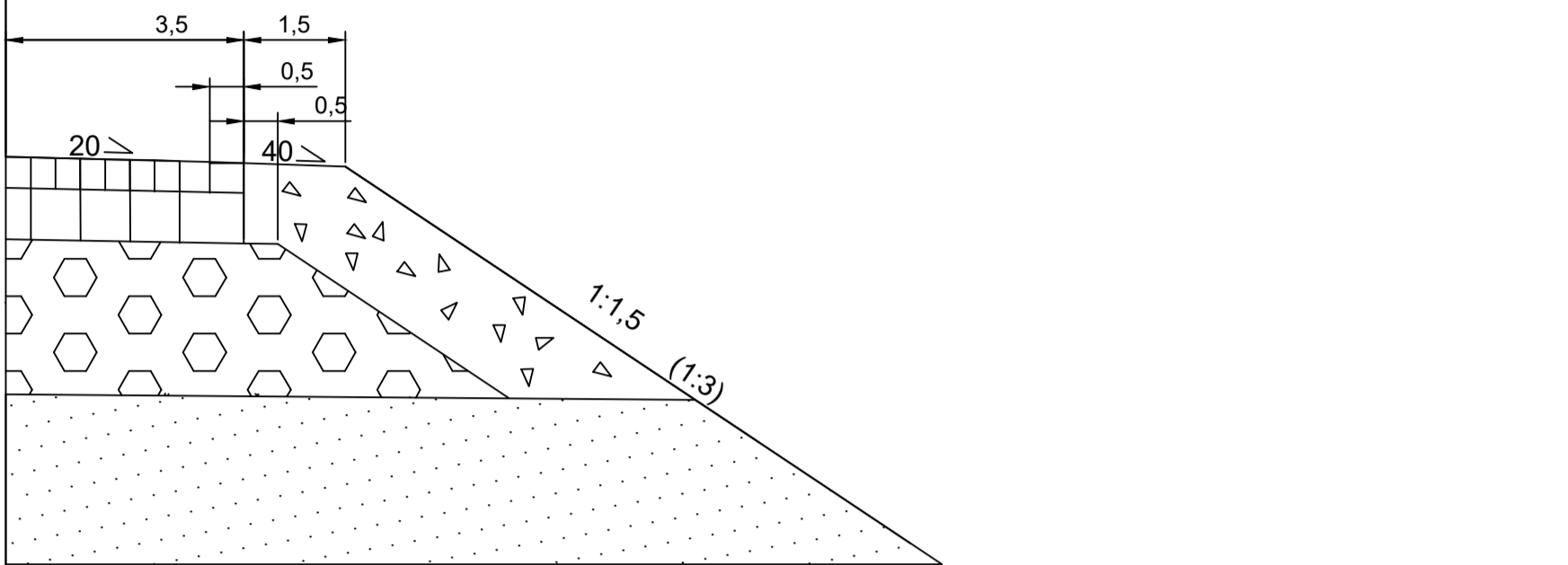
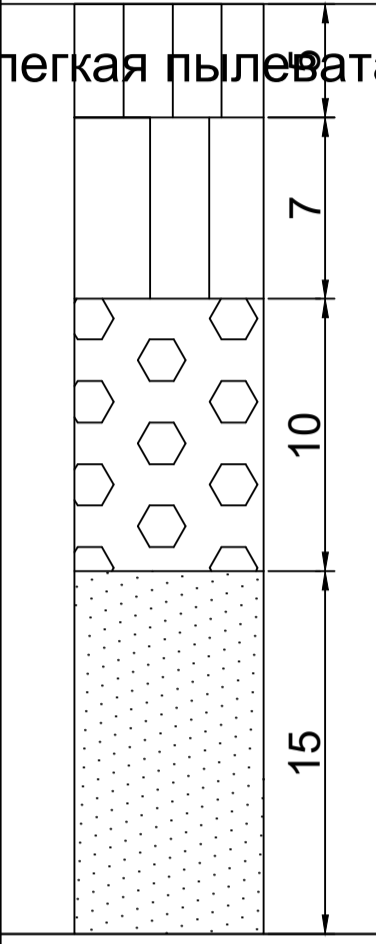
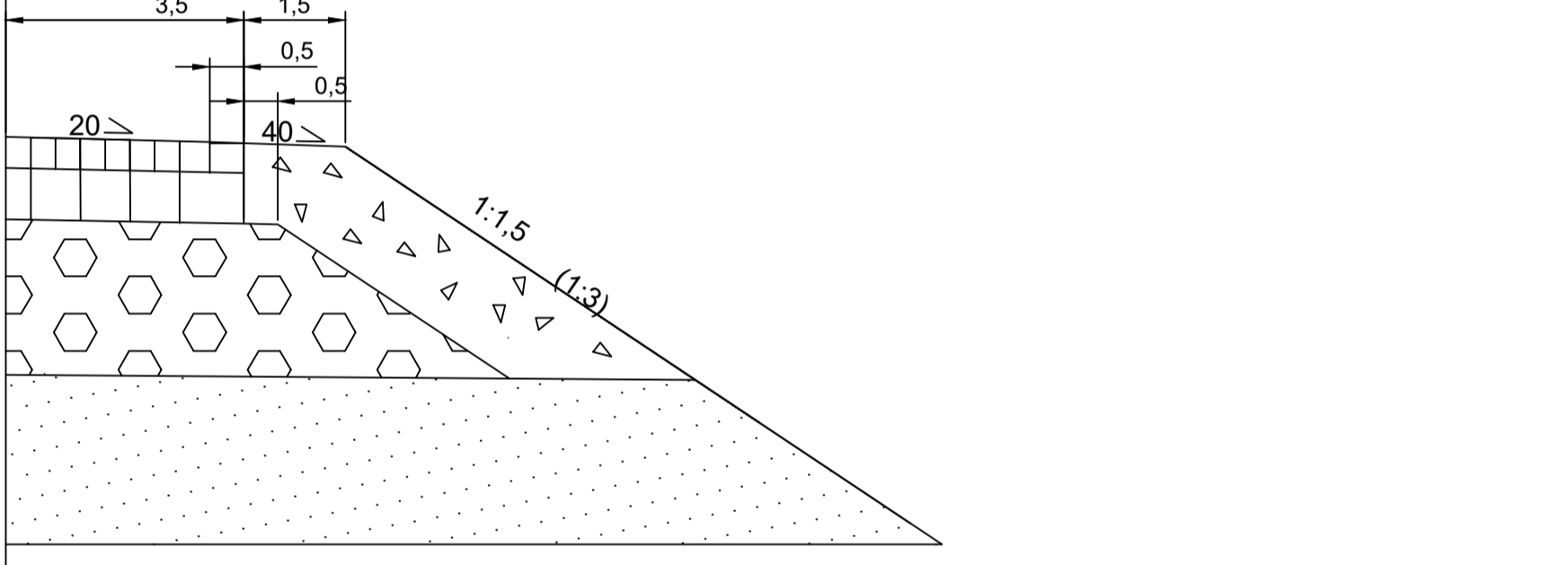
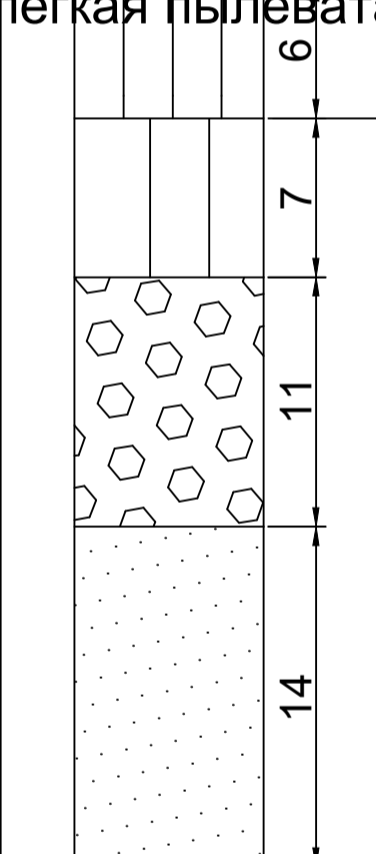
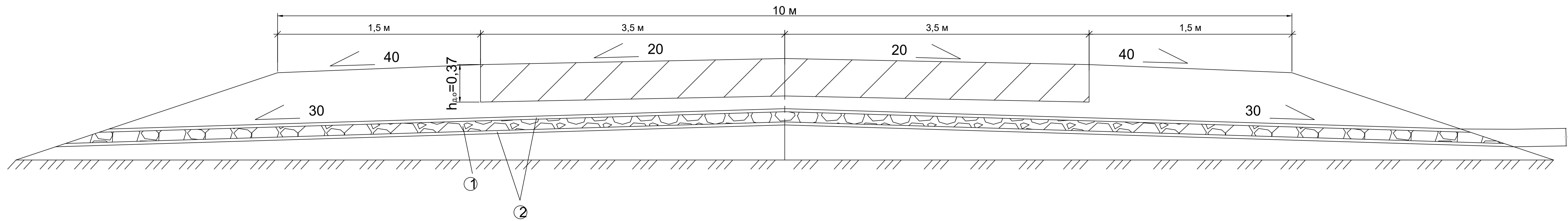


Наименование конструкций	Чертеж	Наименование конструктивных слоев	Расчет дорожной одежды по ОДН 218.046-01				
<p>Двухслойное покрытие:  -верхний слой из мелкозернистого высокоплотного асфальтобетона типа-Б II марки h=0,05 м,  -нижний слой из крупнозернистого пористого асфальтобетона III марки h=0,07м,  -на основании из щебня по пропитке h=0,10 м,  -подстилающий слой из мелкозернистого песка h=0,15 м.</p>	 <p>Грунт земляного полотна супесь тяжелая пылеватая</p> <p>Песок мелкозернистый ГОСТ 8776-93</p> <p>Щебеночно-песчанная смесь ГОСТ 25607-2009</p> <p>Асфальтобетон пористый к/з марки III по ГОСТ 9128-2013</p> <p>Асфальтобетон высокоплотный м/з тип Б марки III по ГОСТ 9128-2013</p>	<p>Мелкозернистый высокоплотный асфальтобетон.  Крупнозернистый асфальтобетон пористый.  Щебень по пропитке.  Мелкозернистый песок.  Грунт земляного полотна супесь</p>	<p>Схема конструкций, толщина слоев</p> 	<p>Расчетные характеристики слоев, МПа</p> <p><math>E_1 = 2400</math></p> <p><math>E_1 = 1400</math></p> <p><math>E_1 = 400</math></p> <p><math>E_4 = 100</math></p>	<p>Общий модуль упругости на поверхности слоев, МПа</p> <p><math>E_{общ1} = 216</math></p> <p><math>E_{общ2} = 140</math></p> <p><math>E_{общ3} = 96</math></p> <p><math>E_{общ4} = 76</math></p>	<p>Допускаемые напряжения по сдвигу и растяжению, МПа</p> <p><math>R_{доп} = 1,91</math></p> <p><math>T_{доп} = 0,057</math></p>	<p>Расчетные напряжения по сдвигу и растяжению, МПа</p> <p><math>\sigma = 1,73</math></p> <p><math>T = 0,037</math></p>
<p>Двухслойное покрытие:  -верхний слой из мелкозернистого плотного асфальтобетона типа-Б II марки h=0,06 м,  -нижний слой из высокопористого крупнозернистого асфальтобетона типа-Б III марки h=0,08 м,  -на основании из щебня по заклинке h=0,11 м,  -подстилающий слой из песка средней крупности h=0,14 м.</p>	 <p>Грунт земляного полотна супесь тяжелая пылеватая</p> <p>Песок средней крупности ГОСТ 8776-93</p> <p>Щебень по заклинке ГОСТ 25607-2009</p> <p>Асфальтобетон высокопористый к/з марки III по ГОСТ 9128-2013</p> <p>Асфальтобетон плотный м/з тип Б марки III по ГОСТ 9128-2013</p>	<p>Мелкозернистый плотный асфальтобетон.  Крупнозернистый асфальтобетон высокопористый.  Щебень по заклинке.  Песок средней крупности.  Грунт земляного полотна супесь</p>	<p>Схема конструкций, толщина слоев</p> 	<p>Расчетные характеристики слоев, МПа</p> <p><math>E_1 = 2400</math></p> <p><math>E_1 = 1400</math></p> <p><math>E_1 = 400</math></p> <p><math>E_4 = 120</math></p>	<p>Общий модуль упругости на поверхности слоев, МПа</p> <p><math>E_{общ1} = 264</math></p> <p><math>E_{общ2} = 168</math></p> <p><math>E_{общ3} = 103,5</math></p> <p><math>E_{общ4} = 891,2</math></p>	<p>Допускаемые напряжения по сдвигу и растяжению, МПа</p> <p><math>R_{доп} = 1,20</math></p> <p><math>T_{доп} = 0,04</math></p>	<p>Расчетные напряжения по сдвигу и растяжению, МПа</p> <p><math>\sigma = 1,17</math></p> <p><math>T = 0,03</math></p>

				ВКР-08.03.01.00.15-2016				
				Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Проектирование участка автомобильной дороги с оценкой уровня грунтовых вод под дорожными сооружениями	Стадия	Лист	Листов
						У	5	5
Н. контр.					Дорожные сооружения			
Зав. каф.	Серватинский					Кафедра АДГС		

Насыпь с конструкцией прослойки  
ПК 3+00  $h_p=1,00$  м



Сводная таблица расчетов

Год наблюдений	$H_n^i$	$H_n^i - H_n^{cp}$	$(H_n^i - H_n^{cp})^2$
1	1,5	-0,4	0,16
2	1,9	0	0
3	1,7	-0,2	0,04
4	1,35	-0,55	0,3
5	1,95	0,05	0,003
6	1,6	-0,3	0,09
7	1,75	-0,15	0,023
8	1,89	-0,01	0,0001
9	2,3	0,4	0,16
10	2,84	0,94	0,88
11	2,0	0,1	0,01
12	1,65	-0,25	0,063
			$\Sigma=1,73$

- 1 слой щебня толщиной 10 см
- 2 Предохранительный противозаиливающий слой из песка 3 см

Расчетный уровень грунтовых вод определяем по зависимости

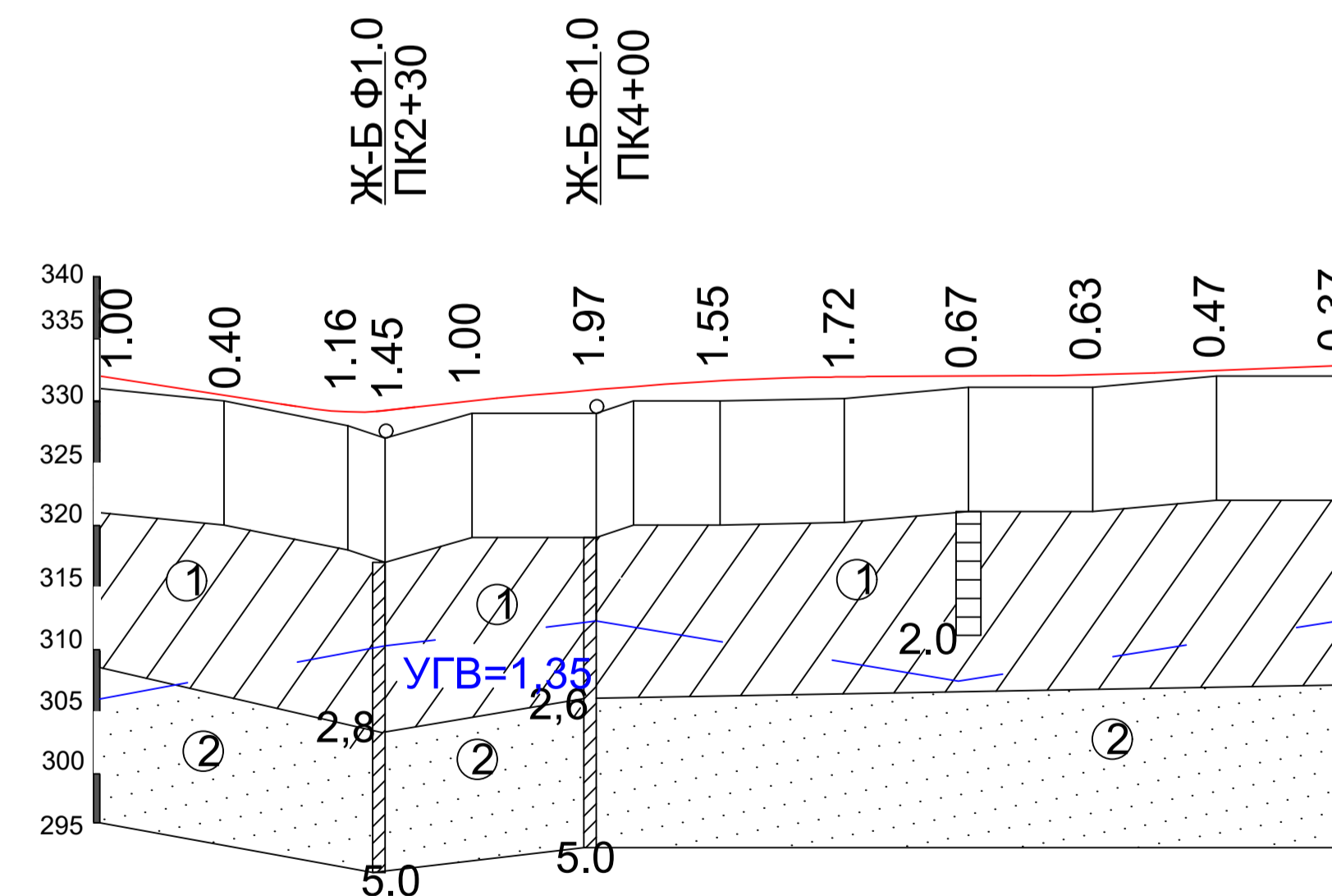
$$H_{гр}^p = \frac{H_{гр}^{изм} \cdot H_n^p}{H_n^{изм}}, \quad H_{гр}^p = \frac{2,0 \cdot 1,55}{2,3} = 1,35 \text{ м.}$$

Величину  $H_n^p$  вычисляем по зависимости

$$H_n^p = H_n^{cp} - t \cdot \delta$$

Величину среднеквадратической ошибки находим из уравнения

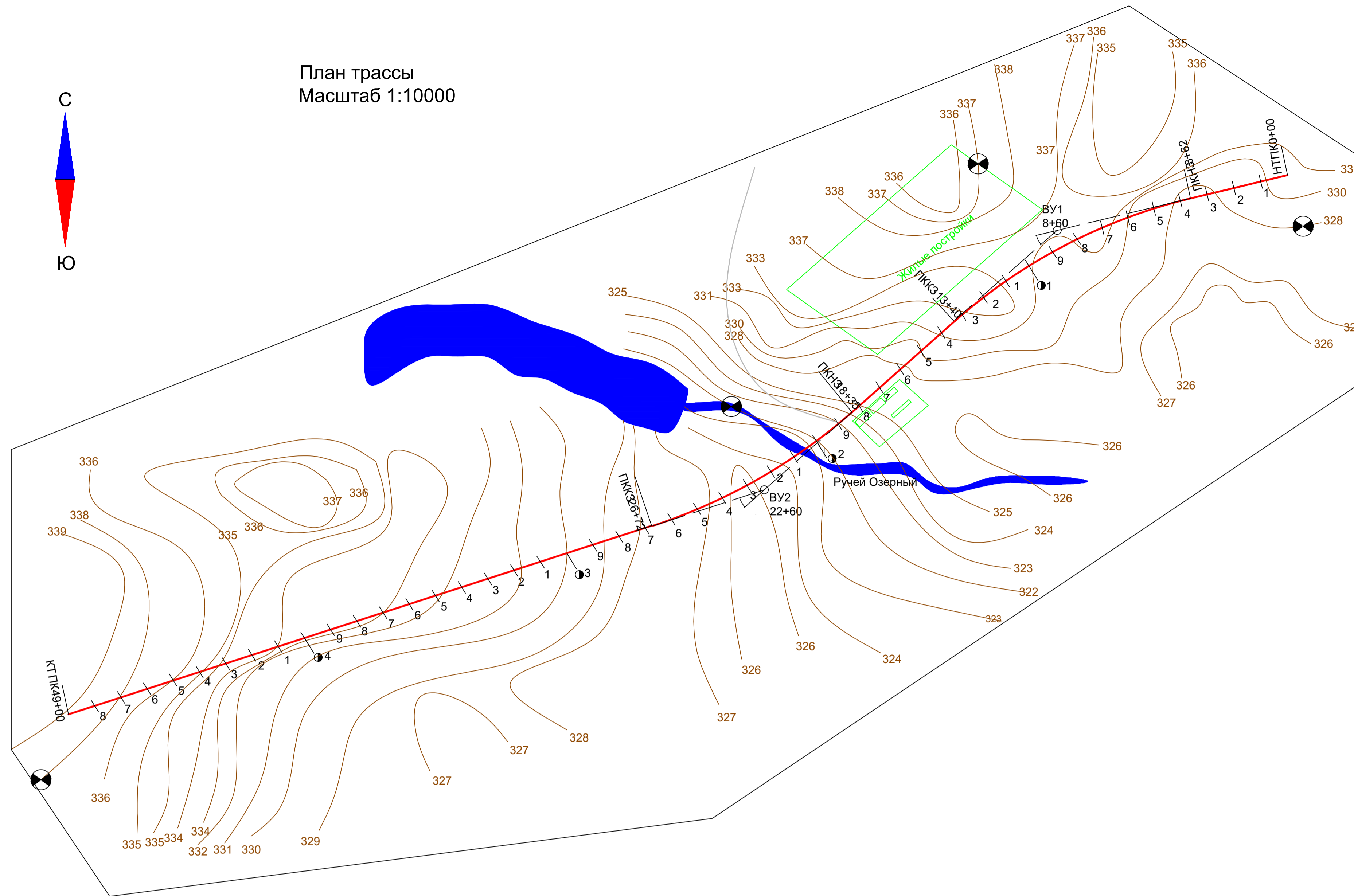
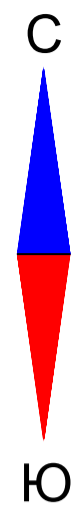
$$\delta = \sqrt{\frac{\sum(H_n^i - H_n^{cp})^2}{n - 1}} = \frac{1,73}{11} = 0,16$$



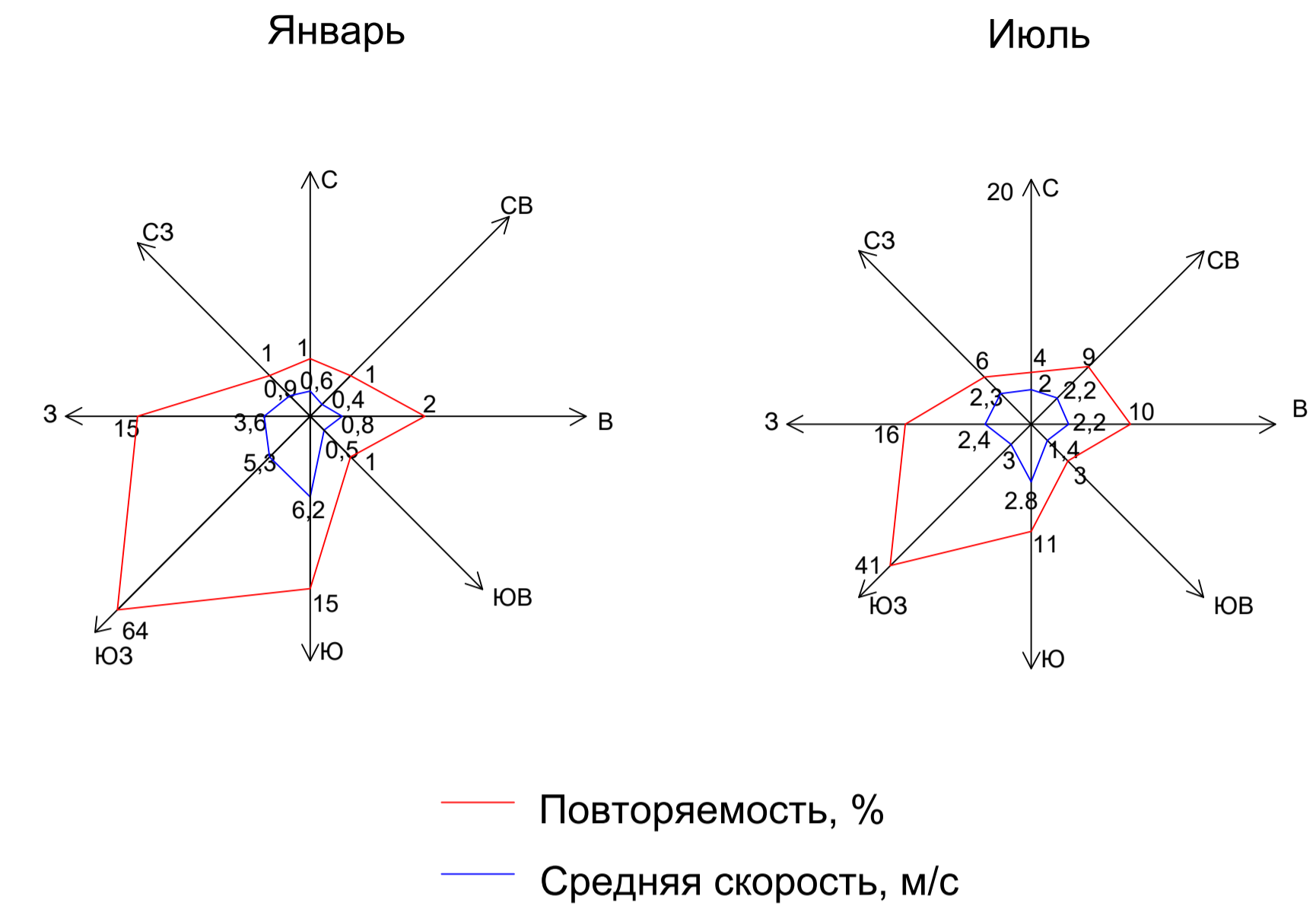
Номер грунта	Группа грунта	Название
1	1	Суглинок
2	1	Песок

				ВКР-08.03.01.00.15-2016		
				Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Стадия	Лист
Разраб.	Неминушая				Проектирование участка автомобильной дороги с оценкой уровня грунтовых вод под	у
Пров.	Гавриленко				уровня грунтовых вод	2
Т. контр.					Насыпь при <del>высоком</del> постоянном уровня грунтовых вод	5
Н. контр.						Кафедра АДГС
Зав. каф.	Серватинский					

План трассы  
Масштаб 1:10000



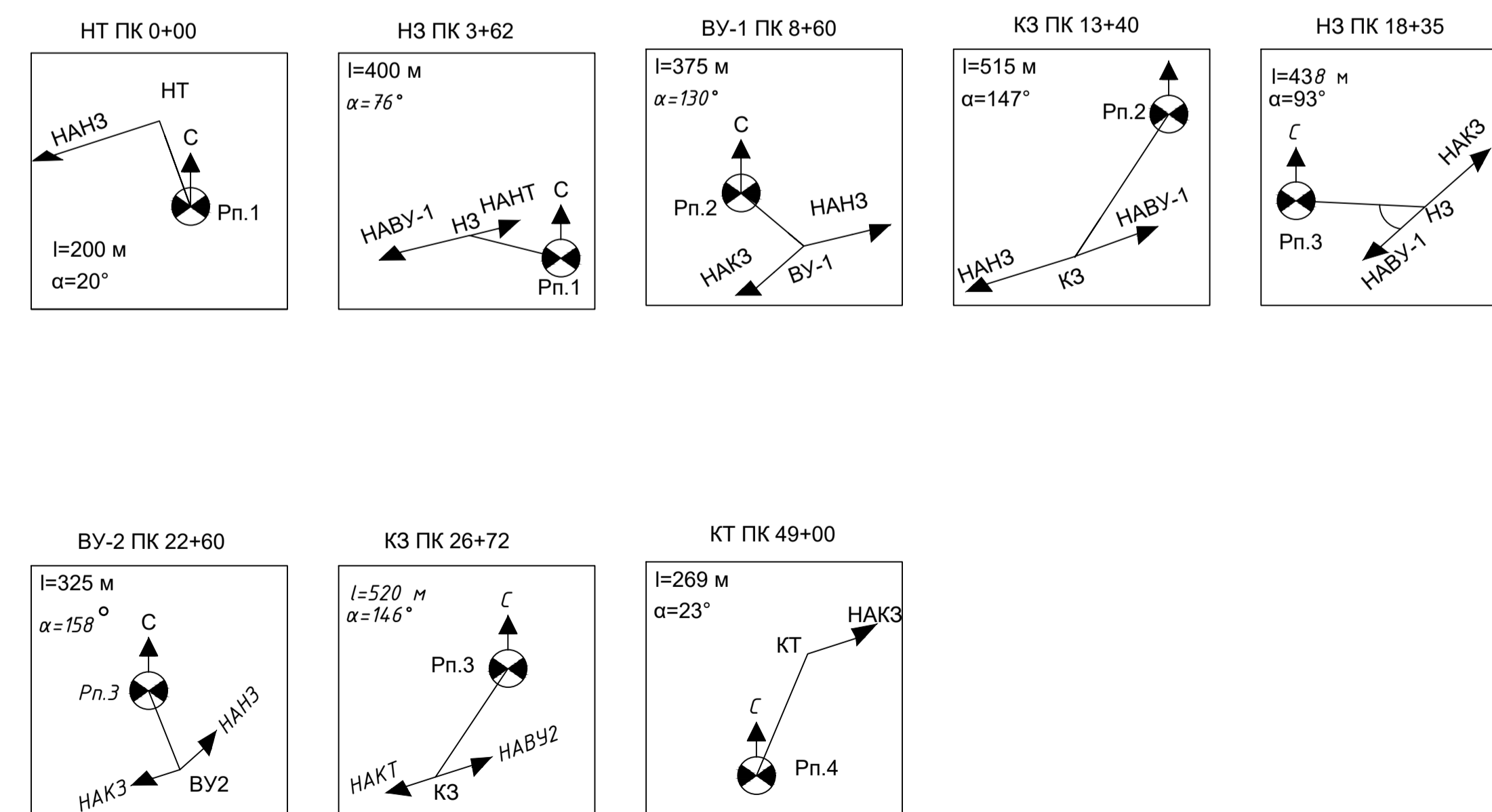
Розы ветров



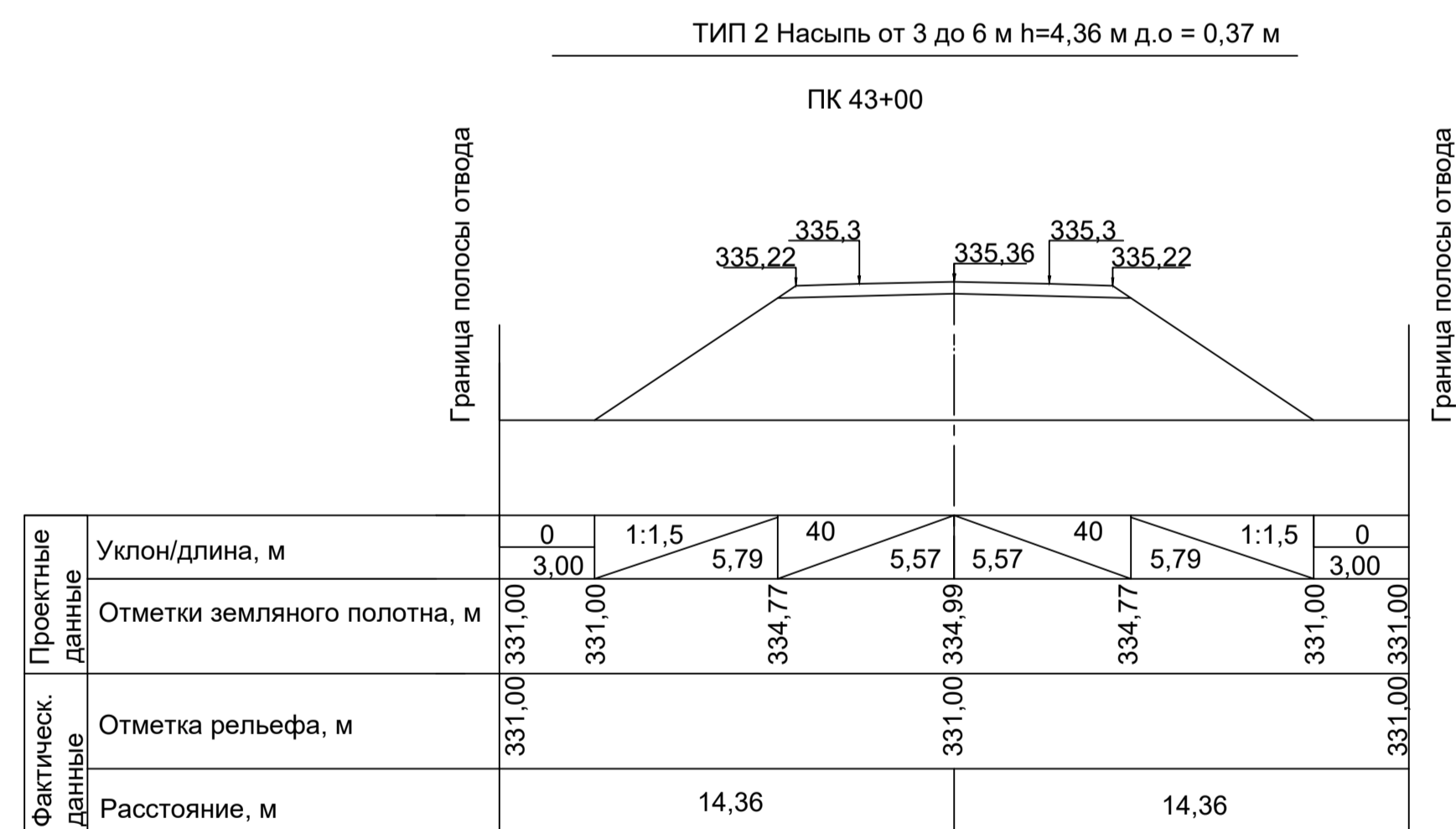
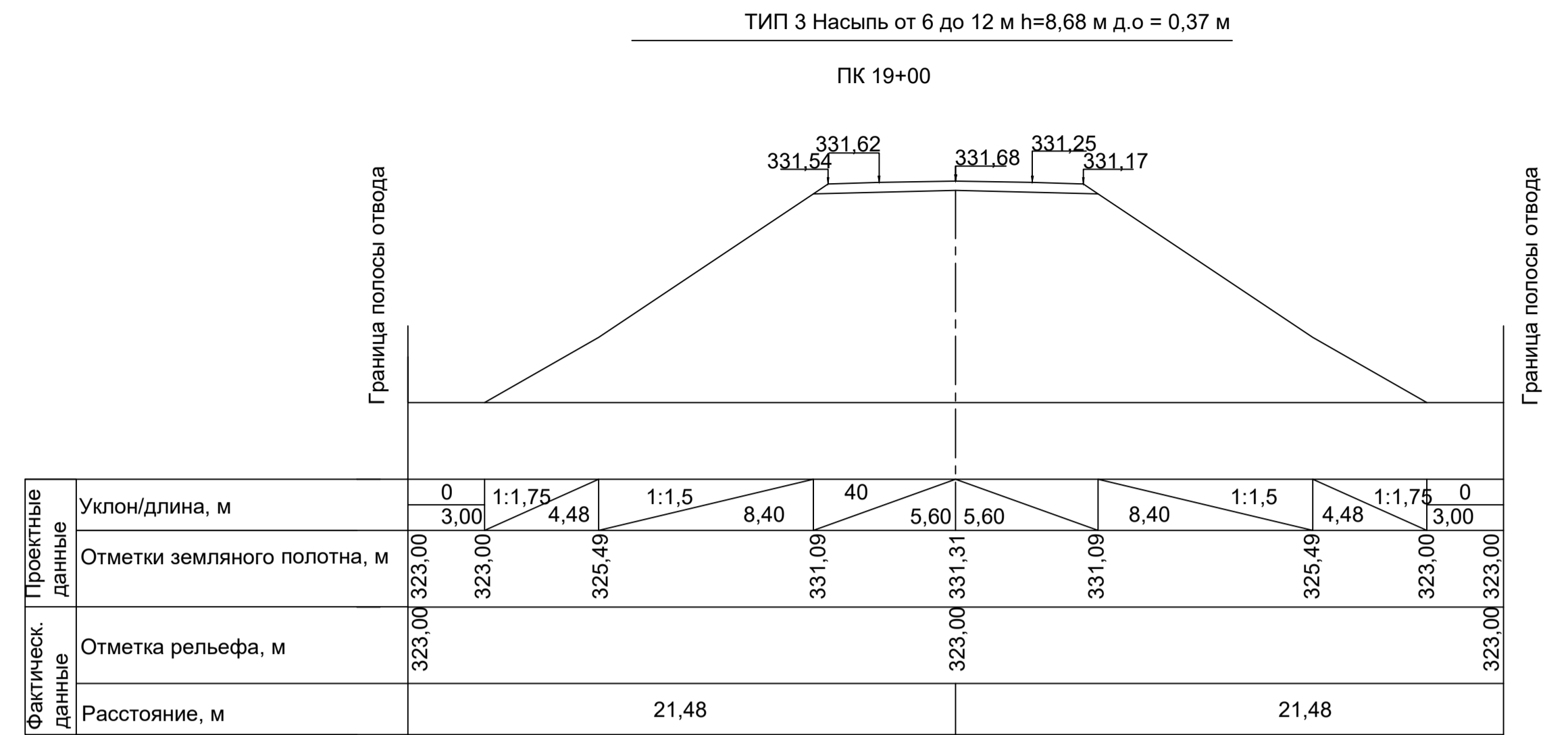
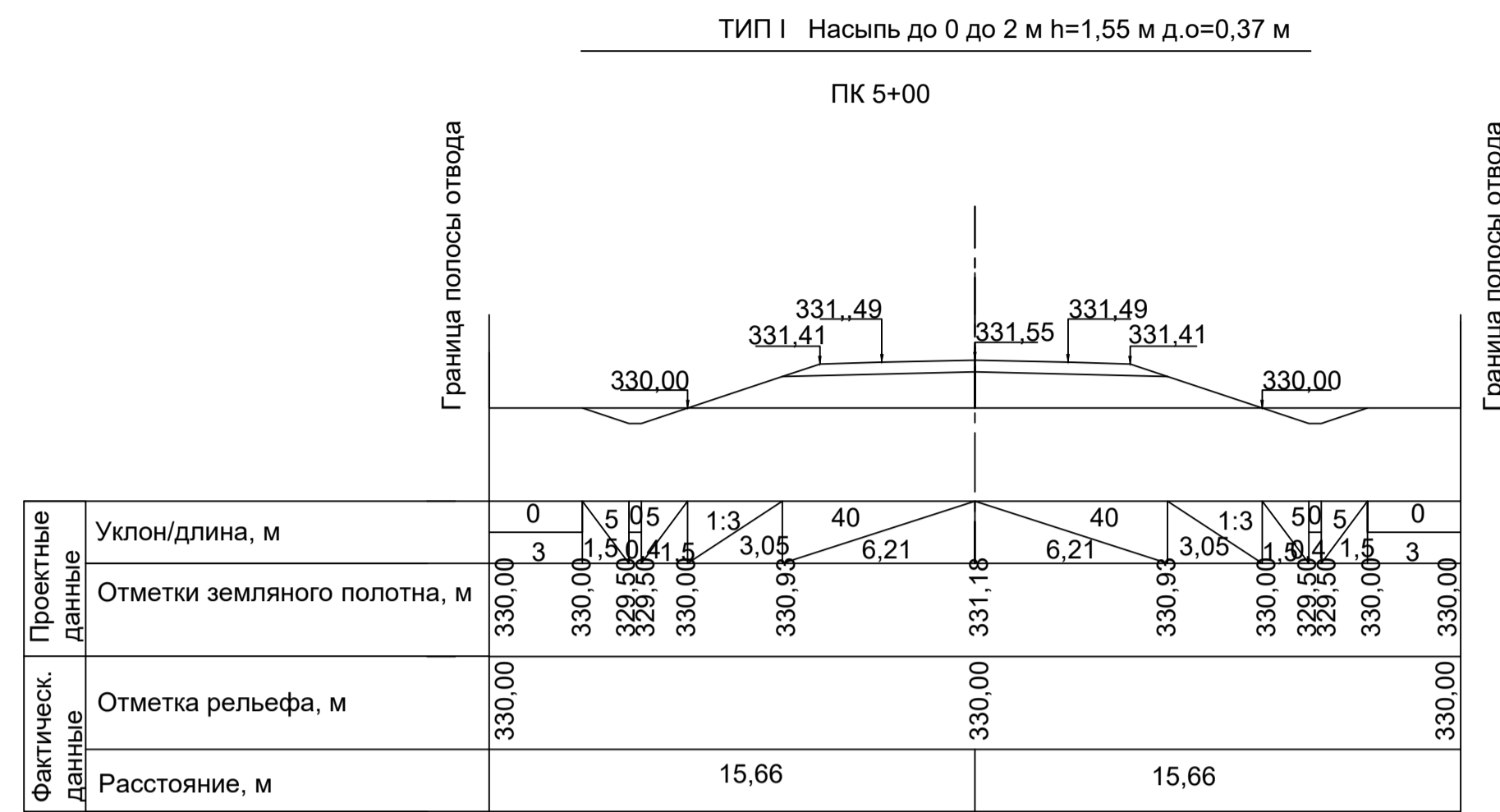
Ведомость углов поворота, прямых и кривых

Точка	Положение вершины угла		Величина угла поворота		Радиус, м	Элементы кривой					Положение переходных кривых				Расстояние между вершинами, м	Длина прямой, м					
	км	ПК	+	Влево		Вправо	тангенс	тангенс	переходные кривые	круговая кривая	биссектриса	начало		конец							
												ПК	+	ПК			+	ПК	+	ПК	+
Вариант 1																					
НТ	1	0	00													860	362				
ВУ1	1	8	60	28	-	2000	498,7	498,7	-	-	976,9	899,4	3	62	-	-	-	13	4		
ВУ2	3	22	60	-	24	2000	425,1	425,1	-	-	838,1	62,1	18	35	-	-	-	26	72		
КТ	5	49	00																	2640	2228

Привязка трассы



ВКР-08.03.01.00.15-2016				
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.	Неминуцкая			
Пров.	Гавриленко			
Т. контр.				
Н. контр.				
Зав. каф.	Серватинский			
Проектирование участка автомобильной дороги с оценкой уровня грунтовых вод под насыпью		Стадия	Лист	Листов
План трассы		у	1	5
			Кафедра АДГС	



Привязка поперечных профилей

				VKP-08.03.01.00.15-2016		
				Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.	Неминушая				Проектирование участка автомобильной дороги с оценкой уровня грунтовых вод под	Стадия Лист Листов у 3 5
Пров.	Гавриленко					
Т. контр.						
Н. контр.					Поперечные профили земляного полотна	Кафедра АДГС
Зав. каф.	Серватинский				Масштаб 1:100	

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
"СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

Инженерно-строительный институт

Автомобильных дорог и городских сооружений

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**08.03.01 "Строительство"**  
**08.03.01.00.15 "Автомобильные дороги"**

Проектирование участка автомобильной дороги с оценкой уровня грунтовых вод под насыпью  
тема

Руководитель	_____	_____	<u>Т.В Гавриленко</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	должность, ученая степень	
Выпускник	_____		<u>А.А Неминущая</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата		
Нормоконтролер	_____		<u>Т.А Федорова</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата		

Красноярск 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
1 Общие сведения о районе.....	5
1.1. Рельеф .....	5
1.2. Растительность .....	5
1.3. Гидрография .....	5
1.4. Климат.....	6
1.5. Почвы.....	10
1.6. Гидрогеологические условия.....	10
1.7. Гидрологические условия.....	11
2 Определение категории дороги .....	12
1.8. Определение категории дороги.....	12
1.9. Основные технические показатели автомобильной дороги.....	15
2 Проектирование вариантов трассы.....	17
3.1 Описание трассы по воздушной линии.....	17
3.2 Описание трассы проектируемого варианта.....	17
3 Продольный профиль для выбранного варианта трассы.....	19
3.1. Обоснование руководящих отметок .....	20
4.1.1 Руководящая отметка для первого типа местности по увлажнению.....	21
4.1.2 Руководящая отметка для второго типа местности по увлажнению.....	21
4.1.3 Руководящая отметка для третьего типа местности по увлажнению.....	22
3.2. Обоснование контрольных точек проектной линии.....	22
3.3. Описание проектной линии.....	23
4 Земляное полотно.....	24
4.1. Проектирование земляного полотна при высоком стоянии угв.....	24
4.2. Проектирование земляного полотна .....	27
5 Решение вопросов водоотвода .....	29

5.1. Системы сооружения поверхностного отвода воды. Параметры кюветов .....	29
5.2. Назначение малых и больших водопропускных сооружений.....	30
6 Проектирование дорожной одежды нежесткого типа.....	31
6.1. Расчет дорожной одежды первого варианта.....	33
7.1.1 Расчет по упругому прогибу.....	34
7.1.2 Расчет на условие сдвигоустойчивости в грунте.....	36
7.1.3 Расчет на сопротивление растяжению при изгибе монолитных слоев.....	37
7.1.4 Расчет на морозоустойчивость.....	39
6.2. Расчет дорожной одежды второго варианта.....	40
7.1.1 Расчет по упругому прогибу.....	41
7.1.2 Расчет на условие сдвигоустойчивости в грунте.....	42
7.1.3 Расчет на сопротивление растяжению при изгибе монолитных слоев.....	44
7.1.4 Расчет на морозоустойчивость.....	45
8 Сравнение конструкций дорожных одежд по приведенным затратам.....	47
Заключение.....	49
Список использованных источников.....	50
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	52
ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	53

## **ВВЕДЕНИЕ**

Автомобильная дорога - Комплекс конструктивных элементов, предназначенных для движения с установленными скоростями, нагрузками и габаритами автомобилей и иных наземных транспортных средств, осуществляющих перевозки пассажиров и (или) грузов, а также участки земель, предоставленные для их размещения.

Автомобильная дорога представляет собой мощное инженерное сооружение. Поскольку любое строительство начинается с проекта, в процессе проектирования требуется особенно глубокая проработка всех проектных решений, влияющих на стоимость строительства и транспортно эксплуатационное качество сооружения и в конечном итоге на эффективность капиталовложений.

В данной выпускной квалификационной работе необходимо запроектировать дорогу в Уярском районе. Основной задачей является правильное проложение проектной линии, с учетом расположения уровня грунтовых вод.

В состав работы входит характеристика природных условий района положения дороги, расчет уровня грунтовых вод, назначение технических нормативов проектирования, трассирование дороги по карте и разбивка пикетажа, проектирование продольного и поперечного профилей.



## **1 Общие сведения о районе**

### **1.1 Рельеф**

Рельеф в районе проектирования трассы относится к слабохолмистому, с колебаниями отметок от 340 до 122 м. Понижение рельефа наиболее выражено в месте прохождения ручья Озерный.

### **1.2 Растительность**

Растительный покров своеобразен и характеризуется сочетанием различных типов растительности. Леса представлены незначительными массивами и отдельными березовыми колками. Травяной покров представлен густым разнотравьем и состоит из лесных, грунтово-лесных, а по крутым склонам из лугово-степных видов. Из злаков обычны коротконожка перистая, мятлик луговой, овсяница луговая, тимофеевка луговая, полевица белая, пырей ползучий и др. Из сорной растительности на полях произрастают: осот желтый, пастушья сумка, молочай и другие. Высота отдельных деревьев семенного происхождения достигает 20 метров.

### **1.3 Гидрография**

Гидрологическая сеть района развита слабо. С востока на запад территорию пересекает река Рыбная, шириной 10-15 метров и глубиной до 2 метров. В Рыбную впадают речушки и ручьи. Такие как: Уярка, Белозёрка, Ушанка, Каменистый, Большой .

## 1.4 Климат

Дорожно - климатическая зона – I.

Характеристика климата Уярского района дана на основании СП 131.13330.2012 [1] «Строительная климатология» и на основании материалов многолетних наблюдений Красноярского управления гидрометеослужбы по метеостанции Красноярск.

По строительству дорожно-климатическому районированию Уярский район относится к 1 климатическому району с подрайоном 1В, характеризующемуся резко континентальным климатом с продолжительно холодной зимой и коротким, сравнительно жарким летом.

Таблица 1 - Ведомость климатических показателей

№ п/п	Наименования показателей.	Ед. изм.	Величина
1	Абсолютная температура воздуха -минимальная -максимальная	°С	-48
			+25,8
2	Средняя температура наружного воздуха холодной пятидневки. 0,98 0,92	°С	-40
			-37
3	Преобладающее направление ветра: декабрь-февраль июнь-август		3
			3
4	Максимальное из средних скоростей ветра по румбам за январь.	м/с	4,3

Продолжение таблицы 1

5	Минимальное из средних скоростей ветра по румбам за июль.	м/с	0
6	Средне месячная относительная влажность воздуха: -наиболее холодного месяца -наиболее жаркого месяца	%	78
			70
7	Количество осадков за : -ноябрь-март -апрель-октябрь	мм	104
			367
8	Расчётная толщина снежного покрова обеспеченностью 5%.	м	0,35
9	Глубина промерзания.	м	2,2

Таблица 2 – Температурные данные по месяцам

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Темп. °С	-18,2	-16,8	-7,8	2,6	9,4	16,6	19,1	15,1	9,4	1,5	-8,8	-16,3

Таблица 3 - Повторяемость и скорость ветра за январь

Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Повторяемость. %	1	1	2	1	15	64	15	1
Скорость м/с.	0,6	0,4	0,8	0,5	6,2	5,3	3,6	0,9

Таблица 4 - Повторяемость и скорость ветра за июль

Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Повторяемость. %	4	9	10	3	11	41	16	6
Скорость м/с.	2	2,2	2,2	1,4	2,8	3	2,4	2,3

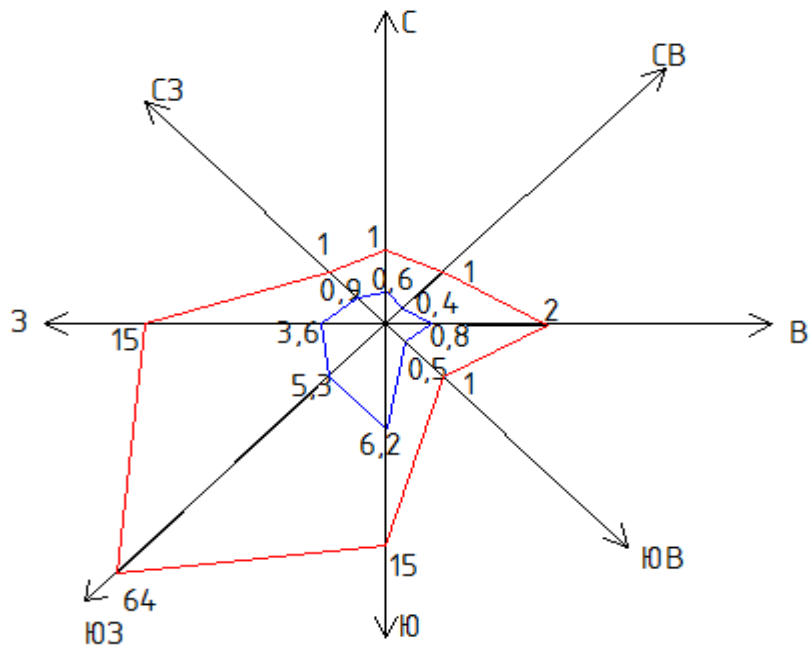


Рисунок 1- роза ветров январь;  
 Повторяемость,%- красным цветом; скорость,м/с- синим цветом

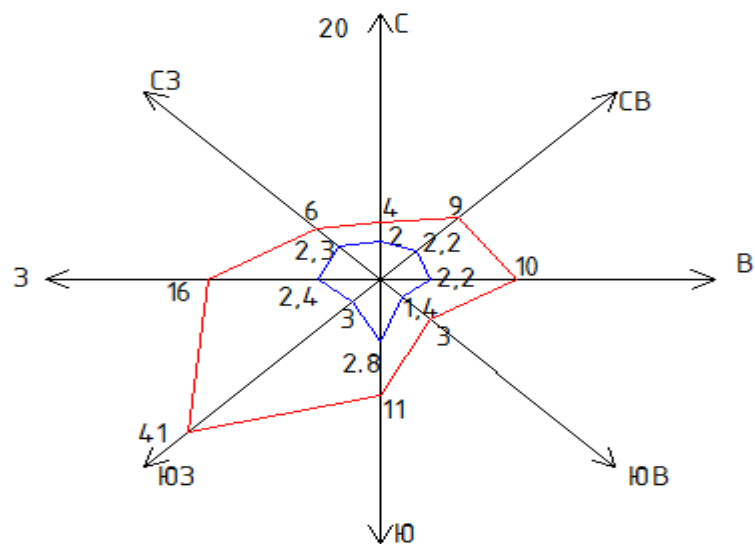


Рисунок 2- роза ветров за июль  
 Повторяемость,%- красным цветом; скорость,м/с- синим цветом

## **1.5 Почвы**

В юго-восточной части района преобладают обыкновенные черноземы, отличающиеся хорошей структурой, но мощность их различна. На склонах замечают маломощные черноземы с перегнойным слоем 40-60мм. Солончаковые почвы и солонцы встречаются в замкнутых понижениях и долинах рек.

По типу почвенных сочетаний и общему характеру ландшафта эта часть района представляет южную лесостепь, природные условия которой благоприятствуют развитию зернового хозяйства.

В восточной части района, почвенный покров представлен в основном обыкновенным и выщелоченным черноземами.

Постоянными компонентами их является комплекс лугово-болотных, луговых, лугово-черноземных почв. Под лесом преобладают темно-серые, серые почвы.

Почвенный покров в северо-западной части района составлен из выщелоченных среднемощных и тучных черноземов.

Западная часть района имеет неоднородный почвенный покров. По впадинам и остепененным склонам развиты черноземные и лугово-черноземные почвы. Под лесами залегают красно-бурые и темно-серые горные почвы, составляющие 65%.

## **1.6 Гидрогеологические условия**

Безнапорные водоносные горизонты залегают на глубине более 3 м. Не требуется понижение уровня грунтовых вод и устройство гидроизоляции. Безнапорные водоносные горизонты залегают на глубине 1-3 м от поверхности. Требуется понижение уровня грунтовых вод и устройство

сложной гидроизоляции. Водоносные горизонты залегают на глубине менее 1 м от поверхности.

### **1.7 Гидрологические условия**

Затопляемость Территории незатопляемые или затопляемые не чаще чем один раз в 100 лет (обесп. 1%). Территории, расположенные между линиями затопления паводками, повторяющимися один раз в 100 и 25 лет (обесп. 4%) с наивысшим горизонтом высоких вод не более 8,6 м над уровнем земли. Затопление раз в 25 лет и чаще (обесп. 4% и более).

Заболоченность отсутствует. Осушение возможно простейшими способами. Требуется специальные работы по осушению. Торфяники слоем менее 2 м. Заболоченность грунтового питания. Торфяники слоем 2 м.

## 2 Определение категории дороги

### 2.1 Определение категории дороги

Категория дороги определяется по СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Ее назначают по расчетной интенсивности движения, измеряемой в приведенных к легковому автомобилю единицах в сутки (прив. авт./сут). Приведение потока транспортных средств к потоку, состоящему только из легковых автомобилей, осуществляется с помощью специальных коэффициентов, приведенных в табл. 5 [2].

Таблица 5 - Коэффициенты приведения для различных транспортных средств

Типы транспортных средств	Коэффициент приведения
Легковые автомобили и мотоциклы, микроавтобусы	1,0
Грузовые автомобили грузоподъемностью, т:	
до 2 включительно	1,3
от 2 до 6	1,4
от 6 до 8	1,6
от 8 до 14	1,8
свыше 14	2,0
Автопоезда грузоподъемностью, т:	
до 12 включительно	1,8
от 12 до 20	2,2
от 20 до 30	2,7
свыше 30	3,2
Автобусы малой вместимости	1,4
То же, средней вместимости	2,5
большой вместимости	3,0
Автобусы сочлененные и троллейбусы	4,6



Сначала определяем исходную интенсивность каждого типа автомобиля (авт./сут) [7]:

$$N_{исх.} = 350 \text{ авт./сут.}$$

$$N = N_{исх} \cdot \frac{P}{100} \quad , \quad (1)$$

$$N_{Л.А} = 350 \cdot \frac{71}{100} = 248,5$$

$$N_{4T} = 350 \cdot \frac{8}{100} = 28$$

$$N_{7T} = 350 \cdot \frac{13}{100} = 45,5$$

$$N_{10T} = 350 \cdot \frac{4}{100} = 14$$

$$N_{автомобед} = 350 \cdot \frac{4}{100} = 14$$

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

$$N_{Л.А \text{ прив}} = 248,5 \cdot 1 = 248,5 \text{ пр.авт./сут.} \quad ,$$

$$N_{4T \text{ прив}} = 28 \cdot 1,3 = 36,4 \text{ пр.авт./сут.} \quad ,$$

$$N_{7T \text{ прив}} = 45,5 \cdot 1,6 = 72,8 \text{ пр.авт./сут.} \quad ,$$

$$N_{10T \text{ прив}} = 14 \cdot 1,8 = 25,2 \text{ пр.а./сут.} \quad ,$$

$$N_{автомобезд \text{ прив}} = 14 \cdot 1,8 = 25,2 \text{ пр.авт./сут.}$$

$$N = 408,1 \text{ пр. авт./сут.}$$

Интенсивность движения на перспективу 20 лет рассчитывается по следующей зависимости [7]:

$$N = N_{исх} \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right)^t, \quad (2)$$

где  $N$  -перспективная интенсивность, прив. авт./сут;

$N_{исх}$ - исходная интенсивность движения, авт./сут;

$t$  -перспективный период, при назначении категории дороги (20 лет)

$P$  -ежегодный прирост интенсивности, %;

$$N = 408,1 \cdot \left(1 + \frac{5,9}{100}\right)^{20} = 1288 \text{ прив. авт./сут.}$$

Таблица 6 – Классификация автомобильных дорог по интенсивности движения [2]

Класс дороги	Категория дороги	Расчетная интенсивность движения, прив. авт./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

По данным таблицы 6 делаем вывод, что проектируемая дорога относится к IV категории, так как входит в интервал от 2000-6000 прив. авт./сут.

## 2.2 Основные технические показатели автомобильной дороги

Основные технические показатели проектируемой автомобильной дороги приводим по СП 34.13330.2012 [2] и сводим в таблицу 7

Таблица 7 – Основные показатели автомобильной дороги

№	Наименование показателей	Единицы измерения	Величина
1	Категория дороги		IV
2	Перспективная интенсивность движения	прив.авт./сут.	1280
3	Расчетная скорость движения: основная на пересеченной на горной	км	80 60 40
4	Число полос движения	шт.	2
5	Ширина полосы движения	м	3
6	Ширина проезжей части	м	6
7	Ширина обочины	м	2
8	Ширина укрепленной полосы обочины	м	0,5
9	Ширина земляного полотна	м	10
10	Наибольший продольный уклон	‰	60
11	Наименьший радиус кривых в плане: основной на горной		300 250
12	Расчетные расстояния видимости поверхности дороги : для остановки для встречного автомобиля при обгоне	м	150 250 600

Продолжение таблицы 7

13	Наименьшие радиусы выпуклых кривых продольного профиля	м	5000
14	Наименьшие радиусы вогнутых кривых - основных	м	2000

### 3. Проектирование вариантов трассы

#### 3.1 Описание трассы по воздушной линии

Длина трассы по воздушной линии 4450 метров.

По воздушной линии дорогу проектировать нельзя, так как она пересекает ручей Озерный под углом  $34^\circ$ , допустимый угол для проектирования  $60^\circ$ . Также проходит через жилые постройки, что не допустимо.

#### 3.2 Описание трассы проектируемого варианта

Длина трассы 4900 метров. Имеет 2 угла поворота. Первый угол поворота принят с целью обойти жилые постройки, а второй пересечь ручей Озерный под допустимым углом, который равен  $82^\circ$ .

Величина угла первого поворота  $28^\circ$ . Вершина угла на ПК8+60. Величина радиуса 2000 метров.

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{a}{2} \quad (3)$$

$$T = 2000 \cdot \operatorname{tg} \frac{28}{2} = 498,7$$

$$K = \frac{R \cdot \pi \cdot a}{180} \quad (4)$$

$$K = \frac{2000 \cdot 3,14 \cdot 28}{180} = 976,9$$

$$Д = 2Т - К \quad (5)$$

$$Д = 2 \cdot 498,7 - 976,9 = 20,5$$

$$B = \sqrt{T^2 + R^2} - R \quad (6)$$

$$B = \sqrt{498,7^2 + 2000^2} - 2000 = 61,24$$

Величина угла первого поворота 24 °. Вершина угла на ПК 2+60. Величина радиуса 2000 метров. Величины Т, К, Д, Б вычисляются по формулам (3,4,5,6).

$$T = 2000 \cdot \operatorname{tg} \frac{24}{2} = 425,11$$

$$K = \frac{2000 \cdot 3,14 \cdot 24}{180} = 837,33$$

$$Д = 2 \cdot 425,11 - 837,33 = 12,89$$

$$B = \sqrt{425,11^2 + 837,33^2} - 2000 = 61,24$$

План трассы показан на листе №1 графической части. Ведомость углов поворота, прямых и кривых показана в приложении А.

#### 4 Продольный профиль для выбранного варианта трассы

Для построения продольного профиля трассы необходимо определить отметки рельефа. Отметки рельефа определяем при помощи методов интерполяции и экстраполяции и занесем в таблицу 8.

Таблица 8 - Ведомость отметок рельефа

Местоположение точки		Отметки рельефа, м	Вид точки
ПК	+		
0	00	331	Начало трассы
1	00	330	ПК
2	00	328	ПК
3	00	329	ПК
4	00	329	ПК
5	00	330	ПК
6	00	330	ПК
7	00	331	ПК
8	00	331	ПК
9	00	332	ПК
10	00	332	ПК
11	00	333	ПК
12	00	333	ПК
13	00	333	ПК
14	00	332	ПК
15	00	330	ПК
16	00	329	ПК
17	00	329	ПК
18	00	325	ПК
19	00	323	ПК
20	00	322	ПК
21	00	325	ПК
22	00	325	ПК
23	00	326	ПК
24	00	327	ПК
25	00	327	ПК
26	00	327	ПК

Продолжение таблицы 8

27	00	328	ПК
28	00	329	ПК
29	00	329	ПК
30	00	330	ПК
31	00	331	ПК
32	00	331	ПК
33	00	332	ПК
34	00	332	ПК
35	00	332	ПК
36	00	332	ПК
37	00	334	ПК
38	00	334	ПК
39	00	335	ПК
40	00	335	ПК
41	00	334	ПК
42	00	335	ПК
43	00	335	ПК
44	00	336	ПК
45	00	336	ПК
46	00	337	ПК
47	00	338	ПК
48	00	339	ПК
49	00	340	Конец трассы

#### 4.1 Обоснование руководящих отметок

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

1. Сухие участки
2. Сырые участки с избыточным увлажнением в отдельные периоды года.
3. Мокрые участки с постоянно избыточным увлажнением.



#### 4.1.1 Руководящая отметка для I типа местности по увлажнению

Руководящая отметка для I типа местности по увлажнению определяется из условия снеготранспорта дороги.

Условие снеготранспорта заключается в том, что бы отметка бровки насыпи должна быть не менее величины  $h_p$  определяемой в соответствии с [2] по формуле:

$$h_p = h_{CH} + \Delta h \quad (7)$$

$$h_p = 0,36 + 0,5 = 0,86 \text{ м.}$$

где  $h_{CH}$  - расчетная толщина снежного покрова с обеспеченностью 0,5 %,

$\Delta h$  - возвышение бровки насыпи над уровнем снежного покрова для IV категории дороги  $\Delta h = 0,5$  метров.

$$h_1 = h_p + i_{об} \cdot e_{об} + i_{пр} \cdot e_{пр} / 2 \quad (8)$$

$$h_1 = 0,86 + 0,04 \cdot 2 + 0,02 \cdot 6 / 2 = 0,99 \text{ м.}$$

где  $i_{пр}$  - уклон проезжей части 20‰ ,

$i_{об}$  - уклон обочины 40‰.

#### 4.1.2 Руководящая отметка для II типа местности по увлажнению

Руководящую отметку для II типа местности по увлажнению определяют от верха покрытия дорожной одежды до поверхности земли или до уровня поверхностных вод.[2]

$$h_2 = h_1^H + h_{ПВ} + i_{non} \cdot \frac{b_1}{2} \quad (9)$$

$$h_2 = 1,1 + 0,25 + 0,02 \cdot 6 / 2 = 1,41$$

где  $h_1^H$  – возвышение покрытия поверхности дорожной одежды над уровнем кратковременно стоящих вод.  $h_1^H = 1,1$  м;  $h_{ПВ}$  – высота уровня поверхностных вод,  $h_{ПВ} = 0,25$  м.

#### 4.1.3 Руководящая отметка для III типа местности по увлажнению

Руководящую отметку для III типа местности по увлажнению определяют от верха покрытия дорожной одежды до уровня поверхностных вод.

$$h_3 = h_3^H + h_{ПВ} + i_{non} \cdot \frac{b_1}{2} \quad (10)$$

$$h_3 = 1,5 + 1,35 + 0,02 \cdot 6 / 2 = 2,91 \text{ м.}$$

#### 4.2 Обоснование контрольных точек проектной линии

К контрольным отметкам относят начало и конец трассы, отметки проезжих частей мостов и путепроводов. Минимальные отметки насыпи над трубами, отметки головки рельса железных дорог и отметки проезжих частей, существующих дорог на пересечениях в одном уровне.

Результаты заносим в таблицу 9

Таблица 9 - Ведомость контрольных точек

Наименование контрольных точек	ПК	+	Отметка, м
НТ	0	00	332
Труба	2	40	331,12

#### Продолжение таблицы 9

Труба	4	00	330,41
Труба	17	00	331,12
Мост	20	50	328,7
Труба	36	00	333,41
Труба	41	00	336,12
Труба	43	00	333,12
Конец трассы	49	00	341

#### 4.3 Описание проектной линии

Проектирование продольного профиля осуществлено по методу тангенсов. Способ нанесения проектной линии по обертывающей - прокладывают проектную линию в условиях равнинного рельефа местности и на дорогах низких категорий. В этом случае проектная линия по возможности параллельна поверхности земли.

На протяжении всей трассы, видимость в продольном профиле обеспечена. При проектировании продольного профиля автодороги были использованы нормативы для IV категории по СП 34.13330.2012 [1]:

- минимальный радиус выпуклых кривых:  $R=5000\text{м}$ ;
- минимальный радиус вогнутых кривых:  $R=2000\text{м}$ ;
- максимальный продольный уклон:  $i_{\text{max}}=60\%$ .

## 5 Земляное полотно

Конструкцию земляного полотна принимают на основе решений по продольному профилю с учётом типовых поперечных профилей, требований СП 34.13330.2012 [2], рельефа местности, почвенно-грунтовых, геологических, гидрологических и климатических условий, а также дорожно-климатического районирования территории России и типа местности по её характеру и степени увлажнения.

### 5.1 Проектирование земляного полотна при высоком стоянии уровня грунтовых вод.

В выпускной квалификационной работе требовалось определить расчетный уровень грунтовых вод по данным наблюдений за 12 лет. Расчеты проводились по методике изложенной в [16].

Согласно этой методике расчетный уровень грунтовых вод определяем по зависимости

$$H_{тр}^p = \frac{H_{тр}^{изм} \cdot H_n^p}{H_n^{изм}}, \quad (11)$$

где  $H_{тр}^p$  - расчетный уровень грунтовых вод на трассе;

$H_{тр}^{изм}$  - глубина залегания грунтовых вод, измеренная на трассе дороги;

$H_n^p$  - расчетный уровень грунтовых вод по данным многолетних наблюдений на гидрологическом посту;

$H_n^{изм}$  - глубина залегания грунтовых вод на гидрологическом посту, измеренная в тот же день, что и на трассе дороги

По данным наблюдений выбираем глубину залегания грунтовых вод 20 мая  $H_n^{\text{изм}} = 2,3$  м,  $H_{mp}^{\text{изм}} - 2,0$  м, средний уровень, наблюдаемый за период 12 лет, равен  $H_n^{\text{cp}} = 1,9$  м.

Величину  $H_n^p$  вычисляем по зависимости

$$H_n^p = H_n^{\text{cp}} - t \cdot \delta \quad (12)$$

Нормированное отклонение уровня выбираем (по таблице 2 в [16]) , для дороги IV категории с 5 %-ной обеспеченностью при  $n = 12$  лет,  $t = 2,2$ .

Величину среднеквадратической ошибки находим из уравнения

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum(H_n^i - H_n^{\text{cp}})^2}{n-1}} \quad (13)$$

Для облегчения расчетов составляют таблицу 11

Таблица 11 – сводная таблица расчетов

Год наблюдений	$H_n^i$	$H_n^i - H_n^{\text{cp}}$	$(H_n^i - H_n^{\text{cp}})^2$
1	1,5	-0,4	0,16
2	1,9	0	0
3	1,7	-0,2	0,04
4	1,35	-0,55	0,3
5	1,95	0,05	0,003
6	1,6	-0,3	0,09
7	1,75	-0,15	0,023
8	1,89	-0,01	0,0001
9	2,3	0,4	0,16
10	2,84	0,94	0,88
11	2,0	0,1	0,01
12	1,65	-0,25	0,063
			$\Sigma=1,73$

Величину среднеквадратической ошибки по формуле (13)

$$\delta = \frac{1,73}{11} = 0,16$$

Вычисляем расчетный уровень грунтовых вод по данным многолетних наблюдений на гидрологическом посту по формуле (12)

$$H_n^p = 1,9 - 2,2 \cdot 0,16 = 1,55 \text{ м.}$$

Окончательно получим расчетный уровень грунтовых вод на трассе, вычисленный по формуле (11)

$$H_{тр}^p = \frac{2,0 \cdot 1,55}{2,3} = 1,35 \text{ м.}$$

Расчетный уровень на участке проектируемой дороги равен 1,35 м от поверхности земли.

Руководящую отметку для III типа местности по увлажнению определяют от верха покрытия дорожной одежды до уровня грунтовых вод.

$$h_3 = h_3^H - h_{ГВ} + i_{non} \cdot \frac{b_1}{2} \quad (14)$$

$$h_3 = 1,5 - 1,35 + 0,02 \cdot 6 / 2 = 0,21 \text{ м}$$

В районе проектирования верхние слои грунта часто переувлажнены, безопасная глубина залегания грунтовых вод равна 3,2 м, у нас расчетный уровень грунтовых вод равен 1,35 м, поэтому мы запроектировали прослойку в насыпи, прерывающую капиллярное поднятие воды.

Чертеж представлен на листе 4 графической части.

## 5.2 Проектирование земляного полотна

Для обеспечения эффективности работы автомобильного транспорта необходимо, чтобы проезжая часть дорог имела высокую степень ровности и прочности. Ровность и прочность дороги в значительной мере определяются устойчивостью земляного полотна. Земляное полотно должно быть устойчивым, не давать в различные периоды года при максимальной интенсивности движения опасных осадок, при которых нарушается прочность, и ровность проезжей части.

Конструкции земляного полотна назначаются на основе технико-экономических расчетов в зависимости от географического места пролегания дороги и ее категории, климатических условий, режима грунтовых вод, застоя воды у поверхности полотна (в боковых канавах), физико-механических свойств грунта.

Для разработки рациональной технологии возведения земляного полотна, правильного выбора средств механизации и способов производства работ необходимо знать, из каких материалов возводят земляное полотно, в каких условиях оно работает, какими мероприятиями обеспечивается устойчивость полотна и как рассчитать объемы земляных работ. Все виды земляного полотна рассмотрены на третьем листе графической части. Тип поперечного профиля на протяжении трассы постоянно меняется.

Поперечные профили представлены на листе 3 графической части.

Тип 1 – насыпи до 2м с кюветами.

Тип 2 – насыпи от 2 до 6 м.

Тип 3 – насыпи от 6 до 12 м.

Таблица 10 – Привязка поперечных профилей

Тип поперечника	ПК
1	с ПК0+00 по ПК1+70, с ПК2+30 по ПК14+60, с ПК24+08 по ПК25+88, с ПК26+15 по ПК34+00, с ПК26+50 по ПК37+80, с ПК38+80 по ПК39+95, с ПК41+70 по ПК42+30, с ПК43+55 по ПК49+00
2	с ПК1+70 по ПК2+30, с ПК14+60 по ПК18+58, с ПК21+20 по ПК24+08, с ПК25+88 по ПК26+15, с ПК34+00 по ПК36+50, с ПК37+80 по ПК38+80, с ПК39+95 по ПК41+70, с ПК42+30 по ПК43+55
3	с ПК18+58 по ПК21+20



## **6 Решение вопросов водоотвода**

### **6.1. Системы сооружения поверхностного отвода воды. Параметры кюветов**

Для предохранения земляного полотна от переувлажнения поверхностными водами и размыва, а также для обеспечения производства работ по сооружению земляного полотна следует предусматривать системы поверхностного водоотвода (планировку территории, устройство канав, лотков, быстотоков, испарительных бассейнов, поглощающих колодцев и т.д.). Поверхность водоотвода обеспечивается путем придания земляному полотну и дорожной одежде определенной величины поперечных уклонов. Дорожной одежде придается уклон 20 ‰ в каждую сторону от оси дороги.

Дно канав должно иметь продольный уклон не менее 5 ‰ и в исключительных случаях - не менее 3 ‰.

Наибольший продольный уклон водоотводных устройств следует придавать в зависимости от вида грунта, типа укрепления откосов и дна канавы с учетом допускаемой по размыву скорости течения. При невозможности обеспечения допустимых уклонов следует предусматривать быстотоки, перепады и водобойные колодцы.

На местности с поперечным уклоном менее 20 ‰ при высоте насыпи менее 2 м, на участках с переменной сторонностью поперечного уклона, а также на болотах водоотводные канавы следует проектировать с двух сторон земляного полотна.

Поперечное сечение боковых канав:

При недостаточно удовлетворительных условиях поверхностного стока и в слабопроницаемых грунтах поперечное сечение выполняют трапециевидным. При возведении земляного полотна в сухих местах с быстрым стоком поверхностных вод боковые канавы устраивают в виде треугольных лотков.

Глубина кюветов должна быть не менее 30 см, в насыпях глубина назначается от 30 до 70 см, в выемках 70-100 см [7].

Продольные уклоны и укрепление боковых канав представлены на продольном профиле (лист №2). Поперечные уклоны земляного полотна и поперечное сечение боковых канав представлены на листе №3.

## **6.2 Назначение малых и больших водопропускных сооружений**

К малым водопропускным сооружениям относят водопропускные трубы.

Трубы составляют большую часть водопропускных сооружений, так как они имеют ряд преимуществ перед мостами: не меняют условий движения автомобилей, не стесняют проезжую часть и обочины, не требуют изменения типа дорожного покрытия, а также стоимость их строительства ниже, чем у мостов.

Для проектируемой дороги устанавливаем следующие водопропускные сооружения:

водопропускные трубы:

ПК 2+30 железобетонная труба  $d=1,5$  м;

ПК 4+00 железобетонная труба  $d=1,5$  м;

ПК 17+00 железобетонная труба  $d=1,5$  м;

ПК 36+00 железобетонная труба  $d=1,5$  м;

ПК 41+00 железобетонная труба  $d=1,5$  м;

ПК 43+00 железобетонная труба  $d=1,5$  м;

ПК 20+50 Мост  $L=50$  м;

## 7 Проектирование дорожной одежды нежесткого типа

Дорожная одежда - это инженерная многослойная конструкция, воспринимающая нагрузку от транспортных средств и передающая ее на грунтовые основания или на подстилающий грунт.

В выпускной квалификационной работе разработано два варианта дорожной одежды. При расчете дорожной одежды руководствуемся ОДН 218.046-01 "Проектирование нежестких дорожных одежд" [3]. Рассчитаем конструкции дорожной одежды по трем условиям – по допускаемому упругому прогибу, на растяжение при изгибе монолитных слоев, на сдвиг несвязных грунтов дорожной одежды.

Исходные данные:

- 1) Район проектирования – Уярский район;
- 2) Проектируется одежда для дороги IV категории;
- 3) Дорожно-климатическая зона – I;
- 4) Грунт земляного полотна в активной зоне – суглинок легкий .
- 5) Местность по условиям увлажнения – 3 тип;
- 6) Перспективная интенсивность автомобилей составляет 350 авт/сут.
- 7) В соответствии с ГОСТ 52748-2007 [7] нагрузка  $P=100$  кН,  $D=39$ см
- 8) Состав движения транспортного потока

Таблица 11 – Состав транспортного потока

Состав	%	$N_m$ , авт/сут.	$S_m$	$N_p$ , прив. авт/сут.
Легк.авт.	71	443,75	0	0
от 2 до 6 т	8	50	0,2	10
от 6 до 8 т	13	81	0,7	57
от 8 до 14 т	4	25	1,25	31
автопоезда	4	25	1,5	31
Всего:				135

Приведенная расчётная интенсивность [3]:

$$N_p = f_{\text{пол}} \cdot \sum_{m=1}^n N_m \cdot S_m \quad (15)$$

где  $f_{\text{пол}}$  – коэффициент, учитывающий число полос движения и распределения движения по ним;

$N$  – общее число марок транспортных средств в составе потока;

$N_m$  – интенсивность на последний год службы;

$S_m$  – суммарный коэффициент для приведения автомобиля к расчетным нормированным нагрузкам.

Общее число полос проезжей части 2, поэтому принимаем  $f_{\text{пол}} = 0,55$  для всех полос.

$$N_{\text{прив}} = 0,55 \cdot 135 = 75 \text{ авт/сут.}$$

Суммарное расчётное количество приложений расчётной нагрузки за срок службы:

$$\sum N_p = 0,7 \cdot N_{\text{прив}} \cdot \frac{K_c}{q^{(T_{\text{сл}}-1)}} \cdot T_{\text{рдг}} \cdot K_n \quad (16)$$

$$\sum N_p = 0,7 \cdot 75 \cdot \frac{10,9}{1,02^{10-1}} \cdot 140 \cdot 1,2 = 84852$$

где  $K_c$  – коэффициент суммирования;

$q$  – приращение интенсивности по годам;

$T_{\text{сл}}$  – заданный срок службы дорожной одежды;

$T_{\text{рдг}}$  – расчетное число рабочих дней в году;

$K_n$  – коэффициент, учитывающий вероятность отклонения суммарного движения от средне ожидаемого.

Требуемый модуль упругости

$$E_{\text{тр}} = 98,65 \cdot [\lg(\sum N_p) - C] \quad (17)$$

$$E_{\text{тр}} = 98,65 \cdot [\lg(84852) - 3,55] = 166 \text{ МПа}$$

где  $C$  – эмпирический параметр при расчетной нагрузке на ось 100 кН, равный 3,55.

Согласно ОДН 218.046-01[3]. для дорог IV технической категории минимальное значение требуемого модуля упругости  $E_{\text{min}} = 150$  МПа, что меньше полученного по расчету, следовательно, к расчету дорожной одежды принимаем

$$E_{\text{min}}^{\text{тр}} = 166 \text{ МПа.}$$

### **7.1 Расчет дорожной одежды первого варианта**

Конструкция первого варианта дорожной одежды:

- 1) Верхний слой покрытия: высокоплотный, горячий, мелкозернистый асфальтобетон марки II на битуме 90/130,  $h=5$  см.
- 2) Нижний слой покрытия: пористый, горячий, крупнозернистый асфальтобетон на битуме 90/130,  $h=7$  см.
- 3) Верхний слой основания: щебень по способу пропитке толщиной  $h=10$  см;
- 4) Нижний слой основания из песка средней крупности, толщиной 15 см;
- 5) Суглинок легкий.

Расчетные значения параметров для расчета по допускаемому упругому прогибу, по условию сдвигоустойчивости, а также расчета на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе и сводим данные в таблицу 12.

Таблица 12 – Расчетные характеристики материалов

№	Наименование слоя	h <sub>i</sub> , см	E <sub>прог</sub>	E <sub>сдв</sub>	Растяжение при изгибе			
					E	R <sub>0</sub>	α	m
1	Высокоплотный асфальтобетон м/з на битуме 90/130	5	2400	1200	4600	9,5	5.4	5,0
2	Пористый асфальтобетон к/з на битуме 90/130	7	1400	800	2200	7,8	6,3	4,0
3	Щебень по пропитке	10	400	400	400	-	-	-
4	Песок мелкозернистый	15	100	100	100	-	-	-
5	Суглинок легкий	-	72	72	72	-	-	-

### 7.1.1 Расчет по упругому прогибу

$$1) \quad \frac{h}{D} = \frac{15}{39} = 0,38$$

$$\frac{E_H}{E_B} = \frac{72}{100} = 0,72$$

По номограмме определяем:

$$\frac{E_{\text{общ}}}{E_B} = 0,76$$

$$E_{\text{общ}}^{\text{II}} = 100 \cdot 0,76 = 76 \text{ МПа}$$

$$2) \quad \frac{h}{D} = \frac{10}{39} = 0,26$$

$$\frac{E_H}{E_B} = \frac{76}{400} = 0,19$$

По номограмме определяем:

$$\frac{E_{\text{общ}}}{E_B} = 0,24$$

$$E_{\text{общ}}^{\text{III}} = 400 \cdot 0,24 = 96 \text{ МПа}$$

$$3) \quad \frac{h}{D} = \frac{7}{39} = 0,18$$

$$\frac{E_H}{E_B} = \frac{96}{1400} = 0,07$$

По номограмме определяем:

$$\frac{E_{\text{общ}}}{E_B} = 0,1$$

$$E_{\text{общ}}^{a/b} = 1400 \cdot 0,1 = 140 \text{ МПа}$$

$$4) \quad \frac{h}{D} = \frac{5}{39} = 0,13$$

$$\frac{E_H}{E_B} = \frac{140}{2400} = 0,06$$

По номограмме определяем:

$$\frac{E_{\text{общ}}}{E_B} = 0,09$$

$$E_{\text{общ}}^{a/b} = 2400 \cdot 0,09 = 216 \text{ МПа}$$

Коэффициент прочности по упругому прогибу:

$$K_{\text{пр}} = \frac{E_{\text{общ}}}{E_{\text{тр}}} = \frac{216}{166} = 1,3$$

$K_{\text{тр}} = 1,17$  с заданной надежностью 0,95

$$K_{\text{пр}} \geq K_{\text{тр}}$$

$$1,3 \geq 1,17.$$

Условие устойчивости на упругий прогиб выполнено.

### 7.1.2 Расчет на условие сдвигоустойчивости в грунте

Так как дорожная одежда подстилается несвязным грунтом, проверим сдвигу в грунте земляного полотна.

Средний модуль упругости дорожной одежды:

$$E_{\text{ср}} = \frac{\sum E_i \cdot h_i}{\sum h_i} = \frac{1200 \cdot 5 + 800 \cdot 7 + 400 \cdot 10 + 100 \cdot 15}{37} = 463 \text{ МПа}$$

Удельное сопротивление сдвигу  $\tau$  по отношениям:

$$\frac{E_{\text{ср}}}{E_{\text{гр}}} = \frac{463}{72} = 6,42$$

$$\frac{h_{\text{в}}}{D} = \frac{37}{39} = 0,95$$

По номограмме:  $\tau = 0,062$

Активное напряжение сдвига:



$$T = \tau \cdot P = 0,062 \cdot 0,6 = 0,04 \text{ МПа},$$

где

$T$  – действующее напряжение сдвига, МПа,

$\tau$  – активное удельное напряжение сдвига,

$P$  – расчетное давление колеса на покрытие.

Допускаемое предельное напряжение сдвига:

$$T_{\text{доп}} = K_d \cdot C_N + 0,1 \cdot \gamma_{\text{ср}} \cdot Z_{\text{оп}} \cdot \text{tg } \varphi = 4 \cdot 0,014 + 0,1 \cdot 0,002 \cdot 37 \cdot \text{tg } 2 = \\ = 0,06$$

$$K_{\text{пр}}^{\text{тр}} \leq \frac{T_{\text{доп}}}{T_{\text{пр}}} = \frac{0,06}{0,04} = 1,5 > 1$$

Конструкция удовлетворяет условию прочности по сдвигу в грунте.

### **7.1.3 Расчет на сопротивление растяжению при изгибе монолитных слоев**

Модуль упругости верхнего слоя модели вычисляем по формуле, где значения модулей упругости материалов, содержащих вяжущее назначаем при температуре +20°C.

Средний модуль упругости верхнего слоя модели:

$$E_{\text{ср}} = \frac{\sum E_i \cdot h_i}{\sum h_i} = \frac{4600 \cdot 5 + 2200 \cdot 7}{12} = 3200 \text{ МПа}$$

Модуль упругости нижнего слоя модели:

$$E_{\text{н}} = 96 \text{ МПа}$$

Находим растягивающее напряжение от единичной силы  $\overline{\sigma}_r$  по отношениям:

$$\frac{E_B}{E_H} = \frac{3200}{96} = 33,33$$

$$\frac{h_B}{D} = \frac{12}{39} = 0,31$$

По номограмме:  $\overline{\sigma}_r = 3,4$

Полное растягивающее напряжение:

$$\sigma_r = \overline{\sigma}_r \cdot P \cdot K_B = 3,4 \cdot 0,6 \cdot 0,85 = 1,734 \text{ МПа}$$

где  $K_B$  – коэффициент, учитывающий особенности напряженного состояния покрытия под колесом автомобиля

Допускаемое растягивающее напряжение при изгибе асфальтобетона:

$$R_N = R_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot (1 - v_R \cdot t) = 7,8 \cdot 0,37 \cdot 0,8 \cdot (1 - 0,1 \cdot 1,71) = 1,91 \text{ Мпа,}$$

где  $R_0$  – значение предельного сопротивления нижнего слоя асфальтобетона;

$t$  – коэффициент нормированного отклонения  $R_0$ , принимаемый в зависимости от заданного уровня надежности;

$v_R$  – коэффициент вариации прочности на растяжение при изгибе асфальтобетона;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий снижение прочности вследствие усталостных явлений при многократном приложении нагрузки;

$$K_1 = \frac{\alpha}{\sqrt[m]{\sum N_p}} = \frac{6,3}{\sqrt[4]{84852}} = 0,37$$

$K_2$  – коэффициент, учитывающий снижение прочности во времени от воздействия погодно-климатических факторов.

$$\frac{R_N}{\sigma_r} = K_{пр} \geq K_{пр}^{тр}$$

$$\frac{1,91}{1,734} = 1,1 > 1$$

Условие прочности на растяжение в монолитных слоях выполняется.

#### 7.1.4 Расчет на морозоустойчивость

Условие морозоустойчивости дорожной одежды:

$$l_{пуч} \leq l_{доп} = 6 \text{ см}$$

Так как глубина промерзания  $> 2$  м. по номограмме по кривой определяем величину морозного пучения для осредненных условий:

$$l_{пуч.ср} = 6,6 \text{ см}$$

Величина возможного морозного пучения:

$$\begin{aligned} l_{пуч} &= l_{пуч.ср} \cdot K_{УГВ} \cdot K_{пл} \cdot K_{гр} \cdot K_{нагр} \cdot K_{вл} = 6,6 \cdot 0,53 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 0,6 \cdot 1,05 \\ &= 3,5 \text{ см} \leq l_{доп} = 6 \text{ см}. \end{aligned}$$

Условие морозоустойчивости дорожной одежды обеспечено.

## 7.2 Расчет дорожной одежды 2 вариант

Конструкция первого варианта дорожной одежды:

Верхний слой покрытия: плотный, горячий, мелкозернистый асфальтобетон марки II на битуме 90/130,  $h=6$  см;

Нижний слой покрытия: высокопористый, горячий, крупнозернистый асфальтобетон Марки III на битуме 90/130,  $h=8$  см;

Нижний слой основания: щебень по заклинке толщиной  $h=11$  см;

Дополнительный слой основания из песка средней крупности, толщиной 14 см;

Грунт земляного полотна суглинок легкий .

Расчетные значения параметров для расчета по допускаемому упругому прогибу, по условию сдвигоустойчивости, а также расчета на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе и сводим данные в таблицу 13.

Таблица 13 – Расчетные характеристики материалов

№	Наименование слоя	$h_i, c$ м	$E_{\text{прог}}$	$E_{\text{сдв}}$	Растяжение при изгибе			
					E	$R_0$	$\alpha$	m
1	Высокоплотный асфальтобетон м/з на битуме 90/130	5	2400	1200	3600	9,5	5.4	5,0
2	Пористый асфальтобетон к/з на битуме 90/130	8	1400	800	2200	5,5	6,5	3,8
3	Щебень по способу заклинке	11	450	450	450	-	-	-
4	Песок средней крупности	14	120	120	120	-	-	-
5	Суглинок легкий	-	72	72	72	-	-	-

### 7.2.1 Расчет по упругому прогибу

$$5) \quad \frac{h}{D} = \frac{14}{39} = 0,36$$

$$\frac{E_H}{E_B} = \frac{72}{120} = 0,6$$

По номограмме определяем:

$$\frac{E_{\text{общ}}}{E_B} = 0,76$$

$$E_{\text{общ}}^{\text{II}} = 120 \cdot 0,76 = 91,2 \text{ МПа}$$

$$6) \quad \frac{h}{D} = \frac{11}{39} = 0,28$$

$$\frac{E_H}{E_B} = \frac{91,2}{450} = 0,17$$

По номограмме определяем:

$$\frac{E_{\text{общ}}}{E_B} = 0,23$$

$$E_{\text{общ}}^{\text{III}} = 450 \cdot 0,23 = 103,5 \text{ МПа}$$

$$7) \quad \frac{h}{D} = \frac{8}{39} = 0,21$$

$$\frac{E_H}{E_B} = \frac{103,5}{1400} = 0,07$$

По номограмме определяем:

$$\frac{E_{\text{общ}}}{E_B} = 0,12$$

$$E_{\text{общ}}^{a/b} = 1400 \cdot 0,12 = 168 \text{ МПа}$$

$$8) \quad \frac{h}{D} = \frac{6}{39} = 0,15$$

$$\frac{E_H}{E_B} = \frac{168}{2400} = 0,07$$

По номограмме определяем:

$$\frac{E_{\text{общ}}}{E_B} = 0,11$$

$$E_{\text{общ}}^{a/b} = 2400 \cdot 0,11 = 264 \text{ МПа}$$

Коэффициент прочности по упругому прогибу:

$$K_{\text{пр}} = \frac{E_{\text{общ}}}{E_{\text{тр}}} = \frac{264}{166} = 1,7$$

$$K_{\text{тр}} = 1,17 \text{ с заданной надежностью } 0,95$$

$$K_{\text{пр}} \geq K_{\text{тр}}$$

$$1,7 \geq 1,17.$$

Условие устойчивости на упругий прогиб выполнено.

### **7.2.2 Расчет на условие сдвигоустойчивости в грунте**

Так как дорожная одежда подстилается несвязным грунтом, проверим сдвигу в грунте земляного полотна.

Средний модуль упругости дорожной одежды:

$$E_{\text{ср}} = \frac{\sum E_i \cdot h_i}{\sum h_i} = \frac{2400 \cdot 6 + 1400 \cdot 8 + 450 \cdot 11 + 100 \cdot 14}{39} =$$
$$= 511,54 \text{ МПа}$$

Удельное сопротивление сдвигу  $\tau$  по отношениям:

$$\frac{E_{\text{ср}}}{E_{\text{гр}}} = \frac{511,54}{72} = 7,1$$

$$\frac{h_{\text{в}}}{D} = \frac{39}{39} = 1$$

По номограмме:  $\tau = 0,06$

Активное напряжение сдвига:

$$T = \tau \cdot P = 0,06 \cdot 0,6 = 0,036 \text{ МПа},$$

где  $T$  – действующее напряжение сдвига, МПа,

$\tau$  – активное удельное напряжение сдвига,

$P$  – расчетное давление колеса на покрытие.

Допускаемое предельное напряжение сдвига:

$$T_{\text{доп}} = K_{\text{д}} \cdot C_N + 0,1 \cdot \gamma_{\text{ср}} \cdot Z_{\text{оп}} \cdot \text{tg } \varphi = 3 \cdot 0,014 + 0,1 \cdot 0,002 \cdot 39 \cdot \text{tg } 11$$
$$= 0,04$$

$$K_{\text{пр}}^{\text{тр}} \leq \frac{T_{\text{доп}}}{T_{\text{пр}}} = \frac{0,04}{0,03} = 1,2 > 1$$

Конструкция удовлетворяет условию прочности по сдвигу в грунте.

### 7.2.3 Расчет на сопротивление растяжению при изгибе монолитных слоев

Модуль упругости верхнего слоя модели вычисляем по формуле, где значения модулей упругости материалов, содержащих вяжущее назначаем при температуре +20°C.

Средний модуль упругости верхнего слоя модели:

$$E_{\text{ср}} = \frac{\sum E_i \cdot h_i}{\sum h_i} = \frac{3600 \cdot 6 + 1700 \cdot 8}{12} = 2514 \text{ МПа}$$

Модуль упругости нижнего слоя модели:

$$E_{\text{н}} = 103,5 \text{ МПа}$$

Находим растягивающее напряжение от единичной силы  $\bar{\sigma}_r$  по отношениям:

$$\frac{E_{\text{в}}}{E_{\text{н}}} = \frac{2514}{103,5} = 24,3$$

$$\frac{h_{\text{в}}}{D} = \frac{14}{39} = 0,36$$

По номограмме:  $\bar{\sigma}_r = 2,3$

Полное растягивающее напряжение:

$$\sigma_r = \bar{\sigma}_r \cdot P \cdot K_{\text{в}} = 2,3 \cdot 0,6 \cdot 0,85 = 1,17 \text{ МПа}$$

где  $K_{\text{в}}$  – коэффициент, учитывающий особенности напряженного состояния покрытия под колесом автомобиля

Допускаемое растягивающее напряжение при изгибе асфальтобетона:



$$R_N = R_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot (1 - v_R \cdot t) = 5,5 \cdot 0,33 \cdot 0,8 \cdot (1 - 0,1 \cdot 1,71) = 1,2 \text{ Мпа,}$$

где  $R_0$  – значение предельного сопротивления нижнего слоя асфальтобетона;  
 $t$  – коэффициент нормированного отклонения  $R_0$ , принимаемый в зависимости от заданного уровня надежности;

$v_R$  – коэффициент вариации прочности на растяжение при изгибе асфальтобетона;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий снижение прочности вследствие усталостных явлений при многократном приложении нагрузки;

$$K_1 = \frac{\alpha}{\sqrt[m]{\sum N_p}} = \frac{6,5}{\sqrt[3,8]{84852}} = 0,33$$

где  $K_2$  – коэффициент, учитывающий снижение прочности во времени от воздействия погодных-климатических факторов.

$$\frac{R_N}{\sigma_r} = K_{пр} \geq K_{пр}^{тр}$$

$$\frac{1,2}{1,17} = 1,02 > 1$$

Условие прочности на растяжение в монолитных слоях выполняется.

### 7.3.4 Расчет на морозостойчивость

Условие морозостойчивости дорожной одежды:

$$l_{пуч} \leq l_{доп} = 6 \text{ см}$$

Так как глубина промерзания  $>2$  м. по номограмме по кривой определяем величину морозного пучения для осредненных условий:

$$l_{\text{пуч.ср}} = 6,6 \text{ см}$$

Величина возможного морозного пучения:

$$\begin{aligned} l_{\text{пуч}} &= l_{\text{пуч.ср}} \cdot K_{\text{УГВ}} \cdot K_{\text{пл}} \cdot K_{\text{гр}} \cdot K_{\text{нагр}} \cdot K_{\text{вл}} = 6,6 \cdot 0,53 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 0,6 \cdot 1,05 \\ &= 3,5 \text{ см} \leq l_{\text{доп}} = 6 \text{ см}. \end{aligned}$$

Условие морозоустойчивости дорожной одежды обеспечено.

## 8 Сравнение конструкций дорожных одежд по приведенным затратам

Предложено 2 варианта конструкций дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием. Ширина дорожной одежды – 7 м, автомобильная дорога IV категории местного значения, интенсивность на начало эксплуатации -  $N_0=350$  авт./сут, рост интенсивности движения –  $p=5,9\%$ . Дорожно-климатическая зона – I. Сметная стоимость участка автомобильной дороги IV категории в I зоне Красноярского края (г. Красноярск), определена на основании методических документов в строительстве, а именно, «Методических указаний по определению стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации» (МДС 81-1.99) [10] и «Методике определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации» (МДС 81-35.2004) [11], принятой и введенной в действие с 9.03.2004 г. постановлением Госстроя России от 05.03.2004 №15

Сумма накладных расходов определена на основании «Методических указаний по определению величины накладных расходов в строительстве» (МДС 81-33.2004) [12].

При определении величины накладных расходов приняты нормативы накладных расходов по видам строительных и монтажных работ:

- 142 % – для устройства дорожной одежды;

Сумма сметной прибыли определена на основании «Методических указаний по определению величины накладных расходов в строительстве» (МДС 81-25.2001).

Сметная стоимость сравниваемых конструкций дорожных одежд:

I вариант – 10929170,97 тыс.руб.;

II вариант – 12809955,32 тыс.руб.;

На основании приложенных смет, делаем вывод, что первый вариант конструкции дорожной одежды является наиболее экономически эффективным, следовательно, принимаем его для дальнейшего проектирования

Локальные сметы на дорожную одежду составлены по ТЕР 81-02-27-2001 сборник 27 [13] «Автомобильные дороги» и приведены в приложении Б.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был запроектирован вариант трассы.

Для этого варианта был построен продольный профиль дороги, с учетом грунтовых вод, назначены поперечные профили, а также были запроектированы кюветы и водоотвод.

Также было рассчитано два варианта конструкции дорожной одежды на прочность. По результатам расчета была выбрана конструкция, являющаяся наиболее экономически выгодной.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНИП 23-01-99\* (с изменением N 2). Дата введ. 01.01.2013. / Министерство регионального развития Российской Федерации. – М.,2012. – 113с.

2 СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. актуализированная редакция СНИП 2.05.02-85\* / Министерство регионального развития Российской Федерации. – М.,2013. – 112с.

3 ОДН 218.046-01 Проектирование нежестких дорожных одежд. Дата введ. 01.01.2001. / Государственная служба дорожного хозяйства министерства транспорта Российской Федерации. – М.,2001. – 61с.

4 ГОСТ 9128-2013 Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия. Дата введ. 01.11.2014 / Стандартиформ. – М.,2014. – 56с.

5 ГОСТ 25607-2009 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия. Дата введ. 01.01.2011/ Стандартиформ. – М.,2010. – 9с.

7 Проектирование автомобильных дорог. Основы [электронный ресурс]: учебное пособие /В.И. Жуков, Т.В. Гавриленко. – Красноярск: Сиб.Федер. ун-т, 2014 – 144с. <http://road-project.okis.ru>

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

9 ГОСТ 21.207 – 2013 Система проектной сметной документации. Условные графические обозначения на чертежах автомобильных дорог. Дата введ. 01.01.2015 / Стандартиформ. – М., 2014. – 21с. 52

10 МДС 81-1.99 Методические указания по определению стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. Дата введ. 26.04.1999. М.: Госстрой России, 1999. 126 с.

11 МДС 81-35.2004 Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. Дата введ. 09.03.2004. М.: Госстрой России, 2004. 72 с.

12 МДС 81-33.2004 Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве. Дата введ. 12.01.2004. М.: Госстрой России, 2001. 30 с.

13 ТЕР 81-02-27-2001 Территориальные единичные расценки на строительные работы. Автомобильные дороги: [сборник № 27]. Красноярск: ООО «Корина-офсет», 2004. 54 с.

14 Гавриш, В. В. Ценообразование и сметное дело в строительстве : [Электронный ресурс], учеб. метод. пособие : / составители В. В. Гавриш, Е. В. Гуторин, Т. В. Гавриленко, В. В. Серватинский. – Электронные дан. – Красноярск: Сиб. федер. у-т, 2013. – 329 с.

15 СТО 4.2-07-2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению , изложению и оформлению документов учебной деятельности / Система управления СФУ. – Красноярск, 2014. – 60с.

16 Методические рекомендации по определению расчётного уровня грунтовых вод при проектировании автомобильных дорог. – Минск,1974.





## Приложение Б

### Локальная смета № 1

на устройство дорожной одежды участка автомобильной дороги IV категории протяжённостью 4.9 км

Сметная стоимость, тыс.ру 12809,96

Нормативная трудоемкость, тыс.чел. 9,58

Сметная ЗП, тыс.ру 178,83

Составлена в ценах 2001 г. (руб.)

№ п/п	Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Количество	Стоимость единицы, руб.				Общая стоимость, руб.				Трудоёмкость строителей, ед. чел.-ч	Трудоемкость строителей, всего, ед.чел.-ч	Трудоёмкость машинистов, ед. чел.-ч	Трудоемкость 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	ТЕР27-04-005-01 (К=11/15)	Устройство однослойного основания из щебня фракции 40-70 мм при укатке каменных материалов с пределом прочности на сжатие свыше 98,1 МПа, толщиной 15 (11) см	1000 м <sup>2</sup>	35,93	31191,41	349,78	6579,71	724,39	1120811,33	12568,76	236430,91	26029,75	37,29	1339,95	49,26	1770,02
3	ТЕР27-04-001-01	Устройство подстилающего слоя основания из песка толщиной 15 см	100 м <sup>3</sup>	68,6	2886,84	144,78	2731,71	195,51	198037,22	9931,91	187395,31	13411,99	15,72	1078,39	13,29	912,02
4	ТСЦ-2001 (IV) 408-9040	Песок для строительных работ природный	м <sup>3</sup>	7546	185,43				1399254,78							
5	ТЕР27-06-020-02	Устройство верхнего слоя двухслойного покрытия из горячих а/б смесей плотных мелкозернистых плотность каменных материалов 3т/м3 и более толщиной 4 (6) см	1000 м <sup>2</sup>	29,4	47881,51	423,98	3015,10	288,92	1407716,39	12465,01	88643,94	8494,25	38,30	1126,02	19,65	577,61

Продолжение локальной сметы №1

6	ТЕР27-06-021-02 (К=4)	На каждый 1 см толщины покрытия добавлять к расценке 27-06-020-02	1000 м <sup>2</sup>	117,6	5555,14	1,00	5,42		653284,46	117,60	637,39		0,09	10,58		
7	ТЕР27-04-020-09	Устройство нижнего слоя двухслойного покрытия в горячих а/б смесей высокопористых крупнозернистых, плотность каменных материалов 3 т/м <sup>3</sup> и более толщиной 4 (8) см	1000 м <sup>2</sup>	29,4	46000,23	423,98	3023,87	289,22	1352406,76	12465,01	88901,78	8503,07	38,30	1126,02	19,67	578,21
8	ТЕР27-04-021-09 (К=8)	На каждый 1 см толщины покрытия добавлять к расценке 27-06-020-09	1000 м <sup>2</sup>	235	5289,71	1,00			6220698,96	235,2			0,09	21,168		
		Итого							12352209,92	47783,49	602009,33	56439,05		4702,14		3837,86
		Поправка к заработной плате							62533,53	28670,10		33863,43				
		Итого ПЗ+поправка							12414743,44	76453,59	635872,76	90302,48				
	МДС81-33-200 прил.4 п.21	Накладные расходы, 142							236793,62							
		Сметная ЗП рабочих, выполняющих работы, учитывающиеся НР								12076,47						
		Нормативная трудоёмкость рабочих, учитывающая НР														1041,89
		Себестоимость СМР							12651537,06							
	МДС81-25-200 прил.3 п.21	Сметная прибыль, 95 %							158418,26							
		Сметная стоимость							12809955,32							
		Нормативная трудоёмкость по смете														9581,89
		ЗП по смете всего								178832,54						

## Локальная смета № 2

### 2 вариант

на устройство дорожной одежды участка автомобильной дороги IV категории протяженностью 4.9 км

Сметная стоимость, тыс.руб. 10929,17

Нормативная трудоемкость, тыс.чел.-ч 9,41

Сметная ЗП, тыс.руб. 175,43

Составлена в ценах 2001 г. (руб.)

№ п/п	Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Количество	Стоимость единицы, руб.				Общая стоимость, руб.				Трудоёмк ость строителе й, ед, чел.- ч	Трудоемко сть строителей , всего, ед.чел.-ч	Трудоем кость машинис тов, ед, чел.-ч	Трудоемкост ь 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	ТЕР27-04-005-01 (К=10/15)	Устройство однослойного основания из щебня фракции 40-70 мм при укатке каменных материалов с пределом прочности на сжатие свыше 98,1 МПа, толщиной 15 (10) см	1000 м <sup>2</sup>	32,666667	31191,41	349,78	6579,71	724,39	1018919,39	11426,15	214937,19	23663,41	37,29	1218,14	49,26	1609,11
2	ТЕР27-04-001-01	Устройство подстилающего слоя основания из песка толщиной 15 см	100 м <sup>3</sup>	73,5	2886,84	144,78	2731,71	195,51	212182,74	10641,33	200780,69	14369,99	15,72	1155,42	13,29	977,16
3	ТСЦ-2001 (IV) 408-9040	Песок для строительных работ природный	м <sup>3</sup>	8085	185,43				1499201,55							

Продолжение локальной сметы №2

4	ТЕР27-06-020-02	Устройство верхнего слоя двухслойного покрытия из горячих а/б смесей высокоплотных мелкозернистых, плотность каменных материалов 3т/м3 и более, толщиной 4 (5) см	1000 м <sup>2</sup>	29,4	47881,51	423,98	3015,10	288,92	1407716,39	12465,01	88643,94	8494,25	38,30	1126,02	19,65	577,61
5	ТЕР27-06-021-02 (К=2)	На каждый 1 см толщины покрытия добавлять к расценке 27-06-020-02	1000 м <sup>2</sup>	58,8	5555,14	1,00	5,42		326642,23	58,80	318,70		0,09	5,29		
6	ТЕР27-04-020-07	Устройство нижнего слоя двухслойного покрытия из горячих а/б смесей пористых крупнозернистых, плотность каменных материалов 3 т/м3 и более, толщиной 4 (7) см	1000 м <sup>2</sup>	29,4	45202,34	423,98	3006,47	288,47	1328948,80	12465,01	88390,22	8481,02	38,30	1126,02	19,62	576,71
7	ТЕР27-04-021-07 (К=6)	На каждый 1 см толщины покрытия добавлять к расценке 27-06-020-07	1000 м <sup>2</sup>	176	5313,51	1,00	110,59		4686515,82	176,4	97540,38		0,09	15,876		
		Итого							10480126,93	47232,70	690611,11	55008,66		4646,77		3740,59
		Поправка к заработной плате							61344,82	28339,62		33005,19				
		Итого ПЗ+поправка							10541471,74	75572,32	723616,31	88013,85				
	МДС81-33-2004 прил.4 п.21	Накладные расходы, 142 %							232292,37							
		Сметная ЗП рабочих, выполняющих работы, учитываемые НР								11846,91						
		Нормативная трудоёмкость рабочих, учитываемая НР														1022,09

## Продолжение локальной сметы №2

		Себестоимость СМР							10773764,11						
	МДС81-25-2001 прил.3 п.21	Сметная прибыль, 95 %							155406,86						
		Сметная стоимость							10929170,97						
		Нормативная трудоёмкость по смете													9409,44
		ЗП по смете всего							175433,08						



