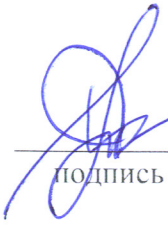



Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Инженерно-строительный институт  
Кафедра автомобильных дорог и городских сооружений

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
  
VV Сербатовский  
подпись инициалы, фамилия  
"20" 06 2017 г

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
**08.03.01 «Строительство»**  
**08.03.01.00.15 «Автомобильные дороги»**

Проектирование автомобильной дороги  
в Нижнеингашском районе


Руководитель

  
подпись, дата

доцент, к. т. н.

Т. В. Гавриленко


Выпускник

  
подпись, дата

В. С. Кудрин

Красноярск 2017

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Инженерно-строительный институт  
Кафедра автомобильных дорог и городских сооружений

  
подпись

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
*В.В. Сервстицкий*  
инициалы, фамилия

"20" 06 2017 г

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ  
в форме бакалаврской работы**

Студенту Кудрину Вадиму Сергеевичу  
фамилия, имя, отчество

Группа ОС 13-11 Направление (специальность) 08.03.01 15  
номер код

Тема выпускной квалификационной работы Проектирование участка  
автомобильной дороги в Нитыкешташском районе

Утверждена приказом по университету № 6967/с от 30.05.17

Руководитель ВКР Т. В. Гавриленко, доцент, к.т.н., СФУ ИСИ  
инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР работы проектирование - Нитыкешташский;  
 $N_{исх} = 1328 \text{ авт./сут}; R_1 = 57\%, R_{гор} = 10\%, R_{2-6} = 3\%, R_{6-8} = 8\%$   
 $R_{8-11} = 9\%, R_{11-12} = 6\%, R_{12-200} = 3\%, R_{авт} = 4\%, P = 5,9\%, Q_p = 26 \frac{\text{м}^3}{\text{с}},$   
 $d_r = 1,5 \text{ м}$

Перечень разделов ВКР Природные условия р-на проектирование, обосно-  
вание технических нормативов дороги, проектирование вариантов  
трассы, предельный профиль выбранного варианта трассы, земляное  
полотно, решение вопросов водотвода, проектирование дорожных соору-  
ды, проектирование милого моста

Перечень графического материала лист 1 - план трассы, лист 2 -  
продольный профиль, лист 3 - поперечные профили земляно-  
ного полотна, лист 4 - дорожные сооружения, лист 5 - проекти-  
рование милого моста.

Руководитель ВКР

  
подпись

Т. В. Гавриленко

Заявление принял к исполнению

  
подпись

В. С. Кудрин

« 01 » марта 2017 г

## СОДЕРЖАНИЕ

Задание.....	3
Введение.....	5
1 Природные условия района проектирования.....	6
1.1 Климат.....	6
1.2 Рельеф.....	8
1.3 Растительность и почвы.....	8
1.4 Гидрография и гидрология.....	9
1.5 Инженерно-геологические условия.....	9
1.6 Сведения о наличии дорожно-строительных материалов.....	9
1.7 Заключение по природным условиям.....	9
2 Обоснование технических нормативов дороги.....	9
2.1 Определение категории дороги.....	9
2.2 Основные показатели автомобильной дороги.....	11
3 Проектирование вариантов трассы.....	13
3.1 Описание трассы по «воздушной линии».....	13
3.2 Описание трассы.....	13
4 Продольный профиль трассы.....	17
4.1 Обоснование руководящих отметок.....	19
4.2 Контрольные точки проектной линии.....	21
4.3 Вписывание вертикальных кривых.....	22
4.4 Описание проектной линии.....	24
5 Земляное полотно.....	24
5.1 Поперечные профили земляного полотна.....	25
5.2 Объемы работ по устройству земляного полотна.....	26
5.3 Полоса отвода.....	26
6 Решение вопросов водоотвода.....	27
7 Проектирование дорожной одежды.....	28
7.1 Экономическое сравнение.....	31
8 Проектирование малого моста.....	32
8.1 Назначение схемы протекания воды под мостом .....	34
Заключение.....	37
Список использованных источников.....	38
Приложения А – Е.....	40

## ВВЕДЕНИЕ

Тема проектирования и строительства автомобильных дорог в России весьма актуальна. Новые транспортные развязки и сети дорог позволят решить задачи территориальной связности отдельных регионов и населенных пунктов, а также сделать движение автомобилей более комфортным, безопасным и экономичным.

Цель данной выпускной квалификационной работы – проектирование автомобильной дороги в Нижнеингашском районе, позволяющей транспортному потоку двигаться в объезд с. Тины.

В ходе работы необходимо:

- проанализировать климатические, гидрологические, геологические условия, а также условия рельефа;
- построить розы ветров;
- определить интенсивность движения и категорию дороги;
- запроектировать трассу по «воздушной линии»;
- запроектировать наиболее выгодный вариант трассы;
- построить продольный профиль;
- подобрать поперечные профили земляного полотна;
- разработать систему водоотвода в виде кюветов, водоотводных канав и труб;
- запроектировать два варианта конструкций дорожной одежды;
- рассчитать локальные сметы на устройство дорожных одежд и выбрать наиболее выгодный из них;
- рассчитать объемы земляных работ;
- определить границы полосы отвода;
- запроектировать в качестве детали работы малый мост.

Пояснительная записка к данной выпускной квалификационной работе выполняется в соответствии с требованиями СТО 4.2–07–2014 [1].

# 1 Природные условия района проектирования

## 1.1 Климат

Климатическая характеристика района проектирования приводится по данным метеорологической станции г. Канск из СП 131.13330.2012 Строительная климатология [2, табл. 3.1, табл. 4.1].

Дорожно-климатическая зона – I<sub>3</sub>, согласно с СП 34.13330.2012 [3, прил. Б]. Данная зона значительно увлажнена в такие времена года как весна и осень.

Климат района – резко континентальный. Среднегодовая температура составляет 0,8 °С

В таблице 1 приведены все необходимые показатели для проектирования и расчета автомобильной дороги.

Таблица 1 – Климатические показатели

Показатель		Единица измерения	Величина
Абсолютная температура воздуха	минимальная	°С	–50
	максимальная	°С	36
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью	0,98	°С	–45
	0,92	°С	–42
Преобладающее направление ветра за	декабрь-февраль		3
	июнь-август		3
Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь		м/с	7,3
Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль		м/с	0
Среднемесячная относительная влажность воздуха наиболее	холодного месяца	%	77
	теплого месяца	%	51
Количество осадков за	ноябрь-март	мм	80
	апрель-октябрь	мм	279
Глубина промерзания грунтов		м	2,00
Расчетная толщина снежного покрова обеспеченностью 5 %		м	0,55

Показатели температуры воздуха на каждый месяц года содержатся в таблице 2 [2, табл. 5.1]

Таблица 2 – Среднемесячная температура воздуха

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура, °С	-20,2	-18,7	-10,3	0,7	8,6	16,0	18,8	15,6	8,8	0,4	10,2	-18,6

По данным таблице 2 можно определить, что самый теплый месяц в году – июль, а наиболее холодным является – январь.

Скорость ветра и повторяемость за июль и январь содержатся в таблице 3.  
Таблица 3 – Повторяемость и скорость ветра

Месяц	Январь								Июль							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Направление ветра	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Повторяемость, %	2	2	16	15	3	30	28	4	7	9	19	11	4	15	26	9
Средняя скорость, м/с	1,7	1,2	2,3	2,1	1,6	7,3	5,6	2,1	2,4	3	3	2,3	2,4	4,2	3,3	3,8

По данным в таблицы 3 построены розы ветров за январь и июль, показанные на рисунке 1 и рисунке 2 соответственно.

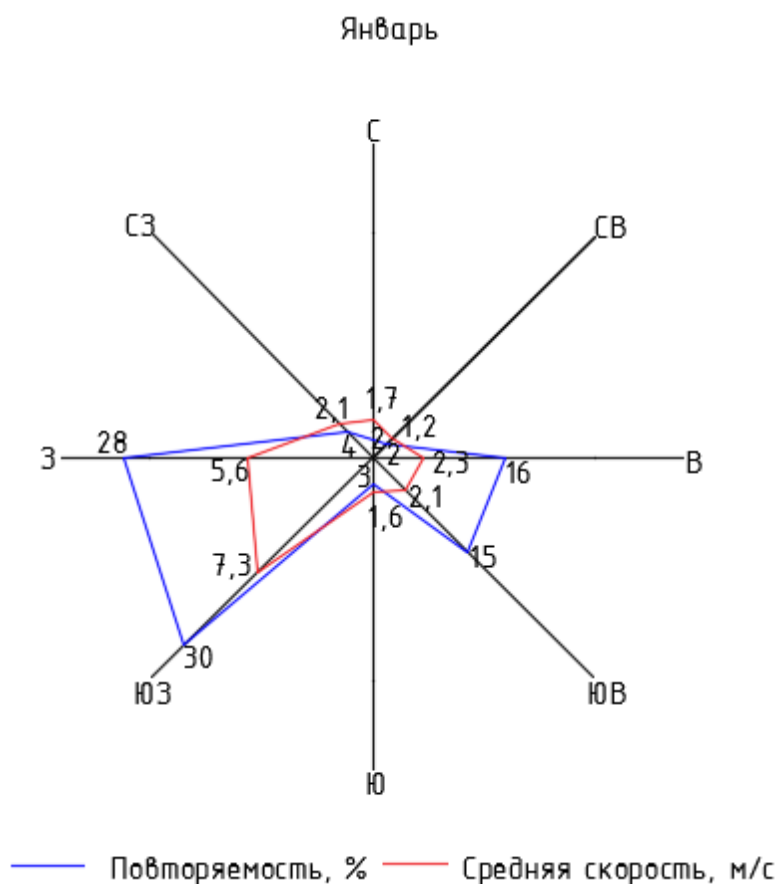


Рисунок 1 – Роза ветров за январь

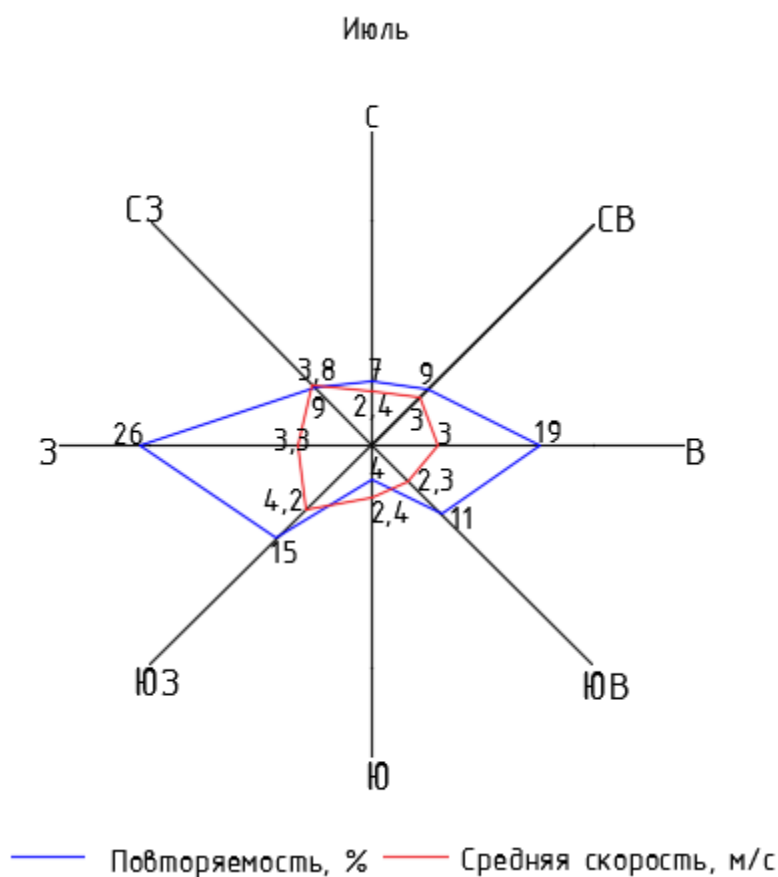


Рисунок 2 – Роза ветров за июль

По розам ветра определяются преобладающие направления господствующих ветров в г. Канске. В январе это направление западное и юго-западное, в июле – западное.

## 1.2 Рельеф

Рельеф в районе проектирования холмистый, с колебаниями отметок от 253 до 365 м. Отметки земляного полотна уменьшаются в юго-западном направлении к руслу реки Погорелка. В том же направлении спустя 100-200 метров идет резкий подъем с большим уклоном.

## 1.3 Растительность и почвы

Территория района занята лесным покровом, представленным сосновыми, сосново-березовыми лесами, луговым разнотравным. Особенности рельефа, климата, растительности создали на территории района различные условия почвообразования и привели к многообразию почв. В основном на территории преобладают дерново-подзолистые, лесные оподзоленные почвы, выщелоченные и обыкновенные черноземы.



## 1.4 Гидрография и гидрология

В районе строительства протекают река Погорелка и река Тины, вытекающая из реки Погорелка. Питание рек происходит преимущественно талыми водами снегов и ручьями. Поднятие уровня вод наблюдается также после летних дождей. Половодье приходится на конец апреля.

## 1.5 Инженерно-геологические условия

Район проектирования характеризуется сложными низкими горами и аллювиальными равнинами. За исключением пойм рек, район имеет благоприятные инженерно-геологические условия для проектирования и строительства автомобильных дорог.

## 1.6 Сведения о наличии дорожно-строительных материалов

К имеющемуся строительным материалам можно отнести песчаные и глинистые грунты, которые пригодны для возведения земляного полотна.

## 1.7 Заключение по природным условиям

Район пригоден для строительства автомобильной дороги, по климатическим, инженерно-геологическим условиям и типу рельефа.

## 2 Обоснование технических нормативов дороги

### 2.1 Определение категории дороги

Категория проектируемой дороги устанавливается согласно СП 34.13330.2012 [3, табл. 4.1] по перспективной интенсивности движения. Она измеряется в приведенных к легковому автомобилю единицах в сутки. Классификация дорог по интенсивности движения приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Классификация автомобильных дорог по интенсивности движения

Класс дороги	Категория дороги	Расчетная интенсивность движения, прив. ед./сут
Автомагистраль	IA	Свыше 14000
Скоростная дорога	IB	
	IV	
Дорога обычного типа	II	Свыше 6000 для федеральных дорог От 6000 до 14000 для других дорог
	III	Свыше 2000 до 6000
	IV	Свыше 200 до 2000
	V	До 200

С помощью специальных коэффициентов поток транспортных средств приводится к потоку, состоящему из легковых автомобилей. Коэффициенты приведения представлены в таблице 5 [3, табл. 4.2].

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
	От 2 до 6	1,4
	От 6 до 8	1,6
	От 8 до 14	1,8
	Более 14	2,0
Автопоезда	До 12	1,8
	От 12 до 20	2,2
	От 20 до 30	2,7
	Свыше 30	3,2
Автобусы большой вместимости	-	3,0

Расчетная интенсивность – это перспективная интенсивность движения. Перспективный период равен 20 годам. За начало перспективного периода принимается год завершения проекта. Расчет перспективной интенсивности проводится по степенной зависимости

$$N_{\text{пер.}} = N_{\text{прив.исх.}} \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right)^t, \quad (1)$$

где  $N_{\text{прив. исх}}$  – исходная интенсивность движения, прив. ед./сут.;  
 $p$  – процент ежегодного прироста интенсивности,  $p=5,9\%$  (принимается по заданию);  
 $t$  – перспективный период,  $t=20$  лет [3, п. 4.6].

Исходная интенсивность каждого типа автомобиля определяется по формуле

$$N_1 = N_{\text{исх.}} \cdot \frac{p_{\text{авт.}}}{100}, \quad (2)$$

где  $N_{\text{исх}}$  – исходная интенсивность движения, авт./сут.,  $N_{\text{исх}} = 1328$  авт./сут. (принимается по заданию);  
 $p_{\text{авт.}}$  – процент автомобилей каждого типа (принимается по заданию).

Исходная интенсивность движения каждого типа автомобиля, измеряемая в приведенных автомобилях в сутки, определяется по формуле

$$N_{\text{прив.исх.}} = \sum_{i=1}^M N_i \cdot K_i, \quad (3)$$

где  $K_i$  – коэффициент приведения для  $i$ -го транспортного средства соответственно [3, табл. 4.2];

$M$  – количество типов транспортных средств в потоке,  $M = 8$ .

В таблице 6 приведен расчет исходной интенсивности движения выраженной в приведенных единицах в сутки.

Таблица 6 – Расчет исходной интенсивности

Тип транспортного средства	Состав транспортного потока, %	Исходная интенсивность, авт./сут	Коэффициент приведения	Приведенная интенсивность, прив. ед./сут
Легковые автомобили	57	756,96	1,0	756,96
Грузовые автомобили с нагрузкой на ось				
- до 2 т	10	132,8	1,3	172,64
- от 2 до 6 т	3	39,84	1,4	55,77
- от 6 до 8 т	8	106,24	1,6	169,98
- от 8 до 14 т	9	119,52	1,8	215,14
Автопоезда				
- до 12 т	6	79,68	1,8	143,42
- от 12 до 20 т	3	39,84	2,2	87,65
Автобусы большой вместимости	4	53,12	3,0	159,36
				$\Sigma 1761$

Таким образом, на основании значений из таблицы 5, перспективная интенсивность движения по формуле (1) составит

$$N_{\text{пер.}} = 1761 \cdot \left(1 + \frac{5,9}{100}\right)^{20} = 5542 \text{ прив. ед./сут.}$$

Данная дорога относится к III категории в соответствии таблицей 4.

## 2.2 Основные показатели автомобильной дороги

Основные показатели автомобильной дороги приведены в таблице 7. Данные взяты из СП 34.13330.2012 [3] и ГОСТ Р 52399-2005 [5].

Таблица 7 – Основные показатели автомобильной дороги

№	Наименование показателей	Единицы измерения	Величина
1	2	3	4
1	Категория дороги	-	III
2	Расчетная интенсивность движения	прив. ед./сут	5542
3	Расчетная скорость движения: основная на пересеченной на горной	км/ч	100 80 50
4	Число полос движения	шт	2
5	Ширина полосы движения	м	3,5
6	Ширина проезжей части	м	7,0
7	Ширина обочины	м	2,5
8	Ширина краевой полосы у обочины	м	0,5

## Окончание таблицы 7

1	2	3	4
9	Ширина укрепленной части обочины	м	0,5
10	Ширина земляного полотна без ограждений	м	12,0
11	Поперечный уклон проезжей части и краевой полосы в зависимости от дорожно-климатической зоны	‰	20
12	Поперечный уклон обочины за пределами краевой полосы	‰	40
13	Наименьшие радиусы кривых в плане: основной на горной местности	м	600
			400
14	Наибольший продольный уклон	‰	50
15	Допускаемый наибольший продольный уклон на трудных участках	‰	60
16	Наименьшие радиусы выпуклых кривых в продольном профиле	м	10 000
17	Наименьшие радиусы вогнутых кривых продольного профиля	м	3 000
18	Расчетные расстояния видимости в продольном профиле: для остановки для встречного автомобиля при обгоне		200
		м	350
			700

### 3 Проектирование трассы

Автомобильная дорога – это комплекс сооружений, служащий для автомобильного транспорта и предназначенный для обеспечения постоянного безопасного и удобного движения автомобилей.

При проектировании автомобильной дороги соблюдаются нормативы III категории дороги, приведенные в таблице 7.

#### 3.1 Описание трассы по «воздушной линии»

Длина трассы по «воздушной линии» – это самое короткое расстояние между двумя пунктами, между которыми необходимо провести автомобильную дорогу.

Трасса по воздушной линии имеет юго-западное направление (румб: ЮЗ 63°00') и проходит через лесной массив. Длина автомобильной дороги составляет 5600 м. На ПК 10+00 и ПК 57+00 трасса пересекает дороги IV категории под углами 63° и 88° соответственно. На ПК 17+50 трасса пересекает реку Погорелка под углом 39°, на ПК 27+80 – реку Тины под углом 60°.

Трассирование по «воздушной линии» невозможно по причине недопустимых углов пересечения с автомобильными дорогами и реками.

#### 3.2 Описание трассы

Проектирование начинается с построения ломанного тангенциального хода, в который затем вписываются круговые кривые.

Трасса имеет юго-западное направление и проходит через лесной массив. Длина автомобильной дороги составляет 6260 м. На ПК 10+00 трасса пересекает дорогу IV категории под углом  $83^\circ$ . На ПК 24+00 трасса пересекает реку Погорелка под углом  $86^\circ$ . На ПК 27+00 трасса пересекает реку Тины под углом  $90^\circ$ . На ПК 57+00 трасса пресекает дорогу IV категории под углом  $90^\circ$ .

Первый угол поворота составляет  $64^\circ 00'$  и находится на ПК 3+95. Радиус круговой кривой  $R=600$  м, длина переходной кривой  $L=120$  м. Угол поворота обеспечивает съезд с существующей дороги на проектируемую.

Расчет ведется по следующим формулам

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}, \quad (4)$$

где  $T$  – тангенс, м;  
 $R$  – радиус круговой кривой, м;  
 $\alpha$  – угол поворота трассы,  $^\circ$ .

$$T = 600 \cdot \operatorname{tg} \frac{64}{2} = 374,9 \text{ м.}$$

$$T_{\text{полн.}} = T + t, \quad (5)$$

где  $T_{\text{полн.}}$  – полная длина тангенса, м;  
 $t$  – добавочное значение по линии тангенсов, м,  $t=59,98$  м [6, табл. 3.4].

$$T_{\text{полн.}} = 374,9 + 59,98 = 434,88 \text{ м.}$$

$$K = \frac{R\pi\alpha}{180}, \quad (6)$$

где  $K$  – длина круговой кривой, м.

$$K_{\text{полн.}} = K + L, \quad (7)$$

где  $K_{\text{полн.}}$  – полная длина круговой кривой, м;  
 $L$  – длина переходной кривой, м [3, табл. 5.5].

$$K_{\text{полн.}} = 670 + 120 = 790 \text{ м.}$$

$$B = \sqrt{T^2 + R^2} - R, \quad (8)$$

где  $B$  – биссектриса, м.

$$B = \sqrt{374,9^2 + 600^2} - 600 = 107,51 \text{ м.}$$

$$B_{\text{полн.}} = B + p, \quad (9)$$

где  $B_{\text{полн.}}$  – полная биссектриса, м;  
 $p$  – добавочное значение по линии биссектрисы, м [5, табл. 3.4].

$$B_{\text{полн.}} = 107,51 + 1,00 = 108,51 \text{ м.}$$

$$D_{\text{полн.}} = 2 T_{\text{полн.}} - K_{\text{полн.}}, \quad (10)$$

где  $D_{\text{полн.}}$  – полный домер, м.

$$D_{\text{полн.}} = 2 \cdot 434,88 - 790 = 79,8 \text{ м.}$$

$$K_0 = K_{\text{полн.}} - 2L, \quad (11)$$

где  $K_0$  – длина круговой кривой, м.

$$K_0 = 790 - 2 \cdot 120 = 550 \text{ м.}$$

По полученным данным вычисляются пикетажные положения точек начала закругления, начала круговой кривой, конца круговой кривой и конца закругления по формулам

$$\text{ПК НЗ} = \text{ПК ВУ} - T_{\text{полн.}}, \quad (12)$$

$$\text{ПК НЗ} = 434,88 - 434,88 = 0 = \text{ПК } 0+00.$$

$$\text{ПК НКК} = \text{ПК НЗ} + L, \quad (13)$$

$$\text{ПК НКК} = 0 + 120,00 = 120 = \text{ПК } 1+20.$$

$$\text{ПК КЗ} = \text{ПК НЗ} + K_{\text{полн.}}, \quad (14)$$

$$\text{ПК КЗ} = 0 + 790 = 790 = \text{ПК } 7+90.$$

$$\text{ПК ККК} = \text{ПК КЗ} - L, \quad (15)$$

$$\text{ПК ККК} = 790 - 120,00 = 670 = \text{ПК } 6+70.$$

Проверка выполняется из условия

$$\text{ПК ККК} - \text{ПК НКК} = K_0, \quad (16)$$

$$670 - 120 = 550 \text{ м.}$$

Второй угол поворота находится на ПК 16+87 и составляет  $30^{\circ}00'$ . Принимаем радиус круговой кривой  $R=600$  м, длину переходной кривой  $L=120$  м. Угол поворота обеспечивает оптимальное пересечение трассы с реками Погорелка и Тины. Расчёт выполняем по формулам (4) – (11)

$$T = 600 \cdot \operatorname{tg} \frac{30}{2} = 160,6 \text{ м.}$$

$$T_{\text{полн.}} = 160,6 + 59,98 = 220,58 \text{ м.}$$

$$K = \frac{600 \cdot 3,14 \cdot 30}{180} = 314 \text{ м.}$$

$$K_{\text{полн.}} = 314 + 120 = 434 \text{ м.}$$

$$B = \sqrt{160,7^2 + 600^2} - 600 = 21,15 \text{ м.}$$

$$B_{\text{полн.}} = 21,15 + 1 = 22,15 \text{ м.}$$

$$D_{\text{полн.}} = 2 \cdot 160,7 - 314 = 7,4 \text{ м.}$$

$$K_0 = 434 - 2 \cdot 120 = 194 \text{ м.}$$

По полученным данным вычисляются пикетажные положения точек начала закругления, начала круговой кривой, конца круговой кривой и конца закругления по формулам (12) – (15)

$$\text{ПК НЗ} = 1690,58 - 220,58 = 1470 = \text{ПК } 14+70.$$

$$\text{ПК НКК} = 1470 + 120,00 = 1590 = \text{ПК } 15+90.$$

$$\text{ПК КЗ} = 1470 + 434 = 1904 = \text{ПК } 19+04.$$

$$\text{ПК ККК} = 1904 - 120,00 = 1784 = \text{ПК } 17+84.$$

Проверка по условию (16)

$$1784 - 1590 = 194 \text{ м.}$$

Третий угол поворота находится на ПК 40+95 и составляет  $24^{\circ}00'00''$ . Принимаем радиус круговой кривой  $R=600$  м., длину переходной кривой  $L=120$  м.

Угол поворота принят с целью обойти поселок Тины, а также пересечь дорогу IV категории под оптимальным углом. Расчёт ведется по формулам (4) – (11)

$$T = 600 \cdot \operatorname{tg} \frac{24}{2} = 127,5 \text{ м.}$$

$$T_{\text{полн.}} = 127,5 + 59,98 = 187,48 \text{ м.}$$

$$K = \frac{600 \cdot 3,14 \cdot 24}{180} = 251 \text{ м.}$$

$$K_{\text{полн.}} = 251 + 120 = 371 \text{ м.}$$

$$B = \sqrt{127,5^2 + 600^2} - 600 = 13,4 \text{ м.}$$

$$B_{\text{полн.}} = 13,4 + 1 = 14,4 \text{ м.}$$

$$D_{\text{полн.}} = 2 \cdot 127,5 - 251 = 4 \text{ м.}$$

$$K_0 = 371 - 2 \cdot 120 = 131 \text{ м.}$$

По полученным данным вычисляются пикетажные положения точек начала закругления, начала круговой кривой, конца круговой кривой и конца закругления по формулам (12) – (15)

$$\text{ПК НЗ} = 4097,5 - 187,5 = 3910 = \text{ПК } 39+10.$$

$$\text{ПК НКК} = 3910 + 120,00 = 4030 = \text{ПК } 40+30.$$

$$\text{ПК КЗ} = 3910 + 371 = 4281 = \text{ПК } 42+81.$$

$$\text{ПК ККК} = 4281 - 120,00 = 4161 = \text{ПК } 41+61.$$

Проверка выполняется по условию (16)

$$4161 - 4030 = 131 \text{ м.}$$

Четвертый угол поворота находится на ПК 60+09 и составляет  $36^{\circ}00'00''$ . Принимаем радиус круговой кривой  $R=600$  м, длину переходной кривой  $L=120$  м. Угол поворота обеспечивает съезд с проектируемой дороги на существующую. Расчёт ведется по формулам (4) – (11)

$$T = 600 \cdot \operatorname{tg} \frac{36}{2} = 219,98 \text{ м.}$$



$$T_{\text{полн.}} = 219,98 + 59,98 = 254,88 \text{ м.}$$

$$K = \frac{600 \cdot 3,14 \cdot 36}{180} = 377 \text{ м.}$$

$$K_{\text{полн.}} = 377 + 120 = 497 \text{ м.}$$

$$B = \sqrt{219,98^2 + 600^2} - 600 = 39,05 \text{ м.}$$

$$B_{\text{полн.}} = 39,05 + 1 = 40,05 \text{ м.}$$

$$D_{\text{полн.}} = 2 \cdot 254,88 - 496,8 = 12,96 \text{ м.}$$

$$K_0 = 497 - 2 \cdot 120 = 257 \text{ м.}$$

По полученным данным вычисляются пикетажные положения точек начала закругления, начала круговой кривой, конца круговой кривой и конца закругления по формулам (12) – (15)

$$\text{ПК НЗ} = 6017,88 - 254,88 = 5763 = \text{ПК } 57+63.$$

$$\text{ПК НКК} = 5763 + 120,00 = 5883 = \text{ПК } 58+83.$$

$$\text{ПК КЗ} = 5763 + 497 = 6260 = \text{ПК } 62+60.$$

$$\text{ПК ККК} = 6260 - 120,00 = 6140 = \text{ПК } 61+40.$$

Проверка выполняется по условию (16)

$$6140 - 5883 = 257 \text{ м.}$$

#### 4 Продольный профиль для выбранного варианта трассы

Следующий этап проектирования – определение отметок земли. Отметки земли определяем для каждого пикета и плюсовых точек при помощи программного обеспечения «Google Earth». Записываем отметки земли в таблицу 8, с учетом всех кривых.

Таблица 8 – Ведомость отметок рельефа по оси дороги

Местоположение точки		Отметки земли, м	Вид точки
ПК	+		
1	2	3	4
0	00	301,30	начало трассы
1	00	298,78	ПК
2	00	294,31	ПК
3	00	290,53	ПК

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4
4	00	287,40	ПК
5	00	283,13	ПК
6	00	279,63	ПК
7	00	275,36	ПК
8	00	273,02	ПК
9	00	273,72	ПК
10	00	273,90	пересечение с автомобильной дорогой
11	00	272,85	ПК
12	00	272,11	ПК
13	00	271,14	ПК
14	00	270,56	ПК
15	00	270,23	ПК
16	00	268,53	ПК
17	00	265,15	ПК
18	00	262,62	ПК
19	00	260,70	ПК
20	00	258,75	ПК
21	00	258,02	ПК
22	00	256,71	ПК
23	00	256,26	ПК
24	00	252,52	река
25	00	255,31	ПК
26	00	254,44	ПК
27	00	251,63	река
28	00	254,85	ПК
29	00	257,36	ПК
30	00	260,72	ПК
31	00	265,56	ПК
32	00	273,32	ПК
33	00	285,82	ПК
34	00	296,55	ПК
35	00	299,22	ПК
36	00	303,35	ПК
37	00	307,15	ПК
38	00	310,62	ПК
39	00	313,46	ПК
40	00	316,25	ПК
41	00	319,23	ПК
42	00	322,63	ПК
43	00	325,17	ПК
44	00	328,33	ПК
45	00	333,03	ПК
46	00	337,28	ПК
47	00	341,52	ПК
48	00	345,20	ПК
49	00	349,56	ПК
50	00	352,82	ПК
51	00	355,36	ПК

Окончание таблицы 8

1	2	3	4
51	50	356,40	ПК
52	00	357,41	ПК
53	00	358,95	ПК
54	00	361,14	ПК
55	00	363,29	ПК
56	00	365,56	ПК
57	00	362,92	пересечение с автомобильной дорогой
58	00	362,42	ПК
59	00	362,12	ПК
60	00	361,71	ПК
61	00	361,25	ПК
62	00	360,41	ПК
62	60	359,61	конец трассы

После снятия отметок земли по оси дороги строим продольный профиль земляного полотна, приведенный на листе № 2 графической части.

#### 4.1 Обоснование руководящих отметок и контрольных точек

Для построения проектной линии необходимо определить руководящие отметки. Руководящие отметки служат для определения оптимальной высоты насыпи, которая обеспечит нормальные эксплуатационные условия земляного полотна. Расчет ведется с учетом категории дороги, дорожно-климатической зоны, характера увлажнения и снегозаносимости.

Согласно с СП 34.13330.2012 [3, прил. В] по условиям увлажнения существует три типа местности. Так как условия увлажнения меняются на всем протяжении трассы, определяем их для всех трех типов местности.

- 1 – сухие участки с обеспеченным стоком с поверхности воды;
- 2 – участки избыточно увлажненные в отдельные периоды года;
- 3 – мокрые участки, с избыточным постоянным увлажнением относятся к третьему типу.

Руководящая отметка для первого типа местности по увлажнению назначается из условия снегонезаносимости – отметка насыпи должны быть больше значения рекомендуемой высоты, определяемой по формуле

$$h_p = h_{сн} + \Delta h, \quad (17)$$

где  $h_{сн}$  – расчётная толщина снегового покрова обеспеченностью 5 %, м;  
 $\Delta h$  – возвышение бровки насыпи над уровнем снежного покрова, зависящее от категории автомобильной дороги, м [3, п. 7.34].

$$h_p = 0,55 + 0,6 = 1,15 \text{ м.}$$

Руководящая отметка для первого типа местности определяется по формуле

$$h_1 = h_p + i_{об} \cdot b_2 + i_{поп} \cdot \frac{b_1}{2}, \quad (18)$$

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

$$h_1 = 1,15 + 0,04 \cdot 2 + 0,02 \cdot \frac{7,0}{2} = 1,3 \text{ м.}$$

Руководящую отметку для второго типа местности по увлажнению определяют от верха покрытия дорожной одежды до уровня поверхностных вод. Поверхностный сток не обеспечен и вода стоит не более 30 суток на основании СП 34.13330.2012 [3, прил. В].

Руководящая отметка для второго типа местности рассчитывается по формуле

$$h_{II} = h_{1,н} + h_{пв} + i_{поп} \cdot \frac{b_1}{2}, \quad (19)$$

где  $b_1$  – ширина покрытия, м;  
 $i_{поп}$  – поперечный уклон проезжей части и краевой полосы, тысячные доли;  
 $h_{1,н}$  – возвышение поверхности покрытия дорожной одежды над поверхностью земли, м [3, табл. 7.2];  
 $h_{пв}$  – толщина слоя воды над поверхностью земли, м.

$$h_{II} = 1,6 + 0 + 0,02 \cdot \frac{7,0}{2} = 1,67 \text{ м.}$$

Руководящую отметку для третьего типа местности по увлажнению определяют от верха дорожной одежды до земляного полотна или уровня поверхностных вод. Поверхностный сток не обеспечен и вода стоит более 30 суток [3, прил. В].

$$h_{III} = h_{2,н} + h_{пв} + i_{поп} \cdot \frac{b_1}{2}, \quad (20)$$

где  $b_1$  – ширина покрытия, м;  
 $i_{поп}$  – поперечный уклон проезжей части и краевой полосы, тысячные доли;  
 $h_{2,н}$  – возвышение поверхности покрытия дорожной одежды над уровнем поверхностных вод, м [3, табл. 7.2];

$h_{\text{пв}}$  – толщина слоя воды над поверхностью земли, м.

$$h_{\text{III}} = 1,5 + 0,5 + 0,02 \cdot \frac{7,0}{2} = 2,07 \text{ м.}$$

## 4.2 Контрольные точки проектной линии

К контрольным точкам проектной линии относятся: начало и конец трассы, минимальные отметки насыпи над трубами, отметки проезжих частей на пересечении с существующими автомобильными дорогами в одном уровне с проектируемой дорогой, отметки проезжей части мостов.

Отметки начала и конца трассы при в данном проекте принимаются в соответствии с руководящими отметками.

Минимальную отметку над трубой определим по формуле

$$H_t = d + \Delta + \delta + h_{\text{до}}, \quad (21)$$

где  $d$  – диаметр трубы, м;

$\Delta$  – толщина засыпки над трубой, м [6, табл. 5.1];

$h_{\text{до}}$  – толщина конструкции дорожной одежды, м;

$\delta$  – толщина стенки трубы, м [5, табл. 3.12].

$$H_t = 1,5 + 0,5 + 0,14 + 0,6 = 2,74 \text{ м.}$$

Минимальную отметку проезда по малому мосту определим по формуле

$$h_{\text{м.мин}} = h_{\text{в}} + \Delta + h_{\text{к}}, \quad (22)$$

где  $h_{\text{в}}$  – глубина воды под мостом, м;

$\Delta$  – минимальное возвышение низа пролетного строения над уровнем подпертой воды, м;

$h_{\text{к}}$  – строительная высота пролетного строения, м.

Для схемы свободного протекания воды расчёт выполняется по формуле

$$h_{\text{в}} = 0,88 \cdot H, \quad (23)$$

$$h_{\text{м.мин}} = 0,88 \cdot 1,43 + 0,5 + 0,72 = 2,48 \text{ м.}$$

Контрольные точки для построения проектной линии приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Контрольные точки проектной линии

Местоположение точки		Отметка, м	Вид контрольной точки
ПК	+		
0	00	301,30	начало трассы
8	00	273,02	труба
10	00	273,90	пересечение
24	00	252,52	мост
27	00	251,63	мост
57	00	362,92	пересечение
62	60	359,61	конец трассы автомобильная дорога

После нанесения на чертеж всех контрольных точек, производится нанесение проектной линии.

### 4.3 Вписывание вертикальных кривых

Для того, чтобы вписать вертикальную кривую необходимо рассчитать такие элементы кривой, как тангенс, длина кривой и биссектриса. Домером ввиду больших значений радиусов пренебрегают.

Наименьший радиус для выпуклых кривых равен  $R = 10\ 000$  м; для вогнутых кривых  $R = 3000$  м на основании СП 34.13330.2012 [3].

Тангенс вертикальной кривой определяется по формуле

$$T_B = \frac{R_B \cdot |i_1 - i_2|}{2}, \quad (24)$$

где  $R_B$  – радиус вертикальной кривой, м;  
 $i_1, i_2$  – уклоны проектной линии, тысячные доли.

Длина вертикальной кривой определяется по формуле

$$K_B = 2 \cdot T_B, \quad (25)$$

Биссектриса определяется по формуле

$$B_B = \frac{T^2}{2 \cdot R_B}, \quad (26)$$

Определим параметры для первой вертикальной кривой по формулам (24) – (26).

$$T_B = \frac{4\ 000 \cdot |0,033 - 0,005|}{2} = 56 \text{ м.}$$

$$K_B = 2 \cdot 56 = 112 \text{ м.}$$

$$B_B = \frac{56^2}{2 \cdot 4\,000} = 0,39 \text{ м.}$$

Определим параметры для второй вертикальной кривой по формулам (24) – (26).

$$T_B = \frac{15\,000 \cdot |0,005 - 0,025|}{2} = 150,0 \text{ м.}$$

$$K_B = 2 \cdot 150 = 300 \text{ м.}$$

$$B_B = \frac{150^2}{2 \cdot 15\,000} = 0,75 \text{ м.}$$

Определим параметры для третьей вертикальной кривой по формулам (24) – (26).

$$T_B = \frac{5\,000 \cdot |0,025 - 0,005|}{2} = 50,0 \text{ м.}$$

$$K_B = 2 \cdot 50 = 100 \text{ м.}$$

$$B_B = \frac{50^2}{2 \cdot 5\,000} = 0,25 \text{ м.}$$

Определим параметры для четвертой вертикальной кривой по формулам (24) – (26).

$$T_B = \frac{3\,000 \cdot |0,005 + 0,057|}{2} = 93,0 \text{ м.}$$

$$K_B = 2 \cdot 93 = 186 \text{ м.}$$

$$B_B = \frac{93^2}{2 \cdot 3\,000} = 1,44 \text{ м.}$$

Определим параметры для пятой вертикальной кривой по формулам (24) – (26).

$$T_B = \frac{12\,000 \cdot |0,057 - 0,032|}{2} = 150,0 \text{ м.}$$

$$K_B = 2 \cdot 150 = 300 \text{ м.}$$

$$B_B = \frac{150^2}{2 \cdot 12\,000} = 0,93 \text{ м.}$$

Определим параметры для шестой вертикальной кривой по формулам (24) – (26).

$$T_B = \frac{13\,000 \cdot |0,032 - 0,008|}{2} = 156,0 \text{ м.}$$

$$K_B = 2 \cdot 156 = 312 \text{ м.}$$

$$B_B = \frac{156^2}{2 \cdot 13\,000} = 0,936 \text{ м.}$$

Определим параметры для седьмой вертикальной кривой по формулам (24) – (26).

$$T_B = \frac{20\,000 \cdot |0,008 + 0,008|}{2} = 160,0 \text{ м.}$$

$$K_B = 2 \cdot 160 = 320 \text{ м.}$$

$$B_B = \frac{160^2}{2 \cdot 20\,000} = 0,64 \text{ м.}$$

#### **4.4 Описание проектной линии**

Проектная линия построена по методу тангенсов. Максимальный уклон проектной линии равен 57 ‰. Минимально допустимая видимость обеспечена на всем протяжении трассы. Максимальный радиус вертикальной кривой равен 20 000 м.

#### **5 Земляное полотно**

Земляное полотно – это комплекс инженерных сооружений, служащий основанием для верхнего слоя конструкции и предназначены для обеспечения устойчивости пути, а также защиты от атмосферных и грунтовых вод. Конструкции земляного полотна назначают в зависимости от категории дороги, типа дорожной одежды, характеру и степени увлажнения, а также местных природных условий. Земляное полотно должно быть прочным долговечным и устойчивым.



## 5.1 Поперечные профили земляного полотна

Поперечные профили назначают в зависимости от высоты насыпи или глубины выемки, а также от грунтовых условий с учётом природных особенностей района строительства.

В соответствии с СП 34.13330.2012 [3] при проектировании земляного полотна следует применять типовые и индивидуальные решения.

Тип поперечного профиля на протяжении трассы изменяется. Приняты следующие разновидности поперечных профилей:

- тип 1 – насыпи из привозных грунтов высотой до 2 м с кюветами. Крутизна откосов принимается из условия обеспечения безопасного съезда – не круче – 1:4;

- тип 2 – насыпи высотой от 2 до 3 м без кюветов. Крутизна откосов принимается из условия обеспечения безопасного съезда – не круче – 1:4;

- тип 3 – насыпи высотой от 3 до 6 м. Крутизна откосов принимается из условия устойчивости откоса – 1:1,5;

- тип 4 – насыпи высотой от 6 до 12 м. Крутизна откоса принимается из условия устойчивости для первых 6 метров на спуск – 1:1,5, для последующего расстояния на спуск – 1:1,75;

- тип 5 – раскрытая выемка глубиной до 1 м. Заложение внутреннего откоса выемки принимается из условия обеспечения безопасного съезда – 1:4; заложение внешнего откоса – 1:6;

- тип 6 – выемка глубиной до 12 м. Заложения внутреннего откоса: 1:4, заложение внешнего откоса 1:1,5 – внешнего.

Привязка поперечных профилей к пикетам представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Привязка поперечных профилей

Тип поперечного профиля	ПК
1	2
1	с ПК 0+00 по ПК 2+50, с ПК 9+00 по ПК 12+00, с ПК 14+50 по ПК 16+50, с ПК 19+00 по ПК 21+50, с ПК 32+62 по ПК 32+86, с ПК 36+90 по ПК 38+20, с ПК 45+50 по ПК 48+00, с ПК 51+50 по ПК 54+56, с ПК 56+70 по ПК 58+00, с ПК 59+10 по ПК 62+60.
2	с ПК 2+50 по ПК 5+00, с ПК 8+50 по ПК 9+00, с ПК 12+00 по ПК 14+50, с ПК 16+50 по ПК 19+00, с ПК 21+50 по ПК 23+20, с ПК 24+60 по ПК 26+20, с ПК 27+80 по ПК 28+30, с ПК 32+40 по ПК 32+62, с ПК 38+20 по ПК 39+50, с ПК 44+50 по ПК 45+50, с ПК 58+00 по ПК 59+10.
3	с ПК 5+00 по ПК 8+50, с ПК 23+20 по ПК 24+60, с ПК 26+20 по ПК 27+80, с ПК 28+30 по ПК 29+60, с ПК 32+10 по ПК 32+40, с ПК 39+50 по ПК 44+50.
4	с ПК 29+60 по ПК 32+10.
5	с ПК 32+86 по ПК 33+00, с ПК 36+50 по ПК 36+90, с ПК 48+00 по ПК 49+00, с ПК 50+00 по ПК 51+50, с ПК 54+56 по ПК 55+20, с ПК 56+34 по ПК 56+70.
6	с ПК 33+00 по ПК 36+50, с ПК 49+00 по ПК 50+00, с ПК 55+20 по ПК 56+34.

Поперечные профили, которые применяются на данной автомобильной дороге показаны на листе № 3 графической части.

## 5.2 Объемы работ по устройству земляного полотна

При проектировании автомобильных дорог определяют объемы насыпей и выемок, резервов и кавальеров, кюветов и других земляных работ.

При определении объема земляных работ используют формулу Винклера

$$V_{\text{проф}} = \left( \frac{F_i + F_{i+1}}{2} - m_i \cdot \frac{(h_i - h_{i+1})^2}{6} \right) \cdot L_i, \quad (27)$$

где  $F_i, F_{i+1}$  – площади поперечных сечений в начале, середине и конце 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 насыпи в  $i$ -м сечении.

Расчет объемов работ по устройству земляного полотна производится в программе Excel и представлен в таблицах Б.1 и Б.2 в приложении Б.

## 5.3 Полосы отвода

Полосой отвода автомобильной дороги называются земельные участки, предназначенные для размещения конструктивных элементов автомобильной дороги, дорожных сооружений и объектов дорожного сервиса [8, ст. 3 п. 15]. Расстояние от оси дороги до границы полосы отвода определяют в соответствии с нормами отвода земель для автомобильных дорог согласно Постановлению Правительства РФ от 2 сентября 2009 г. N 717 «О нормах отвода земель для размещения автомобильных дорог и (или) объектов дорожного сервиса» [9] и приведены в таблицах 11 и 12 [9, прил. № 5, прил. № 12].

Таблица 11 – Нормы отвода земель для дорог III категории на насыпях

Высота насыпи, м	На равнинной местности с поперечными уклонами от 0 до 9 %					На пересеченной местности с поперечными уклонами свыше 9 %				
	с заложением откосов земляного полотна постоянной крутизны, м			с заложением откосов земляного полотна переменной крутизны, м		с заложением откосов земляного полотна постоянной крутизны, м			с заложением откосов земляного полотна переменной крутизны, м	
	1:4	1:3	1:2	1:1,5; 1:1,75	1:1,75; 1:2	1:4	1:3	1:2	1:1,5; 1:1,75	1:1,75; 1:2
1,0	57/35/54	57/31/50	-	-	-	57/56/75	59/73	-	-	-
1,5	57/39/66	57/34/59	-	-	-	60/79	61/76	-	-	-
2,0	57/34/78	57/30/38	-	-	-	64/83	63/78	-	-	-
3,0	57/42	57/36	57/30	-	-	73	68	57/46	-	-
4,0	-	-	57/34	-	-	-	-	57/47	-	-
5,0	-	-	57/38	-	-	-	-	57	-	-
6,0	-	-	57/42	-	-	-	-	58	-	-

Таблица 12 – Нормы отвода земель для дорог III категории в выемках

Глубина выемки, м	На равнинной местности с поперечными уклонами от 0 до 9 % с заложением откосов земляного полотна				На пересеченной местности с поперечными уклонами свыше 9 % с заложением откосов земляного полотна			
	1:5	1:10	1:2	1:1,5	1:5	1:10	1:2	1:1,5
1,0	57/52	75	-	-	-	-	62	58
2,0	-	-	58	56	-	-	71	67
3,0	-	-	62	59	-	-	71	65
4,0	-	-	66	62	-	-	75	68
5,0	-	-	70	65	-	-	79	71
6,0	-	-	70	64	-	-	84	75
7,0	-	-	74	67	-	-	88	78

Ширина полосы отвода для каждого пикета приведена в таблице В.1 в приложении В.

## 6 Решение вопросов водоотвода

Система дорожного водоотвода состоит из ряда сооружений и отдельных конструктивных мероприятий, предназначенных для предотвращения переувлажнения земляного полотна. Водоотвод представлен кюветами, водоотводные канавами, отводящие воду из кюветов в пониженные места или водотоки, трубами для пропуска воды из боковых канав, мостами для преодоления водных преград.

Кюветы устраиваются в выемках и у насыпей с рабочими отметками до 2 м и имеют трапециевидное сечение с заложением откосов 1:1,5-1:6. Они предусматриваются для осушения верхней части земляного полотна в связи с испарением влаги с откосов кюветов. Положительное действие боковых канав выполняется только при быстром удалении и них воды.

Уклон dna канавы у насыпей принимается равным уклону поверхности земли, но не менее 5 ‰ для обеспечения стока воды. Уклон dna канавы в выемках равен уклону проектной линии. Укрепление кюветов производится в зависимости от уклона dna [6, табл. 7.1] и представлено в таблице 13.

Таблица 13 – Укрепление кюветов в зависимости от уклона dna

Типы укрепления	Уклон, ‰	
	в песчаных грунтах	в суглинистых грунтах
Без укрепления	До 10	До 20
Засев трав	10-30	20-30
Мощение	30-50	30-50
Бетонные лотки и перепады	Более 50	Более 50

Так же запрещается пропуск воды через выемку из кюветов на вышележащем участке. Перед выемкой воду необходимо отвести.

Типы укрепления кюветов по пикетам приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Укрепление кюветов

Тип укрепления	ПК
без укрепления	с ПК 2+50 по ПК 16+00, с ПК 16+50 по ПК 19+00, с ПК 20+00 по ПК 32+86, с ПК 38+30 по ПК 45+50, с ПК 52+00 по ПК 53+00, с ПК 54+00 по ПК 62+60.
засев трав	с ПК 0+00 по ПК 1+00, с ПК 19+00 по ПК 20+00, с ПК 38+00 по ПК 38+30, с ПК 51+00 по ПК 51+50, с ПК 53+00 по ПК 54+00.
мощение щебнем	с ПК 1+00 по ПК 2+50, с ПК 16+00 по ПК 16+50, с ПК 37+50 по ПК 38+00, с ПК 45+50 по ПК 51+00, с ПК 51+50 по ПК 52+00.
бетонные лотки и перепады	с ПК 32+86 по ПК 37+50.

Водоотводные каналы предусматриваются для отвода воды из кюветов и предотвращения пропуска воды через выемку. Размер водоотводной канавы принимается равным размеру боковой канавы, из которой происходит отвод воды. Заложение откосов принимается наибольшей возможной крутизны и принимается из условия устойчивости грунта.

Водопропускные трубы устраиваются для пропуска воды их боковых канав. В данной работе предусмотрены железобетонные водопропускные трубы диаметром 1,5 м.

Мостовой переход предусмотрен для обеспечения проезда автомобилей через реку. В данной работе предусмотрены мостовые переходы длиной 12 м.

Привязка водоотводных и водопропускных сооружений представлена в таблице 15.

Таблица 15 – Привязка водоотводных и водопропускных сооружений

Тип сооружения	ПК
водоотводные каналы	ПК 2+50, ПК 12+00, ПК 16+50, ПК 21+50, ПК 29+50, ПК 32+62, ПК 36+90, ПК 45+50, ПК 54+64.
боковые каналы	с ПК 0+00 по ПК 2+50, с ПК 9+00 по ПК 12+00, с ПК 14+50 по ПК 16+50, с ПК 32+62 по ПК 38+30, с ПК 45+50 по ПК 58+00, с ПК 59+00 по ПК 62+60.
трубы	ПК 8+00.
мосты	ПК 24+0, ПК 27+00.

Решение вопросов водоотвода представлено на продольном профиле на листе № 2 графической части.

## 7 Проектирование дорожной одежды

Дорожная одежда – это конструктивный элемент автомобильной дороги, воспринимающий нагрузку от автомобильных средств и передающий ее на грунт [3, п. 3.81]. Конструкция дорожной одежды многослойная. Состоит из слоев основания – несущей части дорожной одежды, как правило, состоящей из верхнего, нижнего и дополнительного слоев, и покрытия – верхнего, наиболее прочного, слоя дорожной одежды, определяющего его эксплуатационные свойства.

Правильно подобранная конструкция дорожной одежды должна обеспечивать морозозащитные, выравнивающие, дренирующие, износостойкие, прочностные, термостойкие и водонепроницаемые свойства. Дорожная одежда –

наиболее дорогой элемент автомобильной дороги. Стоимость дорожной одежды достигает 60 % от общей стоимости строительства.

Расчет дорожных одежд производится в соответствии с рекомендациями ОДН 218.046-01 «Проектирование нежестких дорожных одежд» [10].

Исходные данные:

- исходная интенсивность движения – 1328 авт./сут.;
- ежегодный прирост интенсивности – 5,9 %;
- дорожно-климатическая зона – I, подзона 3;
- тип дорожной одежды – облегченный;
- грунт земляного полотна – суглинок лёгкий;
- тип местности по увлажнению – 2;
- расчетный срок службы дорожной одежды – 10 лет [10, табл. П.6.2].

Расчет дорожной одежды на прочность необходимо проводить, учитывая нормативную и расчетную осевые нагрузки, а также расчетную удельную нагрузку.

Нормативная осевая нагрузка – это полная нагрузка от наиболее нагруженной оси условного двухосного автомобиля; она зависит от типа дорожной одежды и составляет 100 кН для облегченного типа [3, п. 5.2].

Расчетная осевая нагрузка – это максимальная нагрузка на нагруженную ось для двусосных автомобилей или на приведенную ось для многоосных.

Для определения расчетной осевой нагрузки необходимо рассчитать перспективную интенсивность движения на конец межремонтного периода по формуле

$$N_{\text{пер.}} = N_{\text{исх.}} \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right)^t, \quad (28)$$

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

$p$  – ежегодный прирост интенсивности, %;

$t$  – перспективный период, годы.

$$N_{\text{пер.}} = 1328 \cdot \left(1 + \frac{5,9}{100}\right)^{10} = 2355,90 \text{ авт./сут.}$$

Приведенная к расчетному двухосному автомобилю интенсивность определяется по формуле

$$N_p = f_{\text{пол.}} \cdot \sum_{m=1}^n N_m \cdot S_m, \quad (29)$$

где  $f_{\text{пол.}}$  – коэффициент, учитывающий число полос движения и распределения движения по ним,  $f_{\text{пол.}} = 0,55$  для двухполосных дорог [10, табл. 3.2];

$n$  – общее число марок транспортных средств в составе потока (принимается по заданию);

$N_m$  – число проездов в сутки в обоих направлениях транспортных средств  $m$ -й марки;

$S_m$  – суммарный коэффициент приведения воздействия транспортного средства  $m$ -й марки на дорожную одежду.

Коэффициенты приведения к расчетной нагрузке приведены в таблице 16 [10, табл. П.1.3].

Таблица 16 – Коэффициенты приведения к расчетной нагрузке

Типы автомобилей	Коэффициент приведения $S_m$
Легковые автомобили	0
Легкие грузовые автомобили грузоподъемностью от 1 до 2 т	0,005
Средние грузовые автомобили грузоподъемностью от 2 до 5 т	0,2
Тяжелые грузовые автомобили грузоподъемностью от 5 до 8 т	0,7
Очень тяжелые грузовые автомобили грузоподъемностью более 8 т	1,25
Автобусы	0,7
Тягачи с прицепами	1,5

Расчет интенсивности по формуле (28) сведен в таблицу 15.

Таблица 17 – Расчет интенсивности движения

Вид транспортного средства	% в потоке	$N_m$ , авт./сут	$S_m$	$N_m \cdot S_{m\text{сумм}}$ , груз.ед./сут
Легковые автомобили	57	1342,87	0	0
Легкие грузовые автомобили грузоподъемностью от 1 до 2 т	10	235,59	0,005	1,18
Средние грузовые автомобили грузоподъемностью от 2 до 5 т	3	70,68	0,20	14,13
Тяжелые грузовые автомобили грузоподъемностью от 5 до 8 т	8	188,47	0,70	131,93
Очень тяжелые грузовые автомобили грузоподъемностью более 8 т	9	212,03	1,25	265,04
Автобусы	4	141,35	0,70	212,03
Автопоезда до 12 т	6	70,68	1,50	106,01
Автопоезда от 12 до 20 т	4	94,24	1,50	65,97
				$\Sigma 796,3$

Тогда по формуле (29)

$$N_p = 0,55 \cdot 796,3 = 437,96 \text{ груз. ед./сут.}$$

Расчетная осевая нагрузка определяется по формуле

$$\sum N_p = 0,7 \cdot N_p \cdot \frac{K_c}{q^{(T_{cl}-1)}} \cdot T_{рдг} \cdot k_n, \quad (30)$$

где  $q$  – показатель изменения интенсивности движения данного типа автомобиля по годам;

$T_{\text{сл}}$  – расчетный срок службы;  
 $K_c$  – коэффициент суммирования;  
 $T_{\text{рдг}}$  – расчетное число расчетных дней в году,  $T_{\text{рдг}}=130$  дней [10, рис. П.6.1];  
 $k_n$  – коэффициент, учитывающий вероятность отклонения суммарного движения от среднего ожидаемого,  $k_n=1,26$  [10, табл. 3.3].

Показатель изменения интенсивности движения данного типа автомобиля по годам определяется по формуле

$$q = 1 + \frac{p}{100}, \quad (31)$$

где  $p$  – ежегодный прирост интенсивности движения, %.

$$q = 1 + \frac{5,9}{100} = 1,059.$$

Коэффициент суммирования определяется по формуле

$$K_c = \frac{q^{T_{\text{сл}}} - 1}{q - 1}, \quad (32)$$

$$K_c = \frac{1,059^{10} - 1}{1,059 - 1} = 13,12.$$

Таким образом, расчетная осевая нагрузка по формуле (29) составляет

$$\sum N_p = 0,7 \cdot 437,96 \cdot \frac{13,12}{1,67} \cdot 130 \cdot 1,26 = 393267 \text{ груз. ед./сут.}$$

Удельная нагрузка – это нагрузка на дорожную одежду от колеса расчетного двухосного автомобиля. Нагрузка представляет собой равномерную распределенную нагрузку  $p$  от гибкого кругового штампа диаметром 39 см для подвижной нагрузки и 34 см для статической передается на покрытие дорожной одежды [11, п. 4.6]. Величина  $p$  принимается равной давлению воздуха в шинах – 0,6 МПа [10, табл. П.1.1].

Расчет дорожной одежды производится в программе IndorPavement 9.1 и приведен в приложении Г.

## 7.1 Экономическое сравнение вариантов дорожной одежды

Экономическое сравнение вариантов дорожной одежды выполняется с целью определения наиболее выгодного дорожного покрытия, с помощью расчета локальных смет и определения сметной стоимости строительства.

Расчет ведется с использованием следующих документов: «МДС 81-35.2004 Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации (с Изменениями от 16.16.2014) [11], Сборник № 27 «Автомобильные дороги» (ТЕР 81-02-27-2001) [12], а также «Территориальный сборник сметных норм и расценок на эксплуатацию строительных машин и автотранспортных средств для II зоны Красноярского края (г. Канск) (ТСЦ 81-01-2001) [13].

Расчет сметной стоимости дорожных одежд производится в программном обеспечении Гранд-Смета v. 5.1 в ценах 2001 года.

Сметная стоимость первого варианта дорожной одежды составила – 20 882 460 руб; второго – 22 077 280 руб. К проектированию принимается первый вариант в следствие большей экономической выгоды.

Расчет локальных смет приведен в приложении Д и Е.

Варианты дорожных одежд приведены на листе № 4 графической части.

## 8 Проектирование малого моста

Малый мост – это искусственное сооружение, которое служит для обеспечения передвижения автомобилей через реку, озера, болота или любое другое водное препятствие. В данном проекте автомобильная дорога пересекает реки Тина и Погорелка. В работе проектирования моста выполнены для перехода через реку Погорелка. Для проекта необходимо определить бытовую глубину и скорость русла, назначить схему протекания воды, рассчитать глубину потока перед мостом, определить ширину отверстия моста, подобрать пролетное строение, определить минимальную высоту моста.

Глубину и среднюю скорость воды в русле, соответствующие расчетному расходу  $Q_p$ , до строительства сооружения, называется бытовой глубиной и бытовой скоростью соответственно. Их определяем с помощью метода последовательных приближений. Так как русло водотока имеет треугольное сечение, то задаваясь начальным значением бытовой глубины  $h_6$  вычисляем следующие параметры:

Площадь живого сечения определяется по формуле

$$\omega = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{1}{i_1} \cdot \frac{1}{i_2} \right) \cdot h_6^2, \quad (33)$$

где  $i_1, i_2$  – средние уклоны откосов русла, тысячные доли,  $i_1 = 0,09, i_2 = 0,09$ .

Гидравлический радиус определяется по формуле

$$R = \frac{1}{2} \cdot h_6, \quad (34)$$



Коэффициент Шези определяется по формуле

$$c = \frac{R^{1/6}}{n}, \quad (35)$$

где  $n$  – коэффициент шероховатости откоса русла, принимается из таблицы 18.

Таблица 18 – Коэффициенты шероховатости

Укрепление	$n$
Засев трав	0,025
Мощение	0,02
Бетонные плиты	0,017
Неукрепленные канавы	0,03

В данном случае используется в качестве укрепления принимается засев трав, тогда по таблице 18 мощение,  $n = 0,02$ .

Бытовая скорость определяется по формуле

$$v_6 = c \cdot \sqrt{R \cdot i_L}, \quad (36)$$

где  $i_L$  – уклон русла реки, тысячные доли,  $i_L = 0,006$ .

Расход воды определяется по формуле

$$Q = \omega \cdot v_6, \quad (37)$$

Относительная погрешность определяется по формуле

$$\varepsilon = \frac{Q - Q_p}{Q_p} \cdot 100\%, \quad (38)$$

где  $Q_p = 26, \text{ м}^3/\text{с}$  (принимается по заданию).

Если относительная погрешность составляет более 5 %, то меняем значение  $h_6$  и повторяем расчет. Результаты расчета представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Результаты расчетов

$h_6, \text{ м}$	$\omega, \text{ м}^2$	$R, \text{ м}$	$\sqrt{c}, \text{ м/с}$	$v_6, \text{ м/с}$	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$\varepsilon, \%$
1	2	3	4	5	6	7
0,2	0,44	0,10	34,06	0,83	0,37	98,57
0,3	1,00	0,15	36,45	1,09	1,09	95,79
0,4	1,78	0,20	38,24	1,32	2,35	90,94
0,5	2,78	0,25	39,69	1,54	4,27	83,58
0,6	4,00	0,30	40,91	1,74	6,94	73,30
0,7	5,44	0,35	41,97	1,92	10,47	59,72

Продолжение таблицы 19

1	2	3	4	5	6	7
0,8	7,11	0,40	42,92	2,10	14,95	42,49
0,9	9,00	0,45	43,77	2,27	20,47	21,27
1	11,11	0,50	44,54	2,44	27,11	4,27

Таким образом, бытовая глубина равна 1 м.

### 8.1 Назначение схемы протекания воды под мостом

В подмостовом сечении, как правило, скорость воды превышает допустимые значения для грунтов. Требуется укрепления дна водотока под мостом. В зависимости от глубины потока в бытовом состоянии  $h_b$  и типа укрепления по таблице 18, устанавливается допустимая скорость  $v_{доп}$  с помощью таблицы 20.

Наибольшая скорость потока под мостом в сжатом сечении определяется по формуле

$$v_c = 1,1 \cdot v_{доп} \quad (39)$$

Различают 2 схемы течения воды под мостом: свободное и несвободное протекание. В данном проекте принята схема свободного протекания. Протекание по данной схеме возникают при условии

$$1,3h_{кр} > h_b \quad (40)$$

где  $h_{кр}$  – критическая глубина.

Критическая глубина определяется по формуле

$$h_{кр} = \frac{v_{доп}^2}{g}, \quad (41)$$

где  $v_{доп}$  – допустимая скорость потока, принимается по таблице 20;

$g$  – ускорение свободного падения, принимается как 9,81.

Таблица 20 – Допустимые скорости течения

Тип укрепления	Размер камня, см	Допустимые скорости течения, м/с, при средней глубине потока			
		0,4 м	1,0 м	2,0 м	3,0 м
1	2	3	4	5	6
Одерновка плашмя	–	0,9	1,1	1,3	1,4
Одерновка в стенку	–	1,5	1,8	2,0	2,2
Каменная наброска из булыжника с галькой	7,5	2,0	2,4	2,8	3,1
Грунты, укрепленные битумом	–	2,3	2,7	3,0	3,3

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4	5	6
Одиночное мощение на щебне	15,0	2,5	3,0	3,5	4,0
	20,0	3,0	3,5	4,0	4,5
	25,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Двойное мощение из рваного камня на щебне	15,0-20,0	3,5	4,5	5,0	5,5
Бутовая кладка из известняка	–	3,0	3,5	4,0	4,5
Бетон марки 150	–	6,0	7,0	8,0	9,0
Бутовая кладка из камня крепких пород	–	6,5	8,0	10,0	12,0
Бетонные лотки	–	12,0	14,0	16,0	18,0

С учетом глубины потока и выбранного типа укрепления принимаем  $v_{\text{доп}} = 3$  м/с и проверяем возможность использования свободного протекания воды. Вычисляется значение критической глубины и скорости в сжатом сечении по формулам (39) – (41)

$$h_{\text{кр}} = \frac{3^2}{9,81} = 0,91.$$

$$1,3h_{\text{кр}} = 1,3 \cdot 0,91 = 1,183 > h_{\text{г}} = 0,91.$$

$$v_c = 1,1 \cdot 3 = 3,3.$$

Глубина воды перед мостом для схемы свободного протекания составит

$$H = 1,46 \cdot \frac{v_c^2}{g}, \quad (42)$$

где  $v_c$  – скорость в сжатом сечении, равное 3,3, м/с;  
 $g$  – ускорение свободного падения,  $g = 9,81$ , м/с<sup>2</sup>.

$$H = 1,46 \cdot \frac{3^2}{9,81} = 1,62.$$

Ширина отверстия моста для схемы свободного протекания находится по формуле

$$B = \frac{Q_p}{1,33 \cdot \sqrt{H^3}}, \quad (43)$$

где  $Q_p$  – расчетный расход, равный 26, м<sup>3</sup>/ч (принимается по заданию);  
 $H$  – глубина воды под мостом, м

$$B = \frac{26}{1,33 \cdot \sqrt{1,62^3}} = 9,49 \text{ м.}$$

По типовому проекту, выбираем значение длины пролетного строения  $l_{пр}$ , длины пролета в свету  $l_p$ , строительную высоту  $l_k$ .

В данном проекте выбирается унифицированное сборное пролетное строение из предварительно напряженного железобетона с длиной пролетного строения 12,0 м. Величину  $v_m$  принимаем 11,40 м. Строительная высота 0,72 м.

Для схемы свободного протекания воды уточняют величину напора воды перед мостом по формуле

$$H = \left( \frac{Q_p}{1,33 \cdot B_m} \right)^{2/3}, \quad (44)$$

где  $Q_p$  – расчетный расход равный 26 м<sup>3</sup>/с;  
 $B_m$  – длина пролета в свету 11,40 м.

$$H = \left( \frac{26}{1,33 \cdot 11,40} \right)^{2/3} = 1,43 \text{ м.}$$

Минимальная высота моста  $h_{m.min}$  определяется по формуле

$$h_{m.min} = h_B + \Delta + h_k, \quad (45)$$

где  $h_B$  – глубина воды под мостом, м;  
 $\Delta$  – минимальное возвышение низа пролетного строения над уровнем подпертой воды, м;  
 $h_k$  – строительная высота пролетного строения, м.

Для схемы свободного протекания воды  $h_B = 0,88 \cdot H$

$$h_{m.min} = 0,88 \cdot 1,43 + 0,5 + 0,72 = 2,48 \text{ м.}$$

Мостовое отверстие перекрывается пролетным строением длиной 12 м. Водопропускное сооружение проектируется в виде однопролетного моста с заборными стенками на листе № 5 графической части.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данной выпускной квалификационной работы была запроектирована автомобильная дорога III категории протяженностью 6260 м в Нижнеингашенском районе.

При этом были решены следующие задачи:

- оценены природные условия района, согласно которым было принято решение о возможности строительства автомобильной дороги;
- построены розы ветров;
- определена интенсивность движения, согласно которой данная дорога относится к III категории;
- запроектирована трасса по «воздушной линии» и принято решение о невозможности строительства в данном направлении в следствие пересечения дорог и рек под недопустимыми углами;
- запроектирован наиболее выгодный вариант трассы;
- построен продольный профиль;
- подобраны 6 типов поперечных профилей земляного полотна в зависимости от высоты насыпи и глубины выемки;
- разработана система водоотвода в виде кюветов, водоотводных канав и труб;
- запроектировано два варианта конструкций дорожной одежды и рассчитаны локальные сметы на каждый из них, по которым первый вариант является наиболее экономически выгодным;
- рассчитаны объемы земляных работ;
- определены границы полосы отвода для каждого пикета;
- рассчитан малый мост и приведена его конструктивная схема.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 СТО 4.2–07–2014 Стандарт организации. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Введ. 09.01.2014. – Красноярск : СФУ, 2014. – 60 с.

2 СП 131.13330.2012 Свод правил. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\* (с Изменением № 2). – Введ. 01.01.2013. – Москва : Минрегион России, 2012. – 107 с.

3 СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85. – Введ. 01.07.2013. – Москва : Госстрой России, 2013. – 101 с.

4 Нижнеингашский район Интернет-энциклопедия [Электронный ресурс] : электронная информационная платформа / ООО «Лаборатория новостей» - Красноярск, 2015. – Режим доступа: <http://my.krskstate.ru/>

5 ГОСТ Р 52399-2005 Геометрические элементы автомобильных дорог. – Введ. 01.05.2006. – Москва : Стандартинформ, 2006. – 11 с.

6 Сайт с учебными материалами для студентов, обучающихся по профилю «Автомобильные дороги» [Электронный ресурс] / Т. В. Гавриленко. – Красноярск – Режим доступа: <http://road-project.okis.ru>

7 СП 35.13330.2011 Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84\* (с Изменениями № 1). – Введ. 20.05.2011. – Москва : Минрегион России : ОАО «ЦПП», 2011. – 33 с.

8 Федеральный закон N 257-ФЗ Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации (с изменениями на 7 февраля 2017 года). – Введ. 08.11.2007. – Москва : Государственная Дума, 2007. – 44 с.

9 Постановление Правительства РФ от 2 сентября 2009 г. № 717 «О нормах отвода земель для размещения автомобильных дорог и (или) объектов дорожного сервиса» (с изменениями и дополнениями). – Введ. 2.09.2009. – Москва : Правительство Российской Федерации, 2009. – 18 с.

10 ОДН 218.046-01 Проектирование нежестких дорожных одежд. – Введ. 01.01.2001. – Москва : Информавтодор, 2001. – 61 с.

11 ГОСТ 52748-2007 Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения / Стандартиформ. – М., 2008. – 12с.

12 МДС 81-35.2004 Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации (с Изменениями от 16.16.2014). – Введ. 09.03.2004. – Москва : Госстрой России, 2004. – 73 с.

13 Сборник № 27 Автомобильные дороги ТЕР 81-02-27-2001. – Введ. 01.09.2004. – Красноярск : Совет администрации Красноярского края, 2004. – 108 с.

14 ТСЦ 81-01-2001 Территориальный сборник сметных норм и расценок на эксплуатацию строительных машин и автотранспортных средств для II зоны Красноярского края г. Канск. – Введ. 23.11.2004. – Красноярск : Управление капитального строительства Администрации Красноярского края, 2004. – 341 с.





## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Расчет объемов земляных работ

Таблица Б.1 - Исходные данные

Ширина земляного полотна ,м	12
Ширина дна кювета в выемке,м	0,4
Глубина кювета в выемке, м	1,2
Заложение внутреннего откоса выемки	4
Уположение откоса высокой насыпи	0,25
Толщина дорожной одежды, м	0,82
Ширина дорожной одежды, м	8
Толщина растительного слоя, м	0,3
Коэффициент уплотнения грунта насыпи	0,98

Таблица Б.2 - Объемы земляных работ

Вводимые данные					Параметры кювета		Площадь поперечного сечения, м <sup>2</sup>		Площадь среднего сечения, м <sup>2</sup>	Профильные объемы, м <sup>3</sup>		Поправки, м <sup>3</sup>		Объемы работ, м <sup>3</sup>	
ПК	L, м	h, м	t	Ширина заковетной полки выемки или бермы насыпи, м	ширина поверху, м	площадь, м <sup>2</sup>	насыпи	выемки		насыпь	выемка	на снятие растительного слоя	на устройство дорожной одежды	насыпь с учетом к-та уплотнения	выемка
0+00	0	1,30	4	0	0,00	0,00	22,36	0,00	0	0	0	0	0	0	0
1+00	100	0,52	4	0	0,00	0,00	7,32	0,00	14,84	1444	0	266	-656	1075	0
2+00	100	1,69	4	0	0,00	0,00	31,70	0,00	19,51	1860	0	313	-656	1548	0
3+00	100	2,18	4	0	0,00	0,00	45,17	0,00	38,44	3828	0	512	-656	3759	0
4+00	100	2,00	4	0	0,00	0,00	40,00	0,00	42,58	4256	0	550	-656	4235	0
5+00	100	2,97	4	0	0,00	0,00	70,92	0,00	55,46	5483	0	644	-656	5584	0
6+00	100	3,17	1,5	0	0,00	0,00	53,11	0,00	62,02	6201	0	302	-656	5966	0
7+00	100	4,14	1,5	0	0,00	0,00	75,39	0,00	64,25	6402	0	354	-656	6225	0
8+00	100	3,57	1,5	0	0,00	0,00	61,96	0,00	68,67	6859	0	372	-656	6710	0
9+00	100	1,98	4	0	0,00	0,00	39,44	0,00	50,70	4901	0	714	-656	5061	0
10+00	100	1,27	4	0	0,00	0,00	21,69	0,00	30,57	3023	0	438	-656	2862	0

Продолжение приложения Б

Вводимые данные					Параметры кювета		Площадь поперечного		Площадь среднего сечения, м <sup>2</sup>	Профильные объемы, м <sup>3</sup>		Поправки, м <sup>3</sup>		Объемы работ, м <sup>3</sup>	
ПК	L, м	h, м	t	Ширина закуветной полки выемки или бермы насыпи, м	ширина поверху, м	площадь, м <sup>2</sup>	насыпи	выемки		насыпь	выемка	на снятие растительного слоя	на устройство дорожной одежды	насыпь с учетом к-та уплотнения	выемка
11+00	100	1,85	4	0	0,00	0,00	35,89	0,00	28,79	2857	0	422	-656	2677	0
12+00	100	2,09	4	0	0,00	0,00	42,55	0,00	39,22	3918	0	521	-656	3860	0
13+00	100	2,56	4	0	0,00	0,00	56,93	0,00	49,74	4960	0	606	-656	5010	0
14+00	100	2,56	4	0	0,00	0,00	56,93	0,00	56,93	5693	0	662	-656	5816	0
15+00	100	1,75	4	0	0,00	0,00	33,25	0,00	45,09	4465	0	565	-656	4464	0
16+00	100	1,59	4	0	0,00	0,00	29,19	0,00	31,22	3120	0	449	-656	2973	0
17+00	100	2,55	4	0	0,00	0,00	56,61	0,00	42,90	4229	0	545	-656	4202	0
18+00	100	2,58	4	0	0,00	0,00	57,59	0,00	57,10	5710	0	664	-656	5834	0
19+00	100	2,00	4	0	0,00	0,00	40,00	0,00	48,79	4857	0	598	-656	4896	0
20+00	100	1,70	4	0	0,00	0,00	31,96	0,00	35,98	3592	0	492	-656	3498	0
21+00	100	1,68	4	0	0,00	0,00	31,45	0,00	31,70	3170	0	454	-656	3029	0
22+00	100	2,49	4	0	0,00	0,00	54,68	0,00	43,07	4263	0	548	-656	4240	0
23+00	100	2,44	4	0	0,00	0,00	53,09	0,00	53,89	5389	0	640	-656	5482	0
24+00	100	5,68	1,5	0	0,00	0,00	116,55	0,00	84,82	8220	0	391	-656	8117	0
25+00	100	2,39	4	0	0,00	0,00	51,53	0,00	84,04	7682	0	1016	-656	8207	0
26+00	100	2,76	4	0	0,00	0,00	63,59	0,00	57,56	5747	0	666	-656	5874	0
27+00	100	5,07	1,5	0	0,00	0,00	99,40	0,00	81,49	8016	0	378	-656	7896	0
28+00	100	2,79	4	0	0,00	0,00	64,62	0,00	82,01	7854	0	991	-656	8356	0
29+00	100	4,54	1,5	0	0,00	0,00	85,40	0,00	75,01	7424	0	355	-656	7269	0
30+00	100	6,88	1,5	0	0,00	0,00	153,76	0,00	119,58	11821	0	539	-656	11943	0
31+00	100	7,74	1,5	0	0,00	0,00	183,50	0,00	168,63	16844	0	683	-656	17216	0
32+00	100	6,68	1,5	0	0,00	0,00	147,21	0,00	165,35	16507	0	674	-656	16863	0

Продолжение приложения Б

Вводимые данные					Параметры кювета		Площадь поперечного сечения, м <sup>2</sup>		Площадь среднего сечения, м <sup>2</sup>	Профильные объемы, м <sup>3</sup>		Поправки, м <sup>3</sup>		Объемы работ, м <sup>3</sup>	
ПК	L, м	h, м	t	Ширина закуветной полки выемки или бермы насыпи, м	ширина поверху, м	площадь, м <sup>2</sup>	насыпи	выемки		насыпь	выемка	на снятие растительного слоя	на устройство дорожной одежды	насыпь с учетом к-та уплотнения	выемка
32+86	86	0,00	4	0	10,00	6,24	0,00	12,48	73,60	3772	0	732	-564	4020	0
33+00	14	-1,12	4	0	10,00	6,24	0,00	53,34	32,91	0	449	-116	92	0	425
34+00	100	-6,15	4	0	10,00	6,24	0,00	360,57	206,95	0	19009	-88	656	0	19577
35+00	100	-3,12	4	0	10,00	6,24	0,00	151,26	255,91	0	24979	152	656	0	25788
36+00	100	-1,55	4	0	10,00	6,24	0,00	71,69	111,47	0	10983	-400	656	0	11239
36+90	90	0,00	4	0	10,00	6,24	0,00	12,48	42,09	0	3644	-697	590	0	3537
37+00	10	0,25	4	0	0,00	0,00	3,25	0,00	1,63	16	0	19	-66	-32	0
38+00	100	1,55	4	0	0,00	0,00	28,21	0,00	15,73	1460	0	264	-656	1090	0
39+00	100	2,84	4	0	0,00	0,00	66,34	0,00	47,28	4617	0	575	-656	4628	0
40+00	100	3,35	1,5	0	0,00	0,00	57,03	0,00	61,69	6162	0	304	-656	5929	0
41+00	100	3,57	1,5	0	0,00	0,00	61,96	0,00	59,50	5948	0	337	-656	5744	0
42+00	100	3,37	1,5	0	0,00	0,00	57,48	0,00	59,72	5971	0	338	-656	5768	0
43+00	100	4,03	1,5	0	0,00	0,00	72,72	0,00	65,10	6499	0	359	-656	6328	0
44+00	100	4,07	1,5	0	0,00	0,00	73,69	0,00	73,20	7320	0	390	-656	7198	0
45+00	100	2,57	4	0	0,00	0,00	57,26	0,00	65,47	6397	0	845	-656	6721	0
46+00	100	1,52	4	0	0,00	0,00	27,48	0,00	42,37	4164	0	539	-656	4129	0
47+00	100	0,48	4	0	0,00	0,00	6,68	0,00	17,08	1636	0	288	-656	1294	0
48+00	100	0,00	4	0	10,00	6,24	0,00	12,48	3,34	319	0	106	-656	-236	0
49+00	100	-1,16	4	0	10,00	6,24	0,00	54,98	33,73	0	3283	-821	656	0	3119
50+00	100	-1,22	4	0	10,00	6,24	0,00	57,47	56,23	0	5623	-674	656	0	5604
51+00	100	-0,56	4	0	10,00	6,24	0,00	31,65	44,56	0	4427	-746	656	0	4337
51+50	50	0,00	4	0	10,00	6,24	0,00	12,48	22,07	0	1093	-446	328	0	975
52+00	50	0,47	4	0	0,00	0,00	6,52	0,00	3,26	156	0	58	-328	-116	0
53+00	100	1,31	4	0	0,00	0,00	22,58	0,00	14,55	1408	0	262	-656	1035	0
54+00	100	0,74	4	0	0,00	0,00	11,07	0,00	16,83	1661	0	294	-656	1326	0
54+64	64	0,00	4	0	10,00	6,24	0,00	12,48	5,54	331	0	92	-420	3	0

Окончание приложения Б

Вводимые данные					Параметры кювета		Площадь поперечного сечения, м <sup>2</sup>		Площадь среднего сечения, м <sup>2</sup>	Профильные объемы, м <sup>3</sup>		Поправки, м <sup>3</sup>		Объемы работ, м <sup>3</sup>	
ПК	L, м	h, м	t	Ширина закуветной полки выемки или бермы насыпи, м	ширина поверху, м	площадь, м <sup>2</sup>	насыпи	выемки		насыпь	выемка	на снятие растительного слоя	на устройство дорожной одежды	насыпь с учетом к-та уплотнения	выемка
55+00	36	-0,49	4	0	10,00	6,24	0,00	29,12	20,80	0	743	-324	236	0	655
56+00	100	-1,96	4	0	10,00	6,24	0,00	90,57	59,84	0	5840	-666	656	0	5830
56+70	70	0,00	4	0	10,00	6,24	0,00	12,48	51,52	0	3427	-507	459	0	3379
57+00	30	0,66	4	0	0,00	0,00	9,66	0,00	4,83	136	0	47	-197	-14	0
58+00	100	2,14	4	0	0,00	0,00	44,00	0,00	26,83	2537	0	384	-656	2311	0
59+00	100	2,10	4	0	0,00	0,00	42,84	0,00	43,42	4342	0	557	-656	4329	0
60+00	100	1,89	4	0	0,00	0,00	36,97	0,00	39,90	3987	0	527	-656	3937	0
61+00	100	1,55	4	0	0,00	0,00	28,21	0,00	32,59	3251	0	461	-656	3118	0
62+00	100	1,59	4	0	0,00	0,00	29,19	0,00	28,70	2870	0	425	-656	2693	0
62+60	60	1,59	4	0	0,00	0,00	29,19	0,00	29,19	1752	0	263	-394	1654	0
									ИТОГО	267308	83500			263601	84465

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Полоса отвода

Таблица В.1 – Границы полосы отвода

ПК	Земляное сооружение	Заложение откосов	Высота насыпи или глубина выемки, м	Ширина полосы отвода, м
1	2	3	4	5
ПК 0+00	насыпь	1:4	1,30	57
ПК 1+00	насыпь	1:4	0,52	57
ПК 2+00	насыпь	1:4	1,69	57
ПК 3+00	насыпь	1:4	2,17	57
ПК 4+00	насыпь	1:4	2,00	57
ПК 5+00	насыпь	1:4	2,97	57
ПК 6+00	насыпь	1:1,5	3,17	57
ПК 7+00	насыпь	1:1,5	4,14	57
ПК 8+00	насыпь	1:1,5	3,57	57
ПК 9+00	насыпь	1:4	1,98	57
ПК 10+00	насыпь	1:4	1,30	57
ПК 11+00	насыпь	1:4	1,85	57
ПК 12+00	насыпь	1:4	2,09	57
ПК 13+00	насыпь	1:4	2,56	57
ПК 14+00	насыпь	1:4	2,56	57
ПК 15+00	насыпь	1:4	1,75	57
ПК 16+00	насыпь	1:4	1,59	57
ПК 17+00	насыпь	1:4	2,55	57
ПК 18+00	насыпь	1:4	2,58	57
ПК 19+00	насыпь	1:4	2,00	57
ПК 20+00	насыпь	1:4	1,70	57
ПК 21+00	насыпь	1:4	1,68	57
ПК 22+00	насыпь	1:4	2,49	57
ПК 23+00	насыпь	1:4	2,44	57
ПК 24+00	насыпь	1:1,5	5,68	57
ПК 25+00	насыпь	1:4	2,39	57
ПК 26+00	насыпь	1:4	2,76	57
ПК 27+00	насыпь	1:1,5	5,07	57
ПК 28+00	насыпь	1:4	2,79	57
ПК 29+00	насыпь	1:1,5	4,54	57
ПК 30+00	насыпь	1:1,5 (1:1,75)	6,88	-
ПК 31+00	насыпь	1:1,5 (1:1,75)	7,74	-
ПК 32+00	насыпь	1:1,5 (1:1,75)	6,68	-
ПК 33+00	выемка	1:4 (1: 1,5)	1,12	-
ПК 34+00	выемка	1:4 (1: 1,5)	6,15	-
ПК 35+00	выемка	1:4 (1: 1,5)	3,12	-
ПК 36+00	выемка	1:4 (1:1,5)	1,55	-
ПК 37+00	насыпь	1:4	0,25	57
ПК 38+00	насыпь	1:4	1,55	57
ПК 39+00	насыпь	1:4	2,84	57

## Окончание приложения В

1	2	3	4	5
ПК 40+00	насыпь	1:1,5	3,55	57
ПК 41+00	насыпь	1:1,5	3,57	57
ПК 42+00	насыпь	1:1,5	3,37	57
ПК 43+00	насыпь	1:1,5	4,03	57
ПК 44+00	насыпь	1:1,5	4,07	57
ПК 45+00	насыпь	1:4	2,57	57
ПК 46+00	насыпь	1:4	1,52	57
ПК 47+00	насыпь	1:4	0,48	57
ПК 48+00	выемка	1:4 (1:6)	0,00	57
ПК 49+00	выемка	1:4 (1:1,5)	1,16	-
ПК 50+00	выемка	1:4 (1:1,5)	1,22	-
ПК 51+00	выемка	1:4 (1:6)	0,56	57
ПК 52+00	насыпь	1:4	0,47	57
ПК 53+00	насыпь	1:4	1,31	57
ПК 54+00	насыпь	1:4	0,74	57
ПК 55+00	выемка	1:4 (1:6)	0,49	57
ПК 56+00	выемка	1:4 (1:1,5)	1,96	-
ПК 57+00	насыпь	1:4	1,30	57
ПК 58+00	насыпь	1:4	2,14	57
ПК 59+00	насыпь	1:4	2,10	57
ПК 60+00	насыпь	1:4	1,89	57
ПК 61+00	насыпь	1:4	1,55	57
ПК 62+00	насыпь	1:4	1,59	57
ПК 62+60	насыпь	1:4	1,59	57

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### Расчет дорожных одежд

Проектные данные:

- категория дороги – III;
- заданная надежность  $K_n = 0,90$ ;
- расчетный срок службы  $T_{сл}$ , лет – 10;
- ширина проезжей части, м – 7;
- давление в шине  $p$ , МПа – 0,60;
- диаметр отпечатка шины  $D$  (динамическая нагрузка), см – 39,00;
- статическая нагрузка на ось  $Q$ , кН – 100,00;
- суммарное число приложений нагрузки – 393267.

Вариант № 1.

Конструктивный слой № 1: 4,0 см. Асфальтобетон горячей укладки плотный II марки из щебеночной смеси типа А, марка битума БНД 90/130.

Конструктивный слой № 2: 7,0 см. Асфальтобетон горячей укладки пористый II марки из щебеночной смеси типа А, марка битума БНД 90/130.

Конструктивный слой № 3: 31,0 см. Щебень фракционированный 40...80 мм легкоуплотняемый с заклинкой асфальтобетонной смесью.

Конструктивный слой № 4: 38,0 см. Смеси щебеночные с непрерывной гранулометрией СЗ-120 мм (для оснований).

Грунт земляного полотна – суглинок лёгкий.

Результаты расчета на упругий прогиб:

- поверхностный модуль упругости  $E_{пов.} = 320,9$  МПа;
- требуемый модуль упругости  $E_{тр.} = 201,7$  МПа;
- расчетный коэффициент прочности  $K_{расч.} = 1,590$ ;
- требуемый коэффициент прочности  $K_{тр.} = 1,100$ ;
- запас прочности 45 %.

Результаты расчета на сдвигоустойчивость:

а) параметры материала:

- грунт – суглинок лёгкий;
- угол внутреннего трения  $\varphi = 5,1$  °;
- сцепление  $c_n = 0,005$  МПа;
- статический угол внутреннего трения  $\varphi_{ст.} = 15,9$  °;
- коэффициент  $K_\delta = 1,0$ .

б) параметры модели:

- средневзвешенный модуль упругости верхних слоев  $E_\sigma = 456,75$  МПа;
- модуль упругости на поверхности расчетного слоя  $E_n = 35,99$  МПа;
- средневзвешенный удельный вес верхних слоев  $\gamma = 0,0018$  МПа;
- глубина расположения расчетного слоя  $Z_{он.} = 80$  см;
- удельное активное напряжение сдвига  $\tau = 0,01602$  МПа;
- расчетное активное напряжение сдвига  $T = 0,010$  МПа;

- предельное активное напряжение сдвига  $T_{np.} = 0,009$  МПа;
- расчетный коэффициент прочности  $K_{расч.} = 0,950$ ;
- требуемый коэффициент прочности  $K_{тр.} = 0,940$ ;
- запас прочности 1 %.

Результаты расчета на сопротивление при изгибе:

а) параметры материала:

- асфальтобетон горячей укладки плотный II марки из щебеночной смеси типа А, марка битума БНД 90/130;
- нормативное сопротивление  $R_0 = 7,80$  МПа;
- усталостный показатель степени  $m = 4,0$ ;
- коэффициент различия  $\alpha = 6,3$ ;
- коэффициент снижения прочности  $k_2 = 0,8$ .

б) параметры модели:

- средневзвешенный модуль упругости монолитных слоев  $E_s = 2709,09$  МПа;
- поверхностный модуль упругости нижнего слоя в пакете монолитных слоев  $E_{общ.} = 236,60$  МПа;
- глубина расположения расчетного слоя  $Z_{он.} = 11$  см;
- коэффициент  $K_s = 0,85$ ;
- коэффициент усталостного разрушения  $k_1 = 0,25$ ;
- наибольшее растягивающее напряжение  $\sigma_r = 0,953$  МПа;
- прочность материала при изгибе  $R_n = 1,363$  МПа;
- расчетный коэффициент прочности  $K_{расч.} = 1,429$ ;
- требуемый коэффициент прочности  $K_{тр.} = 0,940$ ;
- запас прочности 52 %.

Результаты расчета на морозоустойчивость:

- глубина грунтовых вод  $H_y = 1,20$  м;
- коэффициент учета уровня грунтовых вод  $K_{угв.} = 0,73$ ;
- Пучинистость грунта – группа 3 (пучинистый);
- коэффициент учета нагрузки от вышележащих слоев  $K_{нагр.} = 1,04$ ;
- коэффициент, зависящий от расчетной влажности грунта  $K_{вл.} = 1,14$ ;
- коэффициент, зависящий от уплотнения слоя  $K_{пл.} = 0,80$ ;
- коэффициент учета гранулометрии основания  $K_{гр.} = 1,30$ ;
- величина морозного пучения при усредненных условиях  $L_{пуч.ср.} = 3,62$  см.
- ожидаемая пучинистость грунта  $3,28$  см < 80 % от допустимой  $6,00$  см.

Вывод: конструкция является морозоустойчивой.

Вариант № 2.

Конструктивный слой № 1: 6,0 см. Асфальтобетон горячей укладки плотный II марки из щебеночной смеси типа Б, марка битума БНД 90/130.

Конструктивный слой № 2: 17,0 см. Щебень черный для оснований уложенный по способу заклинки.

Конструктивный слой № 3: 27,0 см. Готовые песчано-щебеночные смеси II класса прочности, укрепленные портландцементом М-40 в количестве 2-4 % (смесь 1).



Конструктивный слой № 4: 30,0 см. Песок крупный, с содержанием пыле-вато-глинистой фракции 5 %.

Грунт земляного полотна – суглинок лёгкий.

Результаты расчета на упругий прогиб:

- поверхностный модуль упругости  $E_{пов.} = 321,6$  МПа;
- требуемый модуль упругости  $E_{тр.} = 201,7$  МПа;
- расчетный коэффициент прочности  $K_{расч.} = 1,590$ ;
- требуемый коэффициент прочности  $K_{тр.} = 1,100$ ;
- запас прочности 45 %.

Результаты расчета на сдвигоустойчивость:

а) параметры материала:

5%;

- грунт – песок крупный, с содержанием пылевато-глинистой фракции

- угол внутреннего трения  $\varphi = 28,7$  °;
- сцепление  $c_n = 0,003$  МПа;
- статический угол внутреннего трения  $\varphi_{ст.} = 34,0$  °;
- коэффициент  $K_\phi = 2,0$ .

б) параметры модели:

- средневзвешенный модуль упругости верхних слоев  $E_\delta = 672,00$  МПа;
- модуль упругости на поверхности расчетного слоя  $E_n = 69,03$  МПа;
- средневзвешенный удельный вес верхних слоев  $\gamma = 0,0018$  МПа;
- глубина расположения расчетного слоя  $Z_{он.} = 50$  см;
- удельное активное напряжение сдвига  $\tau = 0,01772$  МПа;
- расчетное активное напряжение сдвига  $T = 0,011$  МПа;
- предельное активное напряжение сдвига  $T_{пр.} = 0,012$  МПа;
- расчетный коэффициент прочности  $K_{расч.} = 1,130$ ;
- требуемый коэффициент прочности  $K_{тр.} = 0,940$ ;
- запас прочности 20 %.

а) параметры материала:

- грунт – суглинок лёгкий;
- угол внутреннего трения  $\varphi = 5,1$  °;
- сцепление  $c_n = 0,005$  МПа;
- статический угол внутреннего трения  $\varphi_{ст.} = 15,9$  °;
- коэффициент  $K_\phi = 1,0$ .

б) параметры модели:

- средневзвешенный модуль упругости верхних слоев  $E_\delta = 468,75$  МПа;
- модуль упругости на поверхности расчетного слоя  $E_n = 35,99$  МПа;
- средневзвешенный удельный вес верхних слоев  $\gamma = 0,0019$  МПа;
- глубина расположения расчетного слоя  $Z_{он.} = 80$  см;
- удельное активное напряжение сдвига  $\tau = 0,01581$  МПа;
- расчетное активное напряжение сдвига  $T = 0,009$  МПа;
- предельное активное напряжение сдвига  $T_{пр.} = 0,009$  МПа;
- расчетный коэффициент прочности  $K_{расч.} = 0,970$ ;
- требуемый коэффициент прочности  $K_{тр.} = 0,940$ ;
- запас прочности 3 %.

Результаты расчета на сопротивление при изгибе:

а) параметры материала:

- асфальтобетон горячей укладки плотный II марки из щебеночной смеси типа Б, марка битума БНД 90/130;

- нормативное сопротивление  $R_0 = 9,50$  МПа;

- усталостный показатель степени  $m = 5,0$ ;

- коэффициент различия  $\alpha = 5,4$ ;

- коэффициент снижения прочности  $k_2 = 0,9$ .

б) параметры модели:

- средневзвешенный модуль упругости монолитных слоев  $E_{\text{ср.}} = 3600,00$  МПа;

- поверхностный модуль упругости нижнего слоя в пакете монолитных слоев  $E_{\text{общ.}} = 265,50$  МПа;

- глубина расположения расчетного слоя  $Z_{\text{он.}} = 6$  см;

- коэффициент  $K_{\text{ср.}} = 0,85$ ;

- коэффициент усталостного разрушения  $k_1 = 0,41$ ;

- наибольшее растягивающее напряжение  $\sigma_r = 1,097$  МПа;

- прочность материала при изгибе  $R_n = 3,047$  МПа;

- расчетный коэффициент прочности  $K_{\text{расч.}} = 2,778$ ;

- требуемый коэффициент прочности  $K_{\text{тр.}} = 0,940$ ;

- запас прочности 196 %.

Результаты расчета на морозоустойчивость:

- глубина грунтовых вод  $H_y = 1,20$  м;

- коэффициент учета уровня грунтовых вод  $K_{\text{утв.}} = 0,73$ ;

- Пучинистость грунта – группа 3 (пучинистый);

- коэффициент учета нагрузки от вышележащих слоев  $K_{\text{нагр.}} = 1,04$ ;

- коэффициент, зависящий от расчетной влажности грунта  $K_{\text{вл.}} = 1,14$ ;

- коэффициент, зависящий от уплотнения слоя  $K_{\text{пл.}} = 0,80$ ;

- коэффициент учета гранулометрии основания  $K_{\text{гр.}} = 1,30$ ;

- величина морозного пучения при усредненных условиях  $L_{\text{пуч.ср.}} = 3,62$  см.

- ожидаемая пучинистость грунта  $3,28$  см  $< 80$  % от допустимой  $6,00$  см.

Вывод: конструкция является морозоустойчивой.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### Локальная смета № 3

на устройство дорожной одежды участка автомобильной дороги III категории протяжённостью 6,26 км

Сметная стоимость, тыс.руб.      20882.46

Нормативная трудоемкость, тыс      28.89

Сметная ЗП, тыс.руб.                      563.85

Составлена в ценах 2001 г. (руб.)

№ п/п	Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Количество	Стоимость единицы, руб.				Общая стоимость, руб.				Трудоёмкость строителей, ед. чел.-ч	Трудоёмкость строителей, всего, ед. чел.-ч	Трудоёмкость машинистов, ед. чел.-ч	Трудоёмкость машинистов, всего, чел.-ч
					ПЗ	Зс	ЭММО	в т.ч. ЗМ	ПЗ	Зс	ЭММО	в т.ч. ЗМ				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	ТЕР27-06-020-04	Устройство покрытия толщиной 4 см из горячих асфальтобетонных смесей плотных крупнозернистых типа АБ, плотность каменных материалов 3 т/м <sup>3</sup> и более	1000 м <sup>2</sup>	50.08	50087.71	423.98	3005.99	289.1	2508392.52	21232.92	150539.98	14476.12	38.30	1918.06	19.66	984.38
2	ТЕР27-06-020-11	Устройство покрытия толщиной 4 (7) см из горячих асфальтобетонных смесей высокопористых крупнозернистых, плотность каменных	1000 м <sup>2</sup>	50.08	47931.21	423.98	3014.65	289.4	2400395.00	21232.92	150973.67	14491.65	38.30	1918.06	19.68	985.43

Продолжение приложения Д

№ п/п	Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Количество	Стоимость единицы, руб.				Общая стоимость, руб.				Трудоёмкость строителей, ед. чел.-ч	Трудоёмкость строителей, всего, ед.чел.-ч	Трудоёмкость машинистов, ед. чел.-ч	Трудоёмкость машинистов, всего, чел.-ч
					ПЗ	Зс	ЭММО	в т.ч. Зм	ПЗ	Зс	ЭММО	в т.ч. Зм				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
3	ТЕР27-06-021-11	На каждые 0,5 см изменения толщины покрытия добавлять или исключать к расценке 27-06-020-11	1000 м <sup>2</sup>	300.48	5526.97	1			1660743.95	300.48			0.09	27.04		
4	ТЕР27-04-005-02	Устройство оснований толщиной 15 (31) см из щебня фракции 40-70 мм при укатке каменных материалов с пределом	1000 м <sup>2</sup>	75.12	37489.44	347.05	6947.72	748.6	2816206.73	26070.40	521912.73	56236.33	36.96	2776.44	50.91	3824.07
5	ТЕР27-04-005-04	На каждый 1 см изменения толщины слоя добавлять или исключать к расценкам 27-04-005-01,	1000 м <sup>2</sup>	1201.92	2006.18		297.87	33.16	2411267.87		358015.91	39855.67			2.25	2710.19
6	ТЕР27-04-009-04	Устройство нижнего слоя двухслойных оснований толщиной 12 (38) см из щебня фракции 70-120 мм	1000 м <sup>2</sup>	75.12	33153.09	266.77	3944.77	411.6	2490460.12	20039.76	296331.12	30922.40	28.41	2134.16	27.99	2102.72
7	ТЕР27-04-009-05	На каждый 1 см изменения толщины слоя добавлять или исключать к расценке 27-04-009-04	1000 м <sup>2</sup>	1953.12	2637.7	7.04	341.87	35.84	5151744.62	13749.96	667713.13	69999.82	0.75	1464.84	2.44	4759.99
		Итого							19439220.80	102637.44	2145498.54	225994.99		10253.61		15383.78
		Поправка к заработной плате							197179.46	61582.46		135597.00				
		Итого ПЗ+поправка							19636400.26	164219.90	2281095.54	361591.99				

## Окончание приложения Д

№ п/п	Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Количество	Стоимость единицы, руб.				Общая стоимость, руб.				Трудоёмкость строителей, ед. чел.-ч	Трудоёмкость строителей, всего, ед. чел.-ч	Трудоёмкость машинистов, ед. чел.-ч	Трудоёмкость машинистов, всего, чел.-ч
					ПЗ	Зс	ЭММО	в т.ч. Зм	ПЗ	Зс	ЭММО	в т.ч. Зм				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	МДС81-33-2004 прил.4 п.21	Накладные расходы, 142 %							746652.89							
		Сметная ЗП рабочих, выполняющих работы, учитывающиеся НР								38079.30						
		Нормативная трудоёмкость рабочих, учитывающая НР														3285.27
		Себестоимость СМР							20383053.15							
	МДС81-25-2001 прил.3 п.21	Сметная прибыль, 95 %							499521.30							
		Сметная стоимость							20882574.45							
		Нормативная трудоёмкость по смете														28922.65
		ЗП по смете всего								563891.19						

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

### Локальная смета № 3

на устройство дорожной одежды участка автомобильной дороги III категории протяженностью 6,26 км

Сметная стоимость, тыс.руб. 22077.28

Нормативная трудоемкость, тыс 26.20

Сметная ЗП, тыс.руб. 462.40

Составлена в ценах 2001 г. (руб.)

№ п/п	Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Количество	Стоимость единицы, руб.				Общая стоимость, руб.				Трудоёмкость строителей, ед. чел.-ч	Трудоёмкость строителей, всего, ед. чел.-ч	Трудоёмкость машинистов, ед. чел.-ч	Трудоёмкость машинистов, всего, чел.-ч
					ПЗ	Зс	ЭММО	в т.ч. Зм	ПЗ	Зс	ЭММО	в т.ч. Зм				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	ТЕР27-06-020-02	Устройство покрытия толщиной 4 (6) см из горячих асфальтобетонных смесей плотных мелкозернистых типа АБВ, плотность каменных материалов 3 т/м3 и более	1000 м <sup>2</sup>	50.08	50717.05	423.98	3005.99	289.1	2539909.86	21232.92	150539.98	14476.12	38.3	1918.06	19.66	984.38
2	ТЕР27-06-021-02	На каждые 0,5 см изменения толщины покрытия добавлять или исключать к расценке 27-06-020-02	1000 м <sup>2</sup>	50.08	5912.16	1	5.42		296080.97	50.08	271.43		0.09	4.51		
3	ТЕР27-06-018-04	Устройство основания из черного щебня толщиной 6 (17) см с плотностью каменных материалов 3 т/м3 и более	1000 м <sup>2</sup>	141.8933	49696.26	483.96	2982.95	252.6	7051567.99	68670.70			45.83	6502.97		

Продолжение приложения Е

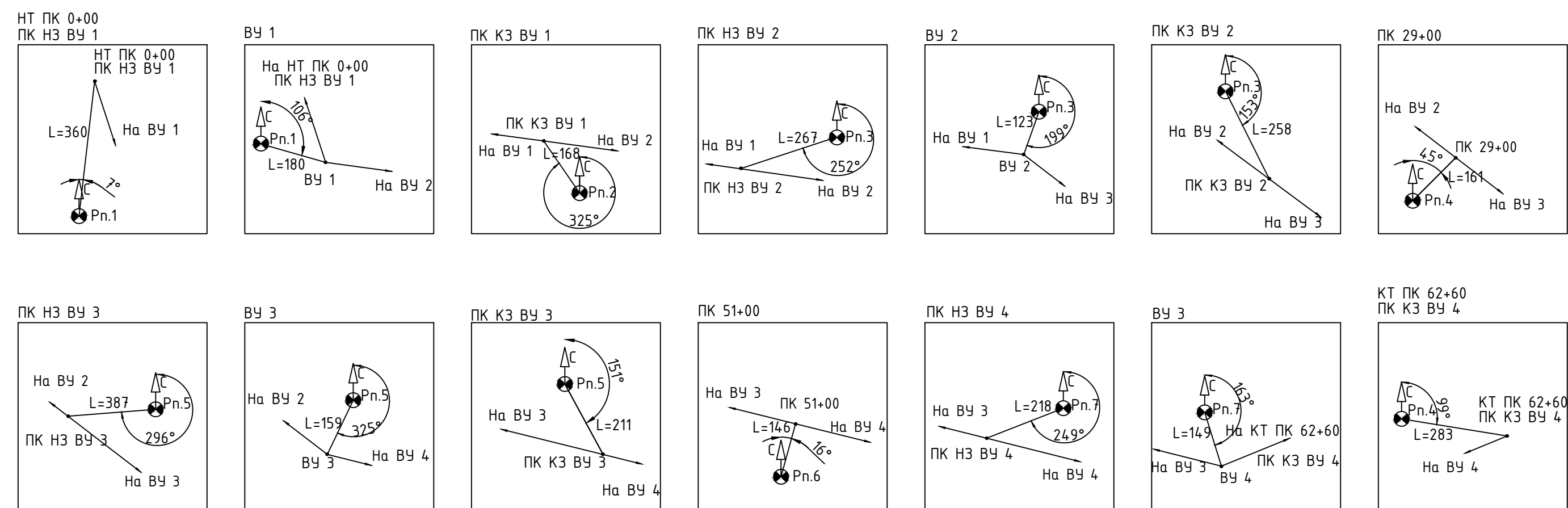
№ п/п	Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Количество	Стоимость единицы, руб.				Общая стоимость, руб.				Трудоёмкость строителей, ед. чел.-ч	Трудоёмкость строителей, всего, ед. чел.-ч	Трудоёмкость машинистов, ед. чел.-ч	Трудоёмкость машинистов, всего, чел.-ч
					ПЗ	Зс	ЭММО	в т.ч. Зм	ПЗ	Зс	ЭММО	в т.ч. Зм				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
4	ТЕР27-04-003-02	Устройство оснований и покрытий из песчано-гравийных или щебеночно-песчаных смесей двухслойных, нижний слой толщиной 12 (27) см	1000 м <sup>2</sup>	169.02	3785.29	244.02	2747.26	278.5	639789.72	41244.26	464341.89	47075.45	25.74	4350.57	18.94	3201.13
5	ТСЦ-408-0384	Смесь обогащенная песчано-гравийно-щебеночная с содержанием песка не более 92%, гравия и щебня из гравия - не менее 8%	м <sup>3</sup>	22310.64	197.89				4415052.55							
6	ТЕР27-04-001-01	Устройство подстилающих и выравнивающих слоев оснований из песка толщиной 30 см	100 м <sup>3</sup>	225.36	3235.35	144.94	2712.31	195.6	729118.48	32663.68	611246.18	44073.66	15.72	3542.66	13.30	2997.01
7	ТСЦ-408-0123	Песок природный для строительных работ средний с крупностью зерен размером свыше 5 мм - до 5% по массе	м <sup>3</sup>	24789.6	210.66				5222177.14							
		Итого							20893706.70	163872.63	1226411.48	105638.23		16333.78		7199.52
		Поправка к заработной плате							161706.52	98323.58		63382.94				
		Итого ПЗ+поправка							21055413.22	262196.22	1289794.42	169021.17				

## Окончание приложения Е

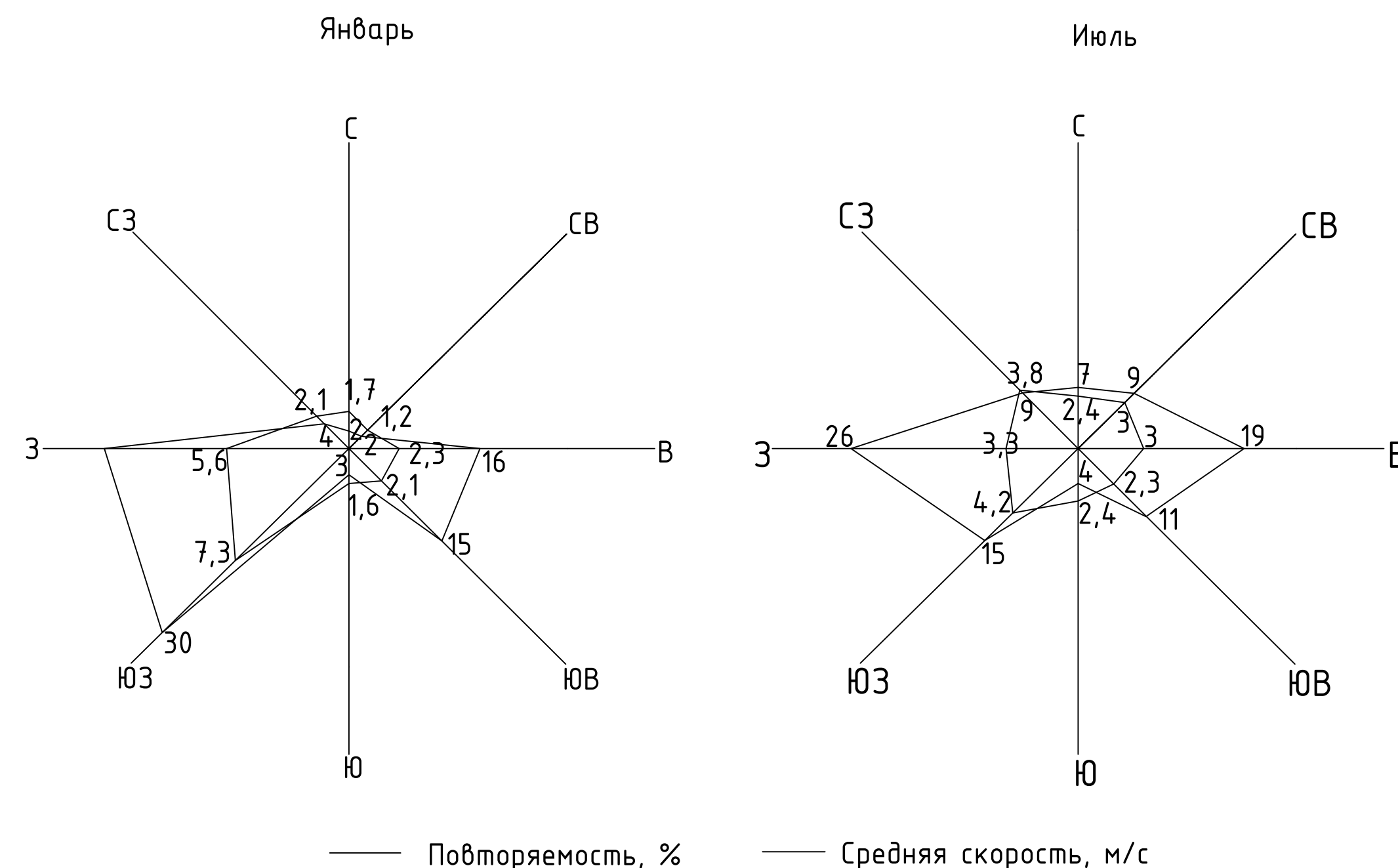
№ п/п	Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Количество	Стоимость единицы, руб.				Общая стоимость, руб.				Трудоёмкость строителей, ед. чел.-ч	Трудоёмкость строителей, всего, ед. чел.-ч	Трудоёмкость машинистов, ед. чел.-ч	Трудоёмкость машинистов, всего, чел.-ч
					ПЗ	Зс	ЭММО	в т.ч. Зм	ПЗ	Зс	ЭММО	в т.ч. Зм				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	МДС81-33-2004 прил.4 п.21	Накладные расходы, 142 %							612328.69							
		Сметная ЗП рабочих, выполняющих работы, учитываемые НР								31228.76						
		Нормативная трудоёмкость рабочих, учитываемая НР														2694.25
		Себестоимость СМР							21667741.90							
	МДС81-25-2001 прил.3 п.21	Сметная прибыль, 95 %							409656.52							
		Сметная стоимость							22077398.42							
		Нормативная трудоёмкость по смете														26227.54
		ЗП по смете всего								462446.15						



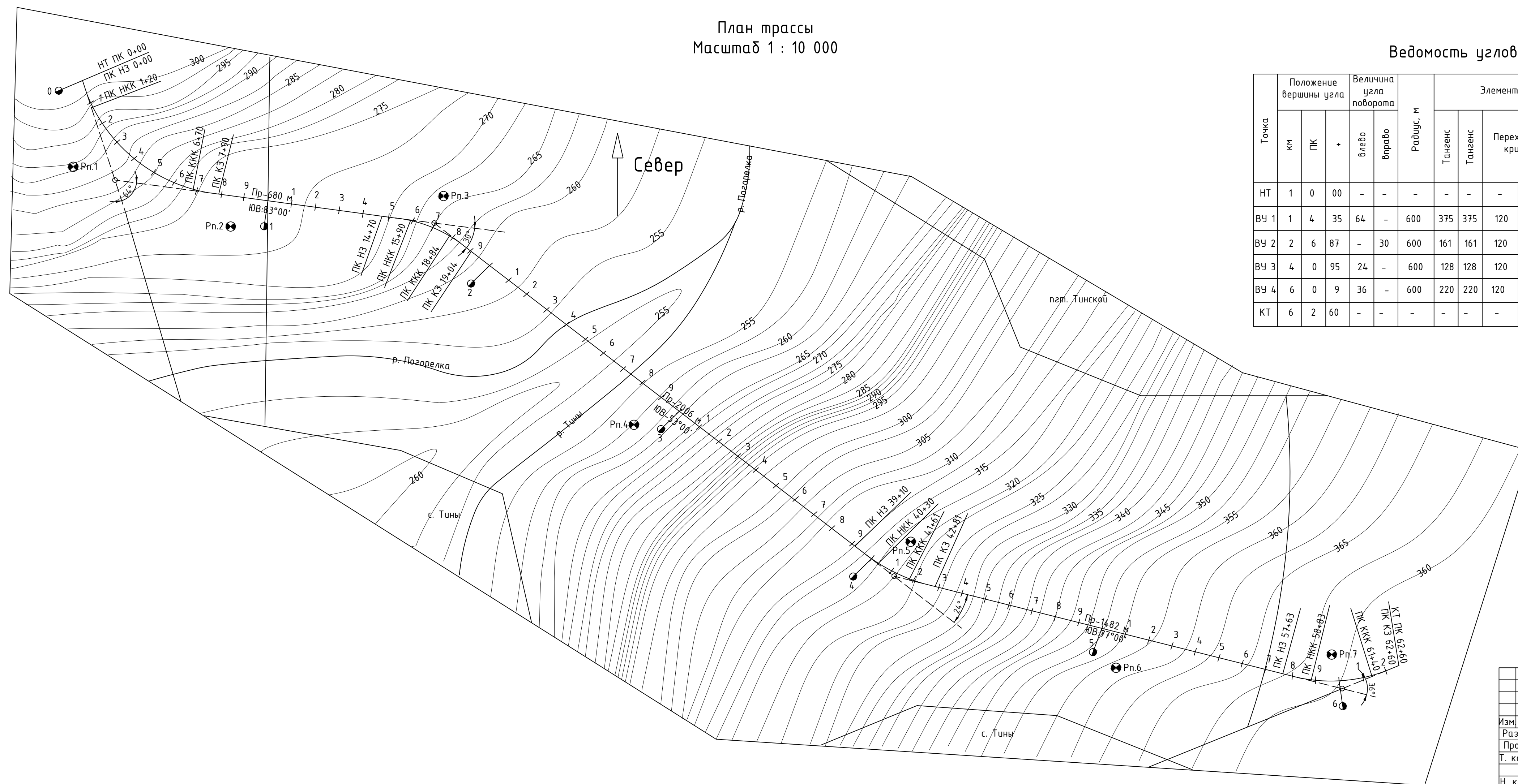
Привязка трассы



Розы ветров



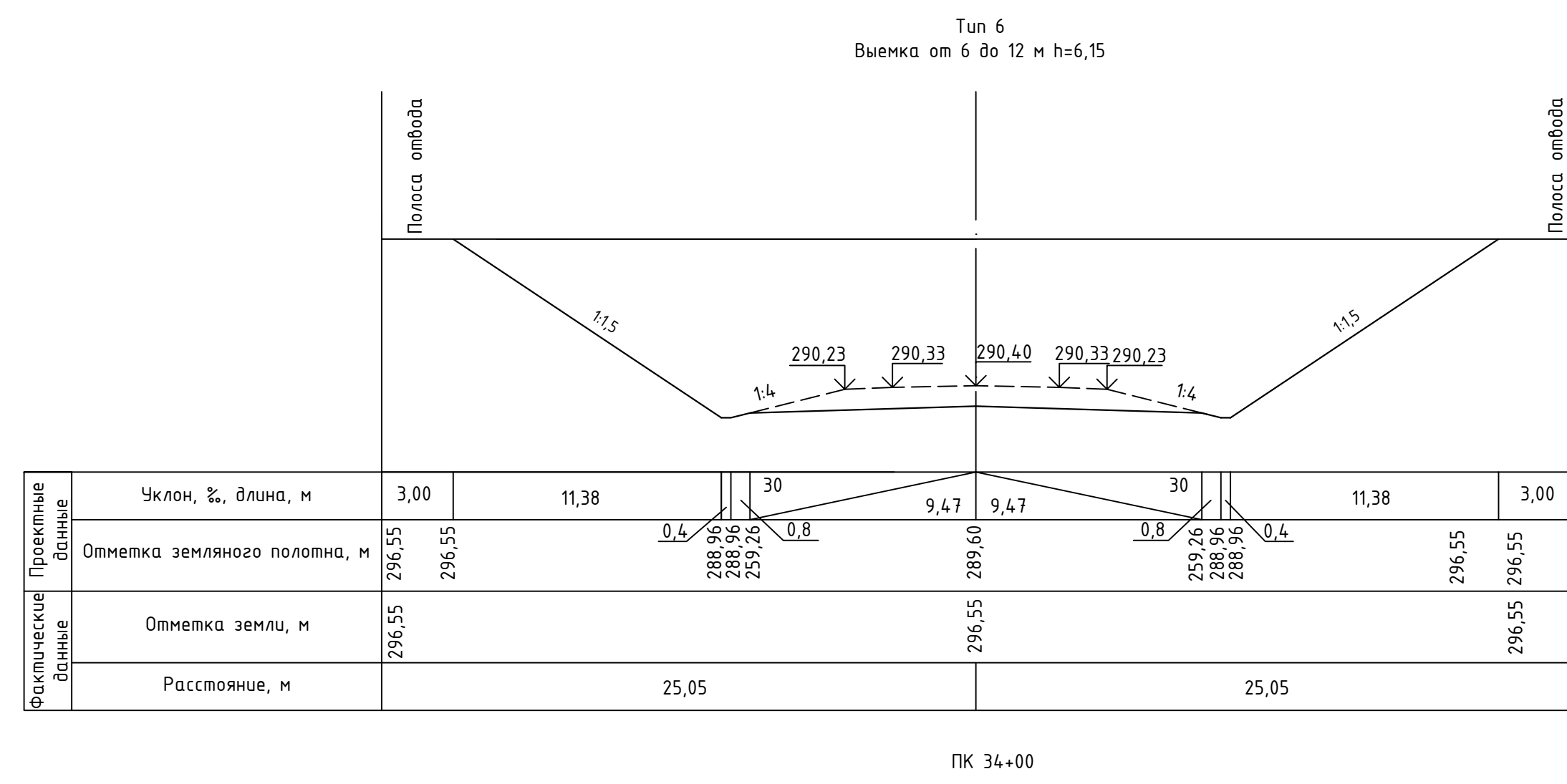
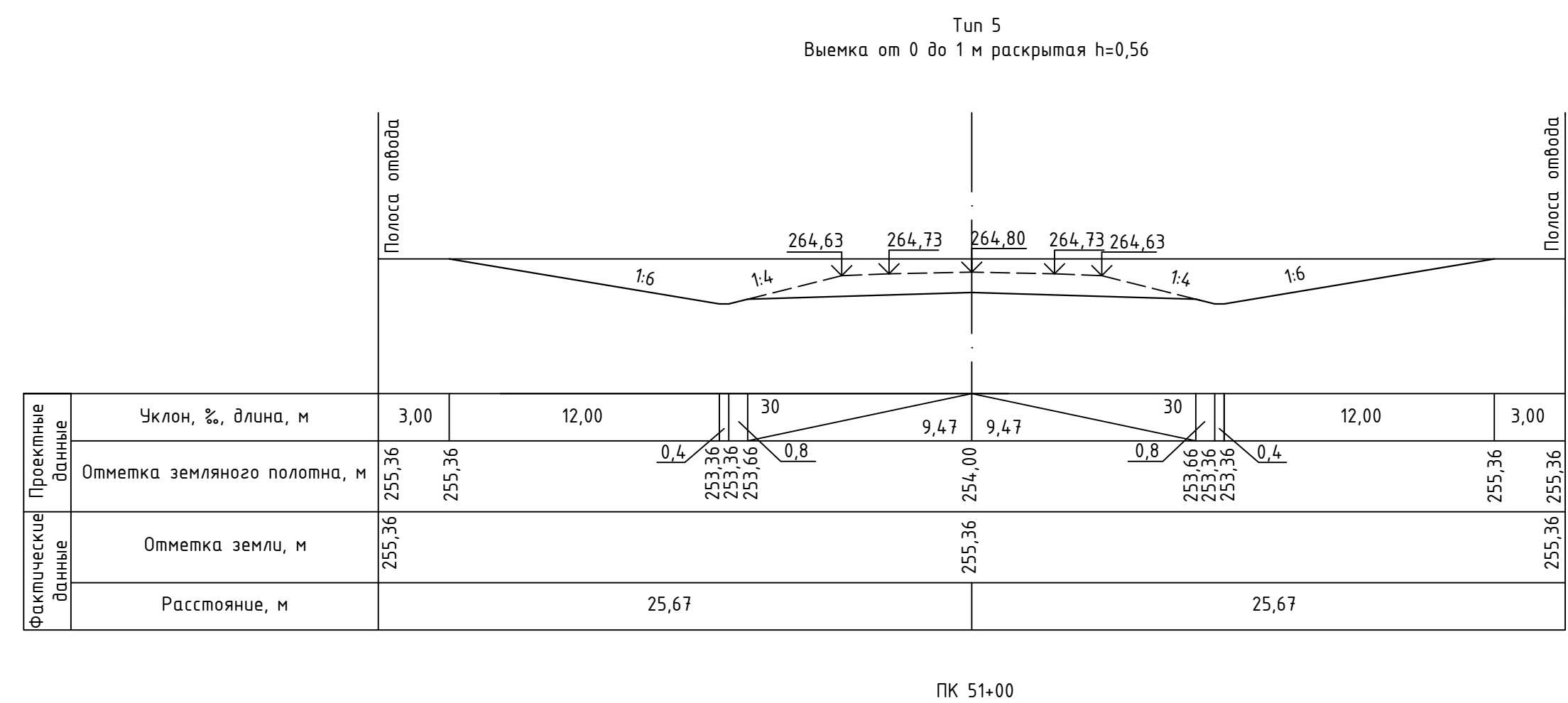
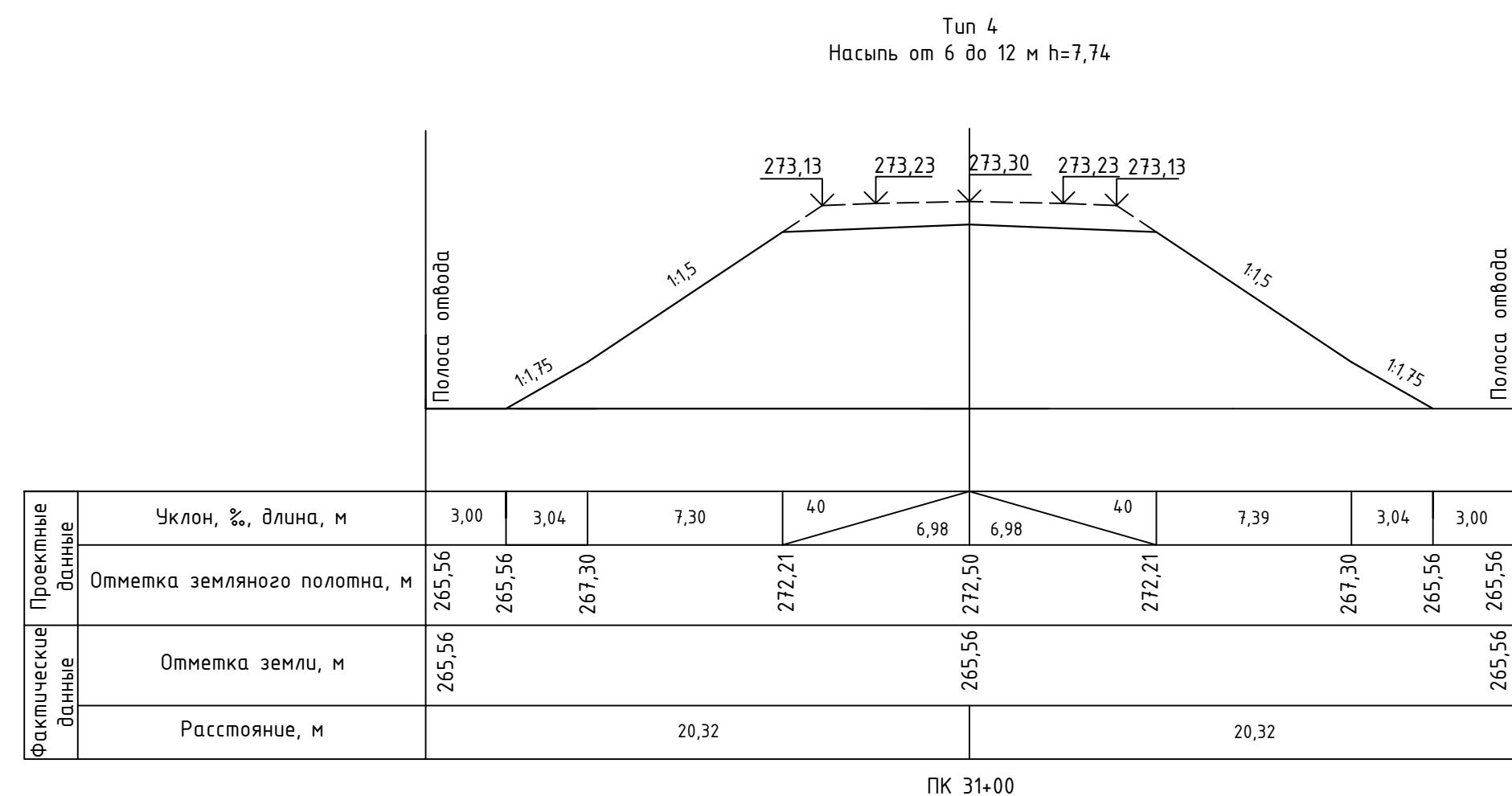
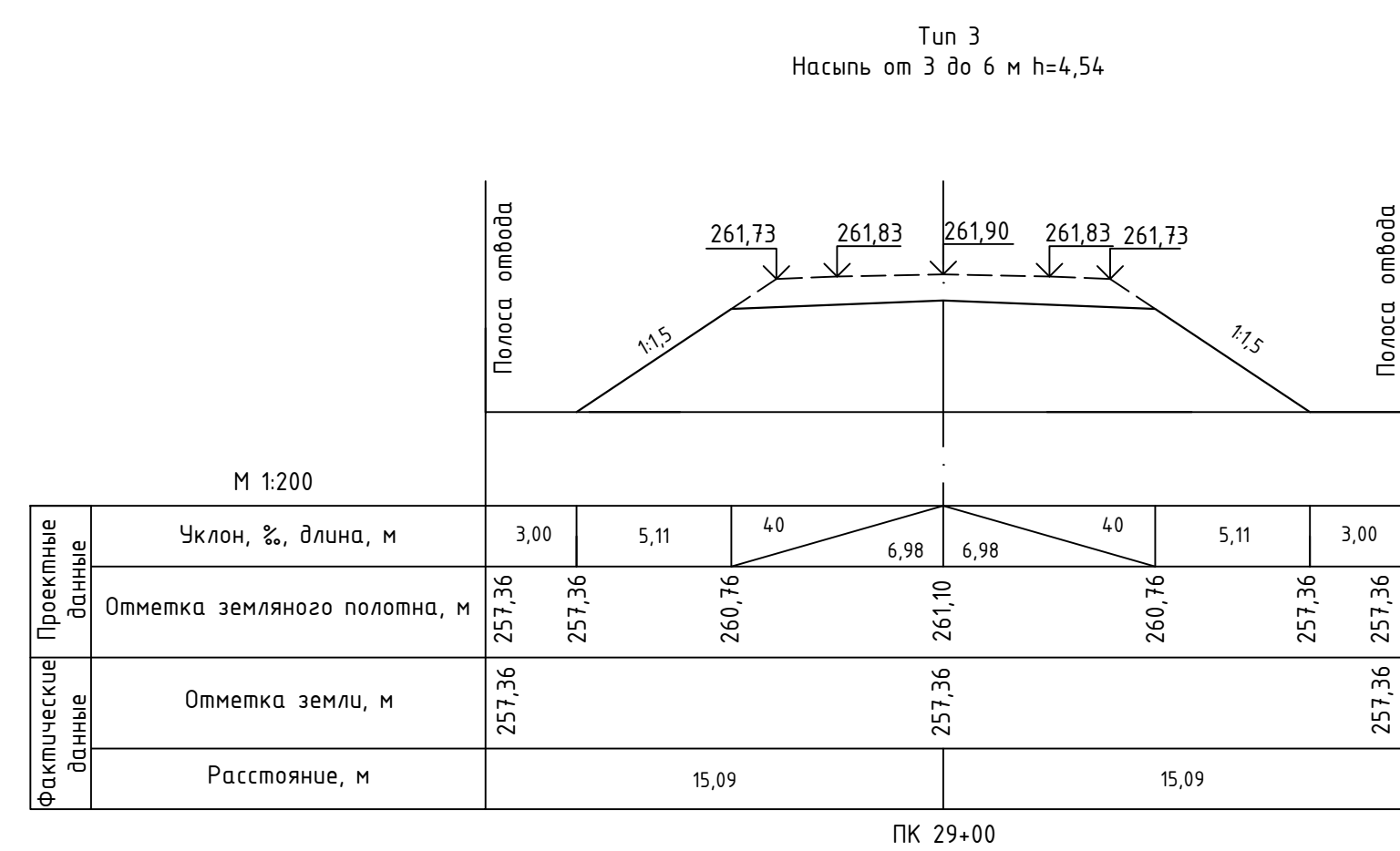
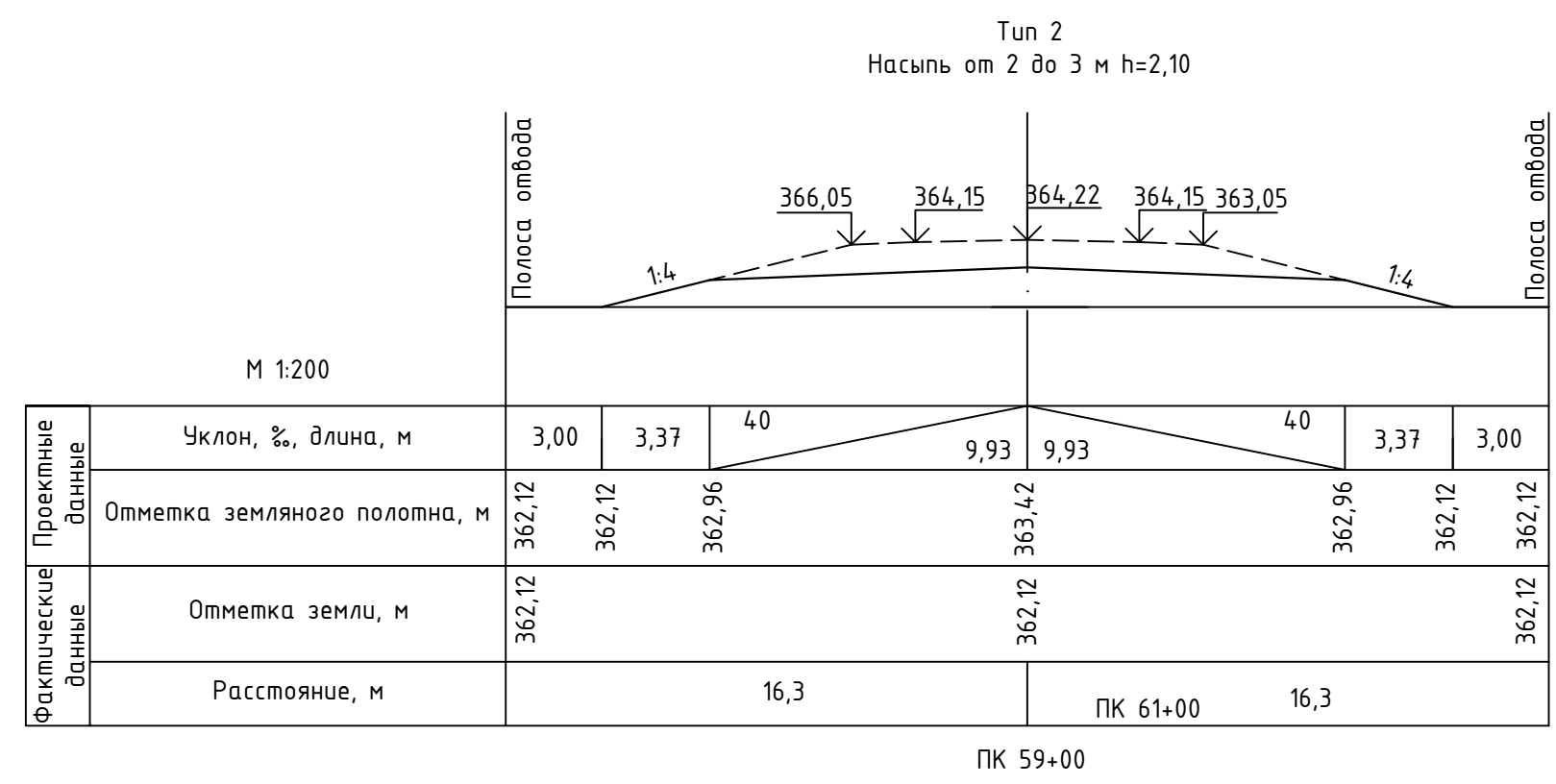
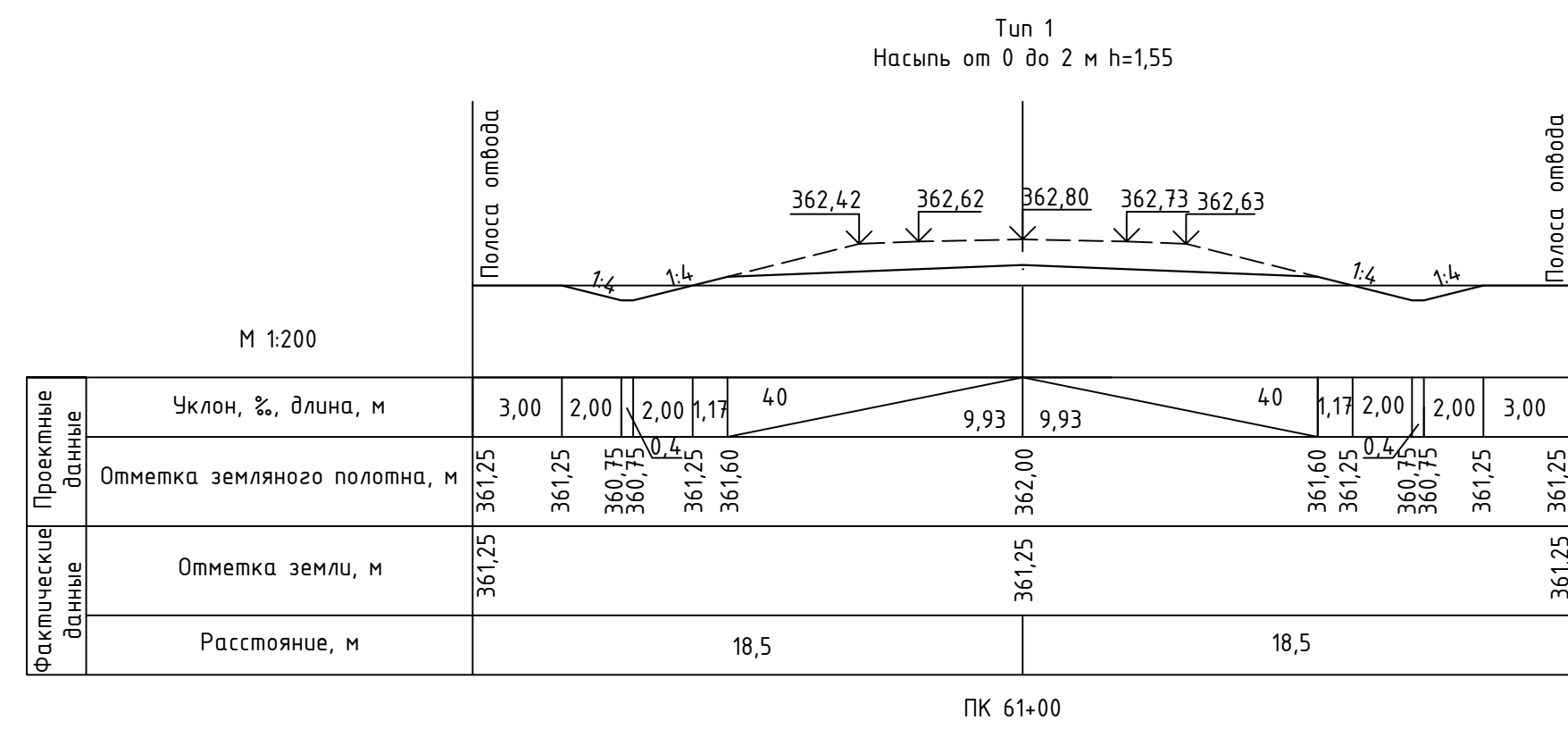
План трассы  
Масштаб 1 : 10 000



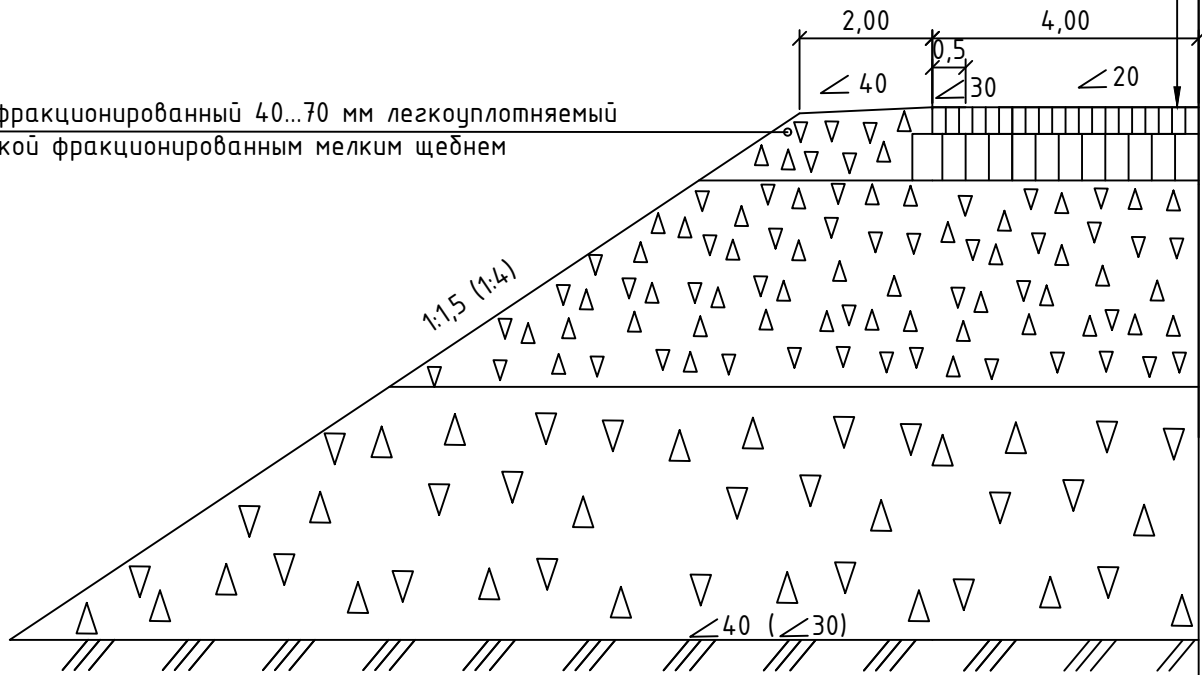
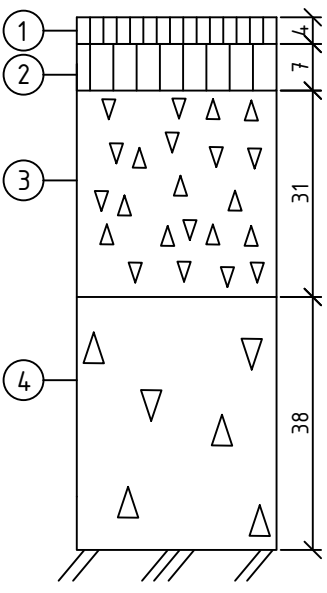
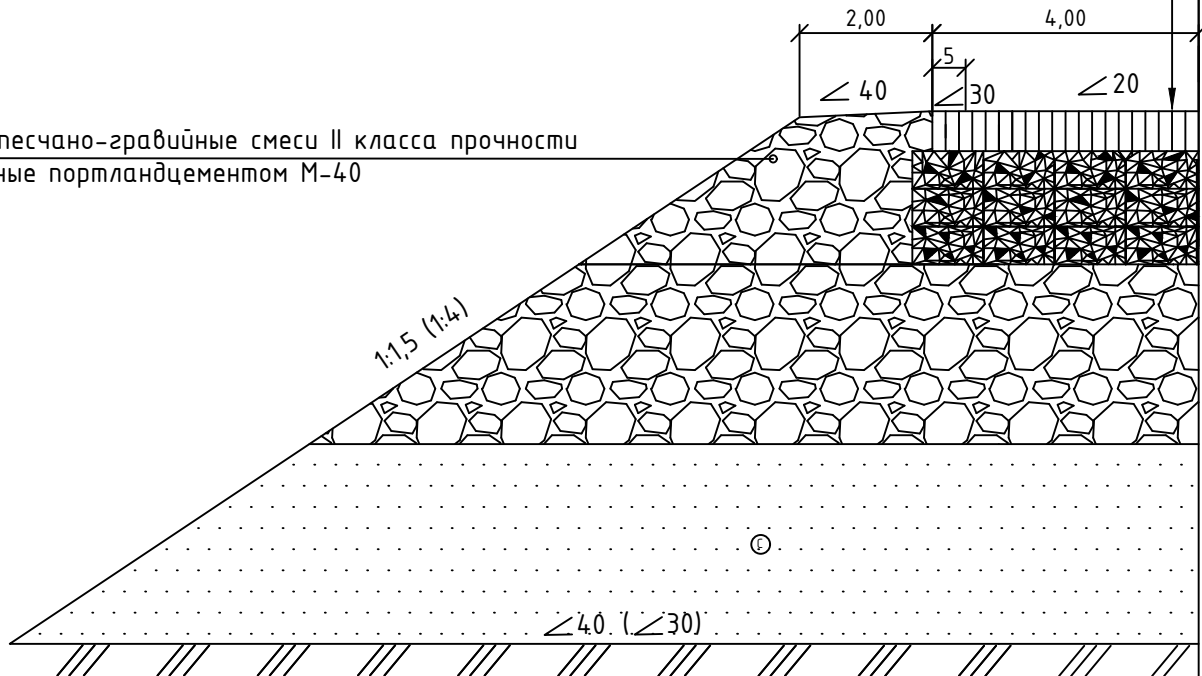
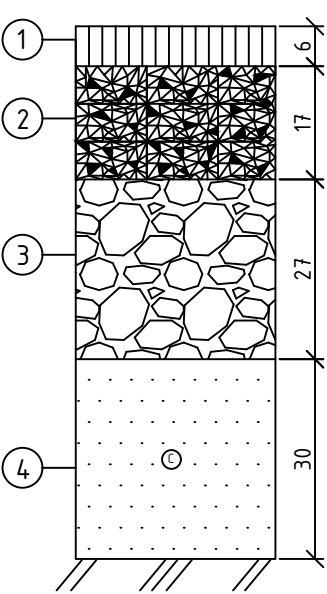
Ведомость углов поворота, прямых и кривых

Точка	Положение вершины угла		Величина угла поворота		Радиус, м	Элементы кривой					Положение переходных кривых				Расстояние между вершинами, м	Длина прямой, м							
	км	ПК	+	-		Тангенс	Тангенс	Переходные кривые	Кривая кривая	Биссектриса	Начало	Конiec	Конiec	Начало									
НТ	1	0	00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	790	0						
ВУ 1	1	4	35	64	-	600	375	375	120	120	550	108	0	00	1	20	6	70	7	90	2910	680	
ВУ 2	2	6	87	-	30	600	161	161	120	120	194	21	14	70	15	90	18	84	19	04	1408	2006	
ВУ 3	4	0	95	24	-	600	128	128	120	120	131	13	39	10	40	30	41	61	42	81	1914	1482	
ВУ 4	6	0	9	36	-	600	220	220	120	120	257	39	57	63	58	83	61	40	62	60	251	0	
КТ	6	2	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0

ВКР-08.03.01.00.15-2017												
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт												
Изм/Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Проектирование автомобильной дороги в Нижнегашском районе						Ставля	Лист	Листов
Разраб.	Кудрин									ч	1	5
Т. контр.	Гавриленко									План трассы М 1:10000		
Н. контр.	Федорова									Кафедра АДиГС		
Зав. каф.	Серватинский											



ВКР-08.03.01.00.15-2017										
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт										
Изм/Лист	№ док.	Подпись	Дата	Проектирование автомобильной дороги в Нижнегавшском районе			Студия	Лист	Листов	
							У	3	5	
Н. контр Зав. каф Серватинский				Федорова			Поперечные профили земляного полотна			Кафедра АДГС

Наименование конструкций	Схема	Расчет дорожной одежды по ОДН 218.046-01						
		Наименование конструктивных слоев	Схема конструкций дорожной одежды. Толщина, см	Расчетные характеристики			Общий модуль упругости на поверхности слоев, МПа	Морозоустойчивость
				Упругий прогиб, МПа	Сдвиг, МПа	Изгиб, МПа		
<p>Двухслойное покрытие:</p> <p>Асфальтобетон мелкозернистый горячей укладки, плотный, II марки из щебеночной смеси типа А, марка битума БНД-90/130, h=0,04 м.</p> <p>Асфальтобетон крупнозернистый горячей укладки, пористый, II марки из щебеночной смеси типа А, марка битума БНД-90/130, h=0,07 м.</p> <p>Двухслойное основание:</p> <p>Щебень фракционированный 40...70 мм легкоуплотняемый с заклинкой фракционированным мелким щебнем, h=0,31 м.</p> <p>Смесь щебеночная с непрерывной гранулометрией СЗ-120 мм, h=0,38 м.</p>	<p>Асфальтобетон мелкозернистый горячей укладки, плотный, II марки из щебеночной смеси типа А, марка битума БНД-90/130 -0,04</p> <p>Асфальтобетон крупнозернистый горячей укладки, пористый, II марки из щебеночной смеси типа А, марка битума БНД-90/130 -0,11</p> <p>Щебень фракционированный 40...70 мм легкоуплотняемый с заклинкой фракционированным мелким щебнем -0,42</p> <p>Смесь щебеночная с непрерывной гранулометрией СЗ-120 мм -0,80</p> <p>Насыпной грунт суглинок легкий</p> 	<p>1 Асфальтобетон мелкозернистый плотный.</p> <p>2 Асфальтобетон крупнозернистый пористый</p> <p>3 Щебень фракционированный.</p> <p>4 Смесь щебеночная.</p> <p>Суглинок легкий.</p>		<p><math>E_1 = 2400</math></p> <p><math>E_2 = 1400</math></p> <p><math>E_3 = 500</math></p> <p><math>E_4 = 280</math></p> <p><math>E_5 = 36</math></p>	<p><math>E_1 = 1200</math></p> <p><math>E_2 = 800</math></p> <p><math>E_3 = 500</math></p> <p><math>E_4 = 280</math></p> <p><math>E_5 = 36</math></p>	<p><math>E_1 = 3600</math></p> <p><math>E_2 = 800</math></p> <p><math>E_3 = 500</math></p> <p><math>E_4 = 280</math></p> <p><math>E_5 = 36</math></p>	<p><math>E_{общ1} = 321</math></p> <p><math>E_{общ2} = 291</math></p> <p><math>E_{общ3} = 237</math></p> <p><math>E_{общ4} = 109</math></p> <p><math>E_{общ5} = 36</math></p>	<p><math>L_{луч} = 3 \text{ см}</math></p>
<p>Двухслойное покрытие:</p> <p>Асфальтобетон мелкозернистый горячей укладки, плотный, II марки из щебеночной смеси типа Б, марка битума БНД-90/130, h=0,06 м.</p> <p>Щебень черный для оснований, уложенный по способу заклинки, h=0,17 м.</p> <p>Двухслойное основание:</p> <p>Готовые песчано-гравийные смеси II класса прочности укрепленные портландцементом М-40, h=0,27 м.</p> <p>Песок средней крупности, с содержанием пылевато-глинистых фракций 5%, h=0,30 м.</p>	<p>Асфальтобетон мелкозернистый горячей укладки, плотный, II марки из щебеночной смеси типа Б, марка битума БНД-90/130 -0,06</p> <p>Щебень черный для оснований, уложенный по способу заклинки -0,23</p> <p>Готовые песчано-гравийные смеси II класса прочности укрепленные портландцементом М-40 -0,50</p> <p>Песок средней крупности, с содержанием пылевато-глинистых фракций 5% -0,80</p> <p>Насыпной грунт суглинок легкий</p> 	<p>1 Асфальтобетон мелкозернистый плотный.</p> <p>2 Щебень черный по способу заклинки.</p> <p>3 ПГС.</p> <p>4 Песок средней крупности.</p> <p>Суглинок легкий.</p>		<p><math>E_1 = 2400</math></p> <p><math>E_2 = 600</math></p> <p><math>E_3 = 600</math></p> <p><math>E_4 = 130</math></p> <p><math>E_5 = 36</math></p>	<p><math>E_1 = 1200</math></p> <p><math>E_2 = 600</math></p> <p><math>E_3 = 600</math></p> <p><math>E_4 = 130</math></p> <p><math>E_5 = 36</math></p>	<p><math>E_1 = 3600</math></p> <p><math>E_2 = 600</math></p> <p><math>E_3 = 600</math></p> <p><math>E_4 = 130</math></p> <p><math>E_5 = 36</math></p>	<p><math>E_{общ1} = 322</math></p> <p><math>E_{общ2} = 266</math></p> <p><math>E_{общ3} = 179</math></p> <p><math>E_{общ4} = 69</math></p> <p><math>E_{общ5} = 36</math></p>	<p><math>L_{луч} = 3 \text{ см}</math></p>

ВКР-08.03.01.00.15-2017				
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт				
Изм/Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
Разраб.	Кудрин			
Проб.	Гавриленко			
Т. контр.				
Н. контр.	Федорова			
Зав. каф.	Серватикский			
Проектирование автомобильной дороги в Нижнеингашском районе			Стандия	Листов
			у	4 5
Дорожные одежды			Кафедра АДГС	



