4	45,75	60,14°		1100	698,47	698,47	120	120	1276,52	172,34	47	47,28	48	67,28	59	3,80	60	23,80		
																					1600,00	98,60
КТ	6	9	25,33																			

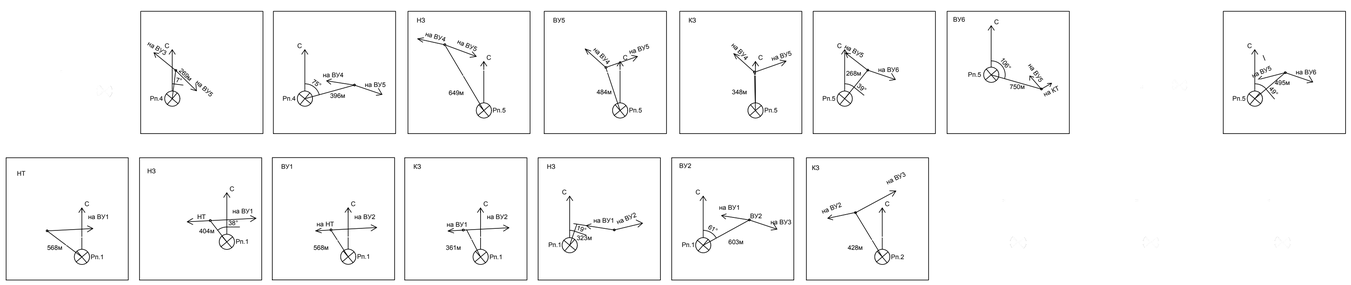
Дорожно-климатический график

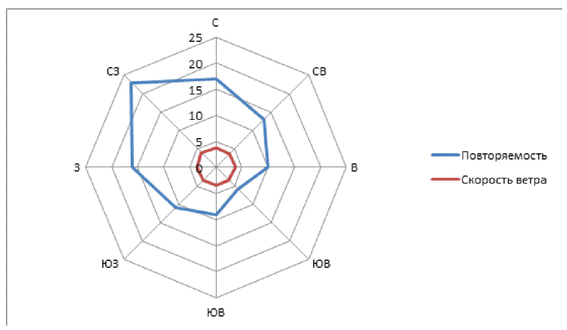


Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Осадки, мм	28	19	19	26	40	68	72	62	41	45	44	41
Температура, °С	-23,6	-20,4	-11,5	0,4	8,8	15,6	18,4	15,5	8,4	-0,6	-13,0	-21,3
Владность,%	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71
Ветер												

— Снеговые осадки; — Смешанные; — Дождевые;

— температура; — влажность.





Повторяемость и скорость ветра июль

Повторяемость и скорость ветра январь

Изм.	Кол.уч	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР – 08.03.01.0015 – 2017			
						Сибирский Федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Разраб.		Мочалов К.И.				Реконструкция участка автомобильной дороги IV категории в Кемеровской области	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Жуков В.И.					У	1	7
						План трассы, ведомость углов поворота, привязка трассы, роза ветров, ДКГ	Кафедра АДиГС		
Зав. кафед.		Серебатинский В.В.							

СОДЕРЖАНИЕ

Введение……..…… 4
1 Природные условия района проектирования……..……. 5
1.1 Климат……. 5
1.2 Рельеф……..…… 7
1.3 Растительность и почвы…….. 7
1.4 Инженерно – геологические условия……..... 7
1.5 Сведения о наличии дорожно-строительных материалов ……..……... 8
1.6. Заключение по природным условиям района проектирования…….. 8
2 Анализ существующей дороги…… 8
2.1 План трассы…….. 8
2.2 Земляное полотно…… 9
2.3 Искусственные сооружения…… 9
2.4 Дорожная одежда……. 10
2.5 Обустройство дороги.....…… 10
2.6 Комплексная оценка безопасности движения…… 10
2.6.1 Расчет скоростей движения……... 11
2.6.2 Оценка безопасности движения по графикам коэффициентов аварийности…… 12
2.6.3 Оценка по графикам коэффициента безопасности…….. 13
2.6.4 Оценка по пропускной способности……. 14
2.7.3 Заключение по комплексной оценке безопасности движения……... 15
3 Реконструкция дороги…….. 15
3.1 Определение категории дороги…….. 15
3.2 План трассы…….. 18
3.3 Продольный профиль…….. 19
3.3.1 Обоснование руководящих отметок и контрольных точек…… 20
3.3.2 Описание проектной линии……... 22
3.4 Поперечный профиль…….. 22
3.5 Дорожный водоотвод……... 23
3.6 Расчет дорожной одежды ……..……. 24
3.6.1 Расчет первого варианта дорожной одежды…… 26
3.6.1.1 Расчет дорожной одежды по упругому прогибу…… 26
3.6.1.2 Расчет конструкции на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе……. 28
3.6.1.3 Расчет на активное сопротивление сдвигу в грунте земляного полотна……... 31
3.6.2 Расчет второго варианта дорожной одежды…… 32
3.6.2.1 Расчет дорожной одежды по упругому прогибу…… 32
3.6.2.2 Расчет конструкции на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе…….. 34

3.6.2.3 Расчет на активное сопротивление сдвигу в грунте земляного полотна……... 36
3.7 Искусственные сооружения…… 37
3.8 Комплексная оценка безопасности движения……... 37
3.9 Подсчет объема земляных работ……..…... 38
3.10 Полоса отвода……..……... 38
4 Обустройство дороги…… 39
5 Укрепление откосов на подтопляемых участках……..…….. 40
6 Соображения по организации реконструкции……... 43
Заключение……... 44
Список использованных источников……. 45
Приложение А Локальная смета на устройство первого варианта дорожной одежды……..... 47
Приложение Б Локальная смета на устройство второго варианта дорожной одежды……..... 50

ВВЕДЕНИЕ

Современная автомобильная дорога представляет собой комплекс сложных инженерных сооружений, обеспечивающий движение транспортного потока с высокими скоростями и необходимую безопасность и комфортабельность движения. Автомобильные дороги должны проектироваться и строиться таким образом, чтобы автомобили могли полностью реализовать свои динамические качества при нормальном режиме работы двигателей.

Дороги подвержены активному воздействию многочисленных природных и климатических факторов (снежным заносам, увлажнению выпадающими осадками, поверхностными и грунтовыми водами и др.). Эти особенности функционирования автомобильных дорог обязательно должны быть учтены при нанесении проектной линии продольного профиля (назначение руководящих рабочих отметок, контрольных отметок водопропускных сооружений) и земляного полотна.

При проектировании автомобильной дороги необходимо в совершенстве владеть приемами оптимального выбора трассы на местности и сбора данных, необходимых для обоснования проектных решений, уметь рассчитывать технические нормативы дороги, обеспечивающие удобство и безопасность грузовых и пассажирских автомобильных перевозок.

Многообразие природных условий Российской Федерации не допускает использования типовых проектов и трафаретных решений. Поэтому от проектировщиков прежде всего требуются творческий подход к проектированию автомобильных дорог, умение находить технически правильные и экономически целесообразные инженерные решения.

Автодорога Кемерово - Подъяково, участок км 36+00 – км 43+00 Кемеровоской области. Её основным назначением является обслуживание местных транспортных связей между прилегающими к автомобильной дороге населенными пунктамии железнодорожными станциями, а также для связи с автомобильными дорогами федерального значения Р-255 «Сибирь». Цель данного проекта – увеличить пропускную способность участка дороги, уменьшить аварийность.

1 Природные условия района проектирования

1.1 Климат

Кемеровская область входит во II дорожно-климатическую зону согласно классификации по СП 34.13330.2012 [1].

Климатическая характеристика района проводится по СП 131.13330.2012 [2]. Необходимые для расчетов и проектирования дороги данные приведены в ведомости климатических показателей (таблица 1) и среднестатистические данные (таблицы 2-4).

Таблица 1 - Ведомость климатических показателей

№п/п	Наименование показателей	Ед. изм.	Величина
1	Абсолютная температура воздуха -минимальная -максимальная	℃	-48 +37
2	Средняя температура наружного воздуха холодной пятидневки 0,98 0,92	℃	-39 -37
3	Преобладающее направление ветра: декабрь-февраль июнь-август		З СЗ
4	Максимальное из средних скоростей ветра по румбам за январь	м/с	5,1
5	Минимальное из средних скоростей ветра по румбам за июль	м/с	3,7
6	Среднемесячная относительная влажность воздуха: -наиболее холодного месяца -наиболее теплого месяца	%	80 68
7	Количество осадков за: -ноябрь-март -апрель-октябрь	м	151 268
8	Расчётная толщина снежного покрова обеспеченностью 5%	м	0,31
9	Глубина промерзания	м	2,5

Таблица 2 - Среднемесячная температура воздуха

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Темп, ℃	-23,6	-20,4	-11,5	0,4	8,8	15,6	18,4	15,5	8,4	-0,6	-13,0	-21,3

Таблица 3 - Повторяемость и скорость ветра за январь

Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Повторяемость,%	4	6	14	10	15	27	12	7
Скорость, м/с	2,8	2,8	4,4	4,4	4,7	5,1	4,5	4

Таблица 4 - Повторяемость и скорость ветра за июль

Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Повторяемость,%	6	9	11	16	23	17	13	10
Скорость, м/с	3,7	3,6	3,7	3,5	3,5	3,5	3,6	3,9

По таблицам 3 и 4 строим розы ветров и дорожно-климатический график (представлен на первом листе графической части).

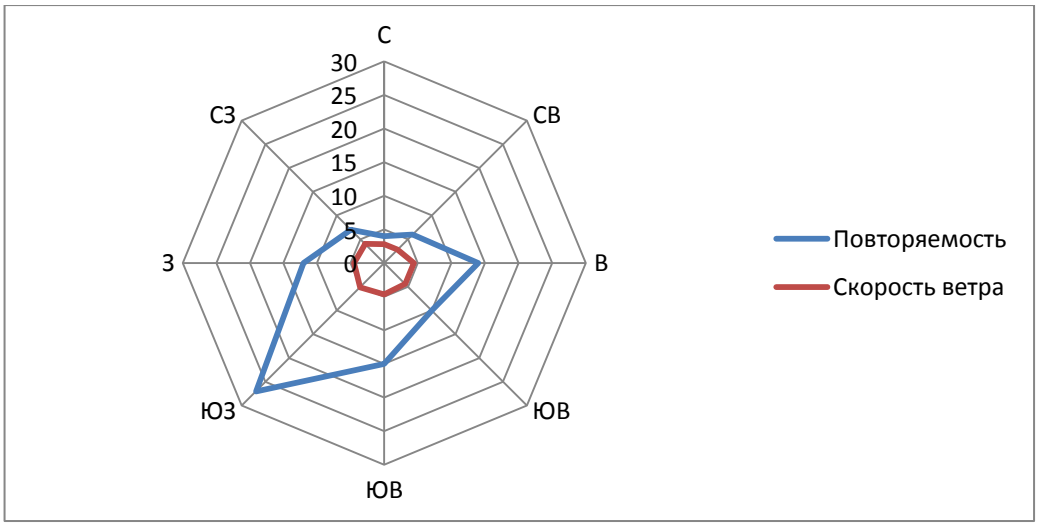


Рисунок 1 – Роза ветров за январь

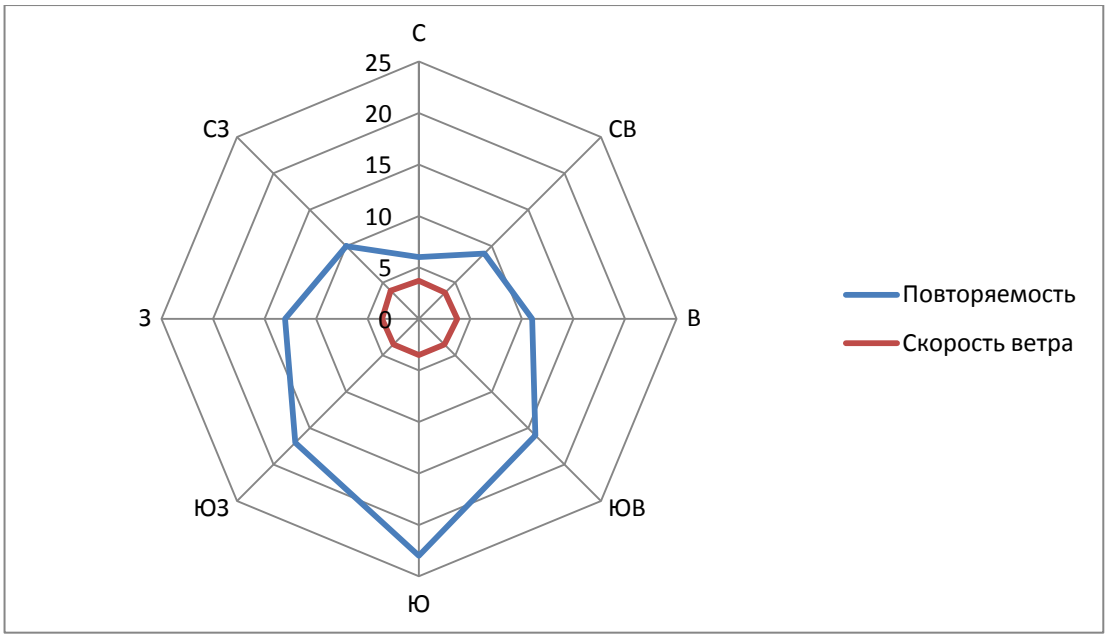


Рисунок 2 – Роза ветров за июль

1.2 Рельеф

Ось трассы пересекает южные отроги хребта, межгорные впадины, долины рек и падей., выраженные в рельефе довольно высокими сопками с относительными перепадами высот до 250 м с абсолютными отметками 750 – 1000 м, со склонами крутизной до 30^0, средне и сильно расчленённым рельефом, с гребневидными водоразделами.

Проектируемый участок реконструкции автомобильной дороги протяженностью 7 км, по условиям увлажнения местности относится к I типу местности (сухие места), за исключением ПК35-ПК50 и ПК67, которые относятся II.

Самая высокая абсолютная отметка земли вдоль трассы дороги 774 м, далее наблюдается понижение рельефа, самая низкая абсолютная отметка земли 697,60 м. Наибольший продольный уклон 65 ‰.

.

1.3 Растительность и почвы

Лесные ресурсы области распространены неравномерно. В частности, для степной зоны характерно практически полное отсутствие какой-либо лесной растительности. На берегах степных озер расположены рощи из березы, осины, серебряного тополя и тальника, там же растет шиповник, черника и малина. В 2—3 раза больше территории занято лесами в лесостепной зоне (в среднем 15—25%) по сравнению с югом области. Лесостепная зона характеризуется как степями, так и лесной растительностью.

В целом, геологическое строение района работ не является особо сложным. Пониженные части рельефа заняты нерасчлененными четвертичными отложениями среднего и верхнего отделов (Q_{2-3}), в основном озерного и аллювиального генезиса, представленные озерными суглинками и аллювием II и III надпойменных террас реки р.Балахонка , состоящих из супесей и песков с прослоями суглинков.

В геологическом строении участка реконструкции принимают участие аллювиально-делювиальные и делювиально-элювиальные отложения четвертичного возраста, подстилаемые палеозойскими скальными образованиями различной степени прочности и трещиноватости, в основном сланцами от малопрочных до прочных, трещиноватых и сильнотрещиноватых.

1.4 Инженерно-геологические условия

Территории Кемеровской области связана с особенностями геологического строения Западно-Сибирской равнины, в основании которой на глубинах от нескольких сот метров до четырех километров и более лежит фундамент, сложенный древними магматическими (граниты, диабазы) и перекрывающими их метаморфическими (гнейсы, сланцы) толщами. В верхней части осадочного чехла имеются многочисленные месторождения различных видов глин и суглинков, строительных песков, торфа и мергелей.

Область богата водными источниками и относится к бассейну р. Томь, которая протекает по области с юго-востока на северо-запад. Это важная водная артерия и транспортная магистраль. Берега соленых озер лишены растительности, на дне некоторых из них сосредоточены запасы поваренной соли. В некоторых озерах встречается сапропель.

1.5 Сведения о наличии дорожно-строительных материалов

Лучшие строительные пески встречаются в руслах рек. Многочисленные острова, мели и береговые валы сложены тонкозернистыми до крупнозернистых речными песками, которые можно использовать в строительном деле.

1.6 Заключение по природным условиям района проектирования

В данном регионе климатические, инженерно-геологические условия и тип рельефа пригодны для строительства автомобильной дороги. Трасса проектируется во II дорожно-климатической зоне, что необходимо учесть при проектировании и подборе дорожно-строительных материалов для возведения тела насыпи и уплотнении. Сток воды при данном рельефе хорошо обеспечен. Вывод: проектирование трассы в данном районе возможно.

2 Анализ существующей дороги

Существующий участок автомобильной дороги относится к дорогам общего пользования. Общая протяженность участка трассы 7,0 км. Растительность вдоль трассы на всем протяжении участка представлена выгоном. Так же имеется участок проходящий через реку на находящийся на ПК 38+10 ПК38+70.

2.1 План трассы

Элементы плана трассы существующей дороги соответствуют параметрам для дорог IV категории. Длина существующего участка трассы составляет 7,0 км. Трасса имеет 7 углов поворота. Наибольший угол поворота 52,33° . Наибольший радиус кривой составляет 3000 м, наименьший 900 м.

С ПК35 по ПК49 трасса идет в обход села Старая Балахонка.

2.2. Земляное полотно

Продольный профиль существующей дороги соответствует параметрам для IV категории дорог. Наименьший радиус вогнутой кривой 8,5 тыс. м, выпуклой кривой 10 тыс. м. Наибольший продольный уклон 44 ‰. Наименьшая видимость составляет 210 м.

Рабочие отметки варьируются в пределах от -1,99 м до 3,74 м. С ПК10 по ПК12 ось проезжей части проходит ниже отметок земли. Наибольшая отметка оси проезжей части 778,35 м, наименьшая 697,39 м. Наблюдаются также 2 участка длинной более 1 км с уклоном более 30 ‰.

Технические показатели проектной линии для продольного профиля существующей автомобильной дороги частично не соответствуют IV категории автомобильной дороги по СП 34.13330.2012 [1]. Необходимо изменить проектную линию.

Поперечный профиль существующей дороги не соответствует параметрам для дорог IV категории. Заложение откосов 1:1,5 на всем протяжении трассы, что не соответствует пункту 7.27 СП 34.13330.2012 [1].

Параметры конструкции:

- ширина проезжей части (5,5-6,0 м);
- ширина обочин (1,5-2,0 м);
- уклон проезжей части (20 ‰);
- уклон обочин (40 ‰).

Геометрические параметры конструкции земляного полотна не соответствуют для IV категории автомобильной дороги по СП 34.13330.2012 [1]. Необходимо выполнить двухсторонне уширение земляного полотна, а также изменение заложения откосов.

С момента строительства элементы дорожного водоотвода подвергались разрушающим воздействиям эрозии и наносов, в результате чего кюветы в настоящее время не соответствуют заданным геометрическим парамет-

рам и заросло травой, что повлекло за собой размывы земляного полотна сточными водами.

Поверхностный водоотвод осуществляется за счет выпуклого очертания поверхности дороги. Поперечный водоотвод осуществляется с помощью искусственных сооружений.

2.3 Искусственные сооружения

На участке трассы встречаются следующие ИССО: Металлогофрированые трубы на ПК25+00, ПК49+00, ПК55+00, ПК68+00, а так же железобетонный мост на ПК36+54.

Водопропускные трубы одноочковые 3шт диаметром 1,5 м и одна 1м.

Основные технические нормативы существующего моста СНиП 2.05.03-84* для дорог IV технической категории:

габарит моста – Г-9.25в связи с расположением моста на кривой;

служебные проходы шириной 0.75 м

ширина проезжей части – 7.25 м;

ширина полос безопасности –2х1.0 м;

расчетная нагрузка – А14, Н14.

Общая длина моста 61.06 м при числовой схеме разбивки на пролеты 4х15.0 (в полных длинах).

В плане мост расположен на кривой R=900 м, в продольном профиле на горизонтальной площадке.

Существующие трубы находятся в хорошем состоянии и не требуют проведения ремонта или замены. Основные характеристики водопропускных труб представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Ведомость искусственных сооружений

№	ПК +	Наименование водотока	Тип и отверстие сооружения	Угол поворота к оси дороги,	Полная длина
1	25+00	лог	Круглая сборная ж/б d=1,5 м	90	15,95
2	30+00	лог	Круглая сборная ж/б d=1,5 м	90	19,76
3	36+54	река Балахонка	ж/б балочный мост на столбчатых опорах	70	61,06
4	46+00	лог	Круглая сборная ж/б d=1,5 м	90	16,12
5	47+00	лог	Круглая сборная ж/б d=1,5 м	90	17,83

2.4 Дорожная одежда

На всем протяжении существующая дорожная одежда переходного типа из щебеночно-песчаной смеси. Покрытие находится в неудовлетворительном состоянии. Толщина покрытия, почти на всем протяжении проектируемого участка не выдержана, колеблется от 5 до 7 см. Наблюдаются просадочные деформации проезжей части и обочин, колейность.

2.5 Обустройство дороги

На всем протяжении трассы отсутствуют ограждения и сигнальные столбики. Из дорожных знаков присутствует только знаки 6.3 «Километровый знак», расположенные через 1 км друг от друга.

2.6 Комплексная оценка безопасности движения

Комплексная оценка безопасности движения выполняется в соответствии с учебным пособием «Комплексная оценка безопасности движения и экологической обстановки при проектировании дорог» [4].

2.6.1 Расчет скоростей движения

Для оценки скорости движения при проектировании используем метод А.А. Бельского. Этот метод позволяет анализировать движение по продольному профилю, состоящему из круговых и прямых участков.

Данные для расчета:

1) Автомобиль ГАЗ-24 «Волга»;

2) Начальная максимальная скорость движения 145км/час;

3) Покрытие щебеночно-песчаное, коэффициент сопротивления качению f=0,025.

Расчетная скорость определяется по формуле

$$V = \sqrt{(V_o^2 - L) \cdot e^{-2nx} + L}, \qquad (2.6.1.1)$$

где L – параметр автомобиля, определяемый по таблице 1 приложения 1 учебного пособия [12] либо по формуле (2.6.1.2);

V_o - начальная максимальная скорость движения;

e^{-2nx} – числовое значение, определяемое по таблице 3 приложения 1 учебного пособия [12] в зависимости от автомобиля, расчетного расстояния и передачи.

$$L = \frac{1}{b}[a - G(f \mp i_1)], \qquad (2.6.1.2)$$

где a и b – параметры, характеризующие тип автомобиля и передачу, на которой осуществляется движение, принимаемый по таблице [12];

G – вес груженого автомобиля, 1915 кг;.

Расчет производится в прямом и обратном направлении трассы и сводится в таблицу 6.

Таблица 6 – Расчет скоростей движения на существующей дороге

№	X, м	Передача	i,‰	L	e^{-2nx}	Формула	Величина V_i		Примечание
							м/с	км/ч	км/ч
В прямом направлении									
1	1700	4	-0,007	2162,4	0,338	$\sqrt{(40{,}27^2 - 2162{,}4) \cdot 0{,}388 + 2162{,}4}$	44,19	159	145
На всем протяжении скорость постоянна							44,19	159	145
В обратном направлении									
На всем протяжении скорость постоянна							40,27	145	145

Определяем среднетехническую скорость по дороге по формуле

$$V_{\text{ср.общ.}} = \frac{V_{\text{пр.ср}} + V_{\text{об.ср}}}{2}, \qquad (2.6.1.3)$$

где $V_{\text{пр.ср}}, V_{\text{об.ср}}$ - соответственно среднетехнические скорости в прямом и обратном направлениях определяются по формуле (2.6.1.4 и 2.6.1.5).

$$V_{\text{пр.ср}} = \frac{\omega_{\text{пр.}}}{L}, \qquad (2.6.1.4)$$

$$V_{\text{об.ср}} = \frac{\omega_{\text{об.}}}{L}, \qquad (2.6.1.5)$$

где $\omega_{\text{пр.}}$ и $\omega_{\text{об.}}$ – соответственно площади скоростей в прямом и обратном направлении;

L – длина участка.

Далее определяем время одного рейса по формуле

$$t = \frac{L}{V_{\text{ср.общ.}}}, \qquad (2.6.1.6)$$

где L – длина трассы, км;

$V_{\text{ср.общ.}}$ – среднетехническая скорость по дороге.

Результаты расчета приведены в графической части на листе № 2, согласно которым делаем вывод, что скорость движения на всем протяжении трассы в прямом и обратном направлениях автомобиля ГАЗ – 24 «Волга» составляет 145 км/ч.

2.6.2 Оценка безопасности движения по графикам коэффициентов аварийности

Для оценки условий движения используют метод сезонных графиков коэффициентов аварийности, позволяющий учитывать сезонные и кратковременные изменение условий движения на дороге и на этой основе разрабатывать и выбирать мероприятия, повышающие безопасность движения для конкретного периода года с учетом местных погодно-климатических факторов.

Коэффициент аварийности представляет собой произведение частных коэффициентов, учитывающий влияние отдельных элементов плана, продольного и поперечного профилей по формуле

$$К_{\text{ав.ит.}} = К_1 \cdot К_2 \cdot К_3 \cdot \ldots \cdot К_{18}, \qquad (2.6.2.1)$$

где $К_1$, … $К_{18}$ – частные коэффициенты, определяемые отношением количества ДТП на участке дороги при той или иной величине элемента плана или профиля к количеству ДТП на эталонном горизонтальном прямом участке дороги с проезжей частью 7,5 м с шероховатым покрытием и укрепленными обочинами.

Сезонные графики коэффициентов аварийности строят отдельно для лета, зимы и переходного периода. Расчетные значения параметров дороги в неблагоприятные периоды года, необходимые для определения частных коэффициентов аварийности, вычисляют путем умножения нормативных значений параметров дороги, соответствующих эталону, на поправочные коэффициенты, учитывающие изменение параметров дороги по периодам года.

Анализ коэффициента аварийности на существующей дороге показал: коэффициент аварийности имеет максимальное значение 36,8 в переходный период года. Учитывая состояние земляного полотна и дорожной одежды до реконструкции, проезд по этому участку нельзя считать безопасным. Значения итоговых коэффициентов аварийности превышают 25, следовательно, необходимо разработать проект реконструкции данного участка трассы.

Результаты представлены на соответствующей эпюре листа №2 графической части работы.

2.6.3 Оценка по графикам коэффициентов безопасности

Наиболее безопасной для движения является трасса без резких переломов в плане и профиле, и высокой пропускной способностью. Для оценки плавности продольного профиля и обеспечения безопасности строят эпюры скоростей движения, и используя их, строят графики коэффициентов безопасности.

Коэффициентом безопасности определяют по формуле

$$К_{без.} = \frac{V_{min}}{V_{\max\ в}}, \qquad (2.6.3.1)$$

где V_{min} - минимальная скорость движения, обеспечиваемая тем или иным участком дороги;

$V_{\max\ в}$ - максимально возможная скорость въезда автомобилей на этот участок.

Соотношение скоростей принимают по эпюре скоростей движения при изменении координат скоростей по длине дороги. Далее по значениям коэффициентов безопасности строят график, на котором выделяют участки по степени опасности, уделяя особое внимание участкам, где $К_{без.}$<0,8. Эпюры скоростей представлены на листе №2 графической части.

Вывод: на всем протяжении трассы коэффициент безопасности больше 0,8, следовательно условия движения практически неопасные.

2.6.4 Оценка по пропускной способности

Пропускной способностью называется максимальное количество автомобилей, которое может пройти по дороге за определенный отрезок времени при определенном режиме движения.

Различают максимальную теоретическую способность, определяемую расчетом по формулам динамической задачи теории движения транспортных потоков для идеализированного колонного движения однотипных автомобилей в благоприятных дорожных условиях, и практически типичную пропускную способность – наибольшее число автомобилей, которое может быть пропущено участком дороги в благоприятных погодных условиях. Для второго случая пропускную способность определяют с использованием опытных коэффициентов, отражающих влияние дорожных условий на изменение пропускной способности по сравнению с горизонтальным прямым участком.

Пропускную способность в разных дорожных условиях рассчитывают по формуле

$$P = \beta \cdot P_{max}, \qquad (2.6.4.1)$$

где β – итоговый коэффициент снижения пропускной способности, определяется по формуле (2.6.4.2);

P_{max} – максимальная приведенная к легковому автомобилю пропускная способность, что соответствует двухполосной дороге в обоих направлениях, принимаем равную 2000 авт/час.

$$\beta = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot \ldots \cdot \beta_{15}, \qquad (2.6.4.2)$$

где $\beta_1 \ldots \beta_{15}$ – частные коэффициенты, учитывающие снижение пропускной способности за счет влияния неблагоприятных условий.

Пропускную способность с учетом фактического состава движения определяют по формуле

$$\mathrm{P}_{ф} = \frac{\mathrm{P}}{n_1\Psi_1 + n_2\Psi_2 + \cdots + n_n\Psi_n}, \qquad (2.6.4.3)$$

где P – пропускная способность приведенного состава;

n_i – количество (в долях единиц) транспортных средств различных типов;

Ψ_i – величина коэффициентов приведения.

При расчете пропускной способности учитывают зону влияния каждого элемента дороги, в пределах которой происходит изменение режима движения потоков автомобилей.

По полученным значениям строят график изменения пропускной способности дороги, над которым строят график изменения коэффициента загрузки Z каждого участка, определяемого по формуле

$$Z = \frac{N_{прив} \cdot 0{,}1}{\mathrm{P}_{ф}}, \qquad (2.6.4.4)$$

где $N_{прив}$ – приведенная интенсивность движения, авт/час;

$\mathrm{P}_{ф}$ - пропускная способность с учетом фактического состава движения.

По итогам комплексной оценки безопасности коэффициент безопасности равен 0,63 уровень загрузки составляет 0,76, а пропускная способность – 300.

Вывод: Коэффициенты безопасности и уровня загрузки < 0,6, что является не соответствием нормативным требованиям комплексной оценки безопасности движения [4].

График пропускной способности и уровней загрузки приведены на листе №2 графической части.

2.7.3 Заключение по комплексной оценке безопасности

Оценка скорости движения произведена по методу Бельского и на всем протяжении трассы соответствует максимальной скорости расчетного автомобиля ГАЗ-24 «Волга» равной 145 км/ч.

Результаты оценки итоговых коэффициентов аварийности показали, что проезд по данному участку трассы не является безопасным и требует срочных мер по устранению данной ситуации.

Оценка плавности продольного профиля и обеспечения безопасности показали, что на всем протяжении трассы отсутствуют резкие переломы и это создает условия для безопасного проезда.

Коэффициенты безопасности и уровня загрузки не соответствует нормативным требованиям комплексной оценки безопасности движения [4].

Проанализировав результаты оценки комплексной безопасности движения на существующей дороге, делаем вывод, что не обходимо провести полную реконструкцию данного участка трассы, для устранения всех обнаруженных несоответствий и дефектов, с целью дальнейшего безопасного эксплуатирования трассы.

3 Реконструкция дороги

3.1 Определение категории дороги

Категория проектируемой автомобильной дороги устанавливается согласно СП 34.13330.2012 [1]. Её назначают по расчетной интенсивности движения, измеряемой в приведенных к легковому автомобилю единицах в сутки (прив. ед/сут). Приведение потока транспортных средств к потоку, состоящему только из легковых автомобилей, осуществляется с помощью специальных коэффициентов, приведенных в СП 34.13330.2012 [1] таблица 4.2 (таблица 7).

Таблица 7 – Коэффициенты приведения для различных транспортных средств

Типы транспортного средства	Грузоподъемность, т	Коэффициент приведения
Легковые автомобили	-	1
Мотоциклы с коляской	-	0,75
Мотоциклы и мопеды	-	0,5
Грузовые автомобили	2	1,5
	4	1,75
	6	2
	7	2,25
	8	2,5
	10	2,67
	14	3

	Свыше 14	3,5
Автопоезда	12	3,5
	20	4
	30	5
	Свыше 30	6

Расчетной интенсивностью является перспективная интенсивность движения, при этом перспективный период равен 20 годам. За начальный год перспективного периода принимается год завершения проекта. Данные об интенсивности получают с помощью экономических изысканий.

Определяем исходную интенсивность каждого типа автомобиля по формуле

$$N = N_{\text{исх}} \frac{\text{P}}{100}, \qquad (3.1.1)$$

где $N_{\text{исх}}$ – исходная интенсивность движения;

P – количество автомобилей в процентах.

$$N_{\text{л.а.}} = N_{\text{исх}} \frac{\text{P}_{\text{л}}}{100} = 540 \cdot \frac{50}{100} = 270 \text{ а/сут}$$

$$N_{4\text{т}} = N_{\text{исх}} \frac{\text{P}_{4\text{т}}}{100} = 540 \cdot \frac{15}{100} = 81 \text{ а/сут}$$

$$N_{7\text{т}} = N_{\text{исх}} \frac{\text{P}_{7\text{т}}}{100} = 540 \cdot \frac{20}{100} = 108 \text{ а/сут}$$

$$N_{10\text{т}} = N_{\text{исх}} \frac{\text{P}_{10\text{т}}}{100} = 540 \cdot \frac{10}{100} = 54 \text{ а/сут}$$

$$N_{\text{автоб}} = N_{\text{исх}} \frac{\text{P}_{\text{автоб}}}{100} = 540 \cdot \frac{5}{100} = 27 \text{ а/сут}$$

Приводим исходный поток к потоку, состоящему из легковых автомобилей с помощью специальных коэффициентов приведения из таблицы 5 и вычисляем исходную интенсивность движения, измеряемую в приведенных автомобилях.

Приводим исходный поток к потоку, состоящему из легковых автомобилей с помощью специальных коэффициентов приведения:

$$N_{\text{л.а.прив.}} = 270 \cdot 1 = 270 \text{ (прив. а/сут)}$$

$$N_{4\text{т.прив.}} = 209 \cdot 1{,}4 = 114 \text{ (прив. а/сут)}$$

$$N_{7\text{т.прив.}} = 139 \cdot 1{,}6 = 173\ (\text{прив. а/сут})$$

$$N_{10\text{т.прив.}} = 61 \cdot 1{,}8 = 97\ (\text{прив. а/сут})$$

$$N_{\text{ап.прив.}} = 70 \cdot 1{,}8 = 49\ (\text{прив. а/сут})$$

$$N_{\text{пр.исх}} = \sum_{i=1}^{\text{M}} N_i K_i, \qquad (3.1.2)$$

где N_i - исходная интенсивность каждого типа автомобиля;

K_i – коэффициент приведения для каждого типа автомобиля.

$$N_{\text{пр.исх}} = 702(\text{прив. а/сут})$$

Определяем перспективную интенсивность движения по формуле

$$N = N_{\text{пр.исх}}(1 + \frac{P}{100})^t, \qquad (3.1.3)$$

где $N_{\text{пр.исх}}$ - исходная интенсивность движения, измеряемая в приведенных автомобилях;

P – коэффициент ежегодного прироста;

t - срок службы автомобильной дороги (принимаем 20 лет).

$$N = 702 \cdot (1 + \frac{6{,}7}{100})^{20} = 3272\ (\text{прив. а/сут});$$

Вывод: согласно таблице 1 СП 34.13330.2012 [1] полученное значение соответствует дороге III технической категории и данная автомобильная дорога не справляется с работой и нуждается в реконструкции, а именно в переводе автомобильной дороги IV категории в III категорию.

Основные элементы проектируемой дороги в плане, продольном и поперечном профилях назначаются по СП 34.13330.2012 [1] и ГОСТ Р 52399-2005 [3] и заносятся в таблицу 8.

Таблица 8 – Основные технические показатели автомобильной дороги

Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя
1 Категория дороги	-	III
2 Расчетная интенсивность движения	прив.ед/сут.	3272

3 Расчетная скорость движения	км/ч	100
4 Число полос движения	шт	2
5 Ширина полосы движения	м	3
6 Ширина проезжей части	м	7
7 Ширина обочин	м	2,5
8 Ширина краевой полосы у обочины	м	0,5
9 Ширина укрепленной части обочины	м	0,5
10 Ширина земляного полотна без ограждений	м	12
11 Поперечный уклон проезжей части и краевой полосы в зависимости от дорожно-климатической зоны (при асфальтобетонном покрытии)	‰	20
12 Поперечный уклон обочины за пределами краевой полосы	‰	40
13 Наименьшие радиусы кривых в плане	м	600
14 Наибольший продольный уклон	‰	50
15 Допускаемый наибольший продольный уклон на трудных участках	‰	50
16 Наименьшие радиусы выпуклых кривых в продольном профиле	м	10000
17 Наименьшие радиусы выпуклых кривых, допускаемые на трудных участках	м	5000
18 Наименьшие радиусы вогнутых кривых продольного профиля	м	3000
19 Расчетные расстояния видимости в продольном профиле: для остановки для встречного автомобиля при обгоне	м	 200 350 700

3.2 План трассы

Принятие проектных решений по проектированию плана трассы производилось при учете параметров, указанных в СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» для III категории дорог. При проектировании реконструкции плана трассы наиболее приоритетными задачами были: обеспечение безопасности движения, повышение удобства проезда по участку дороги, уменьшение перепробега автомобилей, что достигалось спрямлением трассы уменьшением количества углов поворота, увеличением радиусов кривых. Так же из экономической целесообразности при проектировании плана трассы необходимо было максимально использовать старое земляное полотно для уменьшения объемов работ. Так же использование старого земляного полотна существенно снижает вероятность деформаций земляного полотна дороги после реконструкции.

План трассы реконструируемой автомобильной дороги принят после анализа карты М 1:10000 из условий наименьшего ограничения и изменения скорости, обеспечения безопасности и удобства движения, а также на основе изучения особенностей рельефа местности, природно-климатических и инженерно-геологических характеристик. Начало трассы ПК0+00 принято на км 36+000 существующего километража. Конец участка ПК70+00 принят на км 43+000. После реконструкции длина трассы составила 6925,33 м.

С ПК0+00 до ПК30+20 ось дороги в плане совпадает с осью до реконструкции. Далее с ПК 30+00 до ПК 55+00 трасса проложена по новому направлению. Это обусловлено необходимостью спрямления трассы. Участок трассы ПК34-00 – ПК49+00 находится в пойменной зоне р. Балахонка и находится в непосредственной близости к с. Старая Балахонка. Так как на ПК38+00 – ПК39+00 трасса пересекает постоянный водоток, на данном участке было необходимо запроектировать прямой участок, так как устройство мостового перехода на кривых требует более сложных конструктивных решений и является более дорогостояшим, чем на прямой.

На участке ПК30+00 - ПК60+00 было запроектировано 3 круговых кривых радиусами 800м, 2000м, 1100м. Далее с ПК60+23.80 до ПК 68+25.33 ось дороги после реконструкции совпадает с осью старой дороги.

План трассы представлен в графической части на листе №1.

3.3 Продольный профиль

Принятие проектных решений по проектированию продольного профиль производилось при учете параметров указанных в СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» для III категории дорог. При проектировании продольного профиля приоритетной целью было повышение видимости и удобства проезда автомобилей по участку, уменьшение продольных уклонов. Достижение данных целей целесообразно увеличением радиусов вертикальных кривых, увеличением глубины выемок и высоты насыпей.

На участке ПК0+00 – ПК31+00 в плане ось дороги после реконструкции совпадает с осью до реконструкции, поэтому продольный профиль на этом участке был запроектирован с минимальными изменениями рабочей отметки земляного полотна, с целью наименьших объемов земляных работ. Высота досыпки варьируется от 0 до 0,5 м.

Далее с ПК 31+00 до ПК 55+00 трасса проложена по новому направлению.

Участок ПК34-00 – ПК49+00 находится в пойменной зоне р. Балахонка. На ПК38+10 запроектирован мостовой переход постоянного водотока р. Балахонка высотой 3,27м , поэтому на участке ПК34+00 – ПК42+00 для сопряжения насыпи с мостом высота насыпи была принята в пределах от 3 до 3,27 м . Далее с ПК42+00 до 52+00 высота насыпи принята в пределах 1,84-2,67м.

С ПК55+00 по ПК69+25,33 запроектировано сопряжение с существующей дорогой, увеличение радиусов выпуклых кривых для уменьшения наибольшего продольного уклона с 47‰ до 39‰.

Минимальный радиус вогнутой кривой кривой 9300 м, выпуклой 10000 м.

3.3.1Обоснование руководящих отметок и контрольных точек

Руководящие отметки необходимы для того, что бы установить оптимальную высоту насыпи, которая обеспечит нормальные условия эксплуатации земляного полотна. Выделяют три типа местности по увлажнению:

1) Сухие участки;

2) Сырые участки с избыточным увлажнением в отдельные периоды года;

3) Мокрые участки, с постоянным избыточным увлажнением.

Руководящая отметка для I типа местности по увлажнению определяется из условия снегозаносимости дороги. Условие снегозаносимости заключается в том, чтобы отметка бровки насыпи должна быть не менее величины определяемой по формуле

$$h_p = h_{\text{сн.}} + \Delta h, \qquad (3.3.1.1)$$

где $h_{\text{сн.}}$- расчетная толщина снежного покрова с обеспеченностью 5%;

Δh - возвышение бровки насыпи над уровнем снежного покрова для III категории дороги = 0,6 метра.

$$h_p = 0{,}5 + 0{,}6 = 1{,}1 \text{ м.}$$

Руководящая отметка для первого типа местности по увлажнению определяется по формуле

$$h_1 = h_p + i_{\text{об.}} \cdot b_2 + i_{\text{поп.}} \cdot \frac{b_1}{2}, \qquad (3.3.1.2)$$

где b_1- ширина покрытия;

b_2 – ширина обочины за вычетом краевой полосы;

$i_{\text{об.}}$ – поперечный уклон неукрепленной части обочины, 40‰;

$i_{\text{поп.}}$- поперечный уклон проезжей части и краевой полосы, 20‰.

$$h_1 = 1{,}1 + 0{,}040 \cdot 2{,}5 + 0{,}020 \cdot \frac{7}{2} = 1{,}27 \text{ м.}$$

Руководящую отметку для II типа местности по увлажнению определяют верха покрытия дорожной одежды до поверхности земли или до уровня поверхностных вод по формуле

$$h_{II} = h_{1н} + h_{пв} + i_{поп.} \cdot \frac{b_1}{2}, \qquad (3.3.1.3)$$

где $h_{пв}$- толщина слоя воды над поверхностью земли;

$h_{1н}$ – возвышение поверхности дорожного покрытия дорожной одежды над поверхностью земли;

b_1ширина покрытия = 0,9м;

b_2 – ширина обочины за вычетом краевой полосы;

$i_{об.}$ – поперечный уклон неукрепленной части обочины;

$i_{поп.}$- поперечный уклон проезжей части и краевой полосы.

Значения $h_{1н}$ принимаются в зависимости от дорожно климатической зоны и грунта рабочего слоя.

$$h_{II} = 0{,}9 + 0 + 0{,}020 \cdot \frac{7}{2} = 0{,}97 \text{ м.}$$

Руководящую отметку для III типа местности по увлажнению определяют от верха покрытия дорожно одежды до уровня грунтовых или поверхностных вод, стоящих более 30 суток, по формуле

$$h_{III} = h_{2н} + h_{гв} + i_{поп.} \cdot \frac{b_1}{2}, \qquad (3.3.1.4)$$

где $h_{2н}$ – возвышение поверхности покрытия дорожной одежды над уровнем грунтовых вод = 1,1м; $h_{гв}$ – расстояние от поверхности земли до уровня грунтовых вод =0,37м.

$$h_{III} = 1{,}1 + 0{,}37 + 0{,}02 \cdot \frac{7{,}5}{2} = 1{,}54 \text{ м.}$$

К контрольным точкам относят начало и конец трассы, отметки проезжих частей мостов и путепроводов. Минимальные отметки насыпи над трубами, отметки головки рельса железных дорог и отметки проезжих частей, существующих дорог на пересечениях в одном уровне. Ведомость контрольных точек и представлена в таблице 9.

Руководящая отметка для труб определяется по формуле

$$H=d+\Delta+\delta+h_{до}, \quad (3.3.1.5)$$

где d – диаметр трубы;

Δ - толщина засыпки над трубой;

δ – толщина стенки трубы;

$h_{до}$ – толщина дорожной одежды.

H = 1,5+0,5+0,12+0,52 = 2,64 м.

Таблица 9 – Ведомость контрольных точек

Местоположение		Отметка, м	Вид контрольной точки
ПК	+		
0	00	765,60	НТ
25	00	723,40	Труба
30	00	713,20	Труба
38	66	703,00	Мост
46	00	699,70	Труба
57	00	726,80	Труба
69	25	733,80	КТ

3.3.2 Описание проектной линии

Проектная линия продольного профиля запроектирована по оси проезжей части и увязана с проектной линией смежных участков. Элементы продольного профиля приняты в соответствии с требованиями СП 34.13330.2012 [1] из условия обеспечения расчетной скорости и безопасности движения, а также зрительного восприятия. Видимость в плане и продольном профиле обеспечена.

Подробный продольный профиль представлен в графической части на листе № 3.

3.4 Поперечные профили

Конструкция поперечных профилей земляного полотна назначена согласно III категории дороги, с учетом плана и продольного профиля.

Поперечные профили запроектированы в соответствии с требованием СП 34.13330.2012 [1] и ГОСТ Р 52399-2005 [3].

Поперечный профиль проезжей части – двухскатный.

Типы поперечных профилей:

Тип 1 – высота насыпи от 0 до 3 м с кюветами с заложением откосов – 1:4;

Тип 2 – высота насыпи от 3 до 6 м без кюветов с заложением откосов – 1:1,5;

Тип 3 – выемка глубиной от 1 до 5 м с заложением откоса – 1:4.

Конструкции поперечных профилей приведена на листе № 4 графической части.

3.5 Дорожный водоотвод

Участок реконструируемой дороги на большей части своего протяжения запроектирован на косогорных участках местности, что требует принятия конструктивных решений по водоотводу, во избежание размывающего действия ливневых потоков на земляное полотно.

На левой половине земляного полотна кюветы запроектированы на участках: ПК0+00 - ПК33+00, ПК42+86,67 – ПК68+25,33.

На правой половине земляного полотна кюветы запроектированы на участках: ПК2+00 – ПК3+50, ПК8+91-ПК13+3, ПК18+71 – ПК20+41, ПК61+99 – ПК63+25.

Кюветы имеют трапецеидальное сечение с шириной по дну 0,4 м, которые позволяют разместить там снег, сбрасываемый с проезжей части в зимнее время, улучшая условия эксплуатации и видимости и позволяя применять механизированную очистку кюветов.

Наибольший уклон кювета 60‰. Проектом предусмотрены укрепления кюветов. В большинстве случаев одерновкой или засевом трав в зависимости от продольного уклона кювета. При уклонах более 60‰ проектом предусмотрено укрепление лотками.

Продольный водоотвод обеспечивается таким продольным уклоном по дну кювета, чтобы беспрепятственно осуществлялся сток воды. Минимальный уклон дна кювета 5‰, а наибольший – 42‰. При уклоне от 10‰ до 30‰ предусмотрено укрепление кюветов засевом трав, при уклоне более 30‰ предусмотрено мощение.

Поперечный водоотвод обеспечивается нормативным поперечным уклоном проезжей части – 20‰ и обочины – 40‰, а так же искусственными сооружениями.

Гидравлический расчет проводим по справочнику инженера-дорожника [5]. Вычисляем значение расхода ливневых вод для четырех труб по формуле

$$Q_{л} = 16{,}7 \cdot а_{ч} \cdot К_{t} \cdot \alpha \cdot \varphi \cdot F, \qquad (3.5.1)$$

где $а_{ч}$ – интенсивность ливня часовой продолжительности, мм/мин;

$К_{t}$ – коэффициент перехода от интенсивности ливня часовой продолжительности к интенсивности ливня расчетной продолжительности;

α – коэффициент потерь стока;

φ – коэффициент редукции;

F – площадь бассейна, км^2.

$Q_{л1} = 16{,}7 \cdot 0{,}74 \cdot 2{,}08 \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}2 \cdot 2{,}60 = 4{,}00$ м^3/сек ;

$Q_{л2} = 16{,}7 \cdot 0{,}74 \cdot 2{,}08 \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}2 \cdot 2{,}79 = 4{,}30$м^3/сек ;

$Q_{л3} = 16{,}7 \cdot 0{,}74 \cdot 2{,}08 \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}2 \cdot 2{,}92 = 4{,}50$ м^3/сек ;

$Q_{л4} = 16{,}7 \cdot 0{,}74 \cdot 2{,}08 \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}2 \cdot 2{,}45 = 3{,}77$ м^3/сек ;

По графику определения пропускной способности типовых труб (рисунок 15.14 справочника инженера – дорожника [5]) и по гидравлическим характеристикам типовых круглых труб (таблица 15.10 справочника инженера – дорожника [5]) делаем вывод, что существующие водопропускные трубы диаметром 1,5 м справляются с существующим потоком воды, и так как находятся в хорошем состоянии - не требуют замены.

3.6 Расчет дорожной одежды

В данной работе предполагается разработка двух вариантов конструкции дорожной одежды. При расчете руководствуемся ОДН 218.046-01 «Проектирование нежестких дорожных одежд» [6].

Расчет дорожной одежды производится по четырём критериям:

- по допускаемому упругому прогибу;
- на растяжение при изгибе монолитных слоёв;
- на активное сопротивление сдвигу в несвязных слоях дорожной одежды или грунте;
- на морозостойкость.

Исходные данные:

1) район проектирования – Кемеровская область;
2) грунт земляного полотна в активной зоне – супесь легкая;
3) местность по условиям увлажнения – 1;
4) III категория дороги.

Так как III категория дороги, то проектируем дорожную одежду капитального типа типа – 115 кН.

Приведенную интенсивность на последний год службы определяют по формуле

$$N_p = f_{пол} \sum_{m=1}^{N} N_m \cdot S_{m \cdot сут},$$
(3.6.1)

где $f_{пол}$- коэффициент, учитывающий число полос(0,55 т.к. 2 полосы);
$S_{m \cdot сут}$- суммарный коэффициент приведения;

N_m– число проездов в сутки, в обоих направлениях транспортных средств m_i марки.

Результаты расчета сводим в таблицу 10.

Таблица 10 – Определение величины приведенной интенсивности на последний год службы

Вид транспорта	%	Ni пере а/сут	Sm·сут	Nm·Sm	Np
Легковые автомобили	50	987,76	0	0,00	0,00
Грызовые до 2т	0	0	0,005	0,005	0,00
от 2т до 6т	15	414,85	0,2	0,20	45,63
от 6т до 8т	20	632,16	0,7	0,70	243,38
от 8т до 14т	10	355,59	1,25	1,25	244,47
Автопоезда до 12т	5	177,79	1,5	1,50	146,68
от 12т до 20т	0	0	1,5	1,50	367,99
Автобусы	0	0	0,7	0,70	234,18
					∑680,17

Суммарное расчетное число приложений расчетной нагрузки в точке на поверхности конструкции за срок службы определяется по формуле

$$\sum N_p = 0{,}7 \cdot N_p \cdot \frac{K_c}{q^{(\text{Тсл}-1)}} \text{Т}_{\text{рдг}} \cdot k_n, \quad (3.6.2)$$

где K_c – коэффициент суммирования, определяется по формуле (3.6.3);

$\text{Т}_{\text{рдг}}$ - расчетное число, расчетных дней в году соответствующих определенному состоянию деформируемой конструкции, для Омской области $\text{Т}_{\text{рдг}} = 130$ дней (таблица П 6.1 ОДН [6]);

k_n – коэффициент, учитывающий вероятность отклонения суммарного движения от среднего, ожидаемого, k_n=1,38.

q- ежегодный прирост(показатель изменения интенсивности движения по годам), определяется по формуле (4.4.4)

$\text{Т}_{\text{сл}}$- срок службы дорожной одежды, 20 лет;

N_p – суточная интенсивность движения автомобилей, авт./сут.

$$K_c = \frac{q^{\text{Тсл}} - 1}{q - 1}, \quad (3.6.3)$$

где q – то же, что и в формуле (3.6.2).

$$K_c = \frac{1{,}067^{20} - 1}{1{,}067 - 1} = 39{,}67.$$

$$q = 1 + \frac{p}{100}, \qquad (3.6.4)$$

где p - коэффициент ежегодного прироста, %.

$$q = 1 + \frac{67}{100} = 1{,}067.$$

$$\sum N_p = 0{,}7 \cdot 680{,}17 \cdot \frac{45{,}76}{1{,}067^{(20-1)}} 130 \cdot 1{,}49 = 1067246 \text{ шт.}$$

Конструкция дорожной одежды проходит по требованиям прочности и надежности по величине упругого прогиба, если выполняется условие

$$\frac{\text{Е}_{\text{общ}}}{\text{Е}_{\text{тр}}} \geq \text{К}_{\text{пр}}^{\text{тр}}, \qquad (3.6.5)$$

где $\text{Е}_{\text{общ}}$ – общие модули упругости на поверхности слоев, МПа;

$\text{Е}_{\text{тр}}$ – требуемый модуль упругости, МПа, определяется по формуле (3.6.6);

$\text{К}_{\text{пр}}^{\text{тр}}$ – требуемый коэффициент прочности дорожной одежды по критерию упругого прогиба, принимаемый в зависимости от требуемого уровня надежности, $\text{К}_{\text{пр}}^{\text{тр}}$ = 1,17.

$$E_{min,\ тр} = 98{,}65 \cdot [\log(\sum N\text{р}) - c], \qquad (3.6.6)$$

где $N_{\text{р}}$ – суммарное расчетное число приложений расчетной нагрузки в точке на поверхности конструкции за срок службы;

c – эмпирический параметр, применяемый для расчетной нагрузки на ось, c=3,25.

$$98{,}65 \cdot [\log(1067246) - 3{,}05] = 293{,}80 \text{ МПа}.$$

$E_{\text{тр}}$ = 200 МПа по ОДН 218.046-01 «Проектирование нежестких дорожных одежд» [6]. За расчетное значение принимаем $E_{\text{мин}}$, так как $E_{\text{тр}} < E_{\text{мин}}$.

При подборе слоёв конструкции дорожной одежды используем ГОСТ 9128-2013 Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобе-

тон [7], ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ [8] и ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ [9].

3.6.1 Расчет первого варианта дорожной одежды

3.6.1.1 Расчет дорожной одежды по упругому прогибу

Подбираем конструкцию дорожной одежды и заносим расчетные характеристики материалов в таблицу 11. Конструкция дорожной одежды приведена в графической части на листе №4. Расчет дорожной одежды по упругому прогибу приведен в таблице12.

Таблица 11 - Характеристики материалов дорожной одежды

№	Материал слоя	h слоя, см	Расчет по допустимому упругому прогибу, E, МПа	Расчет по условию сдвигоустойчивости, E, МПа	Расчет на растяжение при изгибе			
					E, МПа	R_o, МПа	α	m
1.	А/б плотный, м/з, тип А марки II, на БНД 90/130	5	2400	605	3600	9,5	5,4	5,0
2.	А/б пористый, к/з, марка II, на БНД 90/130	8	1400	630	2200	7,8	6,3	4,0
3.	ЩПС обработанный цементом М20	24	500	500	500	-	-	-
4.	ГПС С-3 (80 мм)	31	280	280	280	-	-	-
5.	Супесь легкая крупная W_p = 0,55 W_m	-	54	54	54	-	-	-

Таблица 12 – Расчет дорожной одежды по упругому прогибу

№	Материал слоя	h, см	E_i, МПа	$\frac{h}{D}$	$\frac{E^i_{общ}}{E_i}$	$\frac{E_н}{E_i}$	$E_{общ}$, МПА
1	2	3	4	5	6	7	8

1.	А/б плотный, м/з, тип А марки II, на БНД 90/130	5	2400	0,13	0,14	0,12	336
2.	А/б пористый, к/з, марка II, на БНД 90/130	8	1400	0,20	0,21	0,17	294
3.	ЩПС обработанный цементом М20	24	500	0,61	0,48	0,27	240
4.	ГПС С-3 (80 мм)	31	280	0,79	0,49	0,19	137
5.	Супесь легкая крупная $W_p = 0{,}55\ W_m$	-	54	-	-	-	-

Расчет по допускаемому упругому прогибу ведем послойно, начиная с подстилающего грунта пользуясь номограммой на рисунке 3.1 ОДН 218.046-01 [6] и отношениями:

$$\frac{E_н}{E_в} = \frac{E^{гр}}{E^{ГПС}} = \frac{54}{280} = 0{,}19$$

$$\frac{h_в}{D} = \frac{h^{супесь}}{D} = \frac{31}{39} = 0{,}79\ ;$$

По номограмме $\frac{E_{общ}^{супесь}}{E^{супесь}} = 0{,}49$;

$$E_{общ}^{пес} = 0{,}49 \cdot 280 = 137 \text{ МПа.}$$

Далее по аналогии ведем расчет всех остальных слоев и получаем:

$$E_{общ} = 0{,}14 \cdot 2400 = 336 \text{ МПа}$$

Проверяем выполняется ли условие прочности по упругому прогибу по формуле

$$\frac{E_{общ}}{E_{тр}} \geq K_{пр}^{тр}, \qquad (3.6.1.1.1)$$

$$\frac{E_{общ}}{E_{ТР}} = \frac{336}{246{,}6} = 1{,}36 \geq 1{,}17 \text{ - условие выполняется.}$$

Вывод: данная конструкция удовлетворяет условию прочности по допустимому упругому прогибу.

3.6.1.2 Расчет конструкции на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе

В течение заданного срока службы напряжения, возникающие при прогибе под действием повторных нагрузок, не должны образовывать трещины от усталостного разрушения. Для этого необходимо выполнения условия

$$\sigma_r < \frac{R_N}{K_{пр}^{тр}},$$

(3.6.1.2.1)

где $K_{пр}^{тр}$ - требуемый коэффициент прочности с учетом заданного уровня надежности (табл. 3.1 ОДН 218.046-01[6]);

R_N - прочность материала слоя на растяжение при изгибе с учетом усталостных явлений;

σ_r - наибольшее растягивающее напряжение в рассматриваемом слое, устанавливаемое расчетом.

Приводим конструкцию к двухслойной модели, где нижний слой модели - часть конструкции, расположенная ниже асфальтобетонных слоев.

$$\frac{E_н}{E_в} = \frac{E_{общ}^{песок}}{E^{ЩГПС}} = \frac{101}{500} = 0{,}2;$$

$$\frac{h_в}{D} = \frac{h_{щеб}}{D} = \frac{24}{39} = 0{,}61;$$

$$\frac{E_{общ}}{E_в} = \frac{E_{общ}^{щеб}}{E^{щеб}} = 0{,}48;$$

$$Eн = 0{,}36 \cdot 280 = 101 \text{ МПа.}$$

К верхнему слою относят все асфальтобетонные слои.

Модуль упругости верхнего слоя устанавливаем по формуле

$$E_{ср} \frac{\sum E_i \cdot h_i}{\sum h_i}; \qquad (3.6.1.2.2)$$

$$E_в = \frac{2400 \cdot 5 + 1400 \cdot 8}{13} = 1784 \text{ МПа.}$$

Модули упругости асфальтобетонных слоев назначаем по таблице П.3.1.ОДН 18.046-01[6] .

Находим растягивающее напряжение в асфальтобетоне:

$$\frac{h_в}{D} = \frac{13}{39} = 0{,}33;$$

$$\frac{E_в}{E_н} = \frac{1784{,}6}{240} = 7{,}43.$$

По номограмме на рисунке 3.4 ОДН 218046-01[6] определяем растягивающее напряжение при изгибе от единичной нагрузки в верхнем слое: $\bar{\sigma}_r = 2{,}30$ мПа.

Расчетное растягивающее напряжение вычисляем по формуле

$$\sigma_\tau = \bar{\sigma}_\tau \cdot p \cdot k_\sigma, \qquad (3.6.1.2.3)$$

где $\bar{\sigma}_\tau$ – растягивающее напряжение от единичной нагрузки при расчетных диаметрах площадки, передающей нагрузке, МПа;

p – расчетное давление колеса, p = 0,6;

k_σ – коэффициент, учитывающий особенности напряженного состояния покрытия под колесом автомобиля, k_σ = 0,85.

$$\bar{\sigma}_r = 2{,}30 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}85 = 1{,}173 \text{ мПа}.$$

Вычисляем предельное растягивающее напряжение для асфальтобетонного слоя по формуле

$$R_N = R_o \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot (1 - \upsilon_R \cdot t), \qquad (3.6.1.2.4)$$

где R_o – предельное сопротивление при изгибе расчетной низкой весенней температуре при однократном наложении нагрузки, R_o = 9,8;

K_1 – коэффициент, учитывающий снижение прочности, вследствие усталостных явлений при многократном приложении нагрузки, определяется по формуле (3.6.1.2.5);

K_2 – коэффициент снижения прочности во времени от воздействия природно-климатических факторов, K_2 = 0,9 (таблица 3.6 ОДН 218.046-01[6]);

υ_R – коэффициент вариации прочности на растяжение при изгибе,ν_R = 0,10 (таблица П.4.1 ОДН 218.046-01 [6]);

t – коэффициент нормируемого отклонения R_o, при $K_н$ = 0,95 t = 1,71 (таблица П.4.2 ОДН 218.046-01 [6]).

$$k_1 = \frac{\alpha}{\sqrt[m]{\sum N_p}},$$

(3.6.1.2.5)

где α – коэффициент, учитывающий различие в реальном и лабораторном режимах растяжения повторной нагрузкой, а также вероятность совпадения во времени расчетной температуры покрытия и расчетного состояния грунта рабочего слоя по влажности, α = 5,9 (таблица П.3.1 ОДН 218.046-01 [6]);

m – показатель степени, зависящей от свойств рассчитываемого материала монолитного покрытия, m = 4,3;

ΣN_p - расчетное суммарное число приложений расчетной нагрузки за срок службы покрытия, ΣN_p = 2119935шт.

$$k_1 = \frac{6{,}3}{\sqrt[5]{1131339}} = 0{,}387;$$

R_N = 9,5·0,387·0,9(1 - 0,1·1,71) = 2,74 МПа.

Проверяем условие (3.6.1.2.1)

$1{,}173 < \frac{2{,}71}{1{,}173} = 2{,}33$ – условие выполняется.

Вывод: данная конструкция проходит на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе.

3.6.1.3 Расчет на активное сопротивление сдвигу в грунте земляного полотна

Данный расчет производят для того, что бы в грунте земляного полотна за срок служб не накапливались недопустимые изменения. Этого не произойдет, если выполнено условие

$$T \le \frac{T_{пр}}{K_{пр}^{тр}},$$

(3.6.1.3.1)

где $K_{пр}^{тр}$ - требуемое минимальное значение коэффициента прочности, определяемое с учетом заданного уровня надежности, таблица 3.1 ОДН 218.046-01 [6], $K_{пр}^{тр}$ =1,0;

T - расчетное активное напряжение сдвига (часть сдвигающего напряжения, непогашенная внутренним трением) в расчетной (наиболее опасной) точке конструкции от действующей временной нагрузки;

$T_{пр}$ - предельная величина активного напряжения сдвига (в той же точке), превышение которой вызывает нарушение прочности на сдвиг.

Необходимо определить среднее значение модуля упругости по формуле (3.6.1.2.2)

$$E_в = \frac{605 \cdot 5 + 630 \cdot 8 + 280 \cdot 31}{68} = 422{,}72 \text{ МПа.}$$

Далее определяем активное предельное напряжение сдвига в грунте по формуле

$$T_{пр} = C_N k_д + 0{,}1 \gamma_{ср} z_{оп} tg \varphi_{ст},$$
(3.6.1.3.2)

где C_N - сцепление в грунте земляного полотна (или в промежуточном песчаном слое), МПа, принимаемое с учетом повторности нагрузки (П. 2, таблица П.2.6 ОДН218.046-01 [6]);

$k_д$ - коэффициент, учитывающий особенности работы конструкции на границе песчаного слоя с нижним слоем несущего основания, $k_д$ =1;

$z_{оп}$ - глубина расположения поверхности слоя, проверяемого на сдвигоустойчивость, от верха конструкции, см;

$\gamma_{ср}$ - средневзвешенный удельный вес конструктивных слоев, расположенных выше проверяемого слоя, кг/см^3;

$\varphi_{ст}$ - расчетная величина угла внутреннего трения материала проверяемого слоя при статическом действии нагрузки.

$$T_{пр} = 0{,}01 \cdot 1 + 0{,}1 \cdot 0{,}002 \cdot 68 \text{tg } 36° = 0{,}023$$

Для определения $\bar{\tau}_н$ предварительно назначенную дорожную конструкцию приводим к двухслойной расчетной модели.

Нижнему слою модели присваивают следующие характеристики: $E_{общ}^{супесь} = 60$ МПа (п. 3.32 ОДН 218.046-01[6]); φ = 36° и *c* = 0,014 МПа (П.2.4 ОДН 218.046-01[6]).

С помощью номограммы (рисунок 3.2 ОДН 218.046-01[6]) находим удельное активное напряжение сдвига при φ = 36° и по отношениям

$$\frac{E_в}{E_н} = \frac{422,72}{54} = 7,82$$

$$\frac{h_в}{D} = \frac{68}{39} = 1,74$$

$\bar{\tau}_н$ = 0,009 МПа.

Расчетное активное напряжение сдвига определяется по формуле

$T = \bar{\tau}_н \cdot p$,
(3.6.1.3.3)

где $\bar{\tau}_н$ - активное напряжение сдвига от единичной нагрузки;
p – расчетная нагрузка, p = 0,6.

Т =0,009·0,6 = 0,0054 МПа
Далее проверяем условие по формуле (3.6.1.3.1)

$\frac{0,023}{1,0} = 0,023 \geq 0,0054$ - условие выполняется.

3.6.2 Расчет второго варианта дорожной одежды

3.6.2.1 Расчет дорожной одежды по упругому прогибу

Подбираем конструкцию дорожной одежды и заносим расчетные характеристики материалов в таблицу 13. Конструкция дорожной одежды приведена в графической части на листе №4. Расчет дорожной одежды по упругому прогибу приведен в таблице14.

Таблица 13 - Характеристики материалов дорожной одежды

№	Материал слоя	h слоя, см	Расчет по допустимому упругому прогибу, E, МПа	Расчет по условию сдвигоустойчивости, E, МПа	Расчет на растяжение при изгибе			
					E, МПа	R_o, МПа	α	m
1	Асфальтобетон плотный мелкозернистый на БНД марки 60/90	5	3200	1200	4500	9,80	5,2	5,5
2	Асфальтобетон пористый крупнозернистый на БНД марки 60/90	8	2000	840	2800	8,0	5,9	4,3

3	Черный щебень, уложенный по способу пропитки	8	400	400	400	-	-	-
4	Щебень фракционированный 40-70 уложенный по способу заклинки	15	400	400	400	-	-	-
5	Песок крупный	28	300	300	300	-	-	-
6	Супесь легкая крупная $W_p = 0{,}55\ W_m$		60	60	60	-	-	-

Таблица 14 – Расчет дорожной одежды по упругому прогибу

№	Материал слоя	h, см	E_i, МПа	$\frac{h}{D}$	$\frac{E^i_{общ}}{E_i}$	$\frac{E_н}{E_i}$	$E_{общ}$, МПА
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Асфальтобетон плотный на БНД марки 60/90	5	3200	0,13	0,103	0,63	330
2	Асфальтобетон пористый крупнозернистый на БНД марки 60/90	8	2000	0,21	0,138	0,20	276
3	Черный щебень, уложенный по способу пропитки	8	400	0,21	0,507	1,00	203
4	Щебень фракционированный 40-70 уложенный по способу заклинки	15	400	0,38	0,45	0,75	180
5	Песок крупный	28	300	0,72	0,43	0,20	129
6	Супесь легкая крупная $W_p = 0{,}55\ W_m$	-	60	-	-	-	-

Расчет по допускаемому упругому прогибу ведем послойно, начиная с подстилающего грунта пользуясь номограммой на рисунке 3.1 ОДН 218.046-01 [6] и отношениями:

$$\frac{E_н}{E_в} = \frac{E^{гр}}{E^{песок}} = \frac{60}{300} = 0{,}2$$

$$\frac{h_в}{D} = \frac{h^{песок}}{D} = \frac{28}{39} = 0{,}72 \ ;$$

По номограмме $\frac{E^{песок}_{общ}}{E^{песок}} = 0{,}43$;

$$E^{пес}_{общ} = 0{,}43 \cdot 300 = 129 \text{ МПа.}$$

Далее по аналогии ведем расчет всех остальных слоев и получаем:

$E_{общ} = 0{,}103 \cdot 3200 = 330$ МПа

Проверяем выполняется ли условие прочности по упругому прогибу по формуле (3.6.1.1.1)

$$\frac{E_{общ}}{E_{TP}} = \frac{330}{273{,}9} = 1{,}20 \geq 1{,}17$$ - условие выполняется.

Вывод: данная конструкция удовлетворяет условию прочности по допустимому упругому прогибу.

3.6.2.2 Расчет конструкции на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе

В течение заданного срока службы напряжения, возникающие при прогибе под действием повторных нагрузок, не должны образовывать трещины от усталостного разрушения. Для этого необходимо выполнения условия (4.5.8).

Приводим конструкцию к двухслойной модели, где нижний слой модели - часть конструкции, расположенная ниже асфальтобетонных слоев.

$$\frac{E_н}{E_в} = \frac{E_{общ}^{песок}}{E^{щеб}} = \frac{400}{400} = 1{,}0;$$

$$\frac{h_в}{D} = \frac{h_{щеб}}{D} = \frac{15}{39} = 0{,}62;$$

$$\frac{E_{общ}}{E_в} = \frac{E_{общ}^{щеб}}{E^{щеб}} = 0{,}507;$$

$$Eн = 0{,}507 \cdot 400 = 203$$ МПа.

К верхнему слою относят все асфальтобетонные слои. Модуль упругости верхнего слоя устанавливаем по формуле (3.6.1.2.2)

$$E_в = \frac{4500 \cdot 5 + 2000 \cdot 8}{13} = 2961{,}5$$ МПа.

Модули упругости асфальтобетонных слоев назначаем по табл. П.3.1.ОДН 18.046-01[6] .

Находим растягивающее напряжение в асфальтобетоне:

$$\frac{h_в}{D} = \frac{13}{39} = 0{,}33;$$

$$\frac{E_в}{E_н} = \frac{2961{,}5}{203} = 14{,}58$$

По номограмме на рисунке 3.4 ОДН 218046-01[6] определяем растягивающее напряжение при изгибе от единичной нагрузки в верхнем слое: $\overline{\sigma}_r = 2{,}22$ мПа.

Расчетное растягивающее напряжение вычисляем по формуле (3.6.1.2.3)

$$\overline{\sigma}_r = 2{,}22 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}85 = 1{,}33 \text{ мПа.}$$

Вычисляем предельное растягивающее напряжение для асфальтобетонного слоя по формуле (3.6.1.2.4)

$$k_1 = \frac{5{,}9}{\sqrt[4{,}3]{211935}} = 0{,}199;$$

R_N = 8,0·0,199·0,9(1 - 0,1·1,71) = 1,19 МПа.

Проверяем условие (3.6.1.2.1)

$1{,}133 < \frac{1{,}19}{1{,}0} = 1{,}19 -$ условие выполняется.

Вывод: данная конструкция проходит на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе.

3.6.2.3 Расчет на активное сопротивление сдвигу в грунте земляного полотна

Данный расчет производят для того, что бы в грунте земляного полотна за срок служб не накапливались недопустимые изменения. Этого не произойдет, если выполнено условие (3.6.1.3.1)

Необходимо определить среднее значение модуля упругости по формуле (3.6.1.2.2)

$$E_в = \frac{1200 \cdot 5 + 840 \cdot 8 + 400 \cdot 8 + 400 \cdot 15 + 300 \cdot 28}{64} = 473{,}75 \text{ МПа.}$$

Далее определяем активное предельное напряжение сдвига в грунте по формуле (3.6.1.3.2)

$T_{пр}$ = 0,005·1 + 0,1·0,002·65tg 36° = 0,014

Для определения $\bar{\tau}_н$ предварительно назначенную дорожную конструкцию приводим к двухслойной расчетной модели.

Нижнему слою модели присваивают следующие характеристики: $E_{общ}^{супесь} = 60$ МПа (п. 3.32 ОДН 218.046-01[6]); φ = 36° и *c* = 0,005 МПа (П.2.4 ОДН 218.046-01[6]).

С помощью номограммы (рисунок 3.2 ОДН 218.046-01[6]) находим удельное активное напряжение сдвига при φ = 36° и по отношениям

$$\frac{E_в}{E_н} = \frac{473{,}75}{60} = 7{,}89$$

$$\frac{h_в}{D} = \frac{64}{39} = 1{,}64$$

$\bar{\tau}_н$ = 0,021 МПа.

Расчетное активное напряжение сдвига определяется по формуле (3.6.1.3.3)

Т =0,021·0,6 = 0,013 МПа

Далее проверяем условие по формуле (3.6.1.3.1)

$\frac{0{,}014}{1{,}0}$ = 0,014 ≥ 0,013 8- условие выполняется.

3.7 Искусственные сооружения

Существующие трубы располагаются согласно рельефу местности в пониженных местах. Они пропускают максимальный паводок расчетной вероятности превышения 2% и удовлетворяют основным техническим требованиям, предъявляемым к проектируемому сооружению.

Следовательно после изменений проведенных в продольном и поперечном профилях необходимо произвести удлинение водопропускных труб. Ведомость искусственных сооружений представлена в таблице 15.

Таблица 15 – Ведомость искусственных сооружений

№	ПК +	Наименование водотока	Тип и отверстие сооружения	Угол поворота к оси дороги,	Полная длина
1	25+00	лог	Круглая сборная ж/б d=1,5 м	90	15,95
2	30+00	лог	Круглая сборная ж/б d=1,5 м	90	19,76
3	36+54	Река Балахонка	ж/б балочный мост на столбчатых опорах	70	61,06
4	46+00	лог	Круглая сборная ж/б d=1,5 м	90	16,12
5	47+00	лог	Круглая сборная ж/б d=1,5 м	90	17,83

3.8 Комплексная оценка безопасности движения на дороге после реконструкции

Комплексная оценка безопасности движения производится аналогично описанию в главе 2 пункт 2.6.

После проведения реконструкции автомобильной дороги результаты комплексной оценки составили:

1. Скорость движения на всем протяжении трассы в прямом и обратном направлениях составляет автомобиля ГАЗ – 24 «Волга» 145 км/ч;

2. Коэффициент безопасности движения на все участке равен 1,0;

3. Уровени загрузки составляют 0,14 на участках с дополнительной полосой на подъём и 0,27 на остальных.

4. Пропускная способность на равна 844 на участках с дополнительной полосой на подъём и 1688 на остальных.

5. Коэффициент аварийности колеблются летом от 3,15 до 7,98, в переходный период от 5,83 до 14,75, зимой от 4,66 до 11,90.

Вывод: результаты комплексной оценки безопасности движения на участке трассы после реконструкции находятся в пределах нормативных значений, следовательно дорога обеспечивает безопасное движение.

Результаты оценки приведены в графической части на листе № 2.

3.9 Подсчет объема земельных работ

При проектировании автомобильных дорог определяют объемы насыпей и выемок, резервов и кавальеров, кюветов, котлованов и других земляных работ. Объемы земляных работ необходимо знать для сравнения вариантов дорог, для проектирования продольного профиля, составления проекта организации работ.

При определении объема земляных работ используют формулу Винклера. По этой формуле объем призматоида определяют через среднеарифметическое площадей сечений в начале и в конце участка по формуле

$$V = \left(\frac{F_i + F_{i-1}}{2} - \frac{m_i \cdot (h_i - h_{i-1})^2}{16}\right) \cdot L_i, \qquad (3.9.1)$$

где F_{i-1}, F_i, $F_{ср}$ – площади поперечных сечений в начале, конце и середине участка;

L_i – расстояние между сечениями земляного полотна i и i-1;

h_i, h_{i-1} – рабочие отметки в i и i-1 сечениях, соответственно;

m_i – заложение откоса.

При подсчете объемов земляных работ учитываются следующие поправки:

1) Поправка на косогорность, при поперечном уклоне более 100%;

2) Поправка на разность рабочих отметок;

3) Поправка на устройство дорожной одежды;

4) Поправка на разность ширины земляного полотна;

5) Поправка на снятие растительного слоя грунта;

6) Поправка на искусственное уплотнение грунта в насыпях.

Таким образом, объемы земляных работ составили:

- тело насыпи 75346 м³;

- кюветы насыпи 2381 м³;

Объемы земляных работ подсчитываются с помощью ЭВМ. Расчет представлен в приложении В. График распределения земляных масс приведен в графической части на листе № 5.

3.10 Полоса отвода автомобильной дороги

Полоса отвода автомобильной дороги – земельные участки (независимо от категории земель), которые предназначены для размещения конструктивных элементов автомобильной дороги, дорожных сооружений и на которых располагаются или могут располагаться объекты дорожного сервиса.

Положение границ полосы отвода автомобильной дороги в нормах отвода установлено в зависимости от:

- Категории автомобильной дороги;
- Количества полос движения;
- Высоты насыпей или глубины выемок;
- Наличия боковых резервов;
- Крутизны откосов земляного полотна;
- Требований обеспечения безопасности движения и боковой видимости.

Ширину земельных участков, предназначенных для обеспечения необходимых условий производства работ по содержанию автомобильных дорог в пределах полосы отвода, принимаем не менее 3 м с каждой стороны дороги.

В соответствии с постановлением правительства от 2.09.2009 №717 «О нормах отвода земель для размещения автомобильных дорог и (или) объектов дорожного сервиса» [10], определяем ширину полосы отвода для каждого участка автомобильной дороги. Постоянный отвод земель назначаем с учетом видимости.

Полоса отвода приведена в графической части на листе № 5.

4 Обустройство дороги

Обстановка дороги включает в себя работы по установке сигнальных железобетонных столбиков, металлического барьерного ограждения, дорожных знаков и нанесение разметки. Все работы выполняются специализированными подразделениями.

Километровые знаки ставятся с одной стороны трассы, через каждый километр существующего километража. Сигнальные столбики расставляют с обеих сторон трассы через каждые 50 м. Барьерные ограждения устанавливают в тех местах, где высота насыпи составляет более 3 м и на трубах.

Дорожные сигнальные столбики по техническим параметрам и способам размещения на автомобильных дорогах должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 50970-2011 Технические средства организации дорожного движения [11] и ГОСТ Р 52289-2004 Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств [12].

Конструкция дорожных ограждений должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 52607-2006 Технические средства организации дорожного движения [13]. Установка ограждений на автомобильных дорогах должна быть выполнена по ГОСТ Р 52289-2004 Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств [12].

Разметку наносят с помощью маркировочной машины по оси проезжей части, для разделения полос движения, и по кромке проезжей части, для обозначения укрепительной полосы. По техническим параметрам дорожная разметка должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 51256-2011 Технические средства организации дорожного движения, разметка дорожная [14]. Нанесение дорожной разметки на покрытие и элементы дорожных сооружений осуществляют в соответствии с ГОСТ Р 52289-2004 Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств [12].

Ведомость дорожных знаков и разметки приведена в таблице 16.

Таблица 16 – Ведомость дорожных знаков и разметки

Привязка	Номер и название
Дорожные знаки	
ПК00+60; ПК69+25	2.1 – «Главная дорога»
ПК 0+00; ПК10+00; ПК20+00; ПК30+00; ПК40+00; ПК50+00	6.3 – «Километровый знак»

5 Укрепление земляного полотна на подтопляемых участках

Участок реконструируемой дороги ПК31+00 - ПК55+00 находится в пойменной зоне реки Балахонка. В пойме постоянного водотока земляное полотно подвергается периодическому подтоплению в период паводков. Подтопление приводит к эрозионному разрушению и переувлажнению грунта земляного полотна, что снижает прочностные характеристики земляного полотна и несет опасность для движения автомобилей по дороге.

На подтопляемых участках при возможности интенсивного размыва (например, на подходах к мостам, на поймах рек, вблизи озер, морей и крупных водохранилищ и др.) на откосах создают прочную неразмываемую облицовку из готовых сборных элементов - бетонных и железобетонных плит, монолитного железобетона. Применение этих способов укрепления возможно при крутизне откоса не более 1:2.

Бетонные плиты размером в плане 100х100 см и толщиной 16...20 см (рис.1) рекомендуется укладывать на откосы при возможной скорости течения воды до 3 м/с и высоте волны не более 0,7 м. Плиты укладывают горизонтальными рядами снизу вверх по откосу с перевязкой швов. У подошвы откоса устраивают бетонный упор из сборных элементов сечением 40х50 см. Под плитами устраивают гравийную или щебеночную прослойку толщиной 10...20 см.

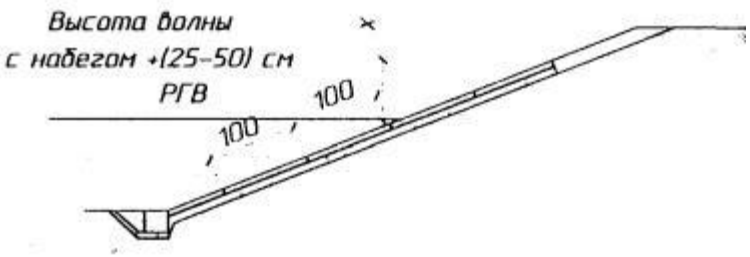


Рисунок. 1. Укрепление откоса подтопляемой насыпи бетонными плитами:
1 - бетонные плиты; 2 - слой щебня или гравия толщиной 10...20 см; 3 - бетонный упор; 4 - каменная наброска; 5 - укрепление гравием, щебнем или посевом трав

На участках трассы с меньшей вероятностью подтопления и малой скоростью течения воды для укрепления откосов применяют плиты меньших размеров в плане 40х40...60х60 см, толщиной 8...10 см.

Для укрепления откосов постоянно или периодически подтопляемых насыпей при высоте волны до 1,0...1,5 м применяют сборные железобетон-

ные плиты размером в плане 3,0х2,5 м и толщиной 15...20 см, армированные стальными сетками. Плиты укладывают на обратный фильтр, состоящий из трех слоев: песка (10 см); мелкого щебня или гравия (10 см) и крупного гравия или щебня (15 см). У подошвы откоса устраивают упорную призму из камня. Плиты соединяют стальными хомутами, надеваемыми по одному на каждую сторону плиты, на крюки, загибаемые на выпусках арматуры или путем сварки этих выпусков.

При большей высоте волны (до 3 м) откосы укрепляют сборными железобетонными плитами, омоноличенными по контуру с помощью железобетонных подкладок и стальных закладных деталей, или монолитными железобетонными плитами размерами в плане 5,0□5,0 до 10,0□10,0 м и толщиной от 15 до 30 см.

Монолитные плиты укладывают на подготовку из гравия или щебня толщиной 15 см. У подошвы откоса устраивают каменный или бетонный упор. Плиты армируют сетками. Бетонирование ведут сверху вниз горизонтальными рядами. Бетонную смесь к месту укладки подают автомобильным краном в бадьях с разгрузочными затворами. Для уплотнения бетона применяют виброрейки, площадочные и глубинные вибраторы.

В районах, где имеются местные дешевые каменные материалы, подтопляемые откосы от размыва можно защищать каменной наброской. Этот способ укрепления откосов широко распространен благодаря его простоте и возможности полной механизации работ по добыче камня в карьерах, его транспортированию и укладке в дело. Каменную наброску укладывают на подготовку, устраиваемую из местных песчано-гравийных материалов.

Размер камня, толщина наброски и подготовки под нее предусматриваются проектом в зависимости от скорости течения воды и высоты воды.

Способ укрепления подтопляемых откосов мощением камнем имеет в настоящее время ограниченное распространение из-за его трудоемкости. Этот способ применяют главным образом при выполнении ремонтных работ небольшого объема. Камни (обычно размером 15...20 см) кладут снизу вверх по откосу горизонтальными рядами на слой мха, соломы или песка толщиной 5...10 см. У подошвы откоса устраивают упорную берму шириной не менее 1,0 м из более крупного камня. Мощение должно быть настолько плотным, чтобы отдельные камни нельзя было вытащить рукой.

Как видно из вышеизложенного, конструкции укрепления подтопляемых откосов весьма разнообразны. В современных условиях применяют преимущественно такие, детали которых можно изготовить индустриальным методом и укладывать с применением машин.

Основными условиями, определяющими конструкцию укрепления подтопляемых насыпей, являются скорости течения воды, а также сила и направление волнения воды при ветре. Также необходимо учитывать высоту волны и её набег на откосы насыпи. Кроме того с размерами волны связана величина волнового давления на сооружения и, следовательно, от размеров

волны зависит конструкция укрепления откосов насыпей и берегов реки. Находится высота набега волны на откос по формуле П. А. Шанкина

$$h_н = k_о \cdot k_в \cdot k_б \cdot h_в \quad (5.1)$$

где $k_о$ – коэффициент шероховатости и проницаемости покрытия откоса;

$k_в$ – коэффициент, учитывающий влияние заложения откоса и пологость волны;

$k_б$ – коэффициент учитывающий влияние бермы на на разбивание волны;

$h_в$ – высота волны.

В нашем же случае при фронтальном подходе волны, не имеющей бермы, высота набега определяется по формуле

$$h_н = \frac{2k_ш \cdot h_в}{m} \cdot \sqrt[3]{\frac{\lambda}{h_в}} = \frac{2 \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}23}{1{,}5} \cdot \sqrt[3]{11} = 0{,}49 \quad (5.2)$$

где $k_ш$ – коэффициент шероховатости и проницаемости покрытия откоса;

λ – длина волны;

$h_в$ – высота волны

Так как откосы находится под углом вводим коэффициент косины k_β для 70° будет равен 0,9 значит итоговая высота набега волны будет равна 45см.

Таблица 17. Допустимые средние (неразмывающие) скорости воды при различных укреплениях грунта, м/с

Вид укрепления	Средняя глубина потока, м			
	0,4	1,0	2,0	3,0
Одерновка плашмя на прочном основании	0,9	1,2	1,3	1,4
Каменная наброска из камня размерами 15...20 см	3,0...3,5	3,35...3,8	3,75...4,3	4,1...4,65
Каменная наброска из камня размерами 20...30 см	3,5...3,85	3,8...4,35	4,3...4,7	4,65...4,9
Одиночное мощение слоем не менее 10 см при размерах камня 15...25 см	2,5...3,5	3,0...4,0	3,5...4,5	4,0...5,0
Железобетонные плиты	5,0...6,5	6,0...8,0	7,0...10,0	7,5...12,0

Средняя глубина потока на подходах к мосту на ПК38+10 во время паводков составляет 2 м, средняя скорость течения - 3,8 м/с.

Также необходимо учитывать высоту волны и её набег на откосы насыпи. Кроме того с размерами волны связана величина волнового давления

на сооружения и, следовательно, от размеров волны зависит конструкция укрепления откосов насыпей и берегов реки.

С учетом вышеперечисленных параметров, для данного участка принято укрепление каменной наброской из камня размерами 15-20 см с укладкой по принципу обратного фильтра. Укрепление каменной наброской экономически более целесообразно по сравнению с другими вариантами, это обусловлено наличием дешевых каменных материалов и небольшие скорости районе реконструкции. Границы укрепления приняты с ПК34+00 до ПК42+00.

На участке ПК42+00 – ПК50+00 средняя глубина потока – 0,9 м, средняя скорость течения – 1 м/с. На данном участке принято укрепление откоса одерновкой сплошным покровом.

Геометрические параметры укреплений приняты в соответствии с типовым проектом серии 3.503.9-78 «Конструкции укрепления откосов земляного полотна дорог общего пользования».

6 Соображения по организации реконструкции

Принимаем все основные показатели по организации реконструкции в соответствии с типовыми технологическими картами на устройство земляного полотна и дорожной одежды [17]. Все виды работ выполняются специальными машинно – дорожными отрядами. Для каждого вида работ в операционных технических картах принята соответствующая ведущая машина:

МДО №1 – подготовительные работы;

МДО №2 – удлинение водопропускных труб, ведущая машина – подъемный кран;

МДО №3 – возведение земляного полотна, ведущая машина – экскаватор;

МДО №4 – устройство песчаного слоя основания дорожной одежды, ведущая машина – распределитель;

МДО №5 – устройство щебеночного слоя основания дорожной одежды, ведущая машина – распределитель;

МДО №6 – устройство покрытия дорожной одежды из асфальтобетонной смеси, ведущая машина – асфальтоукладчик;

МДО №7 – обустройство дороги.

Срок реконструкции принят в 1 год. При обосновании срока строительства учитываем климатические показатели района строительства.

Данные рекомендации приведены в графической части на листе №8.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был рассмотрен проект реконструкции участка автомобильной дороги «Кемерово – Подъяково» в Кемеровской области. Для этого был произведен анализ существующей дороги, по результатам которого была выявлена полная непригодность существующей конструкции для дальнейшего эксплуатирования.

В настоящей работе были усовершенствованы транспортно-эксплуатационные показатели посредством реконструкции участка автомобильной дороги. В частности, повышены геометрические элементы, изменена проектная линия и план трассы, так же на участке у реки Балахонка укреплены откосы в местах разлива воды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 СП 34.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* Автомобильные дороги: Минрегион России М.: Москва 2012. – 52с.

2 СП 131.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* Строительная климатология: Минрегион России М.: Москва 2012.108с.

3 ГОСТ Р 52399-2005. Геометрические элементы автомобильных дорог. – Москва: Стандартинформ, 2006. – 8 с.

4 Жуков В. И. Комплексная оценка безопасности движения и экологической обстановки при проектировании дорог: учебное пособие/КрасГАСА. – Красноярск, 2002. – 56 с.

5 Проектирование автомобильных дорог: справочник инженера – дорожника/ под ред. Г. А. Федотова – Москва: Транспорт, 1989. – 437 с.

6 ОДН 218.046-01 Отраслевые дорожные нормы проектирования нежестких дорожных одежд. – ФГУП «СОЮЗДОРНИИ», МАДИ (ТУ), ГП «РОСДОРНИИ», 2001.01-01. – 93 с.

7 ГОСТ 9128-2013 Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. – Введ. с 01.01.2011– М.: Изд-во стандартов, 2010.

8 ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ. Технические условия. – Введ. с 01.04.2015 – Москва: Стандартинформ, 2014.

9 ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия. – Введ. с 01.01.95 – Москва: Стандартинформ, 2009.

10 О нормах отвода земель для размещения автомобильных дорог и (или) объектов дорожного сервиса [Электронный ресурс]: постановление правительства РФ от 2 сентября 2009г. № 717. Доступ из справ.- правовой сист. «КонультантПлюс».

11 ГОСТ Р 50970-2011 Технические средства организации дорожного движения. Столбики сигнальные дорожные. Общие технические требования. Правила применения. – Введ. с 31.08.2011 –Москва: Стандартинформ, 2011. – 16 с.

12 ГОСТ Р 52289-2004 Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. – Введ. с 15.12.2004 – Москва: Стандартинформ, 2005.

13 ГОСТ 52607-2006 Технические средства организации дорожного движения. Ограждения дорожные удерживающие боковые для автомобилей. Общие технические требования. – Введ. с 01.01.2008. – Москва: Стандартинформ, 2007. – 12 с.

14 ГОСТ 51256 – 2011 Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования. – Введ. с 01.09.2012. – Москва: Стандартинформ, 2012. – 28 с.

15 ГОСТ Р 52748-2007 Нормативные нагрузки, расчетные схемы и габариты приближения. – Введ. 24.09.2007. – Москва: Стандартинформ, 2008.

16 Жуков В.И. Проектирование автомобильных дорог в сложных условиях: Конспект лекций – Красноярск: ИАС, 2007. – 95 с.

17 Типовые технологические карты на устройство земляного полотна и дорожной одежды: распоряжение Минтранса России от 23.05.2003 г. № ОС-468-р/ РОСАВТОДОР – Москва, 2004.

18 ГОСТ Р 52398-2005. Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования. – Введ. 01.05.2006. –Москва: Стандартинформ, 2006. – 3 с.

19 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документров учебной и научной деятельности. СТО 4.2-07-2014/ Сиб. Федер. ун-т. – Красноярск, 2014. – 59 с.

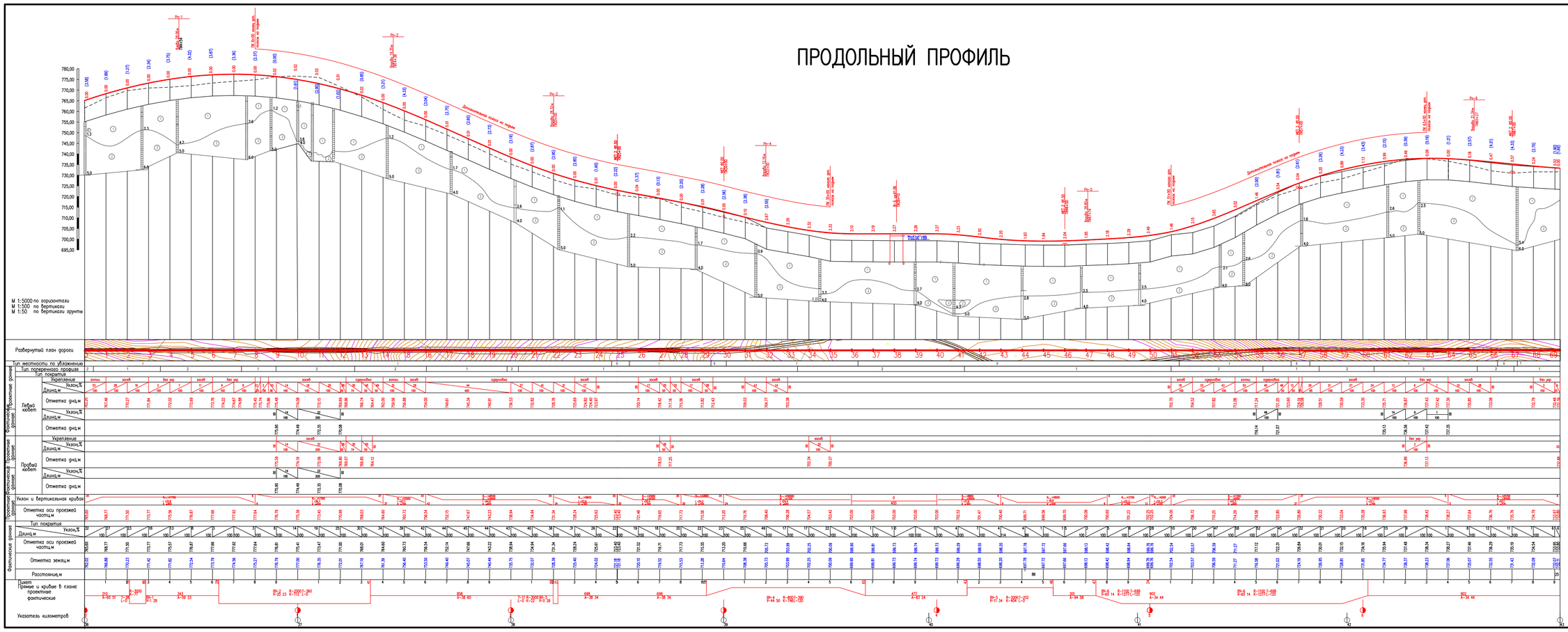
20 Жуков В.И., Гавриленко Т.В. Проектирование автомобильных дорог. Основы : учебное пособие. – Красноярск: Сиб. Федер. Ун-тб 2014-144с.

21 ГОСТ Р 52766-2007 Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования - Москва: Стандартинформ, 2008.

22 Типовой проект серии 3.503.9-78 Конструкции укрепления откосов земляного полотна дорог общего пользования

23 Ротенбург И. С., Вольнов В. С. Примеры проектирования мостовых переходов/ Москва: Высшая школа, 1969. – 284с.

ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ



Номер ИГЭ	Группа грунта	Наименование грунта
1	I	Супесь
2	II	Суглинок

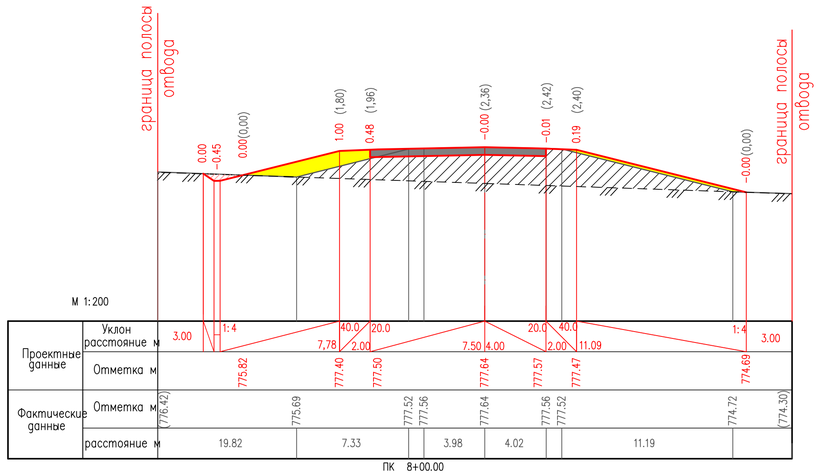
Проектный километр

Существующий километр

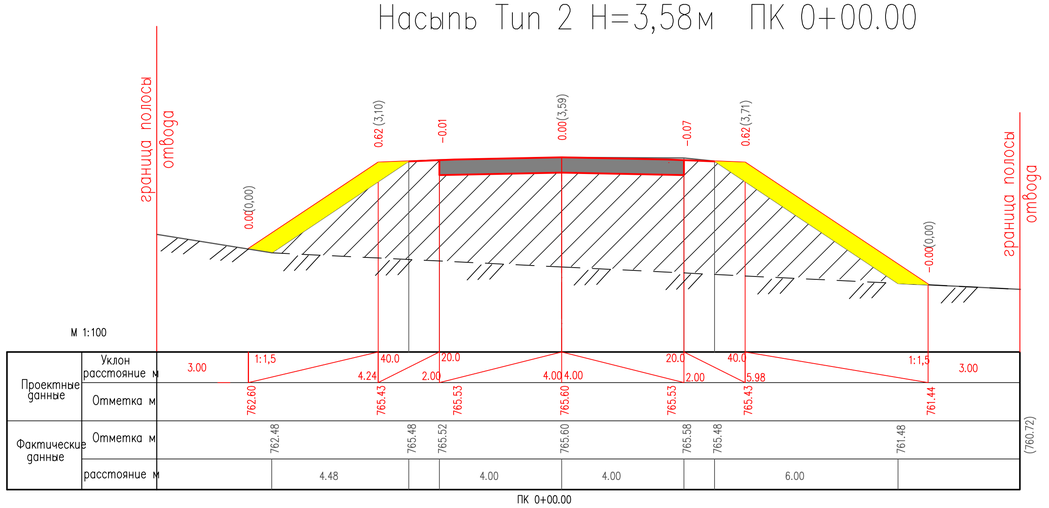
| | | |

ПОПЕРЕЧНЫЕ ПРОФИЛИ

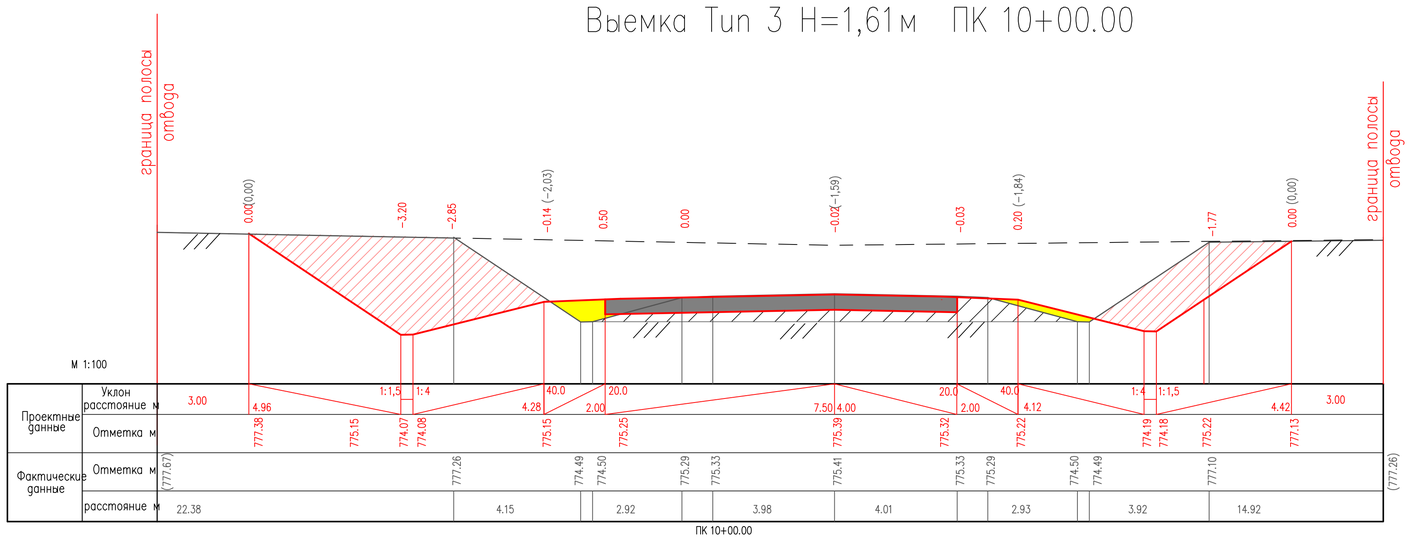
Насыпь Тип 1 Н=2,37м ПК 8+00.00



Насыпь Тип 2 Н=3,58м ПК 0+00.00



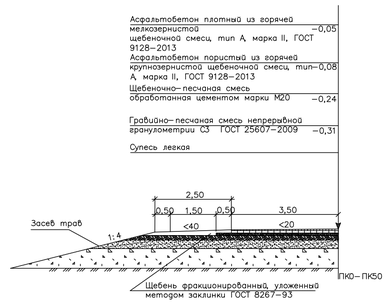
Выемка Тип 3 Н=1,61м ПК 10+00.00



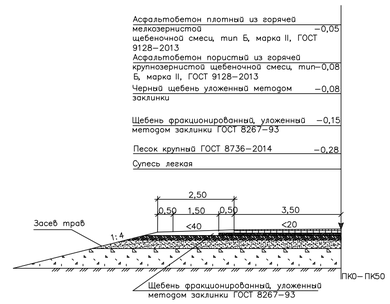
Тип 1. Высота насыпи от 0 до 3 м	ПК0+45 - ПК3+55 ПК7+30 - ПК9+00 ПК16+05 - ПК19+80 ПК20+35 - ПК33+40 ПК41+20 - ПК51+00 ПК55+20 - ПК57+90 ПК60+50 - ПК65+30 ПК67+10 - ПК69+25
Тип 2. Высота насыпи от 3 до 6 м	ПК0+00 - ПК0+45 ПК3+55 - ПК7+30 ПК12+54 - ПК18+00 ПК12+80 - ПК16+05 ПК19-80 - ПК20+35 ПК33+40 - ПК41+20 ПК51+00 - ПК55+20 ПК57+90 - ПК60+50 ПК65+30 - ПК67+10
Тип 3. Глубина выемки от 0 до 3 м	ПК9+00 - ПК12+80

Конструкции дорожной одежды

1 вариант конструкции дорожной одежды М1:100



2 вариант конструкции дорожной одежды М1:100



						ВКР - 08.03.01.0015 - 2017			
						Сибирский Федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Изм	Кол.уч	Лист	№ докум	Подп.	Дата				
Разраб.		Мочалов К. И.				Реконструкция участка автомобильной дороги IV категории в Кемеровской области	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Жуков В.И.					У	4	8
						Типы поперечных профилей, их привязка и конструкции дорожной одежды	Кафедра АДиГС		
Зав. кафед.		Серватинский В.В.							