

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

Инженерно-строительный институт

институт

Автомобильных дорог и городских сооружений

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ В. В. Серватинский

подпись

инициалы, фамилия

« ____ » _____ 20 __ г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

08.03.01 «Строительство»

08.03.01.00.15 «Автомобильные дороги»

Назначение радиусов кривых в плане при реконструкции автомобильной
дороги на основе теории рисков

тема

Руководитель	_____	<u>доцент, канд.техн.наук</u>	<u>Т.В. Гавриленко</u>
	подпись, дата	должность, учетная степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>Т. А. Путенкова</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____		<u>Т. А. Федорова</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Красноярск 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1. Анализ исходных данных.....	6
1.1 Климат.....	6
1.2 Рельеф.....	9
1.3 Растительность и почвы.....	9
1.4 Гидрология.....	10
1.5 Инженерно – геологические условия.....	10
2. Проектирование трассы.....	11
2.1 Характеристика существующей трассы.....	11
2.2 Основные положения теории риска, используемые при проектировании трассы.....	11
2.3 Расчет кривых в плане на основе теории риска.....	15
2.4. Новый вариант трассы с учетом оценки риска.....	17
3. Продольный профиль	20
4. Поперечный профиль.....	21
5. Дорожная одежда.....	22
5.1 Расчет первого варианта дорожной одежды.....	25
5.2 Расчет второго варианта дорожной одежды.....	30
5.3 Сравнение вариантов дорожной одежды.....	34
6. Экономическая часть	36
Заключение.....	39
Список использованных источников	40

Приложение А.....	41
Приложение Б.....	44
Приложение В	47
Приложение Г	50
Приложение Д.....	51

ВВЕДЕНИЕ

Проектирование свойств автомобильной дороги должно быть тесно связано с вероятностным подходом, так как проектировщик вынужден на основании современных данных прогнозировать некоторое будущее состояние объекта. Вероятностный подход позволяет также учесть погодноклиматические факторы (гололедица, снежный накат, боковой и встречный ветер и другие), которые современными нормами проектирования, практически, не учитываются при назначении геометрических элементов дороги. В данной выпускной квалификационной работе исследуется возможность назначения радиусов кривых в плане с учетом теории риска. Исследования проводятся на примере реконструкции автомобильной дороги «Подъезд к большой Сосновке».

Сначала оценивается риск проезда по существующей кривой в плане, далее рассчитывается приемлемый риск при учете встречного ветра и назначаются радиусы кривых в плане, обеспечивающих проезд по ним с приемлемым риском. Результаты исследований докладывались на Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука: проспект Свободный»

В работе рассматриваются 2 варианта дорожной одежды и приводится их сравнение по сметной стоимости.

1 Анализ исходных данных

1.1 Климат

Климатическая характеристика района изысканий приводится по данным метеорологических станций Ужур.

Дорожно - климатическая зона –Ш.

Климат района – резкоконтинентальный.

Среднемесячные и среднегодовые температуры воздуха приводятся в таблице 1.

Таблица 1– Среднемесячные температуры воздуха

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Темп. °С	-19,5	-18,5	-11,8	-0,3	7,6	14,9	17,2	14,0	8,1	0,2	-10,2	-17,5	-1,2

Даты наступления средних суточных температур воздуха выше и ниже определенных пределов и число дней с температурой, превышающей эти пределы, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Среднесуточные температуры воздуха

t°	Даты	Дни
-10°	13.03-14.06	235
-5°	5.04-4.06	212
0°	16.04-16.05	182
5°	1.05-26.09	147
10°	26.05-7.09	103

Таблица 3 – Климатические характеристики

Характеристика	Величина
1. Абсолютная температура воздуха минимальная	-54
максимальная	36

Продолжение таблицы 3

2. Температура воздуха наиболее холодной пятидневки		182
обеспеченностью	0,98	-39
	0,92	-38
3. Средняя годовая скорость ветра (м/с)		3,6
4. Преобладающее направление ветра за декабрь- февраль		ЮВ, Ю
5.Наибольшая скорость ветра (м/с)		
возможная один раз за 1 год		22
10 лет		28
20 лет		30
6.Средняя годовая относительная влажность воздуха , %		72
7. Среднее число дней в году с относительной влажностью		
воздуха 80% и более		67,0
8. Сумма атмосферных осадков за год , мм		403
9. Число дней в году с осадками	более 0,1мм	151
	более 5 мм	20
10. Максимальное суточное количество осадков, мм		56
11. Число дней в году с устойчивым снежным покровом		163
12. Среднее за год число дней с метелью		18
13. Среднее за год число дней с гололедом		0,3

Дорожно – климатический график представлен на рисунке 1.

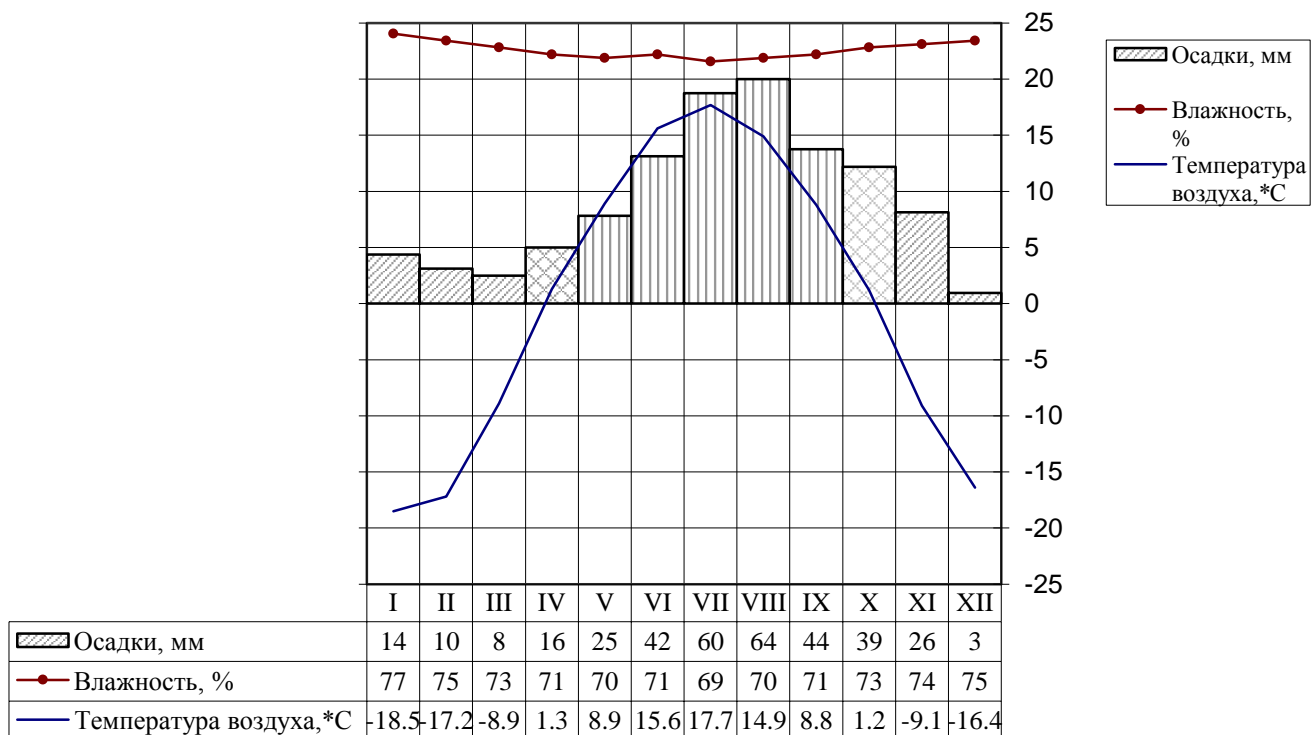
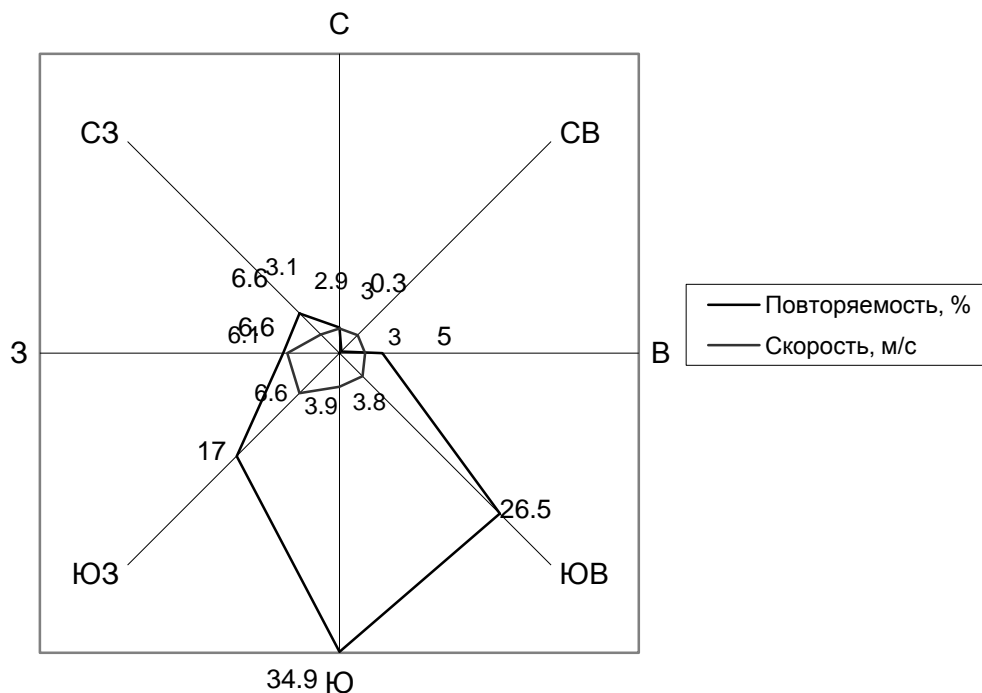


Рисунок 1– Дорожно-климатический график

График распределения скоростей и интенсивности ветра представлен на рисунке 2.

а) повторяемость и скорость ветра за январь



б) повторяемость и скорость ветра за июль

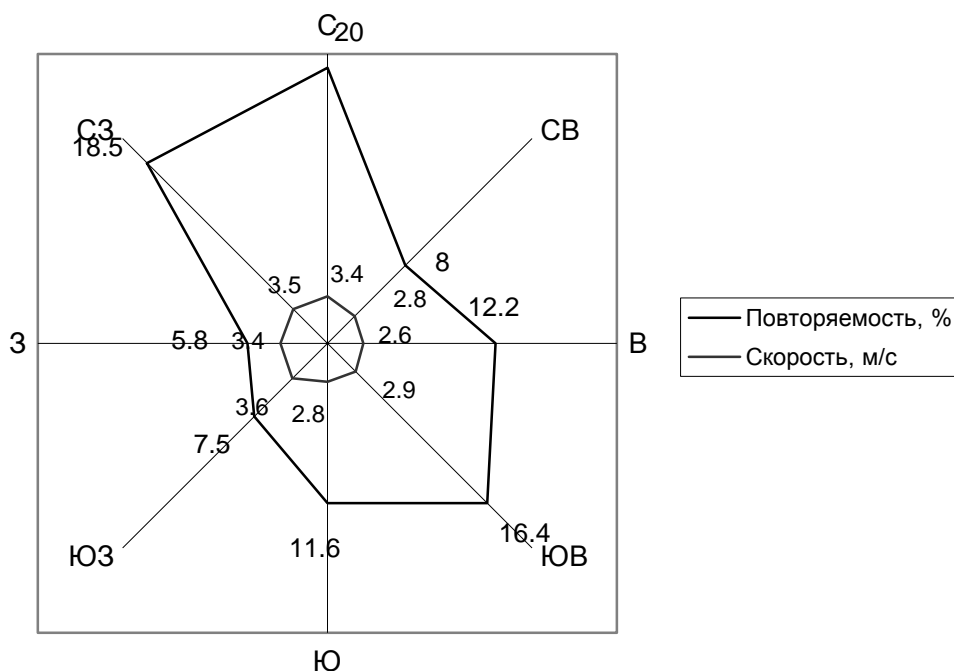


Рисунок 2 – Розы ветров

а) повторяемость и скорость ветра за январь

б) повторяемость и скорость ветра за июль

1.2 Рельеф

Район работ занимает Назаровскую впадину Минусинского межгорного прогиба, которая отделена от Чебаково- Балахтинской впадины Сологонским кряжем. Автодорога на протяжении проектируемого участка проходит по равнинной местности, пересекая несколько местных понижений и небольших логов. Гидросеть принадлежит бассейну реки Чулым. Наиболее крупные притоки Чулыма– реки Серез, Урюп и др. имеют широкие заболоченные долины.

1.3 Растительность и почвы

Растительный покров притрассовой полосы представлен черным продольным слоем почвы средней толщиной 0,20 м с корнями травянистых растений.

1.4 Гидрология

Основным источником питания в период половодья являются накопившиеся на зиму в бассейнах водосборов твердые осадки. Суммарный слой весеннего стока определяется величиной поверхностного притока талых вод.

На величину наибольшего расхода воды оказывают влияние также форма и размеры площади водосбора, средние уклоны водотока и водосбора.

1.5 Инженерно-геологическая характеристика района работ

Участок автодороги расположен в Назаровском районе, Красноярского края. Геологическое строение трассы изысканий изучено до глубины от 4.0 до 6.0 м. В строении исследуемой дороги принимают участие современные насыпные грунты, аллювиальные и аллювиально-делювиальные отложения верхнечетвертичного возраста.

Открытая поверхность трассы изысканий перекрыта слоем насыпных грунтов, представленных смесью щебня, дресвы и суглинка. Мощность насыпных грунтов меняется от 0.3 м до 0.1 м.

Основные грунты трассы:

ИГЭ-1 Насыпной грунт, представляемый смесью щебня, дресвы и суглинка;

ИГЭ -5 Супесь пылеватая;

ИГЭ-63а Дресвяный грунт с суглинистым заполнителем до 25% твердой консистенции;

ИГЭ-43а Суглинок твердой и полутвердой консистенции, тяжелый, пылеватый

2 Проектирование трассы

2.1 Характеристика существующей трассы

Автомобильная дорога 4 категории имеет протяженность 2.452 км. Имеет 7 углов поворота. Ширина земляного полотна составляет 10.0 м. Ширина проезжей части 6.0 м. Ширина обочин 2.0 м. Поперечный уклон проезжей части 30 ‰. Расчетная скорость 80 км/ч.

2.2 Основные положения теории риска при проектировании трассы

При реконструкции автомобильной дороги, выявилось, что радиусы не кривой в плане соответствуют требованиям. Мы решили оценить риск проезда по кривой в плане малого радиуса с учетом встречного ветра. Методика проектирования автомобильных дорог с учетом теории риска предложена В.В. Столяровым [1,2]. Она является логическим продолжением метода итоговых коэффициентов аварийности, применяемого для оценки безопасности автомобильных дорог. Риск движения автомобиля со скоростью v по геометрическому элементу определяется по формуле, которая имеет вид:

$$r = 0,5 - \Phi\left(\frac{A - A_m}{\sqrt{\sigma_A^2 - \sigma_m^2}}\right), \quad (1)$$

где A – величина геометрического элемента дороги;

A_m – его минимальное значение, при котором риск движения со скоростью v равен 50%;

σ_A и σ_m – средние квадратические отклонения величины A и A_m соответственно; $\Phi(u)$ – функция Лапласа (интеграл вероятности).

В работе [3] теория риска использовалась при анализе назначения радиусов кривых в зависимости от вида покрытия. Рассматривались варианты участка дороги при двух видах покрытия из горячего асфальтобетона (с

поверхностной обработкой и без неё) и нескольких состояниях покрытия (чистого сухого, влажного чистого, мокрого грязного, гололедицы и слоя рыхлого снега различной толщины) при полном штиле. В данной работе исследуется влияние встречного ветра на величину назначения радиуса кривой.

При расчете кривых в плане под величиной A понимается радиус кривой. Минимальный радиус R_m определяется по применяемой в проектировании методике, т.е. с учетом предельной скорости движения одиночного расчётного автомобиля, при которой происходит поперечное скольжение автомобиля на кривой.

$$R_m = \frac{v^2}{127(\sqrt{\varphi_1^2 - \mu_x^2} + i_g)}, \quad (2)$$

где v – расчетная скорость движения;

i_g – уклон виража;

$\sqrt{\varphi_1^2 - \mu_x^2}$ – поперечная составляющая общего коэффициента сцепления;(3)

φ_1 – часть общего коэффициента сцепления, используемая в продольном направлении;

μ_x – величина коэффициента тяговой силы. При такой величине радиуса, существует 50-% риск потери устойчивости автомобиля, м.

Коэффициент тяговой силы μ_x учитывает силы, действующие на равномерно движущийся автомобиль ($v = \text{const}$), к которым относятся силы сопротивления: движению на подъем, качению и воздуха. Он вычисляется по формуле:

$$\mu_x = \frac{2}{K_{\text{сш}}} \left(f_v + i + \frac{K \cdot F \cdot v_c^2}{13mg} \right), \quad (4)$$

где f_v – коэффициент сопротивления качению;

i – коэффициент сопротивления движению на подъем (продольный уклон в пределах кривой в плане), тысячные;

K – коэффициент обтекаемости лобовой площади автомобиля, кг/м³;

F – лобовая площадь, м²;

v_c – скорость набегания воздуха на автомобиль, км/ч;

m – масса автомобиля, кг;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

$K_{сц}$ – коэффициент сцепного веса.

Если систему координат связать с движущимся автомобилем, то при штиле скорость набегания воздуха на автомобиль $\vec{v}_{шт}$ равна по значению скорости движения автомобиля, но противоположна ей по направлению.

В случае встречного ветра векторы скорости ветра $\vec{v}_в$ и скорости $\vec{v}_{шт}$ складываются: $\vec{v}_c = \vec{v}_в + \vec{v}_{шт}$. Схема к определению скорости набегания воздуха на автомобиль приведена на рисунке 3. Цифрами обозначены: 1 – траектория движения автомобиля по кривой в плане; 2 – автомобиль; 3 – направление ветра, характеризуемое скоростью $\vec{v}_в$; 4 – скорость набегания воздуха на автомобиль, движущегося при полном штиле $\vec{v}_{шт}$; 5 – скорость набегания воздуха на автомобиль с учетом ветра, определяемая как сумма векторов.

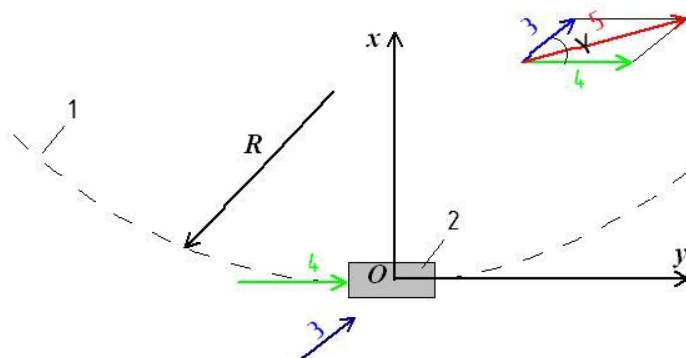


Рисунок 3 – Схема сложения векторов

По правилу сложения векторов длина вектора скорости набегания воздуха на автомобиль с учетом ветра:

$$v_c = \sqrt{v_в^2 + v_{шт}^2 - 2v_в \cdot v_{шт} \cdot \cos\gamma}, \quad (5)$$

где γ – угол между векторами.

Лобовая площадь зависит от угла атаки встречного ветра γ и определяется по формуле [1, ч. II]

$$F = 0,8 \cdot H(D \cdot \sin \gamma \pm B \cdot \cos \gamma), \quad (6)$$

где H – высота автомобиля,

D – длина,

B – ширина; знак «+» соответствует встречному ветру, а знак «-» – попутному.

Наиболее сильное сопротивление воздуха возникает при встречном ветре, следовательно, в дальнейших расчётах используем формулу:

$$F = 0,8 \cdot H(D \cdot \sin \gamma + B \cdot \cos \gamma), \quad (7)$$

Радиус кривой в плане с заданной величиной риска определяется по выражению:

$$R = R_m + u \sqrt{\sigma_m^2 + \sigma_R^2}, \quad (8)$$

где σ_m – среднее квадратическое отклонение минимального радиуса кривой в плане, м;

σ_R – допуск на отклонение радиуса кривой в плане, зависящий от точности разбивочных и строительно-монтажных работ, м;

u – аргумент функции Лапласа, устанавливаемый в зависимости от величины принятого риска.

В качестве нормативного (приемлемого) риска попадания в ДТП рекомендуется принимать значение $1 \cdot 10^{-4}$, которое по международной шкале находится между умеренным и высоким риском [1].

Риск возникновения ДТП при встречном ветре представляет собой произведение:

$$R_s = P(\text{ДТП}|W) \cdot P(W), \quad (9)$$

где $P(\text{ДТП}|W)$ - условная вероятность попадания в ДТП на кривой малого радиуса при наличии бокового ветра,

$P(W)$ - вероятность возникновения бокового ветра. Условная вероятность попадания в ДТП при боковом ветре рассчитывается в соответствии с (1), как:

$$P(\text{ДТП}|W) = 0,5 - \Phi\left(\frac{R - R_m}{\sqrt{\sigma_R^2 - \sigma_m^2}}\right), \quad (10)$$

2.3 Расчет кривых в плане на основе теории риска

Данная методика была применена к анализу риска на кривой в плане радиусом 150 м. Этот радиус не соответствует нормативным требованиям дороги 4 категории, что заведомо вызывает снижение расчетной скорости на рассматриваемом участке дороги.

В Назаровском районе в зимний период преобладают три направления ветра: юго-западное, южное и юго-восточное. Роза ветров представлена на рисунке 2.

Вероятность возникновения бокового ветра определяется по повторяемости ветра. Тогда в соответствии с розой ветров вероятность юго-западного направления ветра в январе составляет 0,17; южного – 0,349; юго-восточного – 0,265.

По вышеизложенной методике были проведены расчеты величины радиуса для приемлемого значения риска. При отсутствии ветра ($v_{в} = 0$ м/с и $\gamma=0^\circ$) радиус кривой, обеспечивающий риск 10^{-4} , должен быть 241 м. В наиболее неблагоприятном случае (юго-западный ветер и угол атаки $\gamma=70^\circ$) радиус, обеспечивающий приемлемый риск должен быть равен 542 м, что в 4,3 раза больше, запроектированного. Таким образом, данный участок дороги не соответствует приемлемому риску.

Также была решена обратная задача, когда был вычислен риск попадания в ДТП при различных ветровых характеристиках. Расчёты приведены в табл. 4.

Таблица 4 – Значения риска при различных углах атаки и скоростях ветра

Угол $\gamma, ^\circ$	Юго-западный ветер		Южный ветер		Юго-восточный ветер	
	$v=6,6$ м/с	$P=0,17$	$v=3,9$ м/с	$P=0,349$	$v=3,8$ м/с	$P=0,265$
	риск	общий риск	риск	общий риск	риск	общий риск
0	0,09	0,0157	0,12	0,0433	0,13	0,0335
30	0,26	0,0446	0,36	0,1266	0,37	0,0972
45	0,4	0,0680	0,48	0,1684	0,49	0,1288
60	0,52	0,0892	0,56	0,1951	0,56	0,1488
70	0,58	0,0979	0,59	0,2047	0,59	0,1555
80	0,06	0,1021	0,6	0,2086	0,6	0,1584
90	0,61	0,1032	0,6	0,2094	0,6	0,1588

В ходе расчетов по вероятностной методике были получены следующие результаты.

1. Максимальные значения риска получились при угле атаки $\gamma = 65-70^\circ$.
2. Наибольшие средние значения скоростей ветра присущи юго-западному направлению 6,6 м/с, при этом вероятность ветра составляет 0,17; риск попадания в ДТП, рассчитанный по формуле (10), составляет 0,61.
3. Наиболее частым является южный ветер с вероятностью $P(w) = 0,349$ и средней скоростью 3,9 м/с. В этом случае наблюдается самый высокий риск попадания в ДТП – 0,6. Таким образом, наложение двух факторов: несовершенство геометрического элемента дороги, выражаемое в величине

малого радиуса, и высокая вероятность возникновения бокового ветра с достаточно большой средней скоростью приводят к очень высокой вероятности попадания в ДТП на этом участке дороги.

Значение риска 0,61 означает, что из 1000 ДТП на данном участке, в 610 случаях ответственность несут проектировщики данного участка.

При юго-западном ветре и угле атаки $\gamma=50^\circ$ радиус, обеспечивающий приемлемый риск, должен быть равен 316 м, что в 2 раза больше запроектированного.

2.4 Новый вариант трассы с учетом оценки риска

Для дальнейшего проектирования задаем радиус 316 м и определяем элементы круговой кривой: тангенс Т, длину круговой кривой К, биссектрису Б и домер Д, по формулам:

$$T = R \cdot tg \frac{\alpha}{2}, \quad (11)$$

где R- радиус кривой в плане, м.

α - угол поворота трассы, в градусах.

$$T = 316 \cdot tg \frac{56,29}{2} = 168,744 \text{ м.}$$

$$T_{\Pi} = 168,744 + 47,716 = 216,46 \text{ м.}$$

$$K = \frac{\pi \cdot R \cdot \alpha}{180}, \quad (12)$$

где, R- радиус кривой в плане, м.

α - угол поворота трассы, в градусах.

$$K = \frac{3,14 \cdot 216,46 \cdot 56,29}{180} = 310,29 \text{ м.}$$

$$K_{\Pi}=310,29+94,8=405,09\text{м.}$$

$$B = \sqrt{T^2 + R^2} - R, \quad (13)$$

где, T – тангенс, м.

R – радиус кривой, м.

$$B = \sqrt{216,46^2 + 316^2} - 316 = 42,23\text{м.}$$

$$B_{\Pi}=42,23 + 1 = 43,23\text{м.}$$

$$D_{\Pi} = 2T_{\Pi} - K_{\Pi}, \quad (14)$$

где, T_{Π} – тангенс полный, м.

K_{Π} – кривая полная, м.

$$D_{\Pi} = 2 \cdot 216,46 - 405,09 = 27,83\text{м.}$$

$$\text{ПК НЗ} = \text{ПК ВУ} - T_{\Pi} = 305,21 - 216,46 = 88,75\text{м.}$$

$$\text{ПК КЗ} = \text{ПК НЗ} + K_{\Pi} = 88,75 + 405,09 = 493,84 \text{ м.}$$

$$\text{ПК НКК} = \text{ПК НЗ} + L = 88,75 + 94,8 = 183,55 \text{ м.}$$

$$\text{ПК ККК} = \text{ПК КЗ} - L = 493,84 - 94,8 = 399,04 \text{ м.}$$

В качестве исходных пунктов использовались пункты государственной геодезической сети «Большая Сосновка» и «Березовая роща».

Начало проектируемого участка трассы ПК 0+00 расположен на оси проезжей части существующей автомобильной дороги. На основном протяжении ось трассы проходит по существующему направлению (по оси существующей дороги). На участках с ПК 2+60 по ПК 4+50 ось сходит с

существующей дороги и проходит по новому направлению. На сопряжении новой кривой со старой осью, ПК 4+00-ПК 5+00, происходит введение неправильного пикета. Вписан больший радиус 316 м .

3 Продольный профиль

При реконструкции автомобильной дороги продольный профиль не требовал изменений нанесения проектной линии, так как был запроектирован по нормам СП [4] , для дороги 4 категории при расчетной скорости движения 80 км/час с учетом общей толщины дорожной одежды. Минимальный радиус вертикальных выпуклых кривых – 3670 м. Минимальный радиус вогнутых кривых – 5247 м. Максимальный продольный уклон 70 ‰. Отвод поверхностных вод от земляного полотна там, где это необходимо и возможно, предусмотрен боковыми канавами. В пониженных местах с необеспеченным поверхностным стоком водоотвод осуществляется по проектируемым трубам.

4 Поперечный профиль

В работе предусмотрено 6 типов конструкции земляного полотна:

- 1 тип назначается при высоте насыпи до 2-х метров с заложением откосов 1:3;
- 2 тип назначается в выемках до 1 м;
- 3 тип назначается в выемках до 12м без устройства заюветных полок.

На прямолинейных участках дороги принимается двухскатный поперечный профиль. На участках при радиусах кривых в плане меньше 1000 м принимается односкатный поперечный профиль с устройством виража. Запроектирован вираж с уклоном 40%. Отгоны виража на переходных кривых.

5 Дорожная одежда

Дорожная одежда существующей дороги была выполнена из:

Георешета СД- 30(или ее аналог);

Грунт рабочего слоя из щебеночно-песчаной смеси С3 толщиной по оси 0,41 м;

Покрытие из щебеночно-песчаной смеси С2 толщиной по оси 0,15 м.

При реконструкции разработаны 2 варианта дорожной одежды нежесткого типа. Вид слоев и их толщина просчитана на расчетную нагрузку от движущихся транспортных средств.

Расчет дорожной одежды выполнен в соответствии с ОДН 218.046-01[5].

Просчитанная дорожная одежда должна удовлетворять 4 условиям:

- по допускаемому упругому прогибу
- на растяжение при изгибе
- на сдвиг в грунте земляного полотна
- на морозоустойчивость

В последствии расчета выбираем более экономичный.

Исходные данные :

1. Район проектирования – Назаровский район, Красноярского края;
2. Дорожно– климатическая зона – III;
3. Грунт земляного полотна - смесь щебня, дресвы и суглинка;
4. Тип местности по увлажнению – 2;
5. Перспективная интенсивность грузовых автомобилей на 2031 год - 297авт/сут.

Состав движения и расчетные параметры приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Состав движения и расчетные параметры

Тип подвижного состава	Перспективная интенсивность, авт/сут, N	Коэффициент приведения	Интенсивность движения авт/сут
Грузовые автомобили:			
до 6 т	18	0,2	3,6
до 8 т	28	0,7	19,6
до 14 т	45	1,25	56,25
Легковые автомобили, шт	206	0	0

Определяем расчетную приведенную интенсивность воздействия нагрузки (автомобиль группы А на полосу авт/сут.)

$$N_p = f_{пол} \sum_{M=1}^n N \cdot S_m, \quad (15)$$

где $f_{пол}$ – коэффициент учитывающий число полос движения и распределения движения по ним, $f_{пол}=0,55$ для двухполосных дорог.

N_m – число проездов автомобилей m марки в сутки.

S_m – коэффициент приведения автомобиля к расчётной нормативной нагрузке.

$$N_p = 0,55 \cdot (18 \cdot 0,2 + 28 \cdot 0,7 + 45 \cdot 1,25 + 206 \cdot 0) = 43,69 \text{ прив. авт./сутки.}$$

Коэффициент надежности $K_n=0,90$

Коэффициент прочности $K_{пр}=1,10$

Определяем для данной интенсивности N_p требуемый модуль упругости, $E_{тр}=46$ МПа, и сравниваем с минимальным допустимым значением $E_{тр.min}=181,51$ МПа. Для дальнейшего расчета принимаем $E_{тр.min}=181,51$ МПа.

Варианты конструкций дорожной одежды:

1 вариант конструкции дорожной одежды:

1. Верхний слой покрытия: плотный горячий мелкозернистый асфальтобетон II марки, тип А, на битуме $90/130$, $h = 6$ см.
2. Нижний слой покрытия: черный щебень методом заклинки М 600, $h = 14$ см.
3. Верхний слой основания: песок среднезернистый, $h = 22$ см.
4. Дополнительный слой основания: супесь пылеватая, $h = 25$ см.

2 вариант конструкции дорожной одежды:

1. Верхний слой покрытия: плотный горячий мелкозернистый асфальтобетон II марки, тип А, на битуме $90/130$, $h = 7$ см.
2. Нижний слой покрытия: щебень методом заклинки М 800, $h = 14$ см.
3. Верхний слой основания: песчано-гравийная смесь, $h = 25$ см.
4. Дополнительный слой основания: супесь пылеватая, $h = 30$ см.

5.1 Расчет первого варианта дорожной одежды:

Таблица 6 – Расчет первого варианта дорожной одежды

п/п	Материал слоя и грунта	Расчет по, МПа		
		Упругому прогибу	Сопротивление изгибу	Сопротивлению растяжению при изгибе
1	Плотный м/з а/б, тип А, марка II	$E_1=2400$	$E_1=1200$	$E_1=3600$
2	Щебень методом заклинки, М 600	$E_2=900$	$E_2=900$	$E_2=900$
3	Песок среднезернистый	$E_3=430$	$E_3=430$	$E_3=430$
4	Супесь пылеватая	$E_{тр}=46\text{МПа}$ $C=0,012\text{ МПа}$ $\varphi =35\text{град}$		

Таблица 7 – Расчет на сопротивление по упругому прогибу

п/п	Наименование слоя		h_i/Dg	E , МПа	$E_{общ}/E$	E_2/E_1	$E_{общ}$, МПа
1	Плотный м/з а/б, тип А, марка II	6	0,153	2400	0,11	0,082	264
2	Щебень методом заклинки, М 600	14	0,358	900	0,22	0,114	198
3	Песок среднезернистый	22	0,564	430	0,24	0,106	103,2
4	Супесь пылеватая	25	0,641	46	-	-	46

Общая толщина дорожной одежды:

$$\sum h_i = 6 + 14 + 22 + 25 = 67 \text{ см};$$

Условие прочности:

$$E_{общ}/E_{тр} = 264/181,51 = 1,45;$$

$$K_{пр}=1,10;$$

$$E_{общ}/E_{тр}>K_{пр}$$

$$1,45>1,10$$

$$E_{общ}>E_{тр} \cdot K_{пр}$$

$$264>199,66$$

Условие выполняется.

Расчет по сдвигу в подстилающем грунте:

$$\text{Условия прочности } T \leq T_{доп} / K_{пр}$$

Активное напряжение сдвига в грунте:

$$T = (\sum h_i) \cdot p, \quad (16)$$

где $(\sum h_i)$ - удельное активное напряжение сдвига от единичной нагрузки;

p - расчетное давление от колеса на покрытие.

$$E_{ср} = \sum E_i h_i / \sum h_i = 29260 / 42 = 696,66 \text{ МПа};$$

$$h/D = 42/39 = 1,07;$$

$$E_{ср}/E_{тр} = 696,66/46 = 15,14$$

Определяем активное напряжение сдвига:

$$T = 0,075 \cdot 0,6 = 0,045 \text{ МПа}$$

Определяем допускаемое напряжение сдвига:

$$T_{доп} = C_N \cdot K_g + 0,1 \cdot \gamma_{ср} \cdot Z_{оп} \cdot tg \varphi_{ст}, \quad (17)$$

где C_N – сцепление в грунте активной зоны земляного полотна в расчетный период, МПа;

K_g – коэффициент, учитывающий особенности работы конструкции на границе песчаного слоя с нижним слоем несущего основания, равен 4 (для песка средней крупности);

$\gamma_{ср}$ – средневзвешенный удельный вес конструктивных слоев, расположенных выше проверяемого слоя, кг/см²;

$Z_{оп}$ – глубина поверхности слоя, проверяемого на сдвигоустойчивость от верха конструкции, см.

$$T_{доп} = 0,012 \cdot 4 + 0,1 \cdot 0,02 \cdot 67 \cdot 0,7 = 0,1418$$

Проверяем условия прочности:

$$T \leq \frac{T_{доп}}{K_{пр}}$$

$$\frac{T_{доп}}{K_{пр}} = 0,128$$

$$0,045 \leq 0,128$$

$$K_{гр} = \frac{T_{доп}}{T} > K_{пр};$$

$$K_{гр} = \frac{0,1418}{0,045} = 3,15 > 1,10;$$

Условия прочности выполняются.

Расчет на сопротивление монолитных слоев:

К верхнему слою относим все а/б слои. Модуль упругости верхнего слоя устанавливаем по формуле:

$$E_6 = \frac{3600 \cdot 6}{6} = 3600 \text{ МПа}$$

По отношениям $\frac{h_g}{D} = \frac{6}{39} = 0,153$ и $\frac{E_g}{E_n} = \frac{3600}{46} = 78,26$

По монограмме $\bar{\sigma}_R = 6,2$ отсюда полное растягивающее напряжение

$$\sigma_R = p \cdot \bar{\sigma}_R \cdot \kappa_\sigma = 0,60 \cdot 6,2 \cdot 0,85 = 2,97 \text{ МПа.}$$

Допускаемое растягивающее напряжение при изгибе асфальтобетона:

$$R_{\text{дон}} = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot (1 - t \cdot v_R), \quad (18)$$

где K_0 – среднее значение сопротивления асфальтобетона растяжения при изгибе ($\bar{R} = 9,5 \text{ МПа}$);

t – коэффициент нормированного отклонения \bar{R} , принимаемый в зависимости от заданного уровня надежности (1,32);

v_R – коэффициент вариации прочности на растяжение;

K_Y – коэффициент усталости (0,44);

K_2 – коэффициент снижения прочности от воздействия природно-климатических факторов (0,95).

$$R_{\text{дон}} = 9,5 \cdot 0,44 \cdot 0,9 \cdot (1 - 0,10 \cdot 1,32) = 3,265 \text{ МПа;}$$

$$\delta_r < \frac{R_{\text{дон}}}{K_{np}^{mp}}$$

$$2,97 < 3,47$$

Условие прочности на растяжение в монолитных слоях выполняется.

Расчет на морозоустойчивость:

1. Определим допустимое морозное пучение дорожной одежды:

$$l_{\text{дон}} = 6 \text{ см;}$$

2. Конструкция считается морозоустойчивой, если величина промерзания:

$$Z_{np} = Z_{np(ср)} \cdot 1,38,$$

$Z_{np(ср)}$ -средняя глубина промерзания (1,7);

$$Z_{np} = 2,8 \cdot 1,38 = 3,864 \text{ м.}$$

3. Величина пучения для данной конструкции:

$$l_{пуч} = l_{пуч(ср)} \cdot K_{узв} \cdot K_{пл} \cdot K_{ср} \cdot K_{нагр} \cdot K_{вл} , \quad (19)$$

где $l_{пуч(ср)}$ – среднее морозное пучение дорожной одежды;

$$K_{узв} = 0,10$$

$$K_{пл} = 1,2$$

$$K_{ср} = 1,1$$

$$K_{нагр} = 0,99$$

$$K_{вл} = 1,2$$

$$l_{пуч(ср)} = l_{дон} / K_{узв} \cdot K_{пл} \cdot K_{ср} \cdot K_{нагр} \cdot K_{вл} , \quad (20)$$

$$l_{пуч(ср)} = 6/0,5 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 0,7 \cdot 1,1 = 11,8 \text{ см.}$$

$$l_{пуч} = 11,8 \cdot 0,10 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 0,99 \cdot 1,2 = 1,85 \text{ см.}$$

Поскольку для дорожной одежды облегченного типа допустимая величина морозного пучения согласно ОДН составляет 6 см. а полученная величина составляет 1,85 см , то условия выполняются .

5.2 Расчет второго варианта дорожной одежды

Таблица 8 – Расчет второго варианта дорожной одежды

п/п	Материал слоя и грунта	Расчет по, МПа		
		Упругому прогибу	Сопротивление изгибу	Сопротивлению растяжению при изгибе
1	Плотный м/з а/б, тип А, марка П	$E_1=2400$	$E_1=1200$	$E_1=3600$
2	Щебень методом заклинки, М 800	$E_2=900$	$E_2=900$	$E_2=900$
3	Песчано-гравийная смесь	$E_3=450$	$E_3=450$	$E_3=450$
4	Супесь пылеватая	$E_{тр}=46\text{МПа}$ $C=0,012\text{ МПа}$ $\varphi =35\text{град}$		

Таблица 9 – Расчет на сопротивление по упругому прогибу

№ п/п	Наименование слоя		h_i/Dg	$E, \text{ МПа}$	$E_{общ}/E$	E_2/E_1	$E_{общ}, \text{ МПа}$
1	Плотный м/з а/б, тип А, марка П	7	0,179	2400	0,09	0,078	216
2	Щебень методом заклинки, М 800	14	0,358	900	0,21	0,13	189
3	Песчано-гравийная смесь	25	0,641	450	0,26	0,102	117
4	Супесь пылеватая	30	0,769	46	-	-	46

Общая толщина дорожной одежды:

$$\sum h_i = 7 + 14 + 25 + 30 = 76 \text{ см};$$

Условие прочности:

$$E_{общ}/E_{тр} = 216/181,51 = 1,19;$$

$$K_{пр} = 1,10;$$

$$E_{общ}/E_{тр} > K_{пр}$$

$$1,19 > 1,10$$

$$E_{общ} > E_{тр} \cdot K_{пр}$$

$$216 > 199,66$$

Условие выполняется.

Расчет по сдвигу в подстилающем грунте:

Условия прочности $T \leq T_{\text{доп}} / K_{\text{пр}}$

Активное напряжение

$$T = (\sum h_i) \cdot p, \quad (21)$$

где $(\sum h_i)$ - удельное активное напряжение сдвига от единичной нагрузки;

p - расчетное давление от колеса на покрытие.

$$E_{\text{ср}} = \sum E_i h_i / \sum h_i = 32250 / 46 = 701,08 \text{ МПа};$$

$$h/D = 45/39 = 1,179;$$

$$E_{\text{ср}}/E_{\text{тр}} = 701,08/46 = 15,24$$

Определяем активное напряжение сдвига:

$$T = 0,105 \cdot 0,6 = 0,063 \text{ МПа}$$

Определяем допускаемое напряжение сдвига:

$$T_{\text{доп}} = C_N \cdot K_g + 0,1 \cdot \gamma_{\text{ср}} \cdot Z_{\text{оп}} \cdot \text{tg} \varphi_{\text{ст}}, \quad (22)$$

где C_N – сцепление в грунте активной зоны земляного полотна в расчетный период, МПа;

K_g – коэффициент, учитывающий особенности работы конструкции на границе песчаного слоя с нижним слоем несущего основания, равен 4 (для песка средней крупности);

$\gamma_{\text{ср}}$ – средневзвешенный удельный вес конструктивных слоев, расположенных выше проверяемого слоя, кг/см²;

$Z_{\text{оп}}$ – глубина поверхности слоя, проверяемого на сдвигоустойчивость от верха конструкции, см.

$$T_{\text{доп}} = 0,012 \cdot 4 + 0,1 \cdot 0,02 \cdot 76 \cdot 0,7 = 0,1544$$

Проверяем условия прочности:

$$T \leq \frac{T_{\text{доп}}}{K_{\text{пр}}}$$

$$\frac{T_{\text{доп}}}{K_{\text{пр}}} = 0,140$$

$$0,063 \leq 0,140$$

$$K_{\text{гр}} = \frac{T_{\text{доп}}}{T} > K_{\text{пр}};$$

$$K_{\text{гр}} = \frac{0,1544}{0,063} = 2,45 > 1,10;$$

Условия прочности выполняются.

Расчет на сопротивление монолитных слоев:

К верхнему слою относим все а/б слои. Модуль упругости верхнего слоя устанавливаем по формуле:

$$E_{\epsilon} = \frac{3600 \cdot 7}{7} = 3600 \text{ МПа}$$

$$\text{По отношениям } \frac{h_{\epsilon}}{D} = \frac{7}{39} = 0,179 \text{ и } \frac{E_{\epsilon}}{E_{\eta}} = \frac{3600}{46} = 78,26$$

По монограмме $\bar{\sigma}_R = 1,4$ отсюда полное растягивающее напряжение

$$\sigma_R = p \cdot \bar{\sigma}_R \cdot \kappa_{\sigma} = 0,60 \cdot 1,4 \cdot 0,85 = 0,84 \text{ МПа.}$$

Допускаемое растягивающее напряжение при изгибе асфальтобетона:

$$R_{дон} = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot (1 - t \cdot v_R), \quad (23)$$

где K_0 – среднее значение сопротивления асфальтобетона растяжения при изгибе ($\bar{R} = 9,5 \text{ МПа}$);

t – коэффициент нормированного отклонения \bar{R} , принимаемый в зависимости от заданного уровня надежности (1,32);

v_R – коэффициент вариации прочности на растяжение;

K_Y – коэффициент усталости (0,44);

K_2 – коэффициент снижения прочности от воздействия природно-климатических факторов (0,95).

$$R_{дон} = 9,5 \cdot 0,44 \cdot 0,9 \cdot (1 - 0,10 \cdot 1,32) = 2,265 \text{ МПа};$$

$$\delta_r < \frac{R_{дон}}{K_{np}^{mp}}$$

$$2,97 < 3,47$$

Условие прочности на растяжение в монолитных слоях выполняется.

Расчет на морозоустойчивость:

1. Определим допустимое морозное пучение дорожной одежды:

$$l_{дон} = 6 \text{ см};$$

2. Конструкция считается морозоустойчивой, если величина промерзания:

$$Z_{np} = Z_{np(ср)} \cdot 1,38,$$

$Z_{np(ср)}$ – средняя глубина промерзания (1,7);

$$Z_{np} = 2,8 \cdot 1,38 = 3,864 \text{ м}.$$

3. Величина пучения для данной конструкции:

$$l_{пуч} = l_{пуч(ср)} \cdot K_{узв} \cdot K_{пл} \cdot K_{зр} \cdot K_{нагр} \cdot K_{вл}, \quad (24)$$

где $l_{пуч(ср)}$ - среднее морозное пучение дорожной одежды;

$$K_{узв} = 0,10$$

$$K_{пл} = 1,2$$

$$K_{зр} = 1,1$$

$$K_{нагр} = 0,99$$

$$K_{вл} = 1,2$$

$$l_{пуч(ср)} = l_{дон} / K_{узв} \cdot K_{пл} \cdot K_{зр} \cdot K_{нагр} \cdot K_{вл}, \quad (25)$$

$$l_{пуч(ср)} = 6/0,5 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 0,7 \cdot 1,1 = 11,8 \text{ см.}$$

$$l_{пуч} = 11,8 \cdot 0,10 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 0,99 \cdot 1,2 = 1,85 \text{ см.}$$

Поскольку для дорожной одежды облегченного типа допустимая величина морозного пучения согласно ОДН составляет 6 см. а полученная величина составляет 1,85 см , то условия выполняются .

5.3 Сравнительные стоимостные показатели конструкции дорожной одежды по вариантам

Сравнительные стоимостные показатели конструкции дорожной одежды по вариантам в текущих ценах с учетом изменения объема рабочего слоя земляного полотна приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Сравнительные стоимостные показатели конструкции

Наименование технико-экономических Характеристик	Ед. изм.	Вариант I	Вариант II
Сметная стоимость 1000 м ² конструкции дорожной одежды	т.руб.	3878,72	3308,84

6 Экономическая часть

Сметная стоимость участка автомобильной дороги 4 категории протяженностью 2,4 км в III зоне, I районе, г. Назарово, определена на основании методических документов в строительстве (МДС), а именно, «Методических указаний по определению стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации» (МДС-81-1.99) /1/ «Методике определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации» (МДС 81-35.2004) /2/, принятой и введенной в действие с 9.03.2004 г. постановлением Госстроя России от 05.03.21) 04 №15 /1.

Сметная стоимость участка автомобильной дороги определена базисно-индексным методом: база 2001 года, индексы I квартала 2009 г. При определении стоимости были использованы сборники территориальных единичных расценок на строительные работы ТЕР-2001:

сборник № 27 «Автомобильные дороги» при составлении локальной сметы на устройство дорожной одежды

(ТЕР 81-02-27-2001) /5/

Стоимость материальных ресурсов принята согласно:

Сборника средних сметных цен на основные строительные ресурсы в РФ ССЦ-01.2005;

Территориального сборника сметных цен на материалы, изделия и конструкции для III зоны Красноярского края

(г. Назарово) ТСЦ 81-01-2001 с учётом индекса 3,93 согласно Приложения к письму Минрегиона России от 25.02.2005 №:645-ВГ/70 «Индексы изменения сметной стоимости на I квартал 2016 г.»

Затраты на оплату труда определены согласно отраслевого соглашения по дорожному хозяйству на 2007-2008 гг. с учётом районного коэффициента и индекса 6,6 согласно Приложения к письму Минрегиона России от 25.02.2005 № 645-ВГ/70 «Индексы изменения сметной стоимости на I квартал 2016 г.»

Тарифы на перевозку грузов приняты согласно «Территориального сборника сметных цен на перевозку грузов для строительства III зоны Красноярского края (г. Назарово) ТСЦ 81-01-2001.

Сумма накладных расходов определена на основании «Методических указаний по определению величины накладных расходов в строительстве» (МДС 81-33.2004) ./3/

Базой для расчёта накладных расчётов является сумма заработной платы рабочих-строителей и рабочих-машинистов.

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

95% - для земляных работ, выполняемых механизированным способом;

142 % - для устройства дорожной одежды.

Сумма сметной прибыли определена на основании «Методических указаний по определению величины накладных расходов в строительстве» (МДС 81-25.2001) ./4/

Базой для расчёта сметной прибыли является сумма заработной платы рабочих-строителей и рабочих - машинистов.

В данной работе нужно определить коэффициент бездорожья по формуле:

$$K_6 = 1 + \left(\frac{K_1 K_2 T_m}{12} \right), \quad (26)$$

где K_1 – сезонное повышение тарифов 20 %;

K_2 – доля грунтовых дорог в общей протяженности дорог, используемых для перевозки грузов (75 %);

T_m – время распутицы, устанавливаемое органами местной власти, 4 мес.

$$K_6 = 1 + \left(\frac{0,2 \cdot 0,75 \cdot 4}{12} \right) = 1,05$$

При выполнении данной работы были произведены расчеты локальных смет с учетом калькуляции транспортных расходов и калькуляции сметной стоимости.

При выполнении работы были произведены расчеты локальных смет с учетом калькуляции транспортных расходов и калькуляции сметной стоимости, на основании которых была составлена таблица сравнения

Таблица 16 – Таблица сравнения

Показатели	Сметная стоимость в ценах 2001 года	Сметная стоимость на первый квартал 2016
Вариант 1*	3878716,79	25599530,8
Вариант 2**	3308836,91	21838323,6
Вариант 3 ***	3394610,57	22404429,8
<p>* Составление локальной сметы №1 на устройство дорожной одежды (без учета КТР и КСМ) .</p> <p>** Составление локальной сметы №2 на устройство дорожной одежды (без учетом КТР и КСМ).</p> <p>*** Составление локальной сметы №1 на устройство дорожной одежды (с учетом КТР и КСМ)</p>		

В ходе сравнения выяснилось, что сметная стоимость, полученная в локальной смете с учетом КТР и КСМ меньше стоимости той же сметы, но без учета КТР и КСМ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе была рассмотрена реконструкция автомобильной дороги «Подъезд к большой Сосновке» на основе теории рисков, протяженностью 2,4 км. На основе теории рисков был запроектирован новый радиус кривой в плане, для приемлемого значения риска, равный 316 м.

В графической части представлены: план трассы, продольный профиль, поперечные профили земляного полотна.

Были рассмотрены 2 варианта дорожной одежды и выбран более экономически выгодный.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Столяров В.В. Проектирование автомобильных дорог с учетом теории риска. В 2-х ч. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 1994.
2. Столяров В.В. Теория риска в проектировании плана дороги и организации движения: учеб. пособие. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 1994. 84 с.
3. Биляк Р.М., Овсянников Б.Б. Применение теории риска при назначении радиусов кривых в плане и продольном профиле / научн. руков. Т.В. Гавриленко // Проблемы архитектуры и строительства: сб. материалов XXII региональной н.-т. конф. // КрасГАСА. Красноярск, 2004. С.215-217.
4. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85*
5. ОДН 218.046-01. Отраслевые дорожные нормы. Проектирование нежестких дорожных одежд. Государственная служба дорожного хозяйства министерства транспорта Российской Федерации, г. Москва, 2001г.
6. ТЕР 81-02-27-2001 «Автомобильные дороги», г. Красноярск, 2004 г.
7. МДС 81-25.2001. Методические указания по определению величины сметной прибыли в строительстве. – Введ. 2001-03-01. – М.: Госстрой России, 2001. – 15с.
8. МДС 81-33.2004. Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве. – Введ. 2004-01-12. – М.: Госстрой России, 2001. –30с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Локальная смета №1

на устройство дорожной одежды участка автомобильной дороги IV технической категории протяженностью 2,4 км в п.
Большая Сосновка, Назаровского района

Сметная стоимость, тыс.руб.	3878,72
Нормативная трудоемкость, тыс.чел-ч	3,76
Сметная ЗП, тыс.руб.	86,43

Составлена в ценах 2001 г. (руб.)

№	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работы затрат	Ед. изм.	Количество	Стоимость, руб.		Общая стоимость, руб.			Трудозатраты	
					Прямые затраты	Экспл. машин	Прямые затраты	Зарплата строителей	Экспл. машин	Трудоёмкость строителей, ед, чел.-ч	Трудоемкость строителей, всего, ед.чел.-ч
					Зарплата строителей	Зарплата машинистов			Зарплата машинистов		
1	2	3	3а	4	5	6	7	8	9	10	11
1	27-04-001-01	Устройство верхнего слоя основания из песка среднезернистого h-22см	100м ³	52,8	2886,84	2731,71	152425,15	7644,38	144234,29	15,72	830,02
					144,78	195,54			10324,51	13,30	702,07

Продолжение локальной сметы № 1

2	ТСЦ 408-9040	Стоимость не учтенной единичной расценкой песка	м ³	5808	185,43		1076977,44					
6	27-06-020-01	Устройство верхнего слоя двухслойного покрытия из горячей а/б смеси, h-6см	1000 м ²	14,4	45540,43	3015,10	655782,19	6105,31	43417,44	38,30	551,52	
7					423,98	288,92			4160,45	19,65	282,91	
8	27-04-005-04	На каждый 0,5 см изменения толщины слоя добавлять к расценке 27-04-005-01	1000 м ²	14,4	5251,99		302514,62					
	27-06-018-01	Устройство нижнего слоя двухслойного покрытия из черного щебня h-14 см	1000 м ²	14,4	45063,05	4164,11	1511955,45	20075,17	139714,22	56,66	815,90	
598,33					355,86	11939,81			24,20	348,46		
10	МДС 81-35-2004	Итого прямых затрат						3699654,86	33824,86	327365,95		2197,44
									26424,77		1333,44	
10	МДС 81-35-2004	Поправка к заработной плате, 60%						36149,78	20294,92	15854,86		

Окончание локальной сметы № 1

1 1	МДС 81-35-2004	Итого ПЗ с поправкой к ЗП	3735804,64	54119,78	343220,81		
					42279,64		
1 2	МДС81-33-2004 прил.4 п.21	Накладные расходы, 142 %	51332,69				
1 3	МДС 81-35-2004	Сметная ЗП рабочих, выполняющих работы, учитываемые НР		26179,67			
	МДС 81-35-2004	Нормативная трудоёмкость рабочих, учитываемая НР					225,86
1 4	МДС 81-35-2004	Себестоимость СМР	3787137,34				
1 5	МДС81-25-2001 прил.3 п.21	Сметная прибыль, 95 %	91579,45				
1 6	МДС 81-35-2004	Сметная стоимость	3878716,79				
1 7	МДС 81-35-2004	Нормативная трудоёмкость по смете					3756,74
1 8	МДС 81-35-2004	ЗП по смете всего		86429,31			

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Локальная смета № 2

на устройство дорожной одежды участка автомобильной дороги IV технической категории протяженностью 2,4 км в п. Большая Сосновка, Назаровского района

Сметная стоимость, тыс.руб.	3308,84
Нормативная трудоемкость, тыс.чел-ч	4,48
Сметная ЗП, тыс.руб.	88,42

Составлена в ценах 2001 г.
(руб.)

№	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работы затрат	Ед. изм.	Количество	Стоимость, руб.		Общая стоимость, руб.			Трудозатраты	
					Прямые затраты	Экспл. машин	Прямые затраты	Зарплата строителей	Экспл. машин	Трудоёмкость строителей, ед, чел.-ч	Трудоемкость строителей, всего, ед.чел.-ч
					Зарплата строителе й	Зарплата машинисто в				Зарплата машинист ов	Трудоемкость машинистов, ед, чел.-ч
1	2	3	3а	4	5	6	7	8	9	10	11
1	27-04-003-01	Устройство верхнего слоя основания из ПГС h-25 см	1000 м ²	24	4036,20	3569,75	96868,80	10673,04	85674,00	46,18	1662,48

Продолжение локальной сметы № 2

					444,71	361,95			8686,80	24,61	590,70
2	ТСЦ 408-9181	Стоимость не учтенной единичной расценкой песка	м ³	3648	111,64		407262,72				
3	27-06-020-01	Устройство верхнего слоя двухслойного покрытия из горячей а/б смеси, h-7см	1000 м ²	14,4	45540,43	3015,10	655782,19	6105,31	43417,44	38,30	551,52
					423,98	288,92			4160,45	19,65	282,91
	27-04-005-04	На каждый 0,5 см изменения толщины слоя добавлять к расценке 27-04-005-02	1000 м ²	14,4	5251,99		453771,94				

Окончание локальной сметы №2

		Устройство нижнего слоя двухслойного покрытия из черного щебня h-14 см	1000 м ²	14,4	45063,05	4164,11			139714,22	56,66	815,90	
	27-06-018-01				598,33	355,86	1511955,45	20075,17	11939,81	24,20	348,46	
	МДС 81-35-2004	Итого прямых затрат					3125641,10	36853,52	268805,66			3029,90
	МДС 81-35-2004	Поправка к заработной плате, 60%					36984,35	22112,11	24787,06			1222,07
	МДС 81-35-2004	Итого ПЗ с поправкой к ЗП					3162625,45	58965,63	283677,90			
	МДС81-33-2004 прил.4 п.21	Накладные расходы, 142 %					52517,78		39659,30			
	МДС 81-35-2004	Сметная ЗП рабочих, выполняющих работы, учитывающиеся НР						26784,07				
	МДС 81-35-2004	Нормативная трудоёмкость рабочих, учитывающая НР										231,08
	МДС 81-35-2004	Себестоимость СМР					3215143,23					
	МДС81-25-2001 прил.3 п.21	Сметная прибыль, 95 %					93693,69					
	МДС 81-35-2004	Сметная стоимость					3308836,91					
	МДС 81-35-2004	Нормативная трудоёмкость по смете										4483,05
	МДС 81-35-2004	ЗП по смете всего						88424,65				

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Локальная смета № 3

на устройство дорожной одежды участка автомобильной дороги IV технической категории протяженностью 2,4 км в п.
Большая Сосновка, Назаровского района

Сметная стоимость, тыс.руб.	3394,61
Нормативная трудоемкость, тыс.чел-ч	4,15
Сметная ЗП, тыс.руб.	60,21

Составлена в ценах 2001 г. (руб.)

№	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работы затрат	Ед. изм.	Количество	Стоимость, руб.		Общая стоимость, руб.			Трудозатраты	
					Прямые затраты	Экспл. машин	Прямые затраты	Зарплата строителя	Экспл. машин	Трудоёмкость строителей, ед, чел.-ч	Трудоемкость строителей, всего, ед.чел.-ч
					Зарплата строителя	Зарплата машинистов			Зарплата машинистов	Трудоемкость машинистов, ед, чел.-ч	Трудоемкость машинистов, всего, ед.чел.-ч
1	2	3	3а	4	5	6	7	8	9	10	11
1	27-04-001-01	Устройство верхнего слоя основания из песка среднезернистого h-22см	100м ₃	52,8	2886,84	2731,71	152425,15	7644,38	144234,29	15,72	830,02

Продолжение локальной сметы №3

					144,78	195,54			10324,51	13,30	702,07
2	КСМ	Стоимость не учтенной единичной расценкой песка	м ³	5808	260,03		1510231,01				
6	27-06-020-01	Устройство верхнего слоя двухслойного покрытия из горячей а/б смеси, h-6см	1000 м ²	14,4	45540,43	3015,10	655782,19	6105,31	43417,44	38,30	551,52
7					423,98	288,92			4160,45	19,65	282,91
8	27-04-005-04	На каждый 0,5 см изменения толщины слоя добавлять к расценке 27-04-005-01	1000 м ²	14,4	5251,99		302514,62				
					45063,05	4164,11			59963,18	56,66	815,90
9	27-06-018-01	Устройство нижнего слоя двухслойного покрытия из черного щебня h- 14 см	1000 м ²	14,4	598,33	355,86	648907,92	8615,95	5124,38	56,38	811,91

Окончание локальной сметы №3

	МДС 81-35-2004	Итого прямых затрат	3269860,90	22365,65	247614,91		2197,44
					19609,34		1796,88
10	МДС 81-35-2004	Поправка к заработной плате, 60%	25185,00	13419,39	11765,61		
11	МДС 81-35-2004	Итого ПЗ с поправкой к ЗП	3295045,89	35785,04	259380,52		
					31374,95		
12	МДС81-33-2004 прил.4 п.21	Накладные расходы, 142 %	35762,69				
13	МДС 81-35-2004	Сметная ЗП рабочих, выполняющих работы, учитывающиеся НР		18238,97			
	МДС 81-35-2004	Нормативная трудоёмкость рабочих, учитывающая НР					157,36
14	МДС 81-35-2004	Себестоимость СМР	3330808,58				
15	МДС81-25-2001 прил.3 п.21	Сметная прибыль, 95 %	63801,99				
16	МДС 81-35-2004	Сметная стоимость	3394610,57				
17	МДС 81-35-2004	Нормативная трудоёмкость по смете					4151,68
18	МДС 81-35-2004	ЗП по смете всего		60213,97			

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Калькуляция стоимости материалов

Наименование материалов	Ед. изм.	Место отгрузки	Вид цены	Вес брутто ед. изм., т	Транспортные расходы 1 т, руб.	№ КТР	Снабженческо-сбытовая наценка, %	Опускная цена, руб.	Снабженческо-сбытовая наценка, руб.	Тара, упаковка, реквизит, руб.	Транспортные расходы, руб.	Цена «франко-приобъектный склад», руб.	Заготовительно-складские расходы, руб.	Сметная стоимость, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Песок для строительных работ природный (408-9040)	1 м ³	Карьер	ФТС	1,8	38,61	1	-	185,43	-	-	69,49	254,92	5,09	260,03

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Калькуляция транспортных расходов № 1 на 1 т песка

Исходные данные:

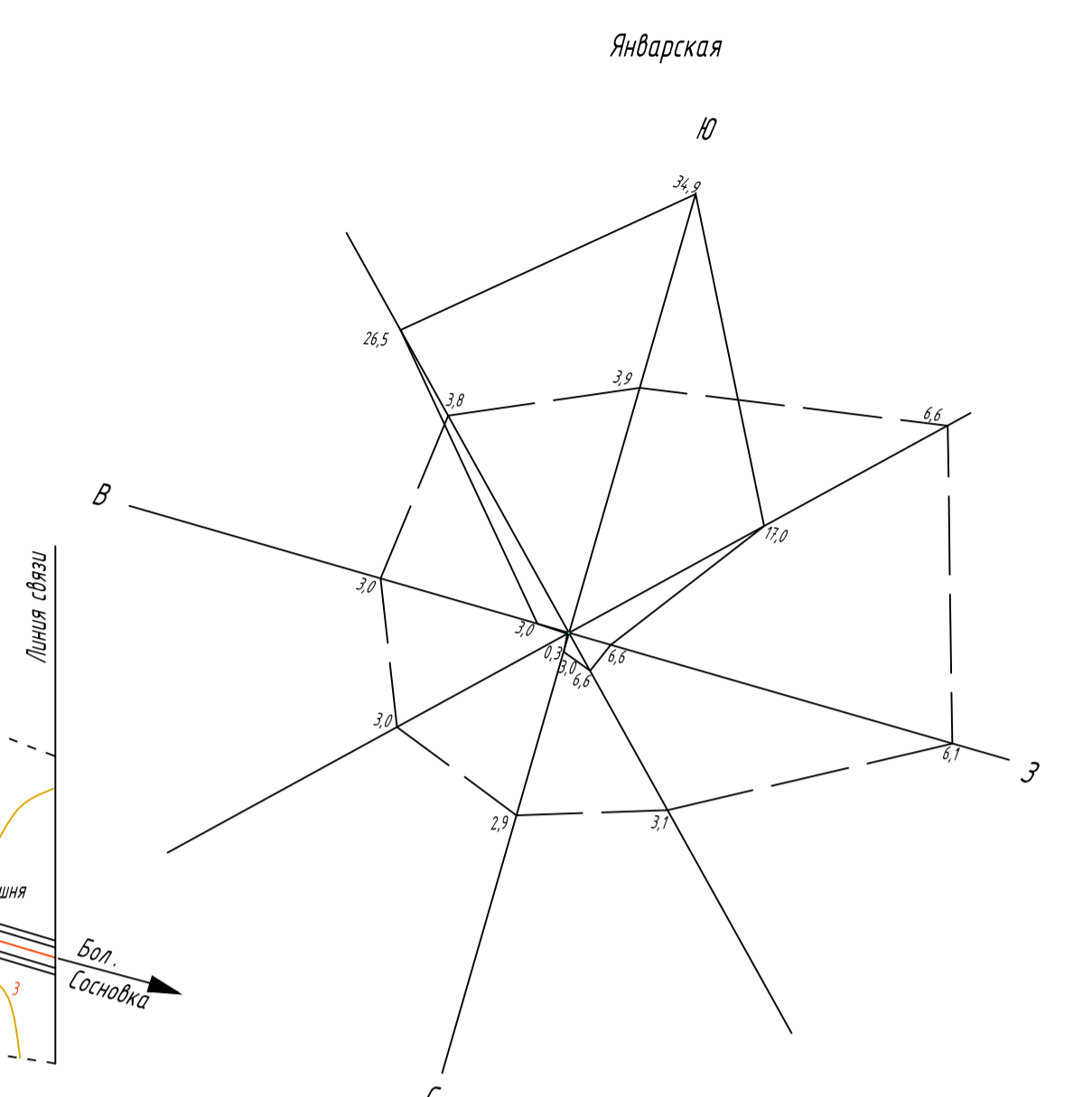
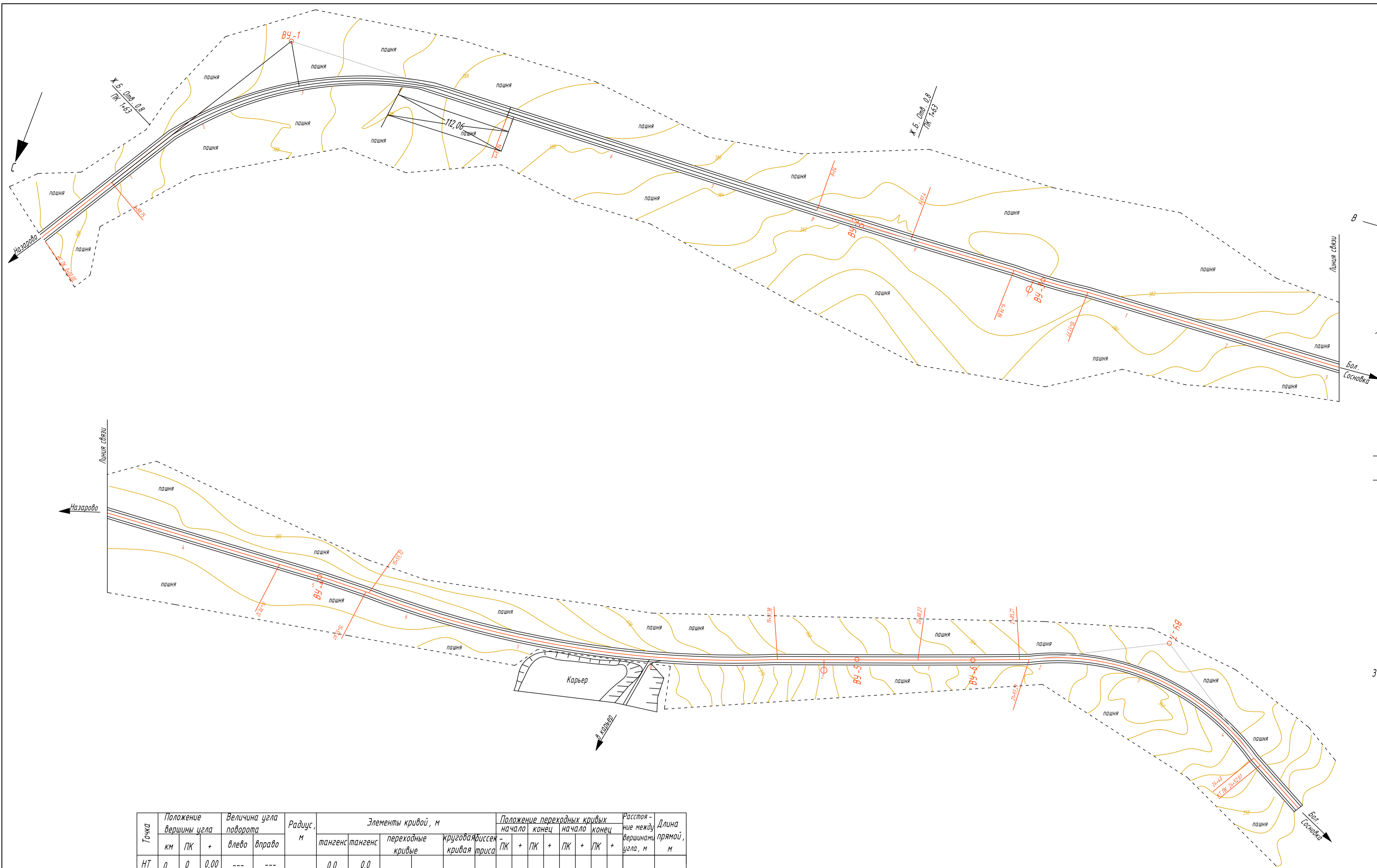
- 1 Вид отпускной цены – «франко-транспортные средства»
2 Вид транспорта – автомобили-самосвалы
3 Класс груза, согласно номенклатуре
и классификации грузов, перевозимых
автомобильным транспортом – первый
[21, разд. 3А, табл. 5, п. 328]
4 Коэффициент бездорожья – 1,05

Составлена в ценах 2001 г.

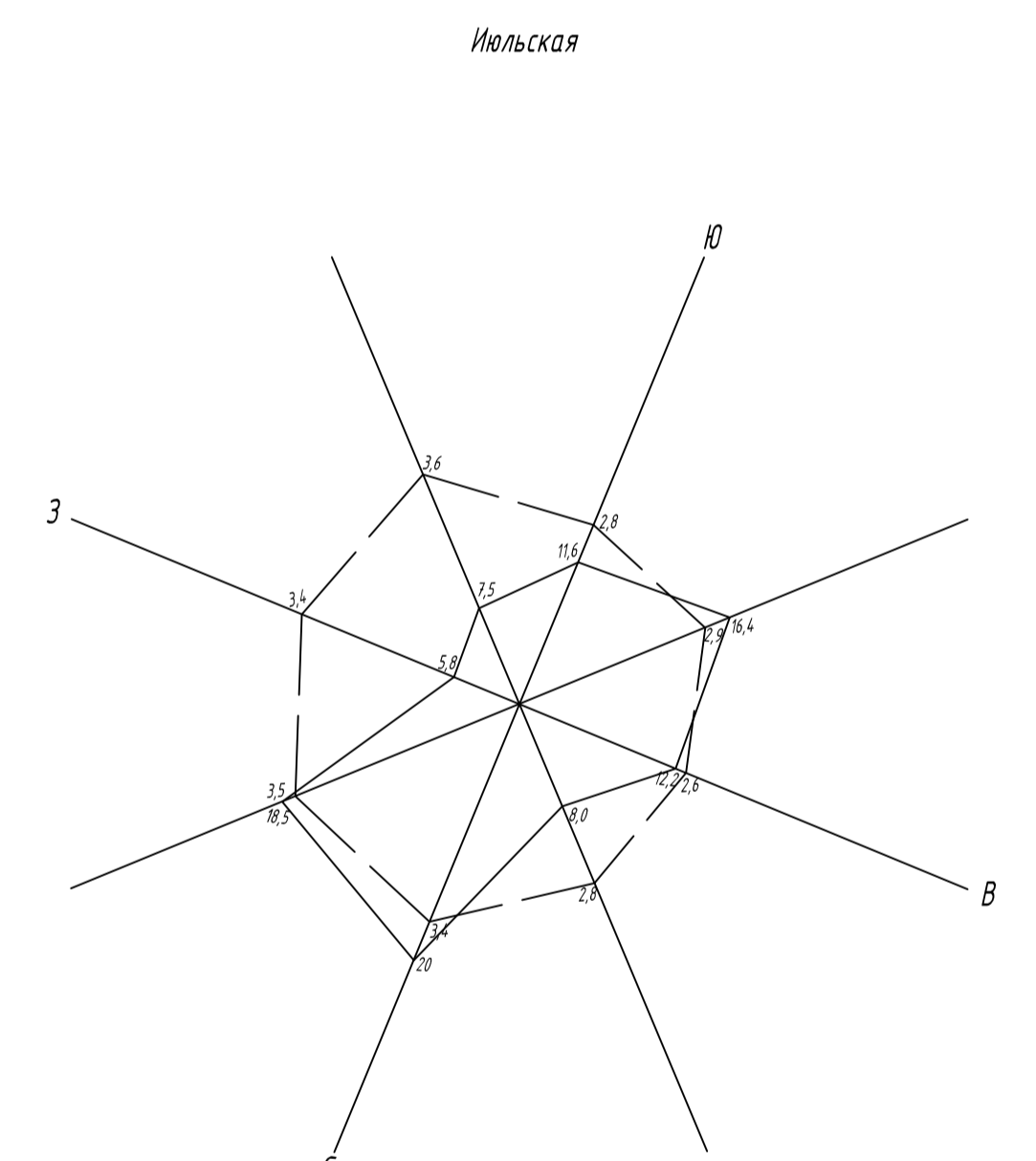
Обоснование затрат	Наименование операций	Наименование конечных пунктов	Расстояние, км	Формула расчёта	Итого, руб.
ТСЦ 81-01-2001, Ч.І,Кн. 1: АП, 2005 г., разд. 3А, табл. 8	Перевозка песка автомобилями-самосвалами	Карьер – место работы	18	$36,77 \cdot 1,05$	38,61

Тип	Наименование конструкции	Чертеж	Расчет дорожной одежды по ОДН 218.046-01					
1	<p>Верхний слой покрытия из горячей плотной мелкозернистой асфальтобетонной смеси типа А, I марки, на битуме 90/130, толщиной 6 см.</p> <p>Нижний слой покрытия из щебня, методом заклинки, М 600, толщиной 14 см.</p> <p>Верхний слой основания из среднезернистого песка, толщиной 15 см.</p> <p>Подстилающий слой из супеси пылеватой, толщиной 20 см.</p>	<p>Суглинок пылеватый</p> <p>Среднезернистый песок ГОСТ 30491-2012</p> <p>Щебень методом заклинки ГОСТ 8267-93</p> <p>Плотная мелкозернистая а / б смесь типа А, I марки на битуме 90/130, ГОСТ 9128-2013</p>	<p>Горячий плотный мелкозернистый асфальтобетон</p> <p>Щебень методом заклинки</p> <p>Песок среднезернистый</p> <p>Супесь пылеватая</p>	<p>Схема конструкции, толщина слоев</p>	<p>Расчетные характеристики слоев, МПа</p> <p>$E = 2400$</p> <p>$E_1 = 900$</p> <p>$E_2 = 430$</p> <p>$E_{ср} = 46 \text{ МПа}$ $C = 0,012 \text{ МПа}$ $\varphi = 35^\circ$</p>	<p>Общий модуль упругости на поверхности слоев, МПа</p> <p>$E_{обш} = 264$</p> <p>$E_{обш} = 198$</p> <p>$E_{обш} = 103,2$</p>	<p>Допускаемые напряжения по сдвигу и растяжению, МПа</p> <p>$R_{ср} = 3,265$</p> <p>$T_{ср} = 0,1418$</p>	<p>Расчетные напряжения по сдвигу и растяжению, МПа</p> <p>$\delta = 2,97$</p> <p>$T = 0,045$</p>
2	<p>Верхний слой покрытия из горячей плотной мелкозернистой асфальтобетонной смеси типа А, I марки, на битуме 90/130, толщиной 7 см.</p> <p>Нижний слой покрытия из щебня, методом заклинки, М 800, толщиной 14 см.</p> <p>Верхний слой основания из песчано-гравийной смеси, толщиной 25 см.</p> <p>Подстилающий слой из супеси пылеватой, толщиной 30 см.</p>	<p>Суглинок пылеватый</p> <p>Песчано-гравийная смесь ГОСТ 25607-2009</p> <p>Щебень методом заклинки ГОСТ 8267-93</p> <p>Плотная мелкозернистая а / б смесь типа А, I марки на битуме 90/130 ГОСТ 9128-2013</p>	<p>Горячий плотный мелкозернистый асфальтобетон</p> <p>Щебень методом заклинки</p> <p>Песчано-гравийная смесь</p> <p>Супесь пылеватая</p>	<p>Схема конструкции, толщина слоев</p>	<p>Расчетные характеристики слоев, МПа</p> <p>$E = 2400$</p> <p>$E_1 = 900$</p> <p>$E_2 = 450$</p> <p>$E_{ср} = 46 \text{ МПа}$ $C = 0,012 \text{ МПа}$ $\varphi = 35^\circ$</p>	<p>Общий модуль упругости на поверхности слоев, МПа</p> <p>$E_{обш} = 216$</p> <p>$E_{обш} = 189$</p> <p>$E_{обш} = 117$</p>	<p>Допускаемые напряжения по сдвигу и растяжению, МПа</p> <p>$R_{ср} = 3,265$</p> <p>$T_{ср} = 0,1544$</p>	<p>Расчетные напряжения по сдвигу и растяжению, МПа</p> <p>$\delta = 2,97$</p> <p>$T = 0,063$</p>

ВКР-08.03.01.00.15-2016					Сибирский федеральный университет			
Инженерно-строительный институт					Инженерно-строительный институт			
Изм.	Лист	Документ	Подп.	Дата	Назначение радиусов кривых в плане при реконструкции автомобильной дороги на основе теории рисков	Этадия	Лист	Листов
Разработал	Ильченко	Т.А.	И.В.	2016		У	4	5
Проверил	Гавриленко	В.			Дорожные одежды			
Зав. кафедрой	Серватинский	В.В.			АДИГС			



————— Подборность направления ветра в процентах
 - - - - - Средняя скорость ветра в м/с

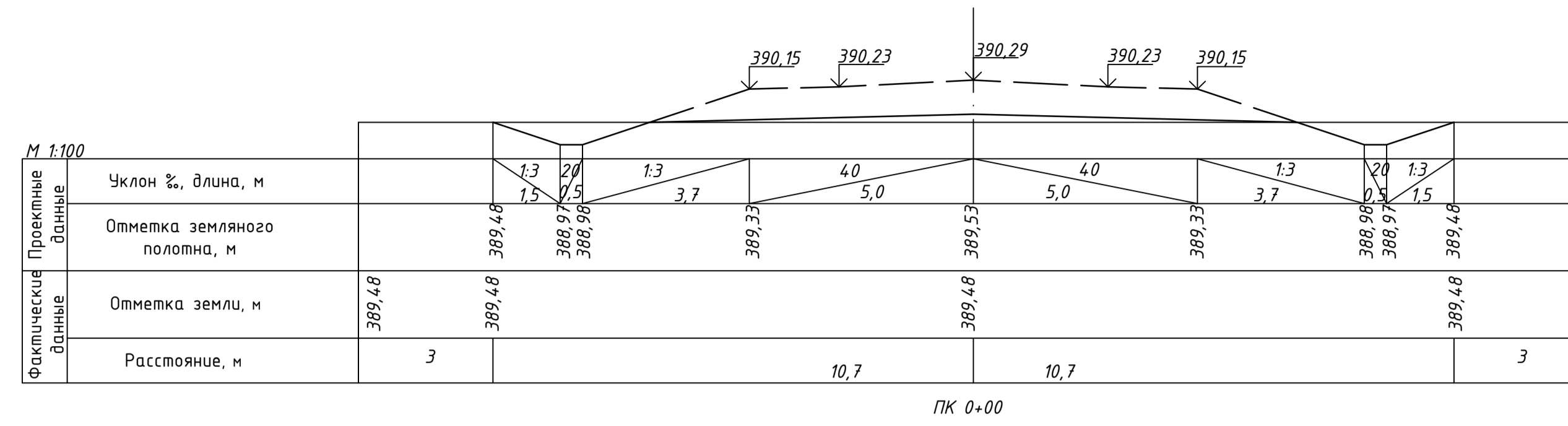


————— Подборность направления ветра в процентах
 - - - - - Средняя скорость ветра в м/с

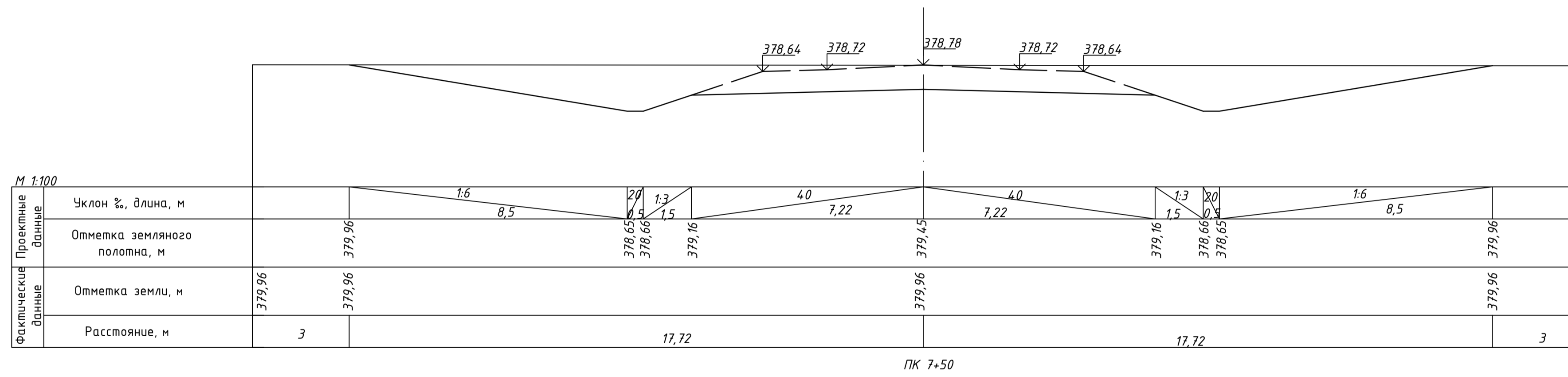
Точка	Положение вершины угла поворота		Величина угла поворота	Радиус, м	Элементы кривой, м				Положение переходных кривых					Расстояние между вершинами угла, м	Длина прямой, м							
	км	ПК +			влево	вправо	тангенс	тангенс	переходные кривые	круговая кривая	трасса	начало	конец			начало	конец					
НТ	0	0	0,00	---	---	0,0	0,0								305,21	88,75						
ВУ-1	1	3	5,21	---	56°29,17"	316	216,46	216,46	94,8	94,8	215,49	43,23	0	88,75	1	83,55	3	99,04	4	93,84	561,8	398,8
ВУ-2	1	8	50,82	1°46,22"	---	3000	46,6	46,6	0,0	0,0	93,1	0,4	8	4,26	8	4,26	8	97,31	8	97,37	164,82	82,13
ВУ-3	2	10	15,63	---	0°49,41"	5000	36,14	36,14	0,0	0,0	72,27	0,13	9	79,49	9	79,49	10	51,77	10	51,77	497,27	418,83
ВУ-4	2	15	12,90	---	2°26,48"	2000	42,71	42,71	0,0	0,0	85,41	0,46	14	70,19	14	70,19	15	55,60	15	55,60	242,17	0,13
ВУ-5	2	17	55,05	18°23,31"	---	860	199,33	199,33	120	120	156,06	11,90	15	55,72	16	75,72	18	171,78	19	151,78	384,61	137,12
ВУ-6	3	21	37,06	1°06,13"	---	5000	48,15	48,15	0,0	0,0	96,30	0,23	20	88,91	20	88,91	21	85,21	21	85,21	187,88	12,06
ВУ-7	3	23	24,93	---	49°30,45"	200	127,66	127,66	70,0	70,0	102,83	21,36	21	97,21	22	67,21	24	40,10	23	70,10	139,62	11,96
КТ	3	24	52,07	---	---		0,00	0,00														

				ВКР-08.03.01.00.15 - 2016				
				Сибирский федеральный университет				
				Инженерно-строительный институт				
Изм.	Лист	Документ	Подп.	Дата	Назначение радиусов кривых в плане при реконструкции автомобильной дороги на основе теории рисков	Студия	Лист	Листов
Разработал	Игнатьева	1,4	И.В.			У	1	5
Проверил	Гавриленко	И.В.						
Зад. кафедра				Серватинский, В.В.		План трассы		АДпГС

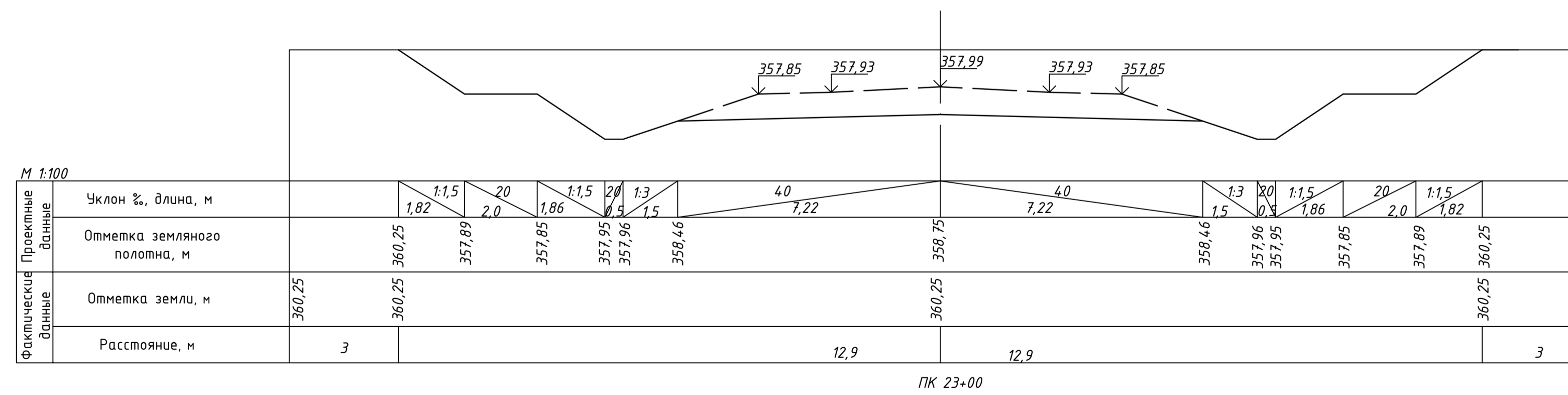
Тип 1. Насыпь до 2-х метров



Тип 2. Выемка до 1 м

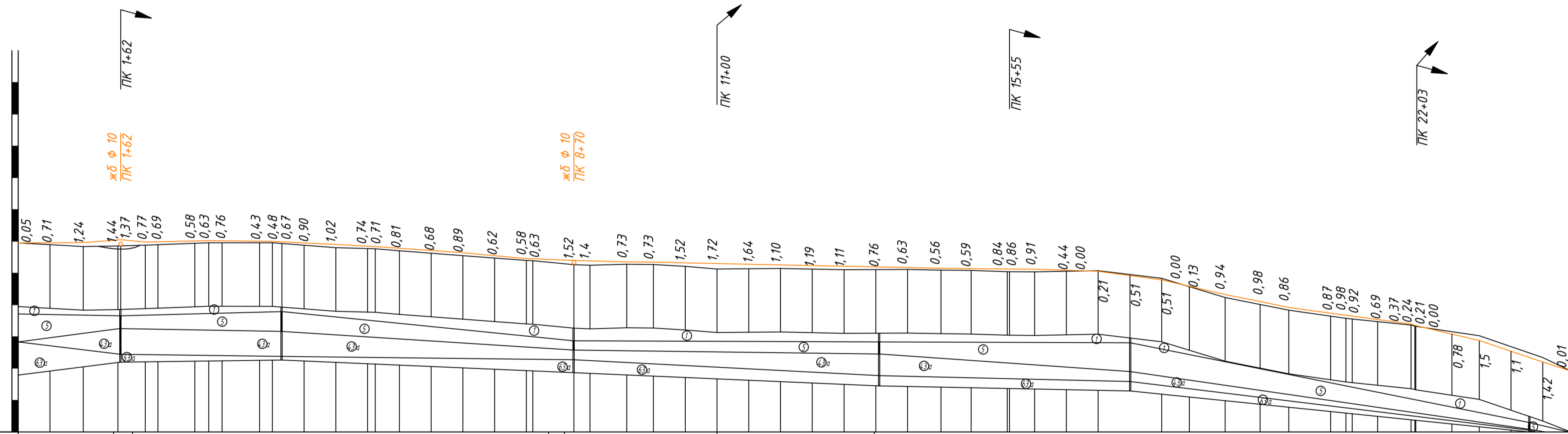


Тип 3. Выемка до 12 м с устройством закуветных полок



ВКР - 08.03.01.00.15 - 2016				
Сибирский федеральный университет				
Инженерно-строительный институт				
Изм.	Лист	Документ	Подп.	Дата
Разработал	Чуриленко	1.4		
Проверил	Серватинский	В.В.		
Назначение радиусов кривых в плане при реконструкции автомобильной дороги на основе теории рисков			Этадия	Лист
			У	3
Зав. кафедрой Серватинский В.В.			Листов	
Поперечные профили земляного полотна			5	
			АДЛГС	

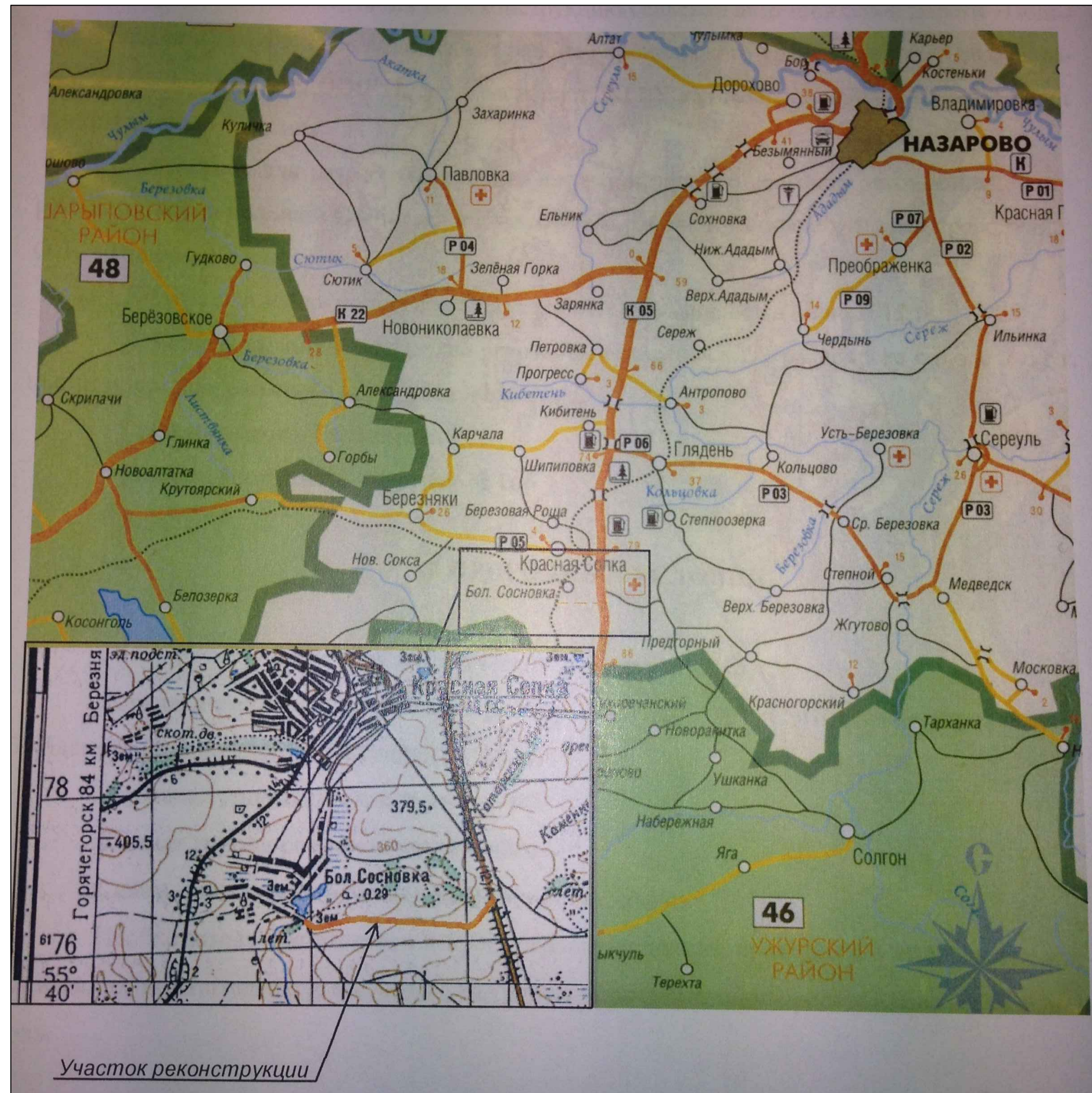
Масштаб
Горизонтальный 1:5000
Вертикальный 1:500
Грунты 1:100



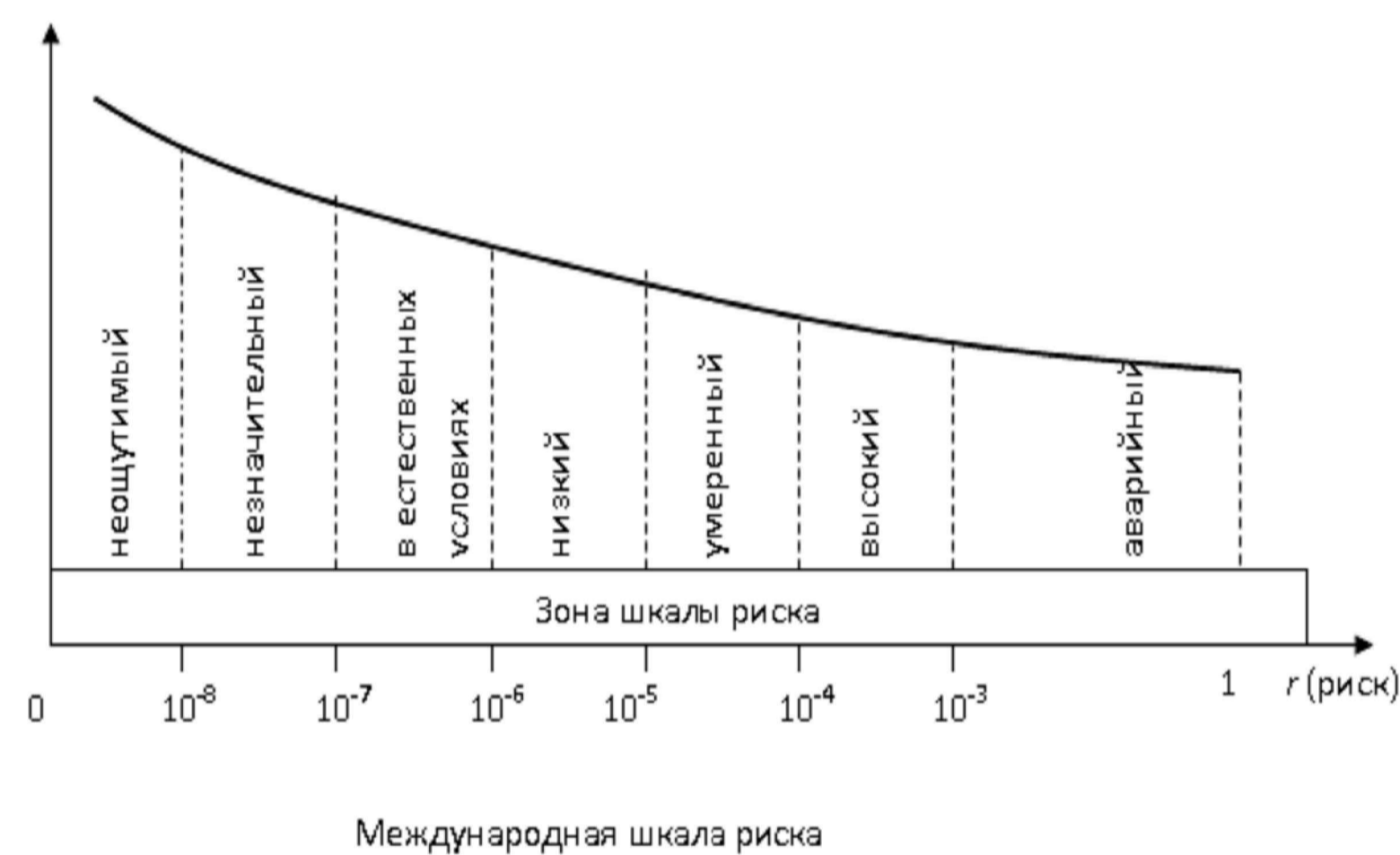
Тип местности по увлажнению		УГ-350		1		2		1		2		1		1		1		3		1		3		1		5		6		9																			
Тип поперечного профиля		слева		1		2		1		2		1		2		1		3		1		3		1		5		6		9																			
Левый кювет	Укрепление	Щебень		Без укрепления		Зас. трав.		Без укрепл.		Гидропол.		Без укрепл.		Гидроп.		Засев трав.		Без укрепления		Без укрепления		Без укрепления		Мошение		Мошение		Мошение		Мошение																			
	Уклон, %	26	5	7	8	10	13	13	7	11	11	154	17	5	7	250	5	5	30	30	35	30	56	64	72	125	56	64	72	125																			
Правый кювет	Укрепление	Щебень		Без укрепления		Зас. трав.		Без укрепл.		Гидропол.		Без укрепл.		Гидроп.		Засев трав.		Без укрепления		Без укрепления		Без укрепления		Мошение		Мошение		Мошение		Мошение																			
Уклон, %	26	5	7	8	10	13	13	7	11	11	154	17	5	7	250	5	5	30	30	35	30	56	64	72	125	56	64	72	125																				
Отметка дна, м		389,07	387,75	387,19	388,13	388,61	388,93	388,46	388,10	387,63	387,00	386,67	385,68	384,84	383,99	383,08	382,31	150	381,56	381,23	380,42	206	379,39	379,51	374,06	372,19	366,27	360,45	358,20	355,62	351,30	348,29																	
Отметка оси дороги		389,53	389,54	389,56	389,55	389,55	389,55	389,55	389,55	389,55	389,55	389,55	389,55	389,55	389,55	389,55	389,55	389,55	389,55	389,55	389,55	389,55	389,55	389,55	389,55	389,55	389,55	389,55	389,55	389,55	389,55	389,55																	
Уклон, % вертикальная кривая		3	135,885	2	75	13	301,285	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13																		
Факт. данные		Отметка рельефа, м		389,48	388,83	388,38	388,44	388,98	389,08	389,52	389,55	389,47	389,70	389,52	389,22	389,66	387,97	387,71	387,65	387,01	386,4	385,49	384,85	383,98	383,88	382,80	382,46	382,45	380,66	380,76	379,96	378,36	375,29	372,29	370,09	368,38	366,44	365,54	364,70	363,62	363,56	363,26	361,86	360,25	356,20	353,44	349,18		
Факт. данные		Расстояние, м		50	50	50	38	20	58	2220	60	1920	35	45	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
Факт. данные		Пикет, элементы плана, километры		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Факт. данные		Пикет, элементы плана, километры		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45

Номер ИГЭ	Группа грунта	Наименование грунта
1	п.14	Насыпной грунт представленный смесью щебня,древеси,суелника и супеси
5	п.35	Супесь пылеватая
63а	п.14	Древесный грунт с суелнистым заполнителем до 25% твердой консистенции
43а	п.35В	Суелнок твердой и полутвердой консистенции, тяжелый пылеватый

ВКР-08.03.01.00.15-2016				
Сибирский федеральный университет				
Инженерно-строительный институт				
Изм.	Лист	Документ	Подп.	Дата
Разработал	Проверил	Инженер	Т.А.	14.08.16
Назначение радиусов кривых в плане при реконструкции автомобильной дороги на основе теории рисков				
Зав. кафедрой	Серватинский В.В.	Продольный профиль		АДГС
Этадия	Лист	Листов		
У	2	5		



Угол атаки $\gamma, ^\circ$	Юго-западный		Южный		Юго-восточный	
	$v_B=6,6$ м/с	$P=0,17$	$v_B=3,9$ м/с	$P=0,349$	$v_B=3,8$ м/с	$P=0,265$
	Риск	Общий риск	Риск	Общий риск	Риск	Общий риск
0	0,002	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
30	0,229	0,039	0,071	0,025	0,067	0,018
45	0,351	0,060	0,150	0,052	0,146	0,039
50	0,360	0,061	0,165	0,058	0,157	0,042
52	0,360	0,061	0,169	0,059	0,161	0,043
55	0,355	0,060	0,169	0,059	0,164	0,044
60	0,336	0,057	0,164	0,057	0,160	0,042
70	0,253	0,043	0,129	0,045	0,126	0,033
90	0,051	0,009	0,032	0,011	0,031	0,008



Риск движения автомобиля со скоростью v :

$$r = 0,5 - \Phi\left(\frac{A - A_m}{\sqrt{\sigma_A^2 + \sigma_m^2}}\right)$$

A - величина геометрического элемента дороги;
 A_m - его минимальное значение, при котором риск движения со скоростью v равен 50%;
 σ_A и σ_m - средние квадратические отклонения величин A и A_m соответственно;
 $\Phi(u)$ - функция Лапласа (интеграл вероятности).

R_m минимальный радиус кривой:

$$R_m = \frac{v^2}{127(\phi^2 + \mu^2 + i)}$$

v - расчетная скорость движения; i - уклон виража;
 $\sqrt{\phi^2 + \mu^2}$ - поперечная составляющая общего коэффициента сцепления;
 ϕ - часть общего коэффициента сцепления, используемая в продольном направлении;
 μ - величина коэффициента тяговой силы.

Коэффициент тяговой силы μ :

$$\mu = \frac{2}{K} \left(f_v + i + \frac{K \cdot F \cdot V^2}{13mg} \right)$$

f_v - коэффициент сопротивления качению;
 i - коэффициент сопротивления движения на подъем (продольный уклон в пределах кривой в плане), тысячные;
 K - коэффициент обтекаемости лобовой площади автомобиля, кг/м³;
 F - лобовая площадь, м²;
 v - скорость набегающего воздуха на автомобиль, км/ч;
 m - масса автомобиля, кг;
 g - ускорение свободного падения, м/с²;
 K_{sc} - коэффициент сцепного веса.

Лобовая площадь зависит от угла атаки встречного ветра γ :

$$F = 0,8 \cdot H(D \cdot \sin\gamma \pm B \cdot \cos\gamma)$$

H - высота автомобиля, м;
 D - длина, м;
 B - ширина, м; знак «+» соответствует встречному ветру, а знак «-» - попутному.

Радиус кривой в плане с заданной величиной риска:

$$R = R_m + u \sqrt{\sigma_m^2 + \sigma_r^2}$$

σ_m - среднее квадратическое отклонение минимального радиуса кривой в плане, м;
 σ_r - допуск на отклонение радиуса кривой в плане, зависящий от точности разбивочных и строительно-монтажных работ, м;
 u - аргумент функции Лапласа, устанавливаемый в зависимости от величины принятого риска.

Риск возникновения ДТП при встречном ветре:

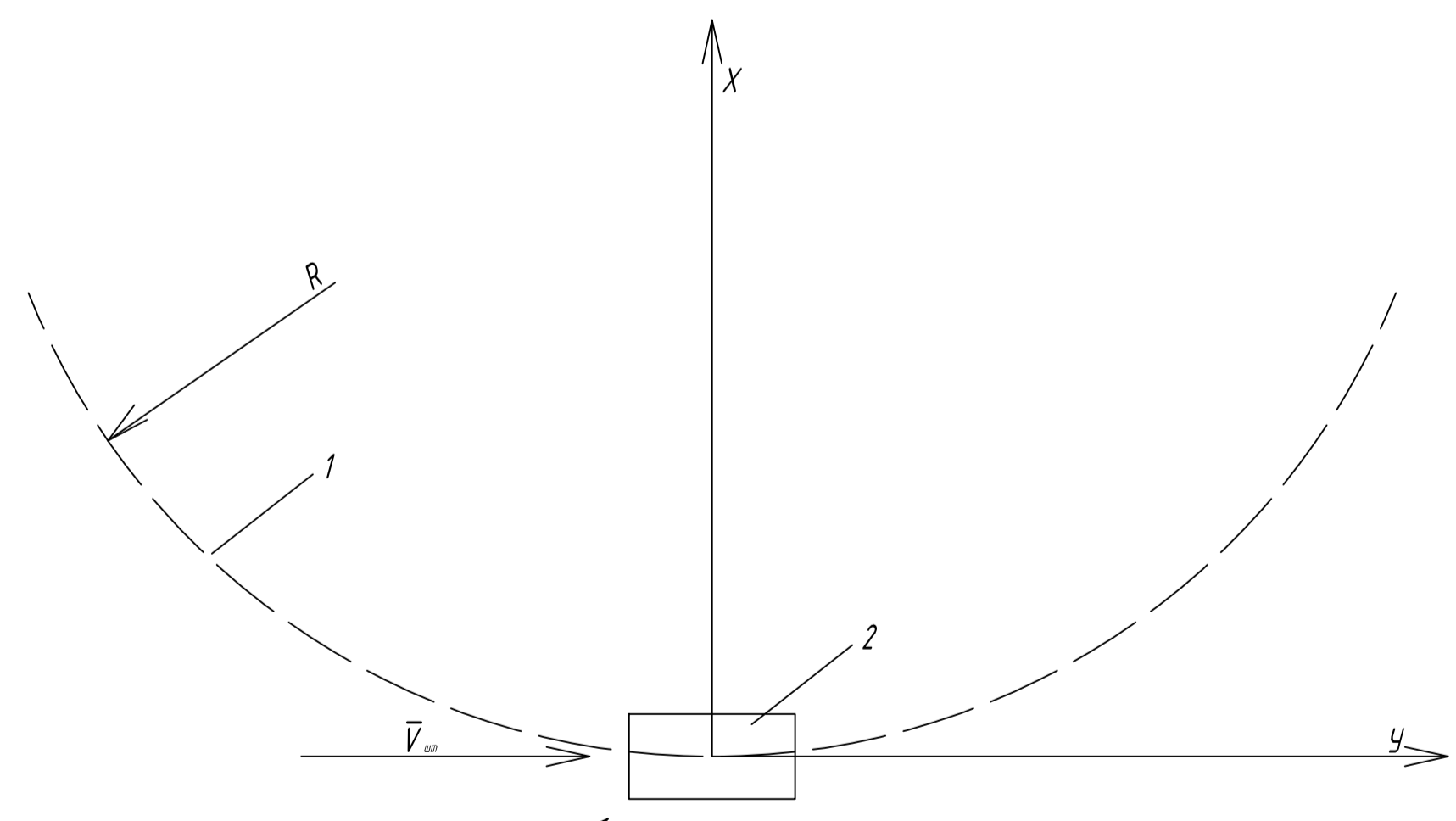
$$R_s = P(\text{ДТП}|W) \cdot P(W)$$

$P(\text{ДТП}|W)$ - условная вероятность попадания в ДТП на кривой малого радиуса при наличии встречного ветра,
 $P(W)$ - вероятность возникновения встречного ветра.

Условная вероятность попадания в ДТП:

$$P(\text{ДТП}|W) = 0,5 - \Phi\left(\frac{R - R_m}{\sqrt{\sigma_m^2 + \sigma_r^2}}\right)$$

σ_m - среднее квадратическое отклонение минимального радиуса кривой в плане, м;
 σ_r - допуск на отклонение радиуса кривой в плане, м;
 R - радиус кривой в плане с заданной величиной риска;
 $\Phi(u)$ - функция Лапласа



Вектор встречного ветра:

$$\vec{V}_c = \vec{V}_v + \vec{V}_{шт}$$

$$V_c = \sqrt{V_v^2 + V_{шт}^2 + 2V_v \cdot V_{шт} \cdot \cos\gamma}$$

- 1 - траектория движения автомобиля по кривой в плане;
- 2 - автомобиль;
- 3 - направление ветра, имеющего скорость \vec{V}_v ;
- 4 - скорость набегающего воздуха на автомобиль, движущегося при полном штиле $\vec{V}_{шт}$;
- 5 - скорость набегающего воздуха на автомобиль с учетом ветра \vec{V}_c ;
- γ - угол между векторами (угол атаки).

ВКР - 08.03.01.00.15 - 2016					
Сибирский федеральный университет					
Инженерно-строительный институт					
Изм.	Лист	Документ	Подп.	Дата	
Разработчик	Проверил	Утвержден	И.В.		
Назначение радиусов кривых в плане при реконструкции автомобильной дороги на основе теории рисков				Студия	Лист
				У	5
Зав. кафедрой Серватинский В.В.				Оценка риска кривой в плане	
				АДГ/С	