

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 инициалы, фамилия
«19» 08 20 17 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

08.03.01. «Строительство»
08.03.01.00.15. «Автомобильные дороги»

Проектирование горной трассы в Республике Бурятия

Руководитель

Г.В. Гавриленко
подпись, дата должность, ученая степень

Т.В. Гавриленко
инициалы, фамилия

Выпускник

Е.П. Бондаренко
подпись, дата

Е.П. Бондаренко
инициалы, фамилия

Красноярск 2017

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

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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

08.03.01. «Строительство»
08.03.01.00.15. «Автомобильные дороги»

Проектирование горной трассы в Республике Бурятия

Руководитель	_____	_____	<u>Т.В. Гавриленко</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>Е.П. Бондаренко</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Красноярск 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. Оценка природно-климатических условий	4
1.1. Климат.....	4
1.2. Рельеф.....	6
1.3. Растительность и почвы.....	6
1.4. Инженерно-геологические условия.....	7
1.5. Гидрологические условия.....	7
2. Обоснование технических нормативов автомобильной дороги	8
2.1. Определение категории дороги	8
2.2. Основные технические показатели автомобильной дороги.....	9
3. Описание плана трассы	11
4. Продольный профиль участка трассы	12
4.1. Обоснование руководящих отметок и контрольных точек	12
4.2. Описание проектной линии.....	14
5. Поперечные профили земляного полотна.....	15
5.1. Типы поперечных профилей.....	15
5.1.1. Тип 1. Насыпь до 2 м	15
5.1.2. Тип 2. Насыпь от 2 м до 6 м	15
5.1.3. Тип 3. Выемка глубиной до 1 м	15
5.1.4. Тип 4. Выемка глубиной до 12 м.....	15
5.2. Привязка типов поперечных профилей к пикетам.....	16
5.3. Поперечные уклоны.....	16
6. Дорожная одежда	17
6.1. Виды дорожных одежд и конструктивные слои	17
6.2. Классификация по типу покрытия	17
6.3. Выбор материалов и назначение толщины слоев дорожной одежды	18
6.3.1. Конструирование покрытия.....	18
6.3.2. Конструирование основания.....	19
6.3.3. Назначение толщины слоев.....	20
7. Серпантина	21
7.1. Общие сведения	21
7.2. Расчет симметричной серпантины 1-го рода	23
7.3. Размещение элементов земляного полотна в шейке серпантины	26
7.4. Водоотвод	27
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	28
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	29

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильные дороги – важнейшее звено транспортной системы страны, без которой не может функционировать ни одна отрасль народного хозяйства. В России много территорий, которые находятся в горной местности, что усложняет проектирование и строительство автомобильных дорог. Республика Бурятия одна из таких территорий. Из-за сложности рельефа, на территории Бурятии не так много дорог. Спроектированная мной трасса позволит соединить несколько населенных пунктов, находящихся в разных районах. Это облегчит жизнь людям, находящимся в дальних районах. Они смогут беспрепятственно и в удобное для себя время добраться до нужного места. С экономической точки зрения это тоже плюс. Будет больше людей и чаще посещать заповедники, которыми богата Республика. Так как в Бурятии хорошо развита сельскохозяйственная отрасль, то сможет увеличиться объем продукции, т.к. из отдаленных районов сможет доставляться продукция. Эта трасса позволит добраться до столицы Бурятии Улан-Удэ, что тоже большое преимущество этой трассы. В данное время единственным путем является 110-й зимник, проходящий по р. Светлая. Это очень опасный участок, который тяжело преодолеть даже зимой. Уходит много времени и топлива, чтобы его проехать, поэтому это очень затратно. Спроектированная трасса должна заменить этот зимник, что приведет к уменьшению затраченного времени и топлива, а также обеспечит комфортное и безопасное движения транспорта.

1 Оценка природно – климатических условий

1.1 Климат

Республика Бурятия находится в I дорожно–климатической зоне. В этой зоне встречаются островные многолетнемерзлые грунты. В районе проектирования участка трассы таких грунтов не обнаружено, поэтому трасса проектируется как во II дорожно–климатической зоне.

Климатическая характеристика района приводится по данным метеорологической станции села Баргузин из СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» [2]. Климат в селе Баргузин и района в целом резко-континентальный. Характеризуется сравнительной суровостью и засушливостью. Продолжительная (более 6 месяцев) зима отличается суровыми морозами, сухостью, ясным небом и затишьем. Режим температуры воздуха подвержен большим колебаниям не только в течение года, но и по сезонам — в отдельные месяцы и даже в течение суток

Таблица 1 – Ведомость климатических показателей

№п/п	Наименование показателей	Ед. изм.	Величина
1	Абсолютная температура воздуха -минимальная -максимальная	°С	-52
			+38
2	Средняя температура наружного воздуха холодной пятидневки 0,92 0,98	°С	-41
			-42
3	Преобладающее направление ветра: декабрь-февраль июнь-август		3
			СЗ
4	Максимальное из средних скоростей ветра по румбам за январь	м/с	3,2
5	Минимальное из средних скоростей ветра по румбам за июль	м/с	–
6	Среднемесячная относительная влажность воздуха: -наиболее холодного месяца -наиболее теплого месяца	%	79
			70
7	Количество осадков за: -ноябрь-март -апрель-октябрь	мм	94
			270
8	Расчётная толщина снежного покрова обеспеченностью 5%	м	0,5
9	Глубина промерзания	м	2,7

Таблица 2 – Среднемесячная температура воздуха

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Темп., °С	-27,7	-23,8	-11,9	-0,2	8,0	15,3	18,3	15,8	8,4	-0,5	-12,6	-22,2

Таблица 3 – Повторяемость и скорость ветра за январь

Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Повторяемость,%	1	1	20	6	5	30	31	11
Скорость, м/с	4,7	2,8	2,8	2	2	2,5	2,5	3,5

Таблица 4 – Повторяемость и скорость ветра за июль

Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Повторяемость,%	10	9	14	1	3	13	17	33
Скорость, м/с	4,2	4,6	4,4	2,4	1,9	2,4	2,5	3,9

Ниже представлен дорожно-климатический график, график распределения скоростей и интенсивности ветра представлен на розе ветров.

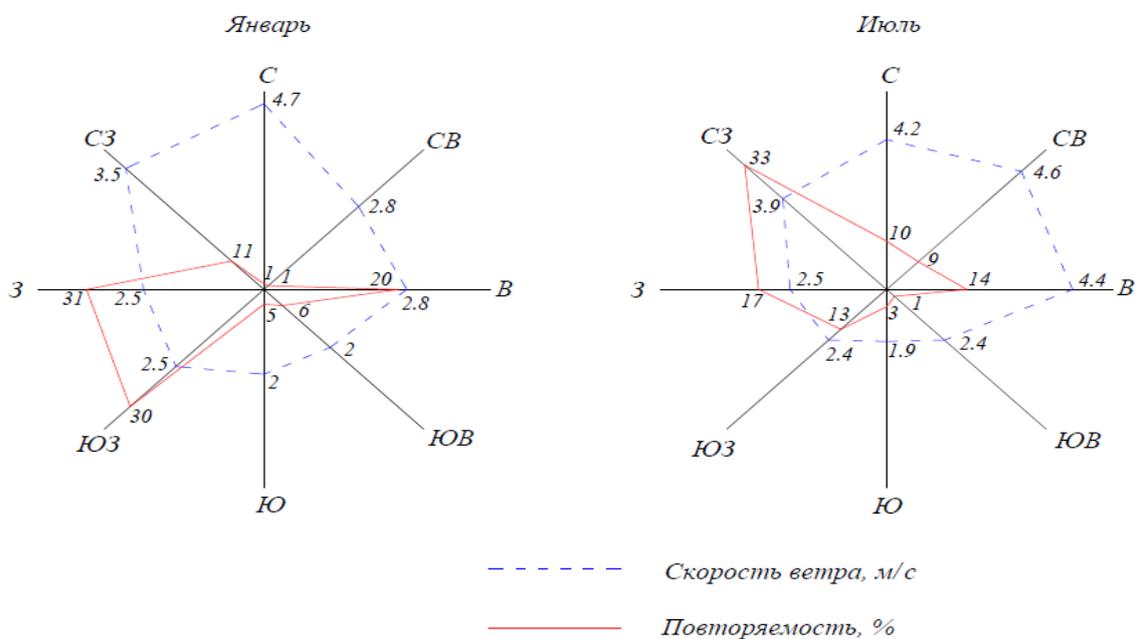


Рисунок 1 – График распределения скоростей и интенсивности ветра

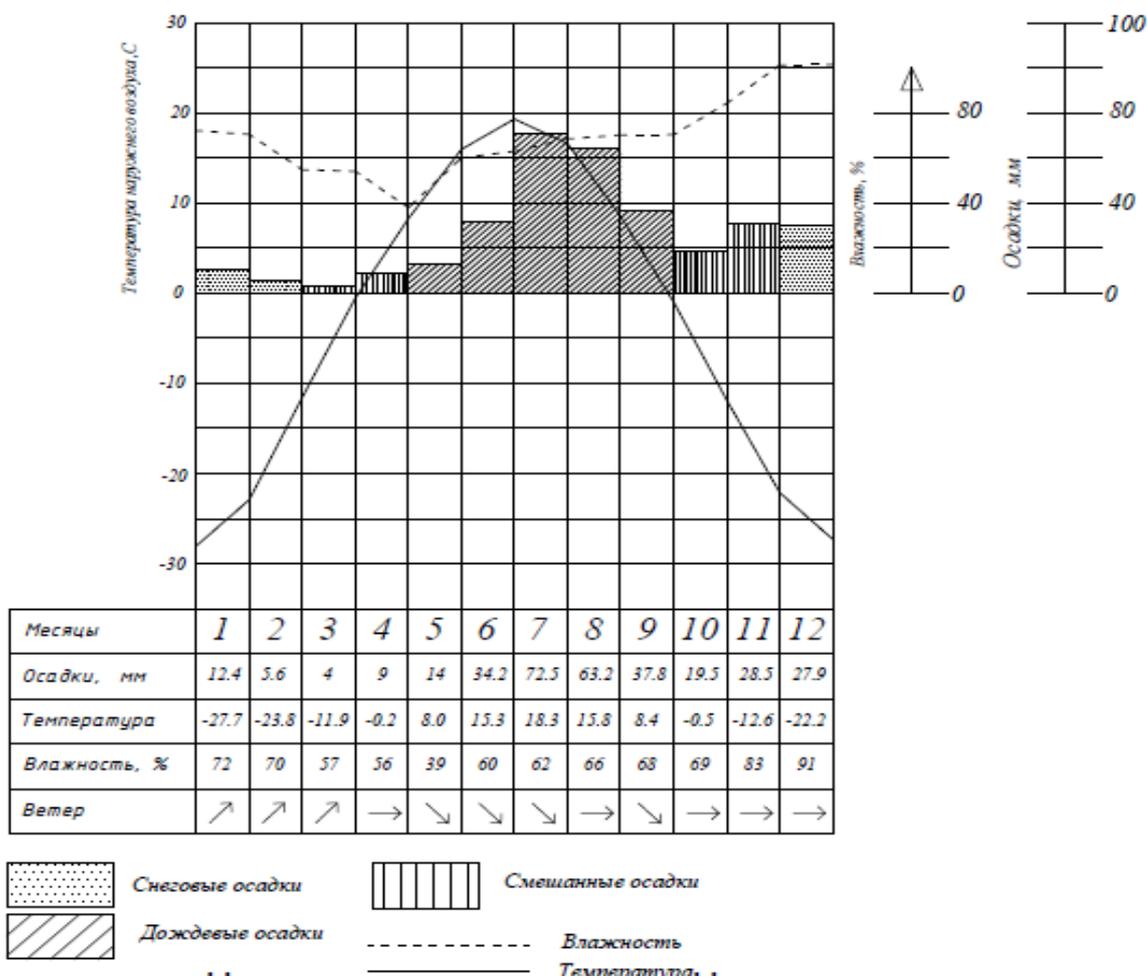


Рисунок 2 – Дорожный климатический график

1.2 Рельеф

Спроектированная трасса расположена на северо–востоке Республики Бурятия, в Курумканском районе по «Пособие по изучению рельефа Бурятии/С.Д Дашинимаева» [12]. Характеризуется рельеф мощными горными хребтами и обширными, глубокими и иногда почти замкнутыми межгорными котловинами с колебаниями отметок в диапазоне от 1045 до 1468 м. Площадь гор более чем в несколько раз больше площади, занимаемую низменностями. Этот район характеризуется значительной приподнятостью над уровнем моря.

1.3 Растительность и почвы

Растительный покров представлен в основном лесом. Он представлен светло–хвойными лесами обыкновенной сосны и сибирской лиственницы, а также темно–хвойной тайгой.

Курумканский район расположен в горно-степной местности. Здесь преобладают суглинки слабоподзолистые темноцветные, местами, переходящие в степях в супеси, а на широких склонах – песчано-каштановые почвы, а также встречаются болотные почвы.

1.4 Инженерно – геологические условия

Рельеф поверхности осложнен эоловыми формами. Высота периодически блуждающих барханов достигает 3-5 м.

Геологическое строение площадки на изученную глубину (10,0 м) достаточно однообразно и представлено аллювиальными песками и, реже, крупнообломочными грунтами.

Инженерно-геологический разрез представлен следующим:

– с поверхности повсеместно вскрыт почвенно-растительный слой мощностью до 0,1-0,2 м, замещаемый иногда насыпными грунтами.

Верхняя часть разреза сложена песками мелкими с прослоями песка пылеватого. Эти грунты подразделяются на пески мелкие средней плотности – и пески мелкие рыхлого сложения.

1.5 Гидрологические условия

Так как рельеф в районе проектирования в основном горный, то существует много горных рек, имеющих сильное течение, которые впадают в более крупные реки, протекающие по горным долинам, относящихся к бассейну озера Байкала и реки Баргузин. В верховьях Баргузина, который несет свои воды с востока на запад к Байкалу, текут его многочисленные притоки – Гарга, Аргада, а также Джерга, Алла. В свое время в Аллу впадает река Светлая, по которой проходит 110-й зимник. Болота имеют сравнительно ограниченное распространение. Больших заболоченных массивов сравнительно немного, и приурочены они обычно к отрицательным формам рельефа.

2 Обоснование технических нормативов автомобильной дороги

2.1 Определение категории дороги

Категория проектируемой дороги устанавливается по СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» [1]. Её назначают по расчетной интенсивности движения, измеряемой в приведенных к легковому автомобилю единицах в сутки (прив. ед./сут.).

Интенсивность движения – это количество транспортных средств, проходящих через сечение дороги в единицу времени.

Расчетной интенсивностью движения является перспективная интенсивность движения. При этом перспективный период равен 20-ти годам.

Расчет перспективной интенсивности определяется по формуле:

$$N_{\text{пер}} = N_{\text{исх}} \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right)^{20},$$

где $N_{\text{исх}}$ – исходная интенсивность движения, равная 400 авт./сут.;

P – процент ежегодного прироста интенсивности движения, равный 4%.

Определим количество автомобилей каждого вида в потоке:

$$N = N_{\text{исх}} \frac{P}{100},$$
$$N_{\text{л/а}} = 400 \cdot \frac{45}{100} = 180 \text{ авт./сут.},$$
$$N_{\text{до 2т}} = 400 \cdot \frac{15}{100} = 60 \text{ авт./сут.},$$
$$N_{\text{2-6т}} = 400 \cdot \frac{10}{100} = 40 \text{ авт./сут.},$$
$$N_{\text{6-8т}} = 400 \cdot \frac{7}{100} = 28 \text{ авт./сут.},$$
$$N_{\text{8-14т}} = 400 \cdot \frac{5}{100} = 20 \text{ авт./сут.},$$
$$N_{\text{авт}} = 400 \cdot \frac{3}{100} = 12 \text{ авт./сут.},$$
$$N_{\text{а.п.до 12т}} = 400 \cdot \frac{10}{100} = 40 \text{ авт./сут.},$$
$$N_{\text{а.п.12-20т}} = 400 \cdot \frac{5}{100} = 20 \text{ авт./сут.}$$

С помощью коэффициентов приведения, данный поток приведем к потоку, состоящему только из легковых автомобилей, взятых из таблицы СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» [1].

Таблица 5 – Коэффициенты приведения для различных транспортных средств

Типы транспортного средства	Грузоподъемность, т	Коэффициент приведения
Легковые автомобили	-	1,0
Грузовые автомобили	До 2	1,3
	2-6	1,4
	6-8	1,6
	8-14	1,8
Автопоезда	До 12	1,8
	12-20	2,2
Автобусы большой вместимости	-	3,0

$$\begin{aligned}
 N_{\text{прив л/а}} &= N_{\text{л/а}} \cdot K_{\text{прив л/а}} = 180 \cdot 1 = 180 \text{ прив. авт./сут.}, \\
 N_{\text{прив до 2т}} &= N_{\text{до 2т}} \cdot K_{\text{прив до 2т}} = 60 \cdot 1,3 = 78 \text{ прив. авт./сут.}, \\
 N_{\text{прив 2-6т}} &= N_{\text{2-6т}} \cdot K_{\text{прив 2-6т}} = 40 \cdot 1,4 = 56 \text{ прив. авт./сут.}, \\
 N_{\text{прив 6-8т}} &= N_{\text{6-8т}} \cdot K_{\text{прив 6-8т}} = 28 \cdot 1,6 = 45 \text{ прив. авт./сут.}, \\
 N_{\text{прив 8-14т}} &= N_{\text{8-14т}} \cdot K_{\text{прив 8-14т}} = 20 \cdot 1,8 = 36 \text{ прив. авт./сут.}, \\
 N_{\text{прив авт}} &= N_{\text{авт}} \cdot K_{\text{прив авт}} = 12 \cdot 3 = 36 \text{ прив. авт./сут.}, \\
 N_{\text{прив а.п.до 12т}} &= N_{\text{а.п.до 12т}} \cdot K_{\text{прив а.п.до 12т}} = 40 \cdot 1,8 = 72 \text{ прив. авт./сут.}, \\
 N_{\text{прив а.п 12-20т}} &= N_{\text{а.п.12-20т}} \cdot K_{\text{прив а.п.12-20т}} = 20 \cdot 2,2 = 44 \text{ прив. авт./сут.}
 \end{aligned}$$

Вычисляем исходную интенсивность движения, измеряемую в приведенных автомобилях:

$$N_{\text{прив.исх.}} = \sum_{i=1}^M N_i K_i = 547 \text{ прив. авт./сут.}$$

Определяем перспективную интенсивность движения:

$$N = N_{\text{прив.исх.}} \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right)^t = 547 \cdot \left(1 + \frac{4}{100}\right)^{20} = 1199 \text{ прив. авт./сут.}$$

Категорию дороги принимаем в зависимости от перспективной интенсивности движения по СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» [1].

Проектируемая дорога относится к IV категории.

2.2 Основные технические показатели автомобильной дороги

Основные технические показатели IV категории дороги определяются по СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» [1].

Таблица 6 – Основные технические показатели автомобильной дороги

Наименование показателя	Единицы измерения	Величина
1 Категория дороги	-	IV
2 Расчетная интенсивность движения	прив. авт./сут.	1199
3. Расчетная скорость движения – основная – в горных условиях	км/ч	80
		40
4 Число полос движения	шт.	2
5 Ширина полосы движения	м	3,0
6 Ширина проезжей части	м	6,0
7 Ширина обочин	м	2,0
8 Наименьшая ширина укрепленной полосы обочины	м	0,5
9 Ширина земляного полотна поверху	м	10
10 Наименьшие радиусы кривых в плане: – основные (при 80 км/ч) – в горной местности (при 40 км/ч)	м	300
		60
11 Расчетные расстояния видимости: – для остановки – для встречного автомобиля	м	55
		110
12 Наибольший продольный уклон: – при 80 км/ч – при 40 км/ч	‰	60
		90
13 Наименьшие радиусы выпуклых кривых в продольном профиле	м	5000
14 Наименьшие радиусы выпуклых кривых на трудных участках	м	1000
15 Наименьшие радиусы вогнутых кривых в продольном профиле: – при 80 км/ч – при 40 км/ч	м	2000
		1000
16 Наименьшие радиусы вогнутых кривых на трудных участках: – при 80 км/ч – при 40 км/ч	м	1000
		300
17 Поперечный уклон проезжей части	‰	15
18 Поперечный уклон обочины	‰	35

3 Описание плана трассы

Участок трассы расположен в горной местности. Участок трассы проложен методом тангенсов. Развитие участка трассы происходит по склону горы. Он имеет 3 угла поворота. Первый угол поворота на ПК 3+92, равный 83° , принят с целью обхода горы, для уменьшения продольного уклона. Второй угол поворота на ПК 13+54, равный 36° , и третий угол поворота на ПК 19+96, равный 31° , приняты с целью уменьшения продольного уклона при поднятии в гору, с помощью проектирования серпантин. Для первого угла поворота принята кривая радиусом 100 м. Во втором и третьем угле поворота спроектированы серпантины с переходными кривыми и прямыми вставками, для них приняты кривые двух радиусов: вспомогательной кривой – 80 м, основной – 30 м. Наибольший продольный уклон 66%. Длина участка трассы составляет 3115 м.

4 Продольный профиль участка трассы

4.1 Обоснование руководящих отметок и контрольных точек

Руководящие отметки устанавливаются по учебному пособию «Проектирование автомобильных дорог. Основы/ В.И. Жуков, Т.В. Гавриленко» [5]. Они необходимы для установления оптимальной высоты насыпи, которая обеспечит условия нормальной 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:

$$h_p = h_{\text{сн.}} + \Delta h,$$

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

Δh – возвышение бровки насыпи над уровнем снежного покрова для IV категории дороги, равная 0,5 метра.

Тогда:

$$h_p = 0,5 + 0,5 = 1 \text{ м.}$$

Полученную отметку необходимо перевести в руководящую отметку для линии проектируемой поверхности дорожного покрытия по оси дороги. Тогда руководящая отметка вычисляется по формуле:

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

где b_1 – ширина покрытия; b_2 – ширина обочины за вычетом краевой полосы; $i_{\text{об.}}$ – поперечный уклон неукрепленной части обочины; $i_{\text{поп.}}$ – поперечный уклон проезжей части и краевой полосы.

Тогда:

$$h_1 = 1 + 0,035 \cdot 2 + 0,015 \cdot \frac{10}{2} = 1,15 \text{ м.}$$

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

$$h_{II} = h_{1н} + i_{\text{поп.}} \cdot \frac{b_1}{2},$$

где $h_{1н}$ – возвышение поверхности дорожного покрытия дорожной одежды над поверхностью земли, принимается в зависимости от дорожно – климатической зоны и грунта рабочего слоя ; b_1 – ширина покрытия; $i_{\text{поп.}}$ – поперечный уклон проезжей части и краевой полосы.

Тогда:

$$h_{II} = 0,9 + 0,015 \cdot \frac{10}{2} = 0,98 \text{ м.}$$

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

$$h_{III} = h_{2н} + h_{гв} + i_{\text{поп.}} \cdot \frac{b_1}{2},$$

где $h_{2н}$ – возвышение поверхности покрытия дорожной одежды над уровнем грунтовых, принимается в зависимости от дорожно – климатической зоны и грунта рабочего слоя; $h_{гв}$ – расстояние от поверхности земли до уровня грунтовых вод, равное 0,42 м.

Тогда:

$$h_{III} = 1,1 + 0,42 + 0,015 \cdot \frac{10}{2} = 1,6 \text{ м.}$$

Таблица 7 – Ведомость контрольных точек для проектной линии

Местоположение точки		Отметка, м	Вид контрольной точки
ПК	+		
0	00	1044,00	Начало трассы
1	00	1044,50	Труба
13	00	1087,56	Труба
21	00	1111,10	Труба
31	15	1175,87	Конец трассы

4.2 Описание проектной линии

Проектная линия построена по методу тангенсов, в основном по секущей, с чередованием насыпей и выемок. Суть этого метода в том, что сначала строится ломаный ход, и в образовавшиеся переломы вписываются вертикальные кривые. Проектная линия имеет одну выпуклую кривую, радиусом 4500 м и три вогнутых, радиусами 1800, 3000 и 2100 м. Так как трасса проложена в горных условиях, то имеются большие продольные уклоны. Наибольший продольный уклон 78‰. В пределах серпантин продольные уклоны соблюдаются и не превышают 30‰.

5 Поперечные профили земляного полотна

5.1 Типы поперечных профилей

Поперечные профили назначают по учебному пособию «Проектирование автомобильных дорог. Основы/ В.И. Жуков, Т.В. Гавриленко» [5] в зависимости от высоты насыпи или глубины выемки, от категории дороги, а также от грунтовых условий с учетом природных особенностей района строительства.

5.1.1 Тип 1. Насыпь до 2 м

Крутизну откосов для таких насыпей принимают из условия обеспечения безопасного съезда не круче 1:3 – для дорог 4-5 категорий. Так как трасса проходит по косогору крутизной 1:10, то с нагорной стороны устраивается откос крутизной 1:3, а с другой стороны более крутой откос крутизной 1:2, для обеспечения устойчивости откоса. Кювет устраивается только с нагорной стороны крутизной 1:3 и 1:1,5 и глубиной не менее 0,3 м.

5.1.2 Тип 2. Насыпь от 2 м до 6 м

Их устраивают с более крутыми откосами 1:1,5. Такая крутизна обеспечивает устойчивость откоса. В мелких песчаных и пылеватых грунтах в районах с влажным климатом крутизну откосов уменьшают до 1:1,75. Так как в районе проектирования имеются песчаные мелкие грунты, то принимаем крутизну откосов 1:1,75. Для таких насыпей кюветы не устраиваются, но так как у нас косогор, то с нагорной стороны устраивается нагорная канава крутизной 1:1,5 и глубиной не менее 0,3. Нагорная канава устраивается на расстоянии не менее 2 м от низа откоса насыпи.

5.1.3 Тип 3. Выемка глубиной до 1 м

В выемках существует два вида откосов – внешний и внутренний. Внутренний откос обычно имеет заложение 1:3 или 1:4 с целью обеспечения безопасного съезда с обочины. Так как у нас дорога IV категории, то принимаем крутизну внутреннего откоса 1:3. Крутизну внешнего откоса принимаем 1:2, так как имеются песчаные грунты. С обеих сторон устраиваются кюветы глубиной не менее 0,3 м. С нагорной стороны устраивается нагорная канава крутизной 1:1,5 и глубиной не менее 0,6 м. Нагорная канава устраивается на расстоянии не менее 5 м от верха внешнего откоса выемки.

5.1.4 Тип 4. Выемка глубиной до 12 м

Для выемок глубиной до 5 м заложение внешнего откоса выемки принимают 1,5 или 1:2. При большей глубине:

– 1:1,5 в песчаных и однородных глинистых грунтах.

– 1:1 в крупнообломочных грунтах.

Так как у нас выемка до 5 м и встречаются песчаные грунты, принимаем заложение внешнего откоса выемки 1:2. Внутренний откос принимаем 1:3. С обеих сторон устраиваются кюветы глубиной не менее 0,3 м. С нагорной стороны устраиваются закуветная полка и нагорная канава. Закуветная полка устраивается в местах с интенсивными метелями и снегопадами, что частое явление в районе проектирования трассы. Поверхности закуветной полке придается уклон 20-40‰ в сторону кювета и ее длина не должна быть менее 4 м. Нагорная канава устраивается крутизной 1:1,5 и глубиной не менее 0,6 м. Она устраивается на расстоянии не менее 5 м от верха внешнего откоса выемки.

5.2 Привязка типов поперечных профилей к пикетам

Таблица 8 – Привязка типов поперечных профилей к пикетам

Тип	ПК
1	0+00 ÷ 0+85; 5+12 ÷ 5+39; 9+98 ÷ 10+60; 13+67 ÷ 16+10; 20+40 ÷ 20+82; 21+33 ÷ 25+21; 28+73 ÷ 29+97
2	0+85 ÷ 5+12; 10+60 ÷ 13+67; 20+82 ÷ 21+33; 25+21 ÷ 28+73
3	5+39 ÷ 5+53; 9+53 ÷ 9+98; 16+10 ÷ 16+50; 20+20 ÷ 20+40; 29+97 ÷ 31+15
4	5+53 ÷ 9+53; 16+50 ÷ 20+20

5.3 Поперечные уклоны

Для обеспечения стока воды с верхней части земляного полотна проезжей части и обочинам придают поперечные уклоны. Они определяются исходя от категории дороги, дорожно-климатической зоны, типа покрытия, типа укрепления и т.д. Поперечные уклоны проезжей части в зависимости от дорожно-климатической зоны для дорог 2-4 категорий:

- I дорожно-климатическая зона – 15 ‰;
- II – IV – 20 ‰;
- V – 15 ‰.

Обочинам придают больший уклон, по сравнению с уклоном проезжей части на 10-30 ‰, т.к. на их поверхности при эксплуатации могут появляться неровности, вызванные заездом автомобилей.

На автомобильных дорогах III-IV категорий обочины уплотняют и укрепляют засевом трав, ширину укрепленной прочными материалами полосы сокращают до 0,5 м. Допускаются уклоны для обочин:

- 30 – 40 ‰ – при укреплении с применением вяжущих;
- 40 – 60 ‰ – гравием, щебнем, шлаком или бетонными плитами;
- 50 – 60 ‰ – дернованием или засевом трав.

6 Дорожная одежда

6.1 Виды дорожных одежд и конструктивные слои

Дорожная одежда – это инженерная многослойная конструкция, которая воспринимает нагрузку от транспортных средств и передает её на грунтовое основание или подстилающий грунт, по «ОДН 218.046-01 Отраслевые дорожные нормы. Проектирование нежестких дорожных одежд. – М, 2001. – 99 с.» [8].

Жёсткая – одежда, работающая как плита конечных размеров, лежащая на упругом основании при свободном, штыревом или другом типе сопряжения плит. К жёстким относят дорожные одежды с цементобетонными покрытиями или асфальтобетонными покрытиями на бетонном основании.

Нежесткая – одежда, работающая как слоистая система бесконечных в плане размеров на грунтовом основании. К нежестким дорожным одеждам относятся одежды со слоями, устроенными из разного вида а/б (дегтебетонов), из материалов и грунтов, армированных битумом, цементом, известью, комплексными и другими вяжущими, а также из слабосвязанных зернистых материалов (щебня, шлака, гравия и др.).

В многослойных конструкциях различают следующие элементы дорожной одежды.

Покрытие – это верхняя часть дорожной одежды, которая воспринимает усилия от колёс транспортных средств и подвергается воздействию атмосферных факторов.

Основание – часть конструкции дорожной одежды, расположенная под покрытием. Оно обеспечивает вместе с покрытием перераспределение напряжений в конструкции, а также морозостойкость и осушение конструкции.

При наличии неблагоприятных погодных – климатических и грунтово – гидрологических условий между несущим основанием и подстилающим грунтом устраивают дополнительные слои основания.

Рабочий слой земляного полотна (подстилающий грунт) – это тщательно уплотненная и спланированная верхняя часть полотна, на который укладывают дорожные одежды. Он находится в диапазоне от низа дорожной одежды до 2/3 глубины промерзания, но не менее 1,5 м от поверхности покрытия. На рабочий слой передаётся и распределяется всё давление от транспортных нагрузок.

6.2 Классификация по типу покрытия

По типу покрытия дорожные одежды подразделяются на усовершенствованные, переходные и низшего типа. Усовершенствованные покрытия используются на дорогах высоких категорий. Дорожная одежда переходного типа используются на дорогах IV и V категорий. Дорожная одежда низшего типа – на дорогах V категории. Усовершенствованные покрытия подразделяются на капитальные и облегченные. Обычно дорожные одежды капитального типа проектируют на дорогах I-й и II-й категории, облегченного – III-й и IV-й категории.

Так как проектируемая дорога относится к IV категории, то будем конструировать нежесткую дорожную одежду, покрытие облегченного типа. Основываясь на это, выбираем материалы и назначаем толщины слоев дорожной одежды.

6.3 Выбор материалов и назначение толщины слоев дорожной одежды

6.3.1 Конструирование покрытия

Покрытие назначается с учетом перспективной приведенной интенсивности движения.

Вид, марку и тип асфальтобетона для покрытия назначают в соответствии с положениями действующих СП 34.13330.2012 “Автомобильные дороги” и ГОСТ 9128-2013 [2,9].

Облегченные покрытия устраивают из горячих и холодных а/б смесей; чёрного щебня, приготовленного в установке и уложенного по способу заклинки; из пористой и высокопористой а/б смеси с поверхностной обработкой и т.д.

Асфальтобетонная смесь – рационально подобранная смесь минеральных материалов (щебня (гравия) и песка с минеральным порошком или без него) с битумом, взятых в определенных пропорциях и перемешанных в нагретом состоянии.

Асфальтобетон – уплотненная асфальтобетонная смесь.

В зависимости от вида минеральной составляющей подразделяют на щебеночные, гравийные и песчаные.

Горячие а/б смеси – это смеси на вязких и жидких нефтяных дорожных битумах, применяемые непосредственно после приготовления с температурой не ниже 120 °С.

Холодные а/б смеси – смеси на жидких нефтяных дорожных битумах, допускаемые к длительному хранению и применяемые с температурой не ниже 5 °С.

В зависимости от наибольшего размера зерен минеральных материалов смеси подразделяют на:

- крупнозернистые – с зернами размером до 40 мм;
- мелкозернистые – с зернами размером до 20 мм;
- песчаные – с зернами размером до 10 мм.

В зависимости от значения остаточной пористости ε горячие а/б смеси подразделяют на:

- высокоплотные $1 < \varepsilon \leq 2,5$ %;
- плотные $2,5 < \varepsilon \leq 5$ %;
- пористые $5 < \varepsilon \leq 10$ %;
- высокопористые $\varepsilon > 10$ %.

В зависимости от содержания в асфальтобетонных смесях щебня (гравия) $C_{щ}$ горячие щебеночные и гравийные а/б смеси и плотные асфальтобетоны подразделяют на типы:

- А – $50\% < C_{щ} \leq 60\%$;
- Б – $40\% < C_{щ} \leq 50\%$;
- В – $30\% < C_{щ} \leq 40\%$.

Смеси и асфальтобетоны в зависимости от показателей физико-механических свойств и применяемых материалов подразделяют на марки.

А/б покрытие и основание должны быть, как правило, однослойным. Двухслойное а/б основание можно применять лишь в том случае, когда необходимо использовать в нижнем слое основания а/б с пониженной сдвигоустойчивостью (высокопористый, песчаный).

Марка битума назначается в соответствии с приложением А к ГОСТ 9128- 2013 [9] в зависимости от категории дороги и дорожно-климатической зоны.

Т.к. проектируемая трасса относится к IV категории и проектируется она как во II дорожно – климатической зоне, то назначаем однослойное покрытие из горячего крупнозернистого пористого а/б, марки битума БНД 90/130.

6.3.2 Конструирование основания

На дорогах III и IV категорий целесообразно устраивать основание дорожной одежды из гравийного пористого асфальтобетона; гравийно-песчаных смесей, обработанных эмульсией, дегтями и другими органическими вяжущими; различных материалов и грунтов и побочных продуктов промышленности, обработанных неорганическими или комплексными вяжущими, щебеночных и щебеночно – гравийных смесей.

Если в качестве несущего слоя основания применяется слой из щебня, уложенного по принципу раскладки мелким щебнем или гранулированный активным шлаком, то в этом случае применяют щебень, отвечающий требованиям ГОСТ 8267, ГОСТ 3344 и ГОСТ 25607. При этом в качестве основного материала используют щебень фракции 40-70 (80) мм или фракции 70(80) -120 мм, а в качестве расклинивающего – фракции 5-10, 10-20 и 20-40 мм. При устройстве оснований дорожных одежд из щебня фракции 40-70 (80) мм для раскладки допускается применять щебеночно-песчаные смеси С10, С11 по ГОСТ 25607 [10] вместо фракции 5-10 мм.

Между конструктивным слоем из каменных материалов и слоем из мелкозернистых грунтов предусматривают прослойку из геосинтетического материала или прослойку толщиной не менее 10 см из песка, высевок, укрепленного грунта или других водоустойчивых материалов.

Для устройства дополнительных слоев основания могут быть применены смеси С3 - С11 по ГОСТ 25607-2009 [10] и пески по ГОСТ 8736-2014 [11]. Коэффициент фильтрации смесей и песков должен быть не менее 1 м/сут.

Для проектируемой трассы назначаем основание из фракционного щебня, уложенного по способу заклинки и дополнительным слоем из гравийно – песчаной смеси С4.

6.3.3 Назначение толщины слоев

Предварительно толщину покрытия из асфальтобетона облегченных дорожных одежд следует назначать равной 4-6 см, а при использовании других материалов (дегтебетонные, из черного щебня, из щебня, обработанного вяжущими по способу пропитки, из крупнообломочных материалов, из песчаных или супесчаных грунтов, обработанных в установке битумной эмульсией совместно с цементом) – равной 6-8 см.

Минимальную толщину слоев устанавливают в соответствии с таблицей 9 (СП 34.13330-2012 [1], табл. 8.9). Толщину конструктивного слоя следует принимать во всех случаях не менее чем двойного размера наиболее крупной фракции применяемого минерального материала.

Таблица 9 (СП 34.13330-2012, табл. 8.9) – Минимальная толщина слоев

Материалы слоев дорожной одежды	Толщина слоя, см
Крупнозернистый асфальтобетон (с размером зерен до 40 мм)	7
Мелкозернистый асфальтобетон (с размером зерен до 20 мм)	5
Щебеночно-мастичный асфальтобетон (до 10 мм) и песчаный асфальтобетон (до 5 мм)	3
Щебеночные (гравийные) материалы, обработанные органическим вяжущим	8
Щебень, обработанный органическим вяжущим по способу пропитки	8
Щебеночные и гравийные материалы, не обработанные вяжущими: – на песчаном основании – на прочном основании (каменном или из укрепленного грунта)	15 8
Каменные материалы и грунты, обработанные органическими или неорганическими вяжущими	10

Дорожная одежда облегченного типа для проектируемой трассы получилась следующей:

1. Покрытие. Горячий крупнозернистый пористый а/б, марка битума БНД 90/130 – 7 см.
2. Основание. Фракционный щебень, уложенный по способу заклинки – 15 см.
3. Дополнительный слой. Гравийно – песчаная смесь С4 – 18 см.
4. Грунт земляного полотна – песок мелкий.

7 Серпантина

7.1 Общие сведения

При проектировании дорог в горной местности чтобы уменьшить большие продольные уклоны на длинных участках крутых склонов, в некоторых случаях приходится прокладывать трассу, представляя ее как зигзагообразную линию с острыми внутренними углами поворотов. Вписывание кривых внутрь образовавшихся острых углов не дает желаемого результата, так как это не обеспечивает должного развития трассы, так как длины кривых меньше суммы тангенсов. В таких случаях предусматривают сложные закругления с внешней стороны угла, называемые серпантинами. «Жуков В.И. Проектирование в сложных условиях: учеб. пособие. КрасГА-СА, 2000. 95 с» [13].

Серпантина – это сопряжение двух участков трассы, выполненных с помощью прямых и кривых, расположенных вне рассматриваемого угла. Серпантина состоит из основной кривой, двух вспомогательных кривых и вставок между основной кривой и вспомогательными, необходимыми для размещения переходных кривых. Уширение проезжей части на серпантинах делают за счет внешней обочины только на 0,5 м, а остальную часть уширения за счет внутренней обочины и дополнительного уширения земляного полотна.

Проектирование серпантины характеризуются, что на данном участке приводит к снижению скоростей, безопасности движения и перепробеги автомобилей. Поэтому, как правило, является более предпочтительным вариант трассы, имеющий возможно меньшее число серпантин. Их разрешается устраивать на дорогах II—V категорий.

Между основной кривой и вспомогательными кривыми укладывают переходные кривые. Вспомогательные кривые серпантины могут состоять из круговых кривых, выпуклости которых могут быть направлены как в одну, так и в разные стороны. Серпантины могут иметь симметричное и несимметричное размещение своих ветвей. У несимметричных серпантин основная кривая может состоять из одной или нескольких круговых кривых различного радиуса. Несимметричные кривые могут иметь вынесенный и смещенный центр основной кривой.

Размещение серпантины обычно начинается с размещения на наиболее пологом участке склона местности основной кривой с последующим подбором вспомогательных кривых. При укладке серпантин вычисляют ширину шейки серпантины.

К устройству серпантин приходится прибегать при трассировании на крутых склонах, обычно, в более или менее ограниченных условиях.

По строительным нормам и правилам расстояние между концом вспомогательной кривой одной серпантины и началом вспомогательной кривой соседней серпантины должно быть, возможно, большим и не менее

400 м для дорог II—III категории, 300 м — для дорог IV категории и 200 м — для дорог V категории.

Расчет элементов серпантины проводится по «Серпантины (Метод расчета и таблицы). Митин Н.А.» [3], заключается в установлении величины отдельных ее элементов и в проверке возможности размещения на местности земляного полотна с канавами и откосами.

Основные элементы серпантин должны назначаться в соответствии с рекомендациями СП 34.13330-2012 [1].

Таблица 10 – Основные расчетные параметры элементов серпантин

Параметры элементов серпантины	Параметры серпантин при расчётной скорости движения, км/ч		
	30	20	15
Наименьший радиус кривых в плане, м	30	20	15
Поперечный уклон проезжей части на вираже, ‰	60	60	60
Длина переходной кривой, м	30	25	20
Уширение проезжей части, м	2,2	3,0	3,5
Наибольший продольный уклон в пределах серпантины, ‰	30	35	40

Наибольшее распространение получили серпантины 1-го рода с переходными кривыми. Серпантину 1-го рода называют симметричной, если основная кривая описана одним радиусом R и ее центр расположен на биссектрисе острого угла. Серпантина 1-го рода называется несимметричной, если радиусы вспомогательных кривых не равны и основная кривая состоит из нескольких дуг, или ее центр не расположен на биссектрисе угла. Положение центра окончательно выбирается только после тщательного обследования рельефа.

7.2 Расчет симметричной серпантины 1-го рода

После выбора на местности площадки, наиболее удобной для разбивки серпантинны и предварительного размещения ее на возможно крупномасштабном плане в горизонталях, производится точный расчет всех основных точек серпантинны.

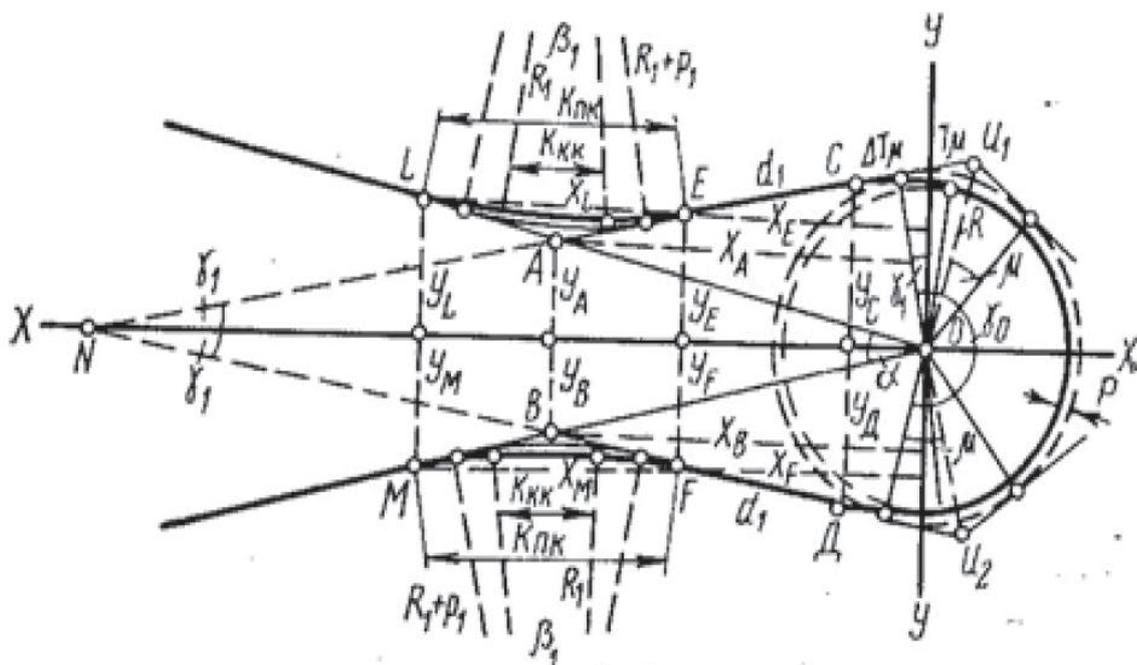


Рисунок 3 – Симметричная серпантинна 1 рода с переходными кривыми

Данные для расчета: угол серпантинны $\alpha=36^\circ$; прямые вставки $d_1=40$ м; радиус основной кривой $R=30$ м; радиус вспомогательных кривых $R_1=80$ м; длина переходной кривой $l_\mu=30$ м; длина переходных кривых $l_{\beta_1}=45$ м.

Предварительно вычислим необходимые элементы:

1. Угол β_1

$$tg\beta_1 = \frac{R + p}{\Delta T_\mu + d_1 + \Delta T_{\beta_1} + (R_1 + p_1)tg\frac{\beta_1}{2}}$$

заменяем $tg\beta_1$ через тангенс двойного угла

$$\frac{2tg\frac{\beta_1}{2}}{1 - tg^2\frac{\beta_1}{2}} = \frac{R + p}{\Delta T_\mu + d_1 + \Delta T_{\beta_1} + (R_1 + p_1)tg\frac{\beta_1}{2}}$$

После преобразования получим квадратное уравнение:

$$tg^2 \frac{\beta_1}{2} [R + p + 2(R_1 + p_1)] + 2tg \frac{\beta_1}{2} (\Delta T_\mu + d_1 + \Delta T_{\beta_1}) - (R + p) = 0,$$

откуда

$$tg \frac{\beta_1}{2} = \frac{-(\Delta T_\mu + d_1 + \Delta T_{\beta_1}) \pm \sqrt{(\Delta T_\mu + d_1 + \Delta T_{\beta_1})^2 + (R + p)[2(R_1 + p_1) + R + p]}}{2(R_1 + p_1) + R + p},$$

но

$$\Delta T_\mu + d_1 + \Delta T_{\beta_1} \approx \frac{l_\mu}{2} + 40 + \frac{l_{\beta_1}}{2} = 15 + 40 + 22,5 \approx 77,5 \text{ м},$$

а

$$p_\mu = \frac{l_\mu^2}{(R \cdot 24) - \frac{l_\mu^4}{2688 \cdot R^4}} = \frac{900}{(30 \cdot 24) - \frac{30^4}{2688 \cdot 30^4}} = 1,25 \text{ м},$$

$$p_{\beta_1} = \frac{l_{\beta_1}^2}{(R_1 \cdot 24) - \frac{l_{\beta_1}^4}{2688 \cdot R_1^4}} = \frac{3600}{(80 \cdot 24) - \frac{45^4}{2688 \cdot 80^4}} = 1,05 \text{ м}.$$

тогда

$$tg \frac{\beta_1}{2} = \frac{-77,5 + \sqrt{77,5^2 + 31,25(2 \cdot 81,05) + 31,25}}{(2 \cdot 81,05) + 31,25} = 0,167,$$

$$\frac{\beta_1}{2} = 9^\circ 45' \text{ берем угол } \beta_1 = 19^\circ.$$

2. Угол γ_1

$$\gamma_1 = \beta_1 - \frac{\alpha}{2} = 19 - 18 = 1^\circ.$$

3. Угол γ_0

$$\gamma_0 = 180 + 2\beta_1 - \alpha = 180 + 38 - 36 = 182^\circ.$$

4. Угол μ

$$\mu = \frac{\gamma_0}{5} = \frac{182}{10} = 18^\circ 2' \text{ } (\gamma_0 \text{ делим на 10 равных частей}).$$

5. Тангенс угла β_1

$$T_{\beta_1} = R_1 \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta_1}{2} = 80 \cdot 0,167 = 13,36 \text{ м,}$$

6. Тангенс угла μ

$$T_{\mu} = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\mu}{2} = 30 \cdot \operatorname{tg} \frac{18,2}{2} = 4,8 \text{ м,}$$

7. Биссектриса угла β_1

$$B_{\beta_1} = R_1 \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{\beta_1}{2}} - 1 \right) = 80 \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{19}{2}} - 1 \right) = 1,14 \text{ м,}$$

8. Длина круговой кривой угла β_1

$$K_{\beta_1 \text{ кк}} = \frac{\pi \cdot R_1 \cdot \beta_1}{180} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 19}{180} = 26,52 \text{ м,}$$

9. Домер угла β_1

$$D_{\beta_1} = 2 \cdot T_{\beta_1} - K_{\beta_1} = 2 \cdot 13,36 - 26,52 = 0,2 \text{ м.}$$

10. Дополнение к тангенсу угла β_1

$$\Delta T_{\beta_1} = p_{\beta_1} \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta_1}{2} + m_{\beta_1},$$

где m_{β_1} – расстояние от конца вспомогательной круговой кривой до начальной точки переходной кривой.

$$m_{\beta_1} = \frac{l_{\beta_1}}{2} - \frac{l_{\beta_1}^3}{240 \cdot R_1^2} = \frac{45}{2} - \frac{45^3}{240 \cdot 80^2} = 22,44 \text{ м,}$$

тогда

$$\Delta T_{\beta_1} = 1,05 \cdot 0,167 + 22,44 = 22,62 \text{ м.}$$

11. Дополнение к тангенсу угла μ

$$\Delta T_{\mu} = p_{\mu} \cdot \operatorname{tg} \frac{\mu}{2} + m_{\mu},$$

где m_{μ} – расстояние от начальной точки переходной кривой до начала основной круговой кривой.

$$m_{\mu} = \frac{l_{\mu}}{2} - \frac{l_{\mu}^3}{240 \cdot R^2} = \frac{30}{2} - \frac{30^3}{240 \cdot 30^2} = 14,87 \text{ м,}$$

тогда

$$\Delta T_{\mu} = 1,25 \cdot \operatorname{tg} \frac{18,2}{2} + 14,87 = 15,3 \text{ м.}$$

12. Дополнение к биссектрисе угла β_1

$$\Delta B_{\beta_1} = p_{\beta_1} \cdot \frac{1}{\cos \frac{\beta_1}{2}} = 1,05 \cdot \frac{1}{\cos \frac{19}{2}} = 1,07 \text{ м.}$$

Дополнения к основным элементам круговых кривых нужны для определения основных элементов закруглений с переходными кривыми.

13. Тангенс переходной кривой угла β_1

$$T_{\beta_1 \text{ ПК}} = T_{\beta_1} + \Delta T_{\beta_1} = 13,36 + 22,62 = 35,98 \text{ м.}$$

14. Тангенс переходной кривой угла μ

$$T_{\mu \text{ ПК}} = T_{\mu} + \Delta T_{\mu} = 4,8 + 15,3 = 20,1 \text{ м.}$$

15. Биссектриса переходной кривой угла β_1

$$B_{\beta_1 \text{ ПК}} = B_{\beta_1} + \Delta B_{\beta_1} = 1,14 + 1,07 = 2,21 \text{ м.}$$

16. Длина переходной кривой угла β_1

$$K_{\beta_1 \text{ ПК}} = K_{\beta_1 \text{ КК}} + l_{\beta_1} = 26,52 + 45 = 71,52 \text{ м.}$$

17. Полная длина серпантинны

$$S = 2 \cdot (K_{\beta_1 \text{ ПК}} + d_1 + \Delta T_{\mu}) + \frac{\pi \cdot R \cdot \gamma_0}{180} = 2 \cdot (71,52 + 40 + 15,3) + \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 182}{180} = 348,89 \text{ м.}$$

18. Домер серпантинны

$$D_c = 2 \cdot (D_{\beta_1} + 2\Delta T_{\beta_1} - l_{\beta_1}) = 2 \cdot (0,2 + 2 \cdot 22,62 - 45) = 0,88 \text{ м.}$$

7.3 Размещение элементов земляного полотна в шейке серпантинны

Наименьшее расстояние между ветвями серпантинны Z , необходимое для размещения элементов земляного полотна верхней и нижней ветвей серпантинны зависит от ширины земляного полотна, типа боковых канав, поперечного уклона ската местности по линии шейки серпантинны, способов сопряжения между собой верхнего и нижнего полотна дороги.

Минимально требуемое расстояние между ветвями серпантинны Z_1 не должно быть меньше значения

$$Z_1 = \frac{H}{i_0},$$

где H – перепад высот верхней и нижней ветвей серпантины, i_0 – уклон ската местности по линии шейки серпантины.

$$Z_1 = \frac{7,07}{0,1} = 70,7 \text{ м.}$$

В действительности же фактическое расстояние между серединами вспомогательных кривых (в шейке серпантины)

$$Z = 2 \cdot \left((R + p_\mu) \cdot \cos\gamma_1 - \Delta T_\mu \cdot \sin\gamma_1 - d_1 \cdot \sin\gamma_1 - T_{\beta 1 \text{ ПК}} \cdot \sin\gamma_1 + B_{\beta 1 \text{ ПК}} \right),$$

Подставив численные значения получим:

$$Z = 2 \cdot ((30 + 1,25) \cdot \cos 1 - 15,3 \cdot \sin 1 - 40 \cdot \sin 1 - 35,98 \cdot \sin 1 + 2,21) = 63,72 \text{ м.}$$

После определения Z_1 и Z проверяют возможность размещения величины Z на расстоянии Z_1 . Если $Z > Z_1$, то элементы верхнего и нижнего полотна не разместятся в месте наибольшего сближения ветвей.

Подставив числа в неравенство получим:

$$63,72 < 70,7 - \text{условие выполняется.}$$

7.4 Водоотвод

Так как серпантина проходит по косогору, то нужно предусмотреть устройство водоотвода. Это нужно для того, чтобы сбегавшая по склону горы вода не застаивалась и не разрушала конструкцию земляного полотна. По горизонталям определяем характер и направление стока. После выбора места устраиваем водоотвод в виде водопропускных труб, для беспрепятственного пропуска воды. В конкретном случае устраивается две трубы диаметром 1,5 м на ПК 12+ 93 и на ПК 15+06.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Хоть Республика Бурятия и имеет сложный рельеф, проектировать автомобильные дороги на таком рельефе возможно. Спроектированная мной трасса это доказывает. В спроектированной трассе соблюдены все технические нормы и правила. Уклоны не превышают максимальных значений. При поднятии в гору были запроектированы серпантины, что часто встречается в горных районах. Все правила при проектировании серпантин были соблюдены. Было предусмотрено устройство водоотвода. Главное достоинство этой трассы в том, что она может заменить зимник. Люди из отдаленных районов смогут безопасно, беспрепятственно и в удобное для себя время добраться до нужного места. Смогут доставляться сельскохозяйственная продукция из отдаленных районов, что хорошо с экономической точки зрения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85
2. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99*
3. Серпантинны (Метод расчета и таблицы). Митин Н.А. Изд-во «Транспорт», 1972 г., стр. 1 – 192.
4. СТО 4.2-07-2014 Стандарт организации. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности / Красноярск, 2014 – 60с.
5. Проектирование автомобильных дорог. Основы [Электронный ресурс]: учебное пособие / Жуков В.И., Гавриленко Т.В. – Красноярск: Сиб. Федер. ун-т, 2014. – 144 с.
6. Федотов Г.А., Поспелов П.И. Изыскания и проектирование автомобильных дорог. В 2 кн. Кн.1: Учебник. – М.: Высш. шк., 2009. – 646 с
7. ГОСТ 21. 701-2013 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автомобильных дорог. – Москва, Стандартинформ, 2014. – 35 с
8. ОДН 218.046-01 Отраслевые дорожные нормы. Проектирование нежестких дорожных одежд. – М, 2001. – 99 с.
9. ГОСТ 9128-2013 Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия. – М., ФГУП «Стандартинформ», 2014. – 54 с
10. ГОСТ 25607-2009 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия.
11. ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ. Технические условия
12. Пособие по изучению рельефа Бурятии/ С.Д Дашинимаева
13. Жуков В.И. Проектирование в сложных условиях: учеб. пособие. КрасГА- СА, 2000. 95 с

Студенту(ке) Бондаренко Евгению Павловичу
(фамилия, имя, отчество студента(ки))

Группа ДС13-12 Направление (специальность) 08.03.01.00.15
(код)

Автомобильные дороги
(наименование)

Тема выпускной квалификационной работы проектирование горной трассы в Республике Бурятия

Утверждена приказом по университету № 5962/с от 30.05.2017
Руководитель ВКР Т. В. Табурченко, СФУ, кафедра ДИГС
(инициалы, фамилия, место работы и должность)

Исходные данные для ВКР цифровая модель, район проектирования - Республика Бурятия Курдуманский район, исходная интенсивность движения $N_{исх} = 400$ авт/сут, процент естественной прочности интенсивности движения $P = 4\%$, $P_{1-4} = 45\%$, $P_{5-7} = 15\%$, $P_{8-10} = 10\%$, $N_{7-8} = 7\%$, $N_{8-14} = 5\%$, $N_{15-20} = 3\%$, $N_{20-25} = 10\%$, $N_{25-30} = 9\%$

Перечень рассматриваемых вопросов (разделов ВКР) 1. Оценка природно-климатических условий, 2. Обоснование технических нормативов в 2D, 3. Описание плана трассы, 4. Продольный профиль участка трассы, 5. Поперечные профили ЗП, 6. Дорожная одежда, 7. Серпантин

Перечень графического или иллюстрированного материала с указанием основных чертежей, плакатов 1. План трассы, 2. Продольный профиль, 3. Поперечные профили, 4. Серпантин, 5. Водоотвод

Консультанты по разделам:

(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)

Руководитель ВКР

Т. В. Табурченко
(подпись)

Т. В. Табурченко
(инициалы и фамилия)

Задание принял к исполнению

Е. П. Бондаренко
(подпись, инициалы и фамилия студента)

Е. П. Бондаренко
(подпись, инициалы и фамилия студента)

« 1 » марта 2017 г.

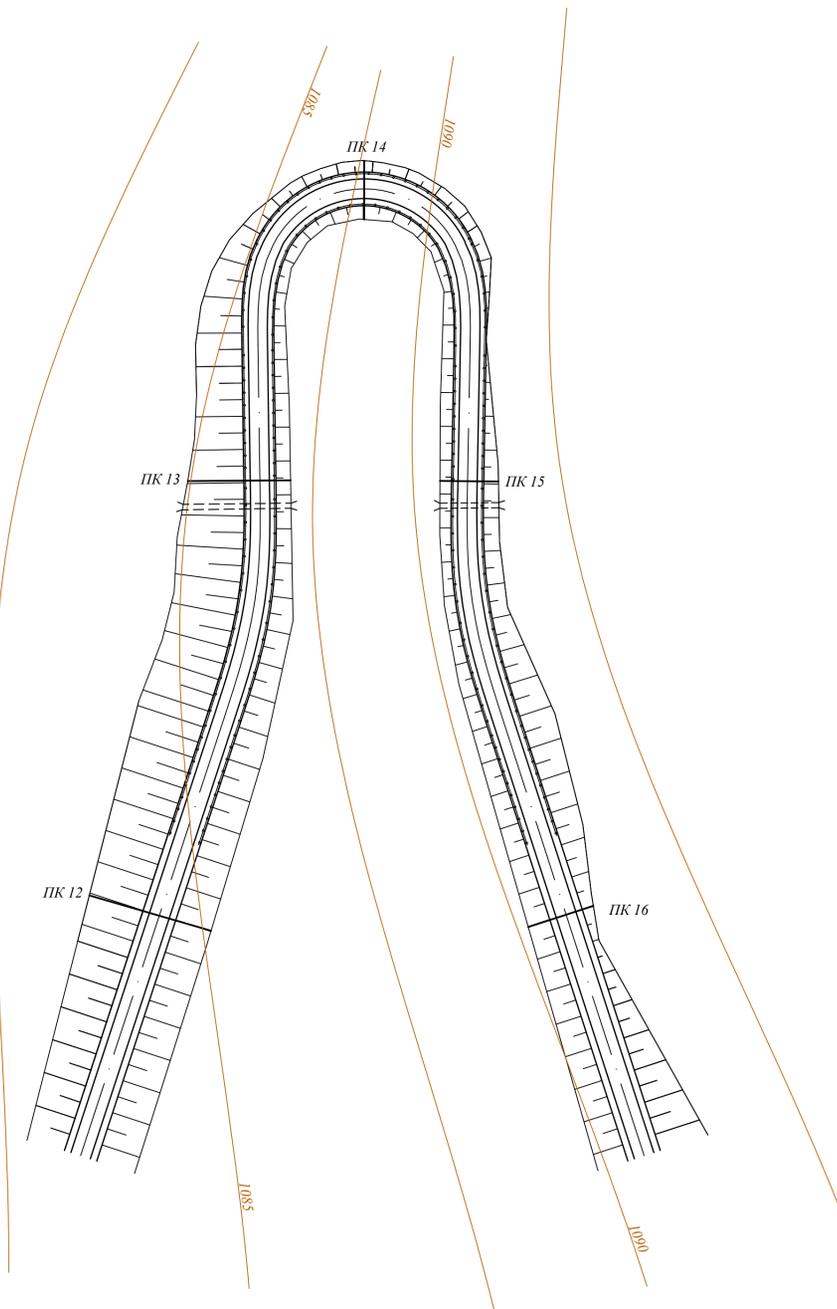
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Автомобильные дороги и городские сооружения»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
В.В. Серватинский
« 1. » 05 20 17 г.

ЗАДАНИЕ

НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы
(бакалаврской работы, дипломного проекта, дипломной работы, магистерской диссертации)

План
М 1:1000



Дорожные знаки

Расположение	Номер по ГОСТ	Наименование знака
ПК 12+23	1.12.2 8.2.1	"Опасные повороты" (с первым поворотом налево)
ПК 15+72	1.12.1 8.2.1	"Опасные повороты" (с первым поворотом направо) "Зона действия" (200 м)
с ПК 13+36 по ПК 14+67	1.34.1 1.34.2	"Направление поворота"
ПК 11+36, ПК 16+67	3.24	"Ограничение максимальной скорости" (70 км/ч)
ПК 12+36, ПК 15+67	3.24	"Ограничение максимальной скорости" (50 км/ч)
ПК 13+36, ПК 14+67	3.24	"Ограничение максимальной скорости" (30 км/ч)
ПК 11+36, ПК 16+67	3.25	"Конец зоны ограничения максимальной скорости" (30 км/ч)

Дорожная разметка

Номер по ГОСТ
1.1
1.5
1.6

Дорожные ограждения

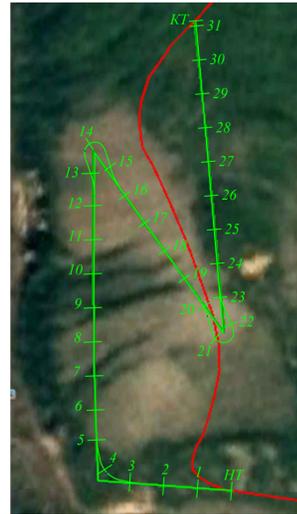
Расположение	Наименование ограждения
с ПК 12+23 по ПК 15+72	Металлическое ограждение барьерного типа

Вид дорожных знаков

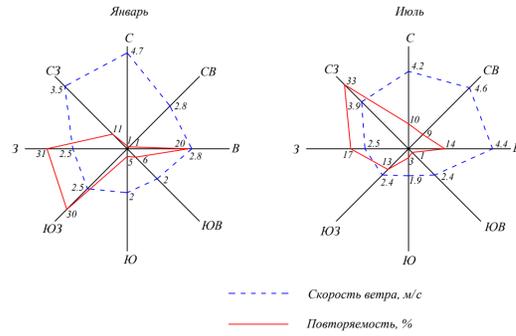
Номер по ГОСТ	Вид
1.12.1	
1.12.2	
1.34.1 1.34.2	
3.24	
3.25	
8.2.1	

VKP - 08.03.01.00.15 - 2017							
Сибирский Федеральный университет Инженерно-строительный институт							
Изм.	Лист	Кол.	№ док.	Подпись	Дата		
	Выполнил	Бондарченко Е.П.					
	Проверил	Гавриленко Т.В.					
	Утвердил	Скрябинский В.В.					
Проектирование горной трассы в Республике Бурятия					Страница	Лист	Листов
Водоотвод						5	5
					Кафедра АД и ГС		

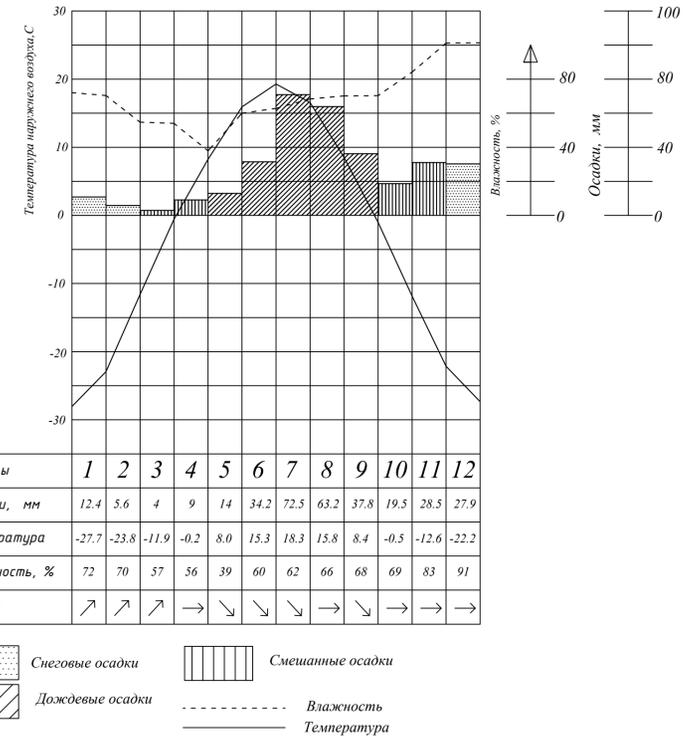
М 1:10000



Розы ветров



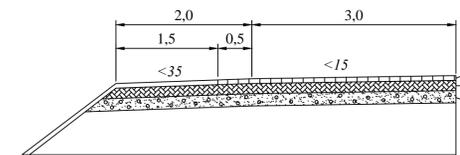
Дорожный климатический график



Ведомость углов поворота, прямых и кривых

Гонимая	Положение вершины угла			Величина угла поворота		Радиус, м	Элементы кривой, м						Положение переходных кривых				Расстояние между вершинами углов, м	Длина прямой, м					
	км	пк	+	влево	вправо		тангенс	тангенс	переходные кривые		круговая кривая	биссектриса	начало										
									пк	+			пк	+	пк	+			пк	+			
НТ	0	0	00																				
ВУ1	0	3	92		83°	100	114	114	50	50	95	33,5	2	78	3	28	4	23	4	73	392	278	
ВУ2	1	13	54		36°	80	серпантина															962	725
ВУ3	1	19	96		31°	80	серпантина															642	397
КТ	3	31	15																		1119	786	

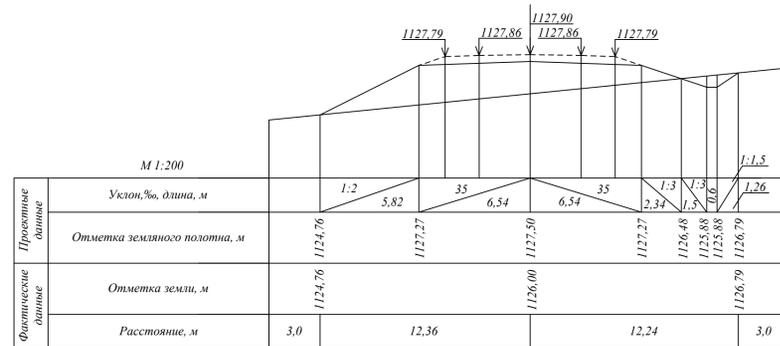
Конструкция дорожной одежды



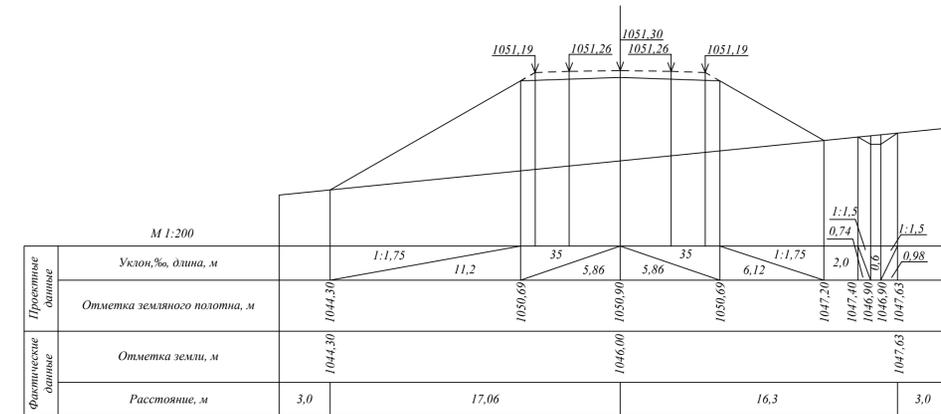
1 - слой покрытия - горячий крупнозернистый пористый асфальтобетон, 7 см
 2 - слой основания - фракционный щебень, уложенный по способу заклинки, 15 см
 3 - дополнительный слой - гравийно-песчаная смесь, 18 см

ВКР - 08.03.01.00.15 - 2017				
Сибирский Федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Лист	Кол.	№ док.	Подпись
Разработал	Бондаренко Е.П.			
Проверил	Гавриленко Т.В.			
Утвердил	Скрябинский В.В.			
Проектирование горной трассы в Республике Бурятия				Стация
План трассы				Лист
				Листов
				1
				5
				Кафедра АД и ГС

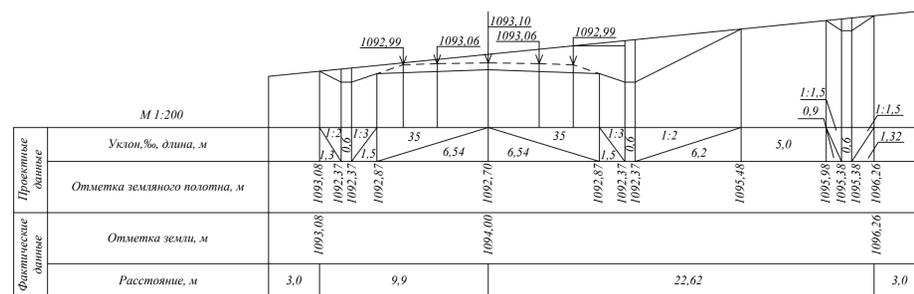
Тип 1. Высота насыпи до 2 м
(косогор крутизной 1:10)
ПК 25+00



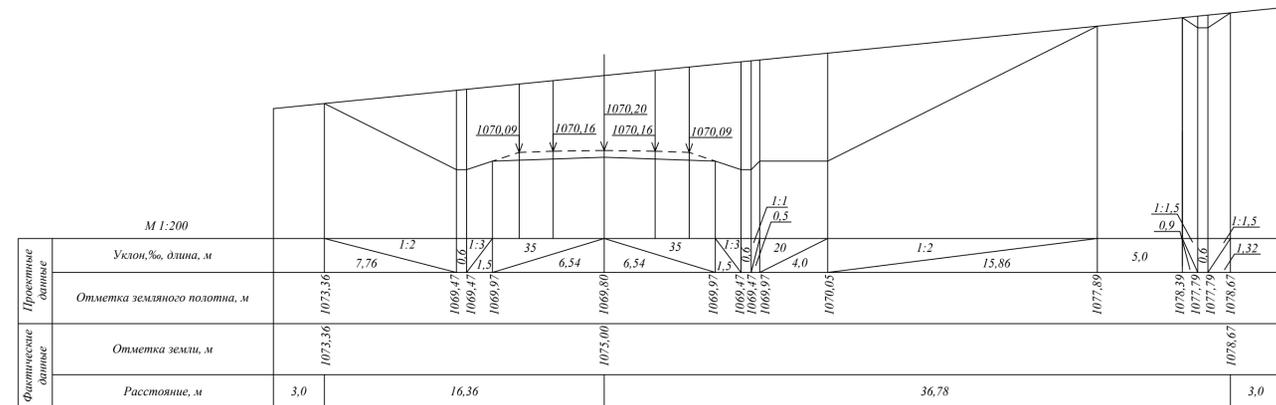
Тип 2. Высота насыпи от 2 м до 6 м
(косогор крутизной 1:10)
ПК 3+00



Тип 3. Выемка глубиной до 1 м
(косогор крутизной 1:10)
ПК 15+00

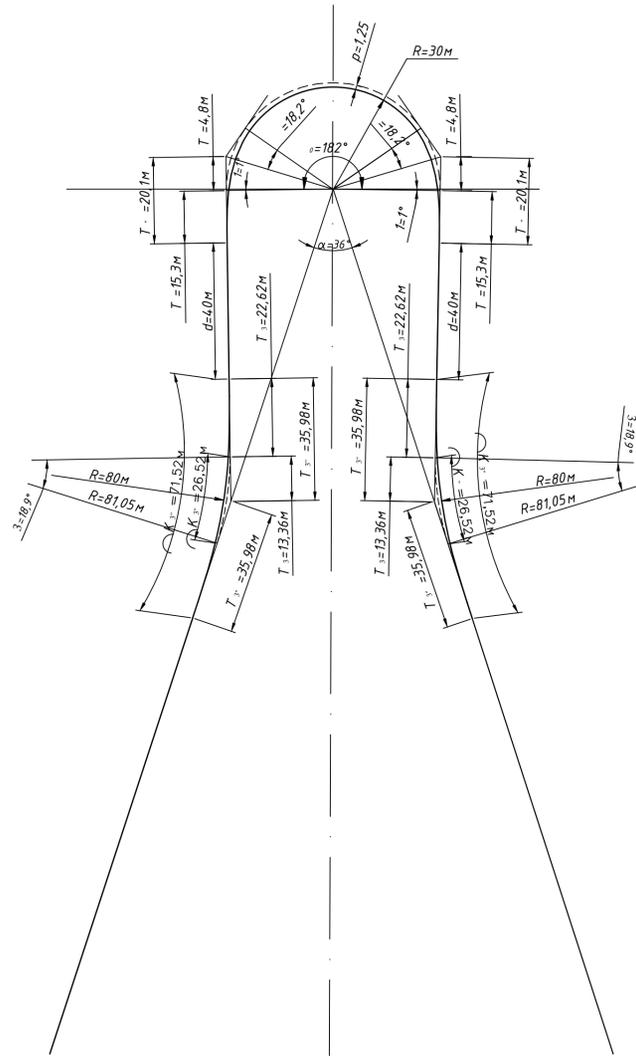


Тип 4. Выемка глубиной до 12 м
(косогор крутизной 1:10)
ПК 6+00

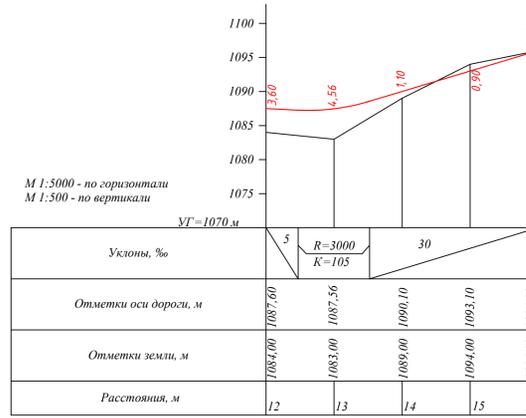


Изм.	Лист	Кол.	№ док.	Подпись	Дата	ВКР - 08.03.01.00.15 - 2017			
						Сибирский Федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Выполнил	Бондаренко Е.П.					Проектирование горной трассы в Республике Бурятия	Статья	Лист	Листов
Проверил	Гавриленко Т.В.						3	5	
Утвердил	Скрябинский В.В.					Поперечные профили	Кафедра АД и ГС		

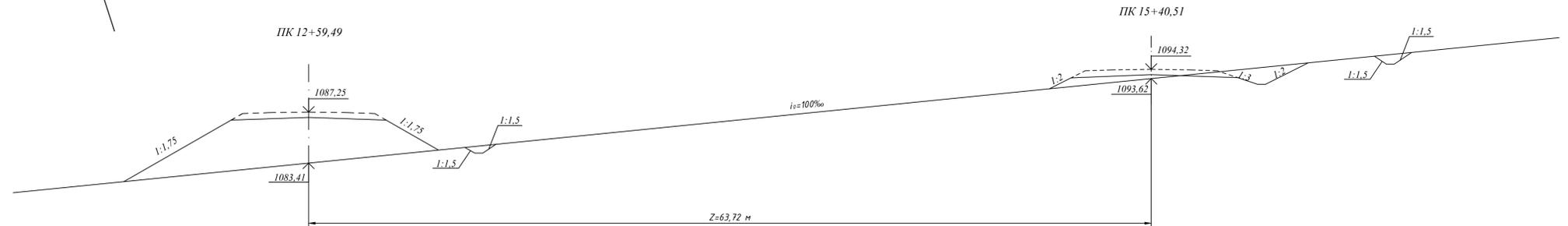
Симметричная серпантина 1-го рода ВУ №2
М 1:1000



Сокращенный продольный профиль в пределах серпантинны



М 1:200



VKP - 08.03.01.00.15 - 2017					
Сибирский Федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Лист	Кол.	№ док.	Подпись	Дата
	Выполнил	Бондаренко Е.П.			
	Проверил	Гавриленко Т.В.			
	Утвердил	Скрябинский В.В.			
Проектирование горной трассы в Республике Бурятия				Страница	Лист
Серпантинна				Кафедра АД и ГС	Листов
				4	5