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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.В. Серватинский
подпись
«16» 06 2017 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

08.03.01 «Строительство»
08.03.01.0015 «Автомобильные дороги»

На тему: Реконструкция участка а/д IV категории
в Омской области на болоте

пояснительная записка

Руководитель _____ 16.06.17 профессор, к.т.н. В.И. Жуков
подпись, дата должность, ученая степень

Выпускник _____ 16.06.17 А.С. Карпова
подпись, дата

Красноярск 2017г

СОДЕРЖАНИЕ

Введение……..…… 4
1 Природные условия района проектирования……..……. 5
1.1 Климат……. 5
1.2 Рельеф……..…… 7
1.3 Растительность и почвы…….. 7
1.4 Инженерно – геологические условия……..... 8
1.5 Сведения о наличии дорожно-строительных материалов ……..……... 8
1.6. Заключение по природным условиям района проектирования…….. 9
2 Анализ существующей дороги…… 9
2.1 План трассы…….. 9
2.2 Земляное полотно…… 9
2.3 Искусственные сооружения…… 10
2.4 Дорожная одежда……. 11
2.5 Обустройство дороги.....…… 11
2.6 Комплексная оценка безопасности движения…… 11
2.6.1 Расчет скоростей движения……... 11
2.6.2 Оценка безопасности движения по графикам коэффициентов аварийности…… 13
2.6.3 Оценка по графикам коэффициента безопасности…….. 13
2.6.4 Оценка по пропускной способности……. 14
2.7.3 Заключение по комплексной оценке безопасности движения……... 15
3 Реконструкция дороги…….. 16
3.1 Определение категории дороги…….. 16
3.2 План трассы…….. 19
3.3 Продольный профиль…….. 19
3.3.1 Обоснование руководящих отметок и контрольных точек…… 19
3.3.2 Описание проектной линии……... 22
3.4 Поперечный профиль…….. 22
3.5 Дорожный водоотвод……... 22
3.6 Расчет дорожной одежды ……..……. 23
3.6.1 Расчет первого варианта дорожной одежды…… 26
3.6.1.1 Расчет дорожной одежды по упругому прогибу…… 26
3.6.1.2 Расчет конструкции на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе…… 27
3.6.1.3 Расчет на активное сопротивление сдвигу в грунте земляного полотна……... 30
3.6.1.4 Расчет на активное сопротивление сдвигу в несвязном слое конструкции дорожной одежды……..… 32
3.6.1.5 Расчет на морозоустойчивость…… 33
3.6.2 Расчет второго варианта дорожной одежды…… 34
3.6.2.1 Расчет дорожной одежды по упругому прогибу…… 34
3.6.2.2 Расчет конструкции на сопротивление монолитных слоев

усталостному разрушению от растяжения при изгибе…….. 36
3.6.2.3 Расчет на активное сопротивление сдвигу в грунте земляного полотна……... 37
3.6.2.4 Расчет на активное сопротивление сдвигу в несвязном слое конструкции дорожной одежды……..…… 38
3.6.3.5 Расчет на морозоустойчивость…… 39
3.7 Искусственные сооружения…… 40
3.8 Комплексная оценка безопасности движения……... 40
3.9 Подсчет объема земляных работ……... 41
3.10 Полоса отвода……... 42
4 Обустройство дороги…… 42
5 Деталь. Проектирование насыпи на болоте……... 43
5.1 Определение осадки насыпи на болоте……. 44
5.2 Определение продолжительности осадки насыпи на болоте…… 49
6.3 Проектирование земляного полотна……. 51
6 Соображения по организации реконструкции……... 57
Заключение……... 58
Список использованных источников……. 59
Приложение А Локальная смета на устройство первого варианта дорожной одежды……..... 61
Приложение Б Локальная смета на устройство второго варианта дорожной одежды……..... 67
Приложение В Расчет объема земляных работ……..……... 72

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильные дороги – это важнейшая составная часть народного хозяйства страны и неотъемлемый элемент транспортной системы.

Они представляют собой комплекс инженерных сооружений, предназначенных для обеспечения круглогодичного, непрерывного, удобного и безопасного движения автомобилей. Так как с течением времени изменяется интенсивность и состав движения, появляется необходимость усиления транспортно-эксплуатационных показателей дороги. В данной выпускной квалификационной работе рассмотрен проект улучшения транспортно-эксплуатационных показателей посредством реконструкции участка автомобильной дороги "Большие Уки – Самсоново" в Омской области.

1 Природные условия района проектирования

1.1 Климат

Омская область входит в III дорожно-климатическую зону согласно классификации по СП 34.13330.2012 [1].

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

Таблица 1 - Ведомость климатических показателей

№п/п	Наименование показателей	Ед. изм.	Величина
1	Абсолютная температура воздуха -минимальная -максимальная	℃	-49 +40
2	Средняя температура наружного воздуха холодной пятидневки 0,98 0,92	℃	-39 -37
3	Преобладающее направление ветра: декабрь-февраль июнь-август		ЮЗ СЗ
4	Максимальное из средних скоростей ветра по румбам за январь	м/с	5,1
5	Минимальное из средних скоростей ветра по румбам за июль	м/с	3,7
6	Среднемесячная относительная влажность воздуха: -наиболее холодного месяца -наиболее теплого месяца	%	80 68
7	Количество осадков за: -ноябрь-март -апрель-октябрь	м	79 296
8	Расчётная толщина снежного покрова обеспеченностью 5%	м	0,31
9	Глубина промерзания	м	2,5

Таблица 2 - Среднемесячная температура воздуха

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Темп, ℃	-19,0	-17,6	-10,1	2,8	11,4	17,1	18,9	15,8	10,6	1,9	-8,5	-16,0

Таблица 3 - Повторяемость и скорость ветра за январь

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

Таблица 4 - Повторяемость и скорость ветра за июль

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

По таблицам 2-4 строим розы ветров и дорожно-климатический график.

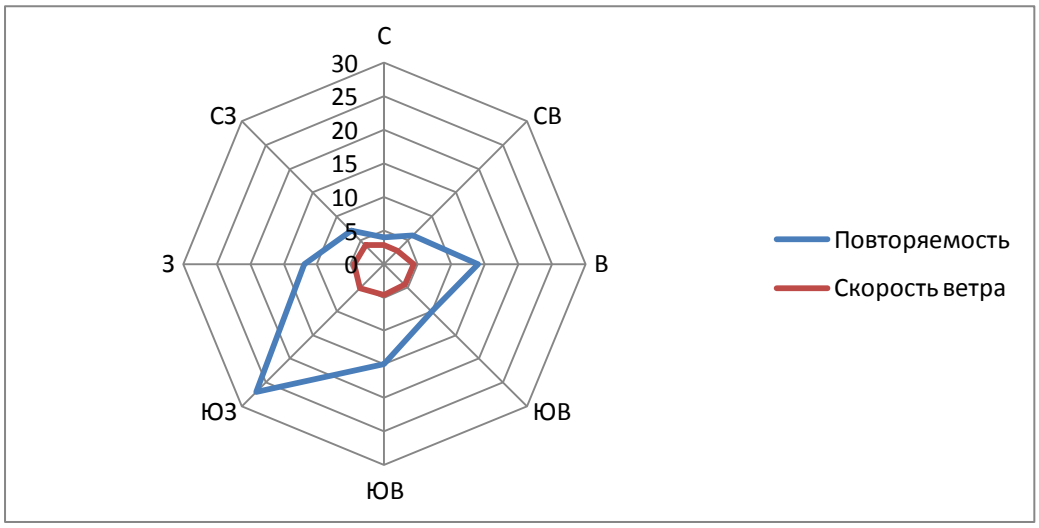


Рисунок 1 – Роза ветров за январь

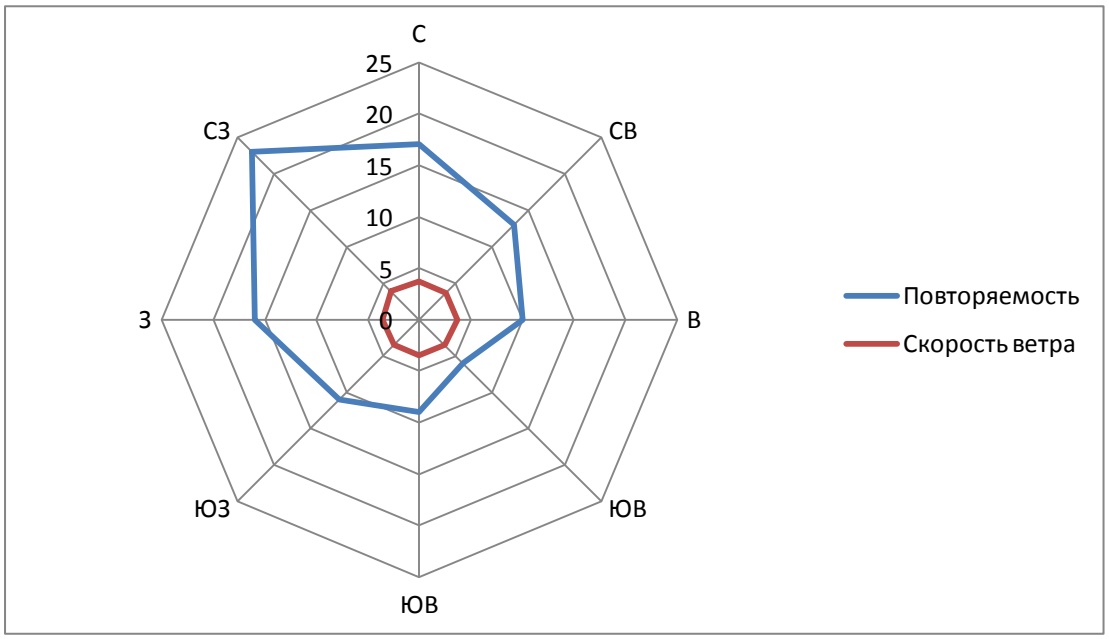
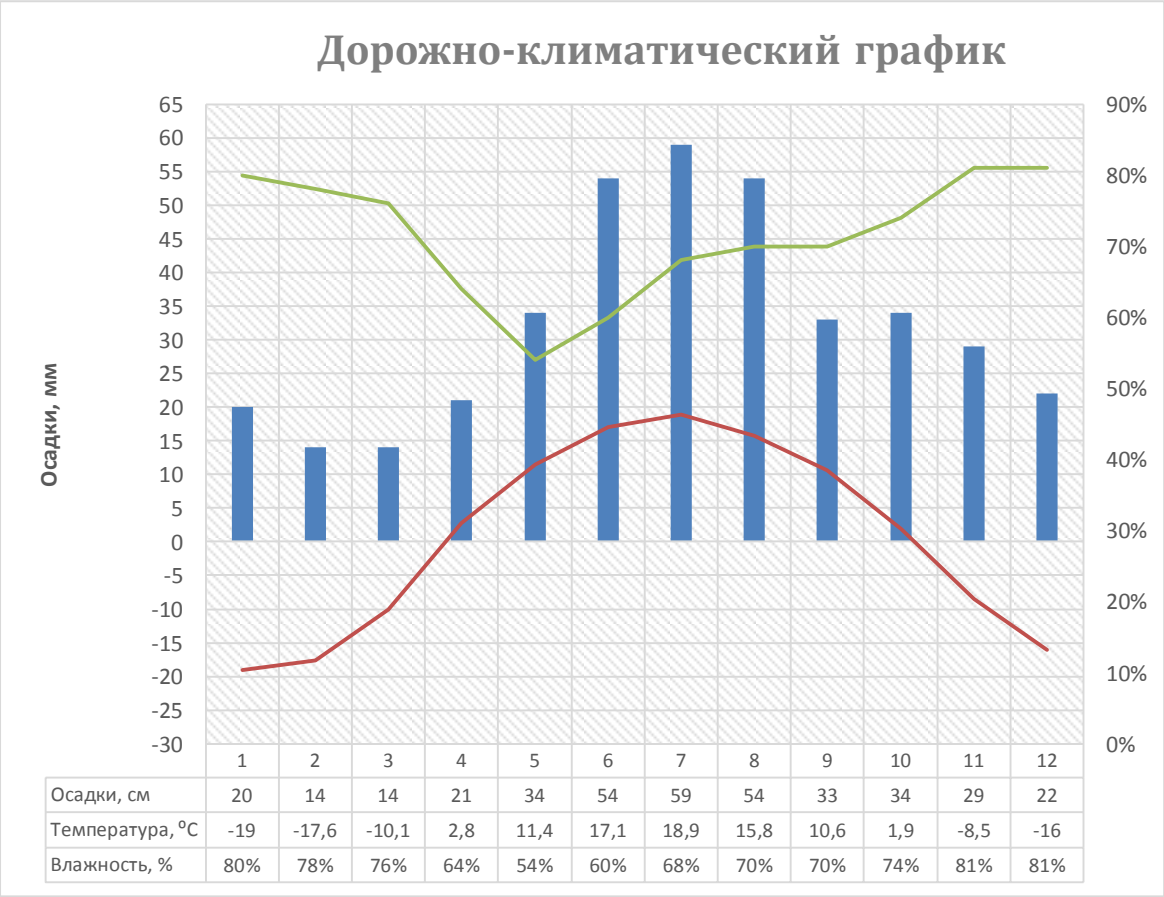


Рисунок 2 – Роза ветров за июль



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Осадки, см	20	14	14	21	34	54	59	54	33	34	29	22
Температура, °С	-19	-17,6	-10,1	2,8	11,4	17,1	18,9	15,8	10,6	1,9	-8,5	-16
Влажность, %	80%	78%	76%	64%	54%	60%	68%	70%	70%	74%	81%	81%

Рисунок 3 – Дорожно-климатический график

1.2 Рельеф

Омск расположен на юге Западно-Сибирской равнины в южной подзоне лесостепной зоны на месте впадения в Иртыш реки Омь. Он занимает речную долину: пойму, первую и вторую надпойменные террасы и коренной берег.

1.3 Растительность и почвы

Лесные ресурсы области распространены неравномерно. В частности, для степной зоны характерно практически полное отсутствие какой-либо лесной растительности. На берегах степных озер расположены рощи из березы, осины, серебряного тополя и тальника, там же растет шиповник, черника и малина. В 2—3 раза больше территории занято лесами в лесостепной зоне (в среднем 15—25%) по сравнению с югом области. Лесостепная зона характеризуется как степями, так и лесной растительностью. В лесостепной зоне можно встретить даже сосновые боры, но самым характерным элементом ландшафта являются березовые перелески, перемежающиеся с густой луговой или болотной растительностью. Близкое залегание к поверхности земли грунтовых вод и равнинный характер рельефа обусловливают широкое распространение в лесостепной зоне заболоченных пространств. Непосредственно на болотах рас-

тительность имеет истинно таежный характер, в частности на них произрастает угнетенная сосна, морошка, багульник, клюква, пушица и брусника.

В Среднем Прииртышье общая площадь леса составляет около 1 млн га. В этой лесной зоне доминируют темнохвойные деревья, нередко образующие смешанные древостой с определенными видами берез, лиственницей, сосной, также встречается ряд травянистых растений. В целом распределение лесных ресурсов области можно охарактеризовать следующим образом: от степей с березовыми массивами и редкими осинниками на юге области происходит переход к смешанным лесам на севере, где сосредоточены большие массивы сосны и ели, а в некоторых местах имеются кедры, лиственницы и пихты.

В почвенном покрове Омской области преобладают чернозёмы - 23,6%, болотные почвы занимают 21%, солонцы и солонцеватые почвы - 15,6%, подзолистые - 13,3%, солоди - 7,3%, луговые - 5,8%, серые лесные - 5,7%, дерново-подзолистые почвы - 3,6%. Наиболее освоены чернозёмы, они занимают 3,3 млн. га.

Крупные торфяные залежи находятся на севере - в Тарском, Знаменском, Тевризком, Усть-Ишимском районах, а также центральной части области - Большереченском, Тюкалинском, Крутинском. Кроме торфа в области встречается бурый уголь - лигнит. Большая часть углей находится в северных районах.

1.4 Инженерно-геологические условия

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

Область богата водными источниками и относится к бассейну р. Иртыш, которая протекает по области с юго-востока на северо-запад. Это важная водная артерия и транспортная магистраль, протяженность которой на территории региона составляет 1132 км. В области насчитывается более 4 тыс. рек и 16 тыс. озер. Крупнейшие притоки Иртыша - Омь, Тара, Уй, Ишим. На территории области много пресных и соленых озер. Берега соленых озер лишены растительности, на дне некоторых из них сосредоточены запасы поваренной соли. В некоторых озерах встречается сапропель.

1.5 Сведения о наличии дорожно-строительных материалов

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

Известно более 50 месторождений русловых песков - Омское, Захламинское, Карташивское, Иртышское, Новотроицкое, Черлакское.

1.6 Заключение по природным условиям района проектирования

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

2 Анализ существующей дороги

Существующий участок автомобильной дороги относится к дорогам общего пользования. Общая протяженность участка трассы 5,0 км. Начало трассы ПК 0+00 соответствует км 1081 существующей автомобильной дороги Большие Уки - Самсоново. Конец трассы ПК 50+00 соответствует км 1086 существующей автомобильной дороги Большие Уки – Самсоново. Растительность вдоль трассы на всем протяжении участка представлена выгоном. Так же имеется участок с болотом находящийся на ПК34 - ПК35.

2.1 План трассы

Элементы плана трассы существующей дороги соответствуют параметрам для дорог IV категории. Длина существующего участка трассы составляет 5,0 км. Трасса имеет 11 углов поворота. Наибольший радиус кривой составляет 50000 м, наименьший 4000 м. На ПК 45+50 трасса пересекает дорогу IV категории под углом 65°.

Существующий участок автомобильной дороги в плановом отношении позволяет проложить ось реконструируемой дороги по существующей без увеличения радиусов кривых.

2.2. Земляное полотно

Продольный профиль существующей дороги соответствует параметрам для IV категории дорог. Наименьший радиус вогнутой кривой 8,5 тыс. м, выпуклой кривой 10 тыс. м. Наибольший продольный уклон 36 ‰. Наименьшая видимость составляет 300 м.

Рабочие отметки варьируются в пределах от 1,06 м до 3,50 м. Наибольшая отметка оси проезжей части 305,65 м, наименьшая 278,75 м. Наблюдаются также 1 участок длинной более 700 м с уклоном 36 ‰. С ПК 17+00 по ПК 21+00, с ПК 32+00 по ПК 37+00 $i_{прод}$ < 5‰, что не соответствует нормативным значениям СП 34.13330.2012 [1].

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

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

Параметры конструкции:

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

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

С момента строительства элементы дорожного водоотвода подвергались разрушающим воздействиям эрозии и наносов, в результате чего кюветы в настоящее время не соответствуют заданным геометрическим параметрам и заросло травой, что повлекло за собой размывы земляного полотна сточными водами.

Поверхностный водоотвод осуществляется за счет выпуклого очертания поверхности дороги. Поперечный водоотвод осуществляется с помощью искусственных сооружений. С ПК 17+00 по ПК 21+00, с ПК 32+00 по ПК 37+00 не обеспечен продольный водоотвод, так как $i_{прод} < 5‰$.

2.3 Искусственные сооружения

На участке трассы находятся три водопропускных трубы. Они располагаются согласно рельефу местности в пониженных местах, пропускают максимальный паводок расчетной вероятности превышения 3% и удовлетворяют основным техническим требованиям, предъявляемым к проектируемому сооружению.

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

Таблица 5 – Ведомость искусственных сооружений

№	ПК +	Наименование водотока	Тип и отверстие сооружения	Угол поворота к оси дороги,	Полная длина
1	33+00	лог	Круглая сборная ж/б d=1,5 м	90	15,95
2	36+00	лог	Круглая сборная ж/б d=1,5 м	76	19,76
3	47+00	лог	Круглая сборная ж/б d=1,5 м	90	15,15

2.4 Дорожная одежда

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

2.5 Обустройство дороги

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

2.6 Комплексная оценка безопасности движения

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

2.6.1 Расчет скоростей движения

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

Данные для расчета:

1) Автомобиль ГАЗ-24 «Волга»;

2) Начальная максимальная скорость движения 145км/час;

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

Расчетная скорость определяется по формуле

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

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

V_o - начальная максимальная скорость движения;

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

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

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

G – вес груженого автомобиля, 1915 кг;.

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

Таблица 6 – Расчет скоростей движения на существующей дороге

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

Определяем среднетехническую скорость по дороге по формуле

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

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

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

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

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

L – длина участка.

Далее определяем время одного рейса по формуле

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

где L – длина трассы, км;

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

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

2.6.2 Оценка безопасности движения по графикам коэффициентов аварийности

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

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

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

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

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

Анализ коэффициента аварийности на существующей дороге показал: коэффициент аварийности имеет максимальное значение 34,3 в переходный период года. Учитывая состояние земляного полотна и дорожной одежды до реконструкции, проезд по этому участку нельзя считать безопасным. Значения итоговых коэффициентов аварийности превышают 25, следовательно, необходимо разработать проект реконструкции данного участка трассы.

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

2.6.3 Оценка по графикам коэффициентов безопасности

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

скоростей движения, и используя их, строят графики коэффициентов безопасности.

Коэффициентом безопасности определяют по формуле

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

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

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

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

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

2.6.4 Оценка по пропускной способности

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

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

Пропускную способность в разных дорожных условиях рассчитывают по формуле

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

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

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

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

где β_1... β_{15} – частные коэффициенты, учитывающие снижение пропускной способности за счет влияния неблагоприятных условий.

Пропускную способность с учетом фактического состава движения определяют по формуле

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

где P – пропускная способность приведенного состава;

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

Ψ_i – величина коэффициентов приведения.

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

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

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

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

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

На ПК0+00 – ПК32+50, ПК33+50 – ПК35+50, ПК36+50 – ПК38+00, ПК44+00 – ПК46+70, ПК47+70 – ПК50+00 уровень загрузки составляет 1,1, а пропускная способность – 366,1. На ПК32+50 – ПК33+50, ПК35+50 – ПК36+50, ПК46+70 – ПК47+70 уровень загрузки составляет 1,26, а пропускная способность – 322,3. На ПК38+00 – ПК44+00 уровень загрузки составляет 1,25, а пропускная способность – 325,1.

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

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

2.7.3 Заключение по комплексной оценке безопасности

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

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

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

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

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

3 Реконструкция дороги

3.1 Определение категории дороги

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

Таблица 7 – Коэффициенты приведения для различных транспортных средств

Типы транспортного средства	Грузоподъемность, т	Коэффициент приведения
Легковые автомобили	-	1
Мотоциклы с коляской	-	0,75
Мотоциклы и мопеды	-	0,5
Грузовые автомобили	2	1,5
	4	1,75
	6	2
	7	2,25
	8	2,5
	10	2,67
	14	3
	Свыше 14	3,5
Автопоезда	12	3,5
	20	4
	30	5
	Свыше 30	6

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

Определяем исходную интенсивность каждого типа автомобиля по формуле

$$N = N_{\text{исх}} \frac{\text{Р}}{100}, \tag{3.1.1}$$

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

Р – количество автомобилей в процентах.

$$N_{\text{л.а.}} = N_{\text{исх}} \frac{\text{Р}_{\text{л}}}{100} = 870 \cdot \frac{40}{100} = 348 \text{ а/сут};$$

$$N_{\text{авт.}} = N_{\text{исх}} \frac{\text{Р}_{\text{л}}}{100} = 870 \cdot \frac{5}{100} = 43{,}5 \text{ а/сут};$$

$$N_{2-6\text{т}} = N_{\text{исх}} \frac{\text{Р}_{2-6\text{т}}}{100} = 870 \cdot \frac{10}{100} = 87 \text{ а/сут};$$

$$N_{6-8\text{т}} = N_{\text{исх}} \frac{\text{Р}_{6-8\text{т}}}{100} = 870 \cdot \frac{15}{100} = 130{,}5 \text{ а/сут};$$

$$N_{8-14\text{т}} = N_{\text{исх}} \frac{\text{Р}_{8-14\text{т}}}{100} = 870 \cdot \frac{5}{100} = 43{,}5 \text{ а/сут};$$

$$N_{\text{ап.12т}} = N_{\text{исх}} \frac{\text{Р}_{\text{ап.12т}}}{100} = 870 \cdot \frac{5}{100} = 43{,}5 \text{ а/сут};$$

$$N_{\text{ап.20т}} = N_{\text{исх}} \frac{\text{Р}_{\text{ап.20т}}}{100} = 870 \cdot \frac{5}{100} = 43{,}5 \text{ а/сут}.$$

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

$$N_{\text{пр.исх}} = \sum_{i=1}^{\text{М}} N_i K_i, \tag{3.1.2}$$

где N_i - исходная интенсивность каждого типа автомобиля;

K_i – коэффициент приведения для каждого типа автомобиля.

$$N_{\text{пр.исх}} = 348 \cdot 1 + 43{,}5 \cdot 1{,}3 + 87 \cdot 1{,}4 + 130{,}5 \cdot 1{,}6 + 43{,}5 \cdot 1{,}8 + 43{,}5 \cdot 1{,}8 + 43{,}5 \cdot 2{,}2 + 43{,}5 \cdot 3 = 1117{,}95 (\text{прив. а/сут})$$

Определяем перспективную интенсивность движения по формуле

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

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

P – коэффициент ежегодного прироста;

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

$$N = 1117{,}95 \cdot (1 + \frac{8}{100})^{20} = 5210{,}7 \text{ (прив. а/сут)};$$

$$N_{20} = 870 \cdot \left(1 + \frac{8}{100}\right)^{20} = 4055 \frac{\text{авт}}{\text{сут}} \text{ (в транспортных единицах)}.$$

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

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

Таблица 8 – Основные технические показатели автомобильной дороги

Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя
1 Категория дороги	-	III
2 Расчетная интенсивность движения	прив.ед/сут.	5737,6
3 Расчетная скорость движения	км/ч	100
4 Число полос движения	шт	2
5 Ширина полосы движения	м	3
6 Ширина проезжей части	м	7
7 Ширина обочин	м	2,5
8 Ширина краевой полосы у обочины	м	0,5
9 Ширина укрепленной части обочины	м	0,5
10 Ширина земляного полотна без ограждений	м	12
11 Поперечный уклон проезжей части и краевой полосы в зависимости от дорожно-климатической зоны (при асфальтобетонном покрытии)	‰	20
12 Поперечный уклон обочины за пределами краевой полосы	‰	40
13 Наименьшие радиусы кривых в плане	м	600
14 Наибольший продольный уклон	‰	50
15 Допускаемый наибольший продольный уклон на трудных участках	‰	50

Окончание таблицы 8

16 Наименьшие радиусы выпуклых кривых в продольном профиле	м	10000
17 Наименьшие радиусы выпуклых кривых, допускаемые на трудных участках	м	5000
18 Наименьшие радиусы вогнутых кривых продольного профиля	м	3000
19 Расчетные расстояния видимости в продольном профиле: для остановки для встречного автомобиля при обгоне	м	 200 350 700

3.2 План трассы

При трассировании учтено условие, а именно, реконструируемая дорога по возможности должна совпадать с направлением оси существующей дороги, таким образом, чтобы минимизировать объемы работ. Тем самым обеспечивается оптимальная экономия.

Проектная ось трассы совпадает с существующей осью дороги. Так как радиусы закругления соответствуют минимально допустимым радиусам для III категории автомобильной дороги по СП 34.13330.2012 [1].

Начало реконструкции принято ПК 0+00 соответствует км 1081 существующей автомобильной дороги Большие Уки - Самсоново. Конец трассы ПК 50+00 соответствует км 1086 существующей автомобильной дороги Большие Уки – Самсоново.

Ведомость углов поворота, прямых и круговых кривых по длине автомобильной дороги приведена в прилагаемых документах на листе №1 графической части.

Всего по длине дороге назначено 11 углов поворота. Принятые радиусы поворота назначены исходя из условия обеспечения видимости в плане. План трассы представлен в графической части на листе №1.

3.3 Продольный профиль

Продольный профиль запроектирован по нормам СП 34.13330.2012 [1], для дорог III категории. Радиусы вертикальных выпуклых кривых – 10000 м, вогнутых кривых – 3000 м и 15000 м приняты в соответствии с СП34.13330.2012 [1].

3.3.1Обоснование руководящих отметок и контрольных точек

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

1) Сухие участки;

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

3) Мокрые участки, с постоянным избыточным увлажнением.

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

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

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

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

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

Руководящая отметка для первого типа местности по увлажнению определяется по формуле

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

где b_1- ширина покрытия;

b_2 – ширина обочины за вычетом краевой полосы;

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

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

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

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

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

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

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

b_1ширина покрытия = 0,9м;

b_2 – ширина обочины за вычетом краевой полосы;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Руководящая отметка для труб определяется по формуле

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

где d – диаметр трубы;

Δ - толщина засыпки над трубой;

δ – толщина стенки трубы;

$h_{до}$ – толщина дорожной одежды.

H = 1,5+0,5+0,12+0,52 = 2,64 м.

Таблица 9 – Ведомость контрольных точек

Местоположение		Отметка, м	Вид контрольной точки
ПК	+		
0	00	305,65	НТ
32	00	297,51	Труба
36	00	278,86	Труба
45	66	297,35	АД
47	00	296,99	Труба
50	00	300,31	КТ

3.3.2 Описание проектной линии

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

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

3.4 Поперечные профили

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

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

Поперечный профиль проезжей части – двухскатный.

Типы поперечных профилей:

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

Тип 1а – высота насыпи до 3 м на косогоре, кювет справа с заложением откосов – 1:4;

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

Тип 3 – высота насыпи до 3 м на болоте, с применением вертикальных дрен, заложение откоса – 1:1,5.

Конструкции поперечных профилей приведена на листе № 4 графической части.

3.5 Дорожный водоотвод

Участок реконструируемой дороги запроектирован на косогорных и пологих участках местности, что требует принятия конструктивных решений по вопросам водоотвода, во избежание размывающего действия ливневых потоков на земляное полотно.

На правой половине земляного полотна кюветы запроектированы на участках: ПК0+00 – ПК1+00, ПК2+00-ПК4+14, ПК14+06 – ПК15+00, ПК17+00 – ПК18+00, ПК29+50-ПК32+58, ПК40+00-ПК41+00, ПК42+00-ПК45+00, ПК47+00-ПК49+00. На остальных участках кюветы либо с обеих сторон, либо отсутствуют, в зависимости от высоты насыпи.

Кюветы имеют трапецеидальное сечение с шириной по дну 0,5 м, которые позволяют разместить там снег, сбрасываемый с проезжей части в зимнее время, улучшая условия эксплуатации и видимости и позволяя применять механизированную очистку кюветов.

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

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

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

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

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

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

α – коэффициент потерь стока;

φ – коэффициент редукции;

F – площадь бассейна, км^2.

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

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

$$Q_{л2} = 16{,}7 \cdot 0{,}74 \cdot 2{,}08 \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}2 \cdot 2{,}92 = 4{,}50\ м^3/сек\,;$$

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

3.6 Расчет дорожной одежды

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

Расчет дорожной одежды производится по четырём критериям:

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

Исходные данные:

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

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

Приведенную интенсивность на последний год службы определяют по формуле

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

где $f_{\text{пол}}$- коэффициент, учитывающий число полос(0,55 т.к. 2 полосы);

$S_{m\cdot\text{сут}}$- суммарный коэффициент приведения;

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

Результаты расчета сводим в таблицу 10.

Таблица 10 – Определение величины приведенной интенсивности на последний год службы

Вид транспорта	%	Ni пере а/сут	Sm·сут	Nm·Sm	Np
Легковые автомобили	40	1622,01	0	0,00	0,00
Грызовые до 2т	10	263,58	0,005	0,005	0,72
от 2т до 6т	15	567,70	0,2	0,20	62,45
от 6т до 8т	5	973,21	0,7	0,70	374,69
от 8т до 14т	5	364,95	1,25	1,25	250,91
Автопоезда до 12т	5	364,95	1,5	1,50	301,09
от 12т до 20т	5	446,05	1,5	1,50	367,99
Автобусы	5	608,25	0,7	0,70	234,18
					∑1592,02

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

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

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

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

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

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

$T_{сл}$- срок службы дорожной одежды, 20 лет;

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

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

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

$$K_c = \frac{1{,}08^{20} - 1}{1{,}08 - 1} = 45{,}76.$$

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

где p - коэффициент ежегодного прироста, %.

$$q = 1 + \frac{8}{100} = 1{,}08.$$

$$\sum N_p = 0{,}7 \cdot 1592{,}02 \cdot \frac{45{,}76}{1{,}08^{(20-1)}} 130 \cdot 1{,}38 = 2119935 \text{ шт.}$$

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

$$\frac{E_{общ}}{E_{тр}} \geq K_{пр}^{тр}, \qquad (3.6.5)$$

где $E_{общ}$ – общие модули упругости на поверхности слоев, МПа;

$E_{тр}$ – требуемый модуль упругости, МПа, определяется по формуле (3.6.6);

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

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

где $N_р$ – суммарное расчетное число приложений расчетной нагрузки в точке на поверхности конструкции за срок службы;

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

$$98{,}65 \cdot [\log(2119935) - 3{,}25] = 273{,}9 \text{ МПа}.$$

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

При подборе слоёв конструкции дорожной одежды используем ГОСТ 9128-2013 Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон [7], ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ [8] и ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ [9].

3.6.1 Расчет первого варианта дорожной одежды

3.6.1.1 Расчет дорожной одежды по упругому прогибу

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

Таблица 11 - Характеристики материалов дорожной одежды

№	Материал слоя	h слоя, см	Расчет по допустимому упругому прогибу, E, МПа	Расчет по условию сдвигоустойчивости, E, МПа	Расчет на растяжение при изгибе			
					E, МПа	R_o, МПа	α	m
1.	Асфальтобетон плотный на БНД марки 60/90	8	3200	1200	4500	9,80	5,2	5,5
2.	Щебень фракционированный 40-70 уложенный по способу заклинки	24	400	400	400	-	-	
3.	Песок крупный	33	300	300	300	-	-	-
4.	Супесь легкая крупная W_p = 0,55 W_m		60	60	60	-	-	-

Таблица 12 – Расчет дорожной одежды по упругому прогибу

№	Материал слоя	h, см	E_i, МПа	$\frac{h}{D}$	$\frac{E^i_{общ}}{E_i}$	$\frac{E_н}{E_i}$	$E_{общ}$, МПА
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Асфальтобетон плотный на БНД марки 60/90	8	3200	0,2	0,1	0,13	320
2.	Щебень фракционированный 40-70 уложенный по способу заклинки	24	400	0,62	0,56	0,75	224
3.	Песок крупный	33	300	0,85	0,47	0,2	141
4.	Супесь легкая крупная W_p = 0,55 W_m	-	60	-	-	-	-

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

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

$$\frac{h_в}{D} = \frac{h^{песок}}{D} = \frac{33}{39} = 0{,}85 \ ;$$

По номограмме $\frac{E_{общ}^{песок}}{E^{песок}} = 0{,}47$;

$$E_{общ}^{пес} = 0{,}47 \cdot 300 = 141 \text{ МПа.}$$

Далее по аналогии ведем расчет всех остальных слоев и получаем:

$$E_{общ} = 0{,}10 \cdot 3200 = 320 \text{ МПа}$$

Проверяем выполняется ли условие прочности по упругому прогибу по формуле

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

$$\frac{E_{общ}}{E_{ТР}} = \frac{320}{273{,}9} = 1{,}17 \geq 1{,}17 \text{ - условие выполняется.}$$

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

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

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

$$\sigma_r < \frac{R_N}{K_{пр}^{тр}}, \qquad (3.6.1.2.1)$$

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

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

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

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

$$\frac{E_н}{E_в} = \frac{E_{общ}^{песок}}{E^{щеб}} = \frac{300}{400} = 0{,}75;$$

$$\frac{h_в}{D} = \frac{h_{щеб}}{D} = \frac{24}{39} = 0{,}62;$$

$$\frac{E_{общ}}{E_в} = \frac{E_{общ}^{щеб}}{E^{щеб}} = 0{,}56;$$

$$Eн = 0{,}56 \cdot 400 = 224 \text{ МПа.}$$

К верхнему слою относят все асфальтобетонные слои.

Модуль упругости верхнего слоя устанавливаем по формуле

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

$$E_в = \frac{4500 \cdot 8}{8} = 4500 \text{ МПа.}$$

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

Находим растягивающее напряжение в асфальтобетоне:

$$\frac{h_в}{D} = \frac{8}{39} = 0{,}20;$$

$$\frac{E_в}{E_н} = \frac{4500}{225} = 20.$$

По номограмме на рисунке 3.4 ОДН 218046-01[6] определяем растягивающее напряжение при изгибе от единичной нагрузки в верхнем слое: $\bar{\sigma}_r = 2{,}70$ мПа.

Расчетное растягивающее напряжение вычисляем по формуле

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

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

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

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

$$\bar{\sigma}_r = 2{,}70 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}85 = 1{,}38 \text{ мПа.}$$

Вычисляем предельное растягивающее напряжение для асфальтобетонного слоя по формуле

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

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

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

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

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

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

$$k_1 = \frac{\alpha}{\sqrt[m]{\sum N_p}}, \qquad (3.6.1.2.5)$$

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

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

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

$$k_1 = \frac{5,2}{\sqrt[5,5]{211935}} = 0,37;$$

R_N = 9,8·0,37·0,9(1 - 0,1·1,71) = 2,71 МПа.

Проверяем условие (3.6.1.2.1)

$1,38 < \frac{2,71}{1,0} = 2,71 -$ условие выполняется.

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

3.6.1.3 Расчет на активное сопротивление сдвигу в грунте земляного полотна

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

$$T \le \frac{T_{пр}}{K_{пр}^{тр}}, \qquad (3.6.1.3.1)$$

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

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

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

Необходимо определить среднее значение модуля упругости по формуле (3.6.1.2.2)

$$E_в = \frac{1200 \cdot 8 + 400 \cdot 24 + 300 \cdot 33}{65} = 447,7 \text{ МПа.}$$

Далее определяем активное предельное напряжение сдвига в грунте по формуле

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

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

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

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

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

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

$$T_{пр} = 0{,}014\cdot 1 + 0{,}1\cdot 0{,}002\cdot 64 tg\ 36° = 0{,}023$$

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

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

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

$$\frac{E_в}{E_н} = \frac{447{,}7}{60} = 7{,}46$$

$$\frac{h_в}{D} = \frac{65}{39} = 1{,}66$$

$\bar{\tau}_н$ = 0,021 МПа.

Расчетное активное напряжение сдвига определяется по формуле

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

где $\bar{\tau}_н$ - активное напряжение сдвига от единичной нагрузки;

p – расчетная нагрузка, *p* = 0,6.

T =0,021·0,6 = 0,013 МПа

Далее проверяем условие по формуле (3.6.1.3.1)

$$\frac{0{,}023}{1{,}0} = 0{,}023 \geq 0{,}013$$ - условие выполняется.

3.6.1.4 Расчет на активное сопротивление сдвигу в несвязном слое конструкции дорожной одежды

Данный расчет производят для того, что бы в несвязном слое конструкции дорожной одежды за срок служб не накапливались недопустимые изменения. Этого не произойдет, если выполнено условие (3.6.1.3.1)

Необходимо определить среднее значение модуля упругости по формуле (3.6.1.2.2)

$$E_в = \frac{1200 \cdot 8 + 400 \cdot 24}{32} = 600 \text{ МПа.}$$

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

$T_{пр}$ = 0,003·1 + 0,1·0,002·32tg 29° = 0,0065

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

Нижнему слою модели присваивают следующие характеристики: $E_{общ}^{песок} = 300$ МПа; φ = 29° и *c* = 0,003 МПа (П.2.4 ОДН 218.046-01[6]).

С помощью номограммы (рисунок 3.2 ОДН 218.046-01[6]) находим удельное активное напряжение сдвига по отношениям

$$\frac{E_в}{E_н} = \frac{600}{300} = 2$$

$$\frac{h_в}{D} = \frac{32}{39} = 0{,}82$$

$\bar{\tau}_н$ = 0,01 МПа.

Расчетное активное напряжение сдвига определяется по формуле (3.6.1.3.3)

Т =0,01·0,6 = 0,006 МПа

Далее проверяем условие по формуле (3.6.1.3.1)

$$\frac{0{,}0065}{1{,}0} = 0{,}0065 \geq 0{,}006$$ - условие выполняется.

3.6.1.5 Расчет на морозоустойчивость

Определяем степень пучинистости грунта земляного полотна по таблице 4.2. ОДН 218.046-01[6]. Грунт супесь легкая, что соответствует III группе по пучинистости.

Расчет на морозоустойчивость выполняется при условии

$$L_{пуч} \leq L_{доп}, \qquad (3.6.5.1.1)$$

где $L_{пуч}$ - расчетное пучение грунта земляного полотна, см;

$L_{доп}$ – допустимое для данной конструкции пучение грунта земляного полотна, определяется по табл. 4.3 ОДН [6], т.к. тип дородной одежды капитальный, то принимаем $L_{доп}$=4 см. В соответствии с примечанием под таблицей для капитального типа $L_{доп}$=4·1,2=4,8 см.

Далее определяем глубину промерзания дорожной одежды по формуле

$$z_{пр} = z_{пр(ср)} \cdot 1{,}38, \qquad (3.6.1.5.2)$$

где $z_{пр(ср)}$ - средняя глубина промерзания для района проектирования, $z_{пр(ср)}$=1,8 м.

$z_{пр}$=1,8·1,38 = 2,48 м ≈ 2,5м.

Для глубины промерзания 2,5 м значение морозного пучения для осредненных условий:

$L_{пуч.\ ср}$ = 7,21 см.

Далее необходимо определить величину пучения для данной конструкции по формуле

$$l_{пуч} = l_{пуч(ср)} \cdot K_{УГВ} \cdot K_{пл} \cdot K_{гр} \cdot K_{нагр} \cdot K_{вл}, \qquad (3.6.1.5.3)$$

где $l_{пуч(ср)}$ – величина морозного пучения при осредненных условиях;

$K_{УГВ}$ - коэффициет, учитывающий влияние расчетной глубины залегания уровня грунтовых или длительно стоящих поверхностных вод; при отсутствии влияния грунтовых или длительно стоящих поверхностных вод следует принимать для супеси легкой $K_{УГВ}$ = 0,43 (рисунок 4.1 ОДН 218.046-01 [6]);

$K_{пл}$ - коэффициент , зависящий от степени уплотнения грунта рабочего слоя, $K_{пл}$ = 1,0 (таблица 4.4 ОДН 218.046-01 [6]);

$K_{гр}$ - коэффициент, учитывающий влияние гранулометрического состава грунта основания насыпи или выемки, $K_{гр}$ = 1,1 (рисунок 4.5 ОДН 218.046-01 [6]);

$K_{нагр}$ - коэффициент, учитывающий влияние нагрузки от собственного веса вышележащих слоев конструкции на грунт в промерзающем слое и зависящий от глубины промерзания, $K_{нагр}$ = 0,8 (рисунок 4.2 ОДН 218.046-01 [6]);

$K_{вл}$ – коэффициент, зависящий от расчетной влажности грунта, $K_{вл}$ = 1,0 (рисунок 4.6 ОДН 218.046-01 [6]).

$L_{пуч}$ = 7,21·0,43·1,0·1,1·0,8·1,0 = 2,73 см.

Проверяем условие (3.6.1.5.1)

2,73<4,8 - условия выполняются.

Вывод: морозозащитный слой не требуется.

Локальная смета на устройство первого варианта дорожной одежды приведена в приложении А.

3.6.2 Расчет второго варианта дорожной одежды

3.6.2.1 Расчет дорожной одежды по упругому прогибу

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

Таблица 13 - Характеристики материалов дорожной одежды

№	Материал слоя	*h* слоя, см	Расчет по допустимому упругому прогибу, *E*, МПа	Расчет по условию сдвигоустойчивости, *E*, МПа	Расчет на растяжение при изгибе			
					E, МПа	R_o, МПа	α	m
1	Асфальтобетон плотный мелкозернистый на БНД марки 60/90	5	3200	1200	4500	9,80	5,2	5,5
2	Асфальтобетон пористый крупнозернистый на БНД марки 60/90	8	2000	840	2800	8,0	5,9	4,3
3	Черный щебень, уложенный по способу пропитки	8	400	400	400	-	-	-
4	Щебень фракционированный 40-70 уложенный по способу заклинки	15	400	400	400	-	-	-

Окончание таблицы13

5	Песок крупный	28	300	300	300	-	-	-
6	Супесь легкая крупная W_p = 0,55 W_m		60	60	60	-	-	-

Таблица 14 – Расчет дорожной одежды по упругому прогибу

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

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

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

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

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

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

Далее по аналогии ведем расчет всех остальных слоев и получаем:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$Eн = 0{,}507 \cdot 400 = 203 \text{ МПа.}$$

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

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

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

Находим растягивающее напряжение в асфальтобетоне:

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

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

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

Расчетное растягивающее напряжение вычисляем по формуле (3.6.1.2.3)

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

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

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

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

Проверяем условие (3.6.1.2.1)

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

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

3.6.2.3 Расчет на активное сопротивление сдвигу в грунте земляного полотна

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

Необходимо определить среднее значение модуля упругости по формуле (3.6.1.2.2)

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

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

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

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

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

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

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

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

$\bar{\tau}_н$ = 0,021 МПа.

Расчетное активное напряжение сдвига определяется по формуле (3.6.1.3.3)

Т =0,021·0,6 = 0,013 МПа

Далее проверяем условие по формуле (3.6.1.3.1)

$\frac{0{,}014}{1{,}0} = 0{,}014 \geq 0{,}0138$- условие выполняется.

3.6.2.4 Расчет на активное сопротивление сдвину в несвязном слое конструкции дорожной одежды

Данный расчет производят для того, что бы в несвязном слое конструкции дорожной одежды за срок службы не накапливались недопустимые изменения. Этого не произойдет, если выполнено условие (3.6.1.3.1).

Необходимо определить среднее значение модуля упругости по формуле (3.6.1.2.2)

$$E_в = \frac{1200 \cdot 5 + 840 \cdot 8 + 400 \cdot 8 + 400 \cdot 15}{36} = 608{,}88 \text{ МПа.}$$

Далее определяем активное предельное напряжение сдвига в грунте по формуле (2.6.1.3.2)

$T_{пр}$ = 0,003·1 + 0,1·0,002·36·tg 29° = 0,0069

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

Нижнему слою модели присваивают следующие характеристики: $E_{общ}^{песок} = 300$ МПа, φ = 29° и *c* = 0,003 МПа (П.2.4 ОДН 218.046-01[6]).

С помощью номограммы (рисунок 3.2 ОДН 218.046-01[6]) находим удельное активное напряжение сдвига по отношениям

$$\frac{E_в}{E_н} = \frac{608{,}88}{300} = 2{,}03$$

$$\frac{h_в}{D} = \frac{36}{39} = 0{,}9$$

$\bar{\tau}_н$ = 0,001 МПа.

Расчетное активное напряжение сдвига определяется по формуле (3.6.1.3.3)

Т =0,001·0,6 = 0,006 МПа

Далее проверяем условие по формуле (3.6.1.3.1)

$\frac{0{,}0069}{1{,}0} = 0{,}0069 \geq 0{,}006\,8$- условие выполняется.

3.6.2.5 Расчет на морозоустойчивость

Определяем степень пучинистости грунта земляного полотна по таблице 4.2. ОДН 218.046-01[6]. Грунт супесь легкая, что соответствует III группе по пучинистости.

Расчет на морозоустойчивость выполняется при условии (3.6.1.5.1).

Средняя глубина промерзания для района проектирования $z_{пр(ср)}$=1,8 м.

Далее определяем глубину промерзания дорожной одежды по формуле (3.6.1.5.2)

$z_{пр}$=1,8·1,38 = 2,48 м ≈ 2,5м.

Для глубины промерзания 2,5 м значение морозного пучения для осредненных условий:

$L_{пуч.\ ср}$ = 7,21 см.

Далее необходимо определить величину пучения для данной конструкции по формуле (3.6.1.5.3)

$$L_{пуч} = 7{,}21 \cdot 0{,}43 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}8 \cdot 1{,}0 = 2{,}73 \text{ см.}$$

Проверяем условие (3.6.1.5.1)

2,73<4,8 - условия выполняются.

Вывод: морозозащитный слой не требуется.

Локальная смета на устройство второго варианта дорожной одежды представлена в приложении Б.

Сравнив капитальные стоимости двух вариантов дорожной одежды, делаем вывод, что экономичнее будет применение конструкции дорожной одежды первого варианта.

3.7 Искусственные сооружения

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

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

Таблица 15 – Ведомость искусственных сооружений

№	ПК +	Наименование водотока	Тип и отверстие сооружения	Угол поворота к оси дороги,	Полная длина
1	33+00	лог	Круглая сборная ж/б d=1,5 м	90	17,97
2	36+00	лог	Круглая сборная ж/б d=1,5 м	76	20,40
3	47+00	лог	Круглая сборная ж/б d=1,5 м	90	31,42

Трубу на ПК 33+00 необходимо удлинить на 1 звено с каждой стороны. Трубу на ПК 36+00 необходимо удлинить на 1 звено с каждой стороны. Трубу на ПК 47+00 необходимо удлинить на 8 звеньев с каждой стороны.

3.8 Комплексная оценка безопасности движения на дороге после реконструкции

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

После проведения реконструкции автомобильной дороги результаты комплексной оценки составили:

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

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

3. Уровень загрузки на ПК0+00 – ПК32+50, ПК33+50 – ПК35+50, ПК36+50 – ПК38+00, ПК44+00 – ПК46+70, ПК47+70 – ПК50+00 составляет 0,414. На ПК32+50 – ПК33+50, ПК35+50 – ПК36+50, ПК46+70 – ПК47+70 составляет 0,37. На ПК38+00 – ПК44+00 составляет 0,41.

4. Пропускная способность на ПК0+00 – ПК32+50, ПК33+50 – ПК35+50, ПК36+50 – ПК37+00, ПК43+00 – ПК46+70, ПК47+70 – ПК50+00 составляет 1110,95. На ПК32+50 – ПК33+50, ПК35+50 – ПК36+50, ПК46+70 – ПК47+70 составляет 978,1. На ПК37+00 – ПК43+00 составляет 987,9.

5. Коэффициент аварийности на ПК00+00 – ПК37+00, ПК43+00 – ПК50+00 составляет летом – 1,24, в переходный период – 2,86, зимой – 1,96. На ПК37+00 – ПК43+00 составляет летом – 1,86, в переходный период – 4,29, зимой – 2,94.

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

Результаты оценки приведены в графической части на листе № 2.

3.9 Подсчет объема земельных работ

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

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

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

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

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

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

m_i – заложение откоса.

При подсчете объемов земляных работ учитываются следующие поправки:

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

2) Поправка на разность рабочих отметок;

3) Поправка на устройство дорожной одежды;

4) Поправка на разность ширины земляного полотна;

5) Поправка на снятие растительного слоя грунта;

6) Поправка на искусственное уплотнение грунта в насыпях.

Таким образом, объемы земляных работ составили:

- тело насыпи 75346 м³;

- кюветы насыпи 2381 м³;

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

3.10 Полоса отвода автомобильной дороги

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

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

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

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

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

Полоса отвода приведена в графической части на листе № 5.

4 Обустройство дороги

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

Километровые знаки ставятся с одной стороны трассы, через каждый километр существующего километража. Сигнальные столбики расставляют с

обеих сторон трассы через каждые 50 м. Барьерные ограждения устанавливают в тех местах, где высота насыпи составляет более 3 м и на трубах.

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

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

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

Ведомость дорожных знаков и разметки приведена в таблице 16.

Таблица 16 – Ведомость дорожных знаков и разметки

Привязка	Номер и название
Дорожные знаки	
ПК45+60; ПК45+86	2.1 – «Главная дорога»
ПК45+57; ПК45+86	2.4 – «Уступите дорогу»
ПК 0+00; ПК10+00; ПК20+00; ПК30+00; ПК40+00; ПК50+00	6.3 – «Километровый знак»
Дорожная разметка	
	1.4 – остановка запрещена
ПК0+00 - ПК44+76; ПК46+46 - ПК50+00	1.5 – разделение транспортных потоков
ПК44+76 - ПК45+26; ПК45+96 - ПК46+46	1.6 – переход в сплошную линию
ПК45+25 – ПК45+96	1.1 – сплошная линия

5 Проектирование насыпи на болоте

реконструируемая автомобильная дорога с ПК 34+00 по ПК 35+00 проходит по болоту. При проектировании насыпи на слабых основаниях необходимо обеспечить устойчивость основания, то есть исключить боковое выдавливание слабого грунта из-под насыпи, стабильность основания, т.е. интенсивная часть осадки (90-% консолидации) должна завершиться до устройства покрытия, чтобы упругие колебания земляного полотна при движении транс-

портных средств не превышали значений, допускаемых для данного типа покрытий.

Исходные данные:

1) Высота насыпи – 1,95 м;
2) Заложение откоса – 1,4 м;
3) Ширина земляного полотна – 12 м;
4) Удельный вес грунта – 2,0 г/см^3;
5) Срок консолидации – 90 суток;
6) Класс нагрузки А = 20К, [15].

Таблица 17 – Характеристики залегающих слоев

№ слоя	Коэффициент пористости	Коэффициент фильтрации, см/час	Удельный вес торфа, г/см^3	Степень разложения,%
1	ε_1=7,2	$К_{ф1}$=0,071	γ_1=0,8	n_1=40
2	ε_2=6,5	$К_{ф2}$=0,082	γ_2=0,9	n_2=30
3	ε_3=5,1	$К_{ф3}$=0,076	γ_3=1,05	n_3=40

Проектирование земляного полотна на болотах ведется в три стадии как описано в курсе лекций [16]:

1) Определение осадки насыпи на болоте;
2) Определение длительности осадки;
3) Проектирование земляного полотна.

5.1 Определение осадки насыпи на болоте

Расчет начинаем с определения устойчивости основания через коэффициент безопасности по формуле

$$К_{без} = \frac{Р_{без}}{Р_{расч}}, \qquad (5.1.1)$$

где $Р_{без}$ – безопасная нагрузка на основание;

$Р_{расч}$ – расчетная нагрузка на основание.

$$К_{без} = \frac{245,2}{86,1} = 2,85.$$

При определении $К_{без}$ учитывают скорость отсыпки насыпи: быструю отсыпку на полную высоту с запасом на осадку и медленную отсыпку, при которой скорость передачи нагрузки соответствует скорости нарастания прочности основания в результате процесса консолидации.

Устойчивость основания считается обеспеченной при условии

$$К_{без} \geq 1.$$

Безопасная нагрузка определяется по формуле

$$P_{без} = \left[\frac{c + \gamma_T \cdot z \cdot tg\varphi}{\beta}\right], \quad (5.1.2)$$

где z – толщина торфяной залежи;

c и φ – расчетные значения сцепления и угла внутреннего трения слабого грунта на расчетном горизонте z;

γ_T – удельный вес грунта слабой толщи;

β – функция глубины расположения расчетного горизонта Z, геометрических параметров насыпи и расчетного угла внутреннего трения грунта основания, определяется по формуле (5.1.3) при высоте насыпи менее 2,5-3,5 м

$$\beta = 0{,}310 - 0{,}006\varphi, \quad (5.1.3)$$

где φ – то же, что и в формуле (5.1.2).

Учитывая, что в нашем случае имеется тир слоя торфа, для каждого выбираем свой вид согласно степени разложения по методическим рекомендациям таблица 9[15]. Результаты сводим в таблицу 18.

Таблица 18 – Характеристики слоев торфяной залежи

№ слоя	Угол внутреннего трения φ, град	Сила сцепления с,т/м$_2$	Вид торфа	Степень разложения,%
1	20	5,0	Тростниковый	40
2	22	1,0	Сфангово-моховой	30
3	20	5,0	Тростниковый	40

$$\beta_{1,3} = 0{,}310 - 0{,}006 \cdot 20 = 0{,}1;$$

$$\beta_2 = 0{,}310 - 0{,}006 \cdot 22 = 0{,}178;$$

$$P_{без\ 1} = \left[\frac{0{,}05 + 0{,}8 \cdot 160 \cdot tg20}{0{,}19}\right] = 245{,}5 \text{ кПа};$$

$$P_{без\ 2} = \left[\frac{0{,}01 + 0{,}9 \cdot 120 \cdot tg22}{0{,}178}\right] = 245{,}2 \text{ кПа};$$

$$P_{без\ 3} = \left[\frac{0{,}05 + 1{,}05 \cdot 260 \cdot tg20}{0{,}19}\right] = 523{,}23 \text{ кПа}.$$

Расчетная нагрузка $P_{расч}$ определяется в следующей последовательности:

Определение расчетной нагрузки $P_{расч}$ начинают с вычисления давления на поверхность торфяного основания от временной нагрузки при наиболее неблагоприятном ее расположении (при длительной остановке на дороге четырех колонн автомобилей: два автомобиля стоят на обочинах, два – на каждой полосе движения).

Давление от временной нагрузки распределяется в теле насыпи под углом 45°, и на поверхности торфяного основания при высоте насыпи $h_н$ определяется по формуле

$$P_в = g_к \cdot К, \tag{5.1.4}$$

где $P_в$ – давление от временной нагрузки;

К – количество колес двух задних осей расчетного автомобиля, создающих суммарное давление, распространяющееся под углом 45°;

$g_к$ – удельное давление от одного колеса, МПа, определяется по формуле (5.1.5).

$$g_к = \frac{P_к}{F}, \tag{5.1.5}$$

где $P_к$ – нагрузка на колесо задней оси (для А-20К $P_к = 600$ МПа);

F – площадь круга в основании насыпи при диаметре следа колеса D=60см (для А=20К), определяется по формуле (5.1.6).

$$F = \frac{\pi \cdot (D + 2 \cdot h_н)^2}{4}, \tag{5.1.6}$$

где π – число Пи, π = 3,14;

$(D+2\ h_н)$ – диаметр круга в основании насыпи при высоте $h_н$;

$h_н$ – высота насыпи, см.

$$F = \frac{3{,}14 \cdot (0{,}37 + 2 \cdot 1{,}95)^2}{4} = 14{,}3\ м^2 = 143\ 000\ см^2;$$

$$g_к = \frac{6000}{143000} = 0{,}042 \frac{кг}{см^2} = 4{,}2\ кПа;$$

$$P_в = 4{,}2 \cdot 6 = 25{,}2\ кПа.$$

Давление на торф от собственного веса насыпи определяется по формуле

$$P_н = \gamma_г \cdot h_н, \tag{5.1.7}$$

где $P_н$ – давление на торф от собственного веса;

$\gamma_г$ – удельный вес грунта, кг/см^3;

$h_н$ – то же, что и в формуле (5.1.6).

$$P_н = 2{,}0 \cdot 1{,}95 = 390 г/см^2 = 39 кПа.$$

Общее давление от временной нагрузки и собственного веса насыпи определяется по формуле

$$P = P_в + P_н, \quad (5.1.8)$$

где $P_в$ – то же, что и в формуле (5.1.4);

$P_н$ – то же что и в формуле (5.1.7).

$$P = 25{,}2 + 39 = 64{,}2 \text{ кПа}.$$

Необходимо учесть дополнительное давление от веса грунта погруженной в торфяной массив насыпи, определяется по формуле

$$P_{ос} = \gamma_1 \cdot S, \quad (5.1.9)$$

где γ_1 – удельный вес грунта, уменьшенный за счет объемной силы воды в торфе, определяется по формуле (5.1.10);

S – величина осадки в результате уплотнения торфа, см, определяется по формуле (5.11).

$$\gamma_1 = (1 - n_г)(\gamma_г - 1), \quad (5.1.10)$$

где $n_г$ – пористость грунта насыпи, %;

$\gamma_г$ – удельный вес грунта насыпи;

$$\gamma_1 = (1 - 0{,}3)(2 - 1) = 0{,}7 \text{ г/см}^3.$$

$$S = H\frac{\varepsilon_0 - \varepsilon_p}{\varepsilon_0 + 1}, \quad (5.1.11)$$

где H – мощность торфяной залежи, см;

ε_0 – коэффициент пористости торфяного грунта в естественном состоянии;

ε_p – коэффициент пористости торфяного грунта при нагрузке P.

Коэффициент ε_p определяют по упрощенному компрессионному уравнению Н.Н. Иванова

$$\varepsilon_p = \varepsilon_1 - Z \cdot lnP, \quad (5.1.12)$$

где Z – постоянный коэффициент, зависящий от вида торфа =1,2;

ε_1 – коэффициент пористости торфяного грунта при давлении P = 0,1;

ε_1=6,9 для осокового и травяно-древесного вида торфа.

Если торфяная залежь представлена несколькими слоями, коэффициенты ε_p и величину осадки определяют для каждого слоя. Суммарная осадка определяется по формуле

$$S=\Delta S_1+\Delta S_2+\Delta S_3+\ldots+\Delta S_n, \quad (5.1.13)$$

где 1,2,…n – количество слоев торфяной залежи.

Расчет осадки сводят в таблицу 19.

Таблица 19 – Результаты расчета осадки торфяной залежи

Участок трассы		H	P	Z	ε_1	lnP	ε_p	ε_0	ε_0 -ε_p	(ε_0 -ε_p)/ (1+ε_0)	ΔS	S,см
ПК	+											
34	10	1,0	64,2	1,2	6,9	4,16	1,91	7,20	5,29	0,65	0,65	1,501
		0,8	64,2	1,2	6,9	4,16	1,91	6,50	4,59	0,61	0,49	
		0,7	64,2	1,2	6,9	4,16	1,91	5,10	3,19	0,52	0,37	
34	30	1,5	64,2	1,2	6,9	4,16	1,91	7,20	5,29	0,65	0,97	2,749
		1,2	64,2	1,2	6,9	4,16	1,91	6,50	4,59	0,61	0,73	
		2,0	64,2	1,2	6,9	4,16	1,91	5,10	3,19	0,52	1,05	
34	50	1,6	64,2	1,2	6,9	4,16	1,91	7,20	5,29	0,65	1,03	3,128
		1,2	64,2	1,2	6,9	4,16	1,91	6,50	4,59	0,61	0,73	
		2,6	64,2	1,2	6,9	4,16	1,91	5,10	3,19	0,52	1,36	
34	70	1,5	64,2	1,2	6,9	4,16	1,91	7,20	5,29	0,65	0,97	2,732
		1,0	64,2	1,2	6,9	4,16	1,91	6,50	4,59	0,61	0,61	
		2,2	64,2	1,2	6,9	4,16	1,91	5,10	3,19	0,52	1,15	
34	90	1,0	64,2	1,2	6,9	4,16	1,91	7,20	5,29	0,65	0,65	1,117
		0,6	64,2	1,2	6,9	4,16	1,91	6,50	4,59	0,61	0,37	
		0,2	64,2	1,2	6,9	4,16	1,91	5,10	3,19	0,52	0,10	

Вносят поправку в расчетное давление, добавляя к давлению от временной и постоянной нагрузок дополнительное давление от веса погруженной в торфяной массив части насыпи по формуле

$$P_{расч} = P + P_{ос}, \quad (5.1.14)$$

где P – то же, что и в формуле (5.1.8);

$P_{ос}$ – то же, что и в формуле (5.1.9).

$$P_{ос} = 0{,}7 \cdot 312{,}8 = 218{,}96 \text{ г/см}^3 = 21{,}9 \text{ кПа},$$
$$P_{расч} = 64{,}2 + 21{,}9 = 86{,}1 \text{ кПа}.$$

Для расчета откорректированного давления повторяем вышеприведенный расчет осадки насыпи и результаты заносим в таблицу 20.

Таблица 20 – Откорректированный расчет осадки насыпи торфяной залежи

Участок трассы		H	P	Z	ε_1	lnP	ε_p	ε_0	ε_0 - ε_p	$(\varepsilon_0$ -$\varepsilon_p)$/ $(1+\varepsilon_0)$	ΔS	S,см
пк	+											
34	10	1,0	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	7,20	5,65	0,69	0,69	1,625
		0,8	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	6,50	4,95	0,66	0,53	
		0,7	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	5,10	3,55	0,58	0,41	
34	30	1,5	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	7,20	5,65	0,69	1,03	2,991
		1,2	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	6,50	4,95	0,66	0,79	
		2,0	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	5,10	3,55	0,58	1,16	
34	50	1,6	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	7,20	5,65	0,69	1,10	3,409
		1,2	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	6,50	4,95	0,66	0,79	
		2,6	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	5,10	3,55	0,58	1,51	
34	70	1,5	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	7,20	5,65	0,69	1,03	2,975
		1,0	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	6,50	4,95	0,66	0,66	
		2,2	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	5,10	3,55	0,58	1,28	
34	90	1,0	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	7,20	5,65	0,69	0,69	1,202
		0,6	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	6,50	4,95	0,66	0,40	
		0,2	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	5,10	3,55	0,58	0,12	

Проверяем условие по формуле

$$К_{без} = \frac{Р_{без}}{Р_{расч}} \geq 1; \qquad (5.1.15)$$

где $Р_{без}$ – то же, что и в формуле (5.1.2);

$Р_{расч}$ – то же, что и в формуле (5.1.14).

$$К_{без} = \frac{245,2}{86,1} = 2,85 \geq 1 - \text{условие выполняется.}$$

5.2 Определение продолжительности осадки насыпи на болоте

Продолжительность осадки на болоте начинают с определения коэффициента сжимаемости каждого слоя торфа для ранее вычисленного давления $Р_{рас}$. Расчет ведется по самому опасному поперечному сечению по формуле

$$а_i = \frac{\varepsilon_{0i} - \varepsilon_{pi}}{P_{рас}}; \qquad (5.2.1)$$

где $а_i$ – коэффициент сжимаемости *i*-го слоя торфа;

ε_{0i} – то же, что и в формуле (5.1.11);

ε_{pi} – то же, что и в формуле (5.1.11).

$$a_1 = \frac{7{,}2 - 1{,}56}{86{,}1} = 0{,}066;$$

$$a_2 = \frac{6{,}5 - 1{,}56}{86{,}1} = 0{,}057;$$

$$a_3 = \frac{5{,}1 - 1{,}56}{86{,}1} = 0{,}041.$$

Определяем средний коэффициент сжимаемости по формуле

$$a_{ср} = \frac{1 + \varepsilon_{0ср}}{H} \cdot \left(\frac{a_1 \cdot H_1}{1 + \varepsilon_{01}} + \frac{a_2 \cdot H_2}{1 + \varepsilon_{02}} + \frac{a_3 \cdot H_3}{1 + \varepsilon_{03}}\right); \qquad (5.2.2)$$

где $a_{ср}$ – средний коэффициент сжимаемости;

$\varepsilon_{0ср}$ – средний коэффициент пористости торфяного грунта в естественном состояния определяется по формуле (5.2.3);

H_i – толщина i-го слоя, см;

a_i – то же, что и в формуле (5.2.1);

ε_{0i} – то же, что и в формуле (5.1.11).

$$\varepsilon_{0ср} = \frac{H_1 + H_2 + H_3}{\frac{H_1}{1 + \varepsilon_{01}} + \frac{H_2}{1 + \varepsilon_{02}} + \frac{H_3}{1 + \varepsilon_{03}}}; \qquad (5.2.3)$$

где H_i – то же, что и в формуле (5.2.2);

ε_{0i} – то же, что и в формуле (5.1.11).

$$a_{ср} = \frac{1 + 6{,}88}{5{,}4} \cdot \left(\frac{0{,}066 \cdot 1{,}6}{1 + 7{,}2} + \frac{0{,}057 \cdot 1{,}2}{1 + 6{,}5} + \frac{0{,}041 \cdot 2{,}6}{1 + 5{,}1}\right) = 0{,}057;$$

$$\varepsilon_{0ср} = \frac{1{,}6 + 1{,}2 + 2{,}6}{\frac{1{,}6}{1 + 7{,}2} + \frac{1{,}2}{1 + 6{,}5} + \frac{2{,}6}{1 + 5{,}1}} = 6{,}88.$$

Вычисляем средний коэффициент вертикальной фильтрации для всех слоев торфа по формуле

$$К_{в\ ср} = \frac{H_1 + H_2 + H_3}{\frac{H_1}{К_{ф1}} + \frac{H_2}{К_{ф2}} + \frac{H_3}{К_{ф3}}}; \qquad (5.2.4)$$

где H_i – то же, что и в формуле (5.2.2);

$К_{фi}$ – коэффициент вертикальной фильтрации каждого слоя торфа.

$$К_{в\ ср} = \frac{1,6 + 1,2 + 2,6}{\frac{1,6}{0,071} + \frac{1,2}{0,082} + \frac{2,6}{0,076}} = 0,076.$$

Определяем коэффициент вертикальной консолидации по формуле

$$С_в = \frac{К_{в\ ср} \cdot (1 + \varepsilon_{0ср}) \cdot 8,64}{а_{ср} \cdot \gamma_в}, \qquad (5.2.5)$$

где $К_{в\ ср}$ - средний коэффициент вертикальной фильтрации;

$\varepsilon_{0ср}$ - средний коэффициент первоначальной (естественной) пористости;

$\gamma_в$ – объемный вес воды, равна 1,0 кг/см^3;

$а_{ср}$ – средний коэффициент сжимаемости.

$$С_в = \frac{0,076(1 + 6,88) \cdot 8,64}{0,057 \cdot 1000} = 0,091\ м^2/сут,$$

Время, необходимое для достижения 90-процентной консолидации определяется по формуле

$$t_{90} = 0,85 \cdot \frac{Н^2}{С_в}, \qquad (5.2.6)$$

где Н – толщина торфяной залежи;

$С_в$ – то же, что и в формуле (5.2.5).

$$t_{90} = 0,85 \cdot \frac{5,4^2}{0,091} = 273\ сут.$$

Вывод: 90-процентная консолидация произойдет через 273 дня (9 мес), т.к. требуемый срок консолидации равен 3 месяца (90 дней), необходимо для завершения консолидации в срок, предусмотреть варианты земляного полотна с ускоренной осадкой.

5.3 Проектирование земляного полотна

В практике дорожного строительства наибольшее применение нашли следующие конструкции земляного полотна:

1) Свайная эстакада;
2) Выторфовывание механическим или взрывным способом;
3) Частичное выторфовывание исходя из соотношения толщины насыпного слоя к толщине оставшегося слоя 2:1;

4) Земляное полотно с дренажными прорезями;
5) Земляное полотно с вертикальными дренами;
6) Насыпь с временной дополнительной пригрузкой;
7) «Плавающая насыпь».

В целях обеспечения выбора наиболее целесообразной конструкции земляного полотна, по данным изысканий на стадии проектного задания намечаются возможные варианты земляного полотна для заданной категории дороги по таблице 8 курса лекций [16], таблица 21.

Таблица 21 - Конструкции земляного полотна в зависимости от типа и глубины болота

Тип болота	Глубина торфа, м	Рекомендуемая конструкция земляного полотна в зависимости от категории дороги		
		I	II и III	IV и V
	до 2	Полное выторфовывание	Полное выторфовывание	
I	2-4	Полное выторфовывание	Полное выторфовывание или дренажные прорези для плотных торфов	Массивная насыпь, отсыпаемая на поверхность торфяной залежи
	более 4	Вертикальные дрены	Вертикальные дрены	
II	до 2	Полное выторфовывание	Полное выторфовывание	
	2-6	Посадка насыпи на минеральное дно болота путем выдавливания торфа, с предварительным разрыхлением взрывным или механическим способом	Посадка насыпи на мин. дно болота, вертикальные дрены (для плотных торфов)	Облегченная плавающая насыпь из шлака и др. легких материалов или грунтовая насыпь хворостяной (фашинной) выстилкой в основании
III	до 6	Посадка насыпи на минеральное дно болота путем выдавливания торфа	Посадка насыпи на минеральное дно болота путем выдавливания торфа	Принимается в каждом конкретном случае на основе технико-экономических расчетов
	Более 6	Свайная эстакада	Принимается в каждом конкретном случае на основе технико-экономических расчетов	

Вывод: для III категории автомобильных дорог при глубине болота более 4 м глубиной подходит конструкция земляного полотна с вертикальными дренами.

Вертикальное дренирование основания земляного полотна проводится с целью ускорения консолидации грунтов основания, повышения их устойчивости и снижения упругих осадок.

Ускорение консолидации основания вертикальными дренами происходит за счет значительного сокращения пути фильтрации воды, отжимаемой из грунтовой массы при уплотнении весом насыпи. Вертикальные дрены позволяют ускорить осадку по сравнению с плавающей насыпью в десятки раз.

Вертикальные дрены быстро снимают напор, возникающий в порах водонасыщенного грунта после приложения внешней нагрузки. Поэтому сопротивление сдвигу основания с дренами возрастает значительно быстрее, чем без дренирования.

Вертикальные дрены изменяют общую упругость массы болотного грунта, поэтому упругие просадки на поверхности земляного полотна с вертикальными дренами примерно в 3 раза ниже, чем без дрен. Так же плюсом вертикального дренирования является не большая себестоимость по сравнению с полным выторфовыванием.

Конструкция земельного полотна существующей дороги на участке с болотом - «плавающая насыпь». Так как мы повышаем категорию дороги, то применяем конструкцию с вертикальными дренами и пробуриваем их через существующую насыпь.

Определение осадки насыпи и времени консолидации на торфяном основании с вертикальными дренами производится в следующем порядке:

1) Ориентировочно назначают основные параметры земляного полотна: высоту насыпи, толщину дренирующего слоя, диметр дрен, расстояние между дренами, порядок размещения дрен в плане;
2) Задают расчетный срок стабилизации осадки насыпи исходя из общего графика строительства;
3) Уточняют расчетом расстояние между дренами;
4) Определяют величину осадки насыпи;
5) Определяют площадь сечения просевшей части и ее объем;
6) Подбирают материал для заполнения дрен.

Высота насыпи 1,95м; диаметр дрен 0,5м; расстояние между дренами 3 м.

Отношение расстояния между дренами к их диаметру определяется по формуле

$$n_d = \frac{l}{d}, \tag{5.3.1}$$

где l – расстояние между дренами;

d –диаметр дрен.

$$n_d = \frac{3{,}0}{0{,}5} = 6.$$

Фактор времени определяется по формуле

$$\text{Т}_{\text{вр}} = \frac{\text{С}_{\text{ср}} \cdot t}{l^2}, \qquad (5.3.2)$$

где $\text{С}_{\text{ср}}$ – то же, что и в формуле (5.2.5);

l – то же, что и в формуле (5.3.1);

t – требуемый срок консолидации.

$$\text{Т}_{\text{вр}} = \frac{0{,}091 \cdot 90}{3^2} = 0{,}91.$$

При заданном значении $\text{Т}_{\text{вр}}$ для $n_d = 6$ величина консолидации Uг=96% в соответствии с графиком (рисунок 4).

Рисунок 4 – График для определения степени консолидации

Далее по графику на рисунке 5 определяем степень консолидации, которая будет достигнута, за время t=90 дней только при вертикальной фильтрации. Фактор времени определяем по формуле

$$\text{Т}_{\text{вр}} = \frac{\text{С}_{\text{ср}} \cdot t}{\text{Н}^2}, \qquad (5.3.3)$$

где $\text{С}_{\text{ср}}$ – то же, что и в формуле (5.2.5);

Н – то же, что и в формуле (5.2.6).

$$\text{Т}_{\text{вр}} = \frac{0{,}091 \cdot 90}{5{,}4^2} = 0{,}28.$$

Рисунок 5 – График для определения степени консолидации за требуемое время t=90

Это соответствует степени консолидации Uв=56% согласно графику представленному на рисунке 2 .

Общая степень консолидации определяется по формуле

$$U_{общ}=100-0{,}01\cdot(100-U_в)\cdot(100-U_г), \qquad (5.3.4)$$

где $U_в$ – степень консолидации, определяемая по графику на рисунке 4;

$U_г$ – степень консолидации, определяемая по графику на рисунке 5.

$$U_{общ}=100-0{,}01\cdot(100-56)(100-96)=98{,}24\%.$$

Следовательно, при расстоянии между дренами L=3,0м за заданный срок (90 дней) будет достигнута требуемая консолидация основания 90%.

Определяем величину осадки насыпи по формуле

$$S_i = H_i\left(\frac{\varepsilon_0-\varepsilon_p}{\varepsilon_0+1}-\frac{d^2}{l^2}\right), \qquad (5.3.5)$$

где H_i – то же, что и в формуле (5.2.2);

ε_0 – то же, что и в формуле (5.1.11);

ε_p – то же, что и в формуле (5.1.11);

l – то же, что и в формуле (5.3.1);

d – то же, что и в формуле (5.3.1).

$$S_1 = 1{,}6\left(\frac{7{,}2-1{,}54}{7{,}2+1}-\frac{0{,}5^2}{3^2}\right) = 1{,}06 \text{ м};$$

$$S_2 = 1{,}2\left(\frac{6{,}5-1{,}54}{6{,}5+1}-\frac{0{,}5^2}{3^2}\right) = 0{,}76 \text{ м};$$

$$S_3 = 2{,}6\left(\frac{5{,}1 - 1{,}54}{5{,}1 + 1} - \frac{0{,}5^2}{3^2}\right) = 1{,}46 \text{ м.}$$

Суммарная осадка торфяной залежи в осевом сечении земляного полотна определяется по формуле

$$S = S_1 + S_2 + S_3, \qquad (5.3.6)$$

где S_i - то же, что и в формуле (5.3.5).

S=1,06+0,76+1,46=3,28 м

Площадь поперечного сечения просевшей части насыпи с круглыми дренами по формуле

$$F_{\text{осн}} = 0{,}85 \cdot B \cdot S, \qquad (5.3.7)$$

где B – ширина насыпи по подошве, определяется по формуле (5.4.8);
S – то же, что и в формуле (5.3.6);

$$B = B_{\text{пч}} + 2mH, \qquad (5.3.8)$$

где $B_{\text{пч}}$ – ширина проезжей части;
m – заложение откоса;
H – высота насыпи.

$$V = F_{\text{осн}} \cdot L, \qquad (5.3.9)$$

где $F_{\text{осн}}$ – то же, что и в формуле (5.3.7);
L – длина заболоченного участка.

$$F_{\text{осн}} = 0{,}85 \cdot 17{,}85 \cdot 3{,}28 = 49{,}77 \text{ м}^2;$$

$$B = 12 + 2 \cdot 1{,}5 \cdot 1{,}95 = 17{,}85 \text{ м};$$

$$V = 49{,}77 \cdot 100 = 4977 \text{ м}^3.$$

Подбираем материал для заполнения дрен. Для заполнения дрен потребуется материал с водопроницаемостью, определяемой по формуле

$$К_{\text{тр}} = 0{,}1 \cdot S \cdot \frac{l^2}{d^2}, \qquad (5.3.10)$$

где S – то же, что и в формуле (5.3.7);

l – то же, что и в формуле (5.3.1);
d – то же, что и в формуле (5.3.1).

$$К_{тр} = 0{,}1 \cdot 3{,}28 \cdot \frac{3^2}{0{,}5^2} = 11{,}8 \text{ м/сут.}$$

Из условия предупреждения заиливания независимо от результата расчета рекомендуется допускать применение в дренах песков с $К_{тр} < 3 \text{м/сут}$.

Вывод: участок дороги на болоте проектируем с устройством вертикальных дрен диаметров 0,5 м и расстоянием между ними 3 м. Технология строительства земляного полотна на болоте с устройством вертикальных дрен представлена в графической части на листах №6, 7.

6 Соображения по организации реконструкции

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

МДО №1 – подготовительные работы;

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

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

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

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

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

МДО №7 – обустройство дороги.

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

Данные рекомендации приведены в графической части на листе №8.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

В настоящей работе были усовершенствованы транспортно-эксплуатационные показатели посредством реконструкции участка автомобильной дороги. В частности, повышены геометрические элементы, изменена проектная линия, так же на участке с болотом полностью изменена конструкция земляного полотна.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Локальная смета № 1

на устройство первого варианта дорожной одежды участка автомобильной дороги III технической категории протяженностью 5 км в Омской области

Сметная стоимость, тыс.руб.	12077,80
Нормативная трудоемкость, тыс. чел-ч	26,02
Сметная ЗП, тыс.руб.	401,74

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	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 подстилающего слоя основания из песка h=33	100м3	198	2886,84	2731,71	571594,32	28666,44	540878,58	15,72	3112,56
					144,78	195,51			38710,98	13,29	2632,35

Продолжение приложения А

2	КСМ	Стоимость не учтеной единичной расценкой песка	м3	21780	202,54		4411321,20				
3	27-04-005-01	Устройство однослойного основания из щебня фракции 40-70 h=24см при укатке каменных материалов с пределом прочности на сжатие свыше 98,1 МПа	1000 м2	60	31191,41	6579,71	1871484,60	20986,80	394782,60	37,29	2237,40
					349,78	724,39			43463,40	49,26	2955,51
4	27-04-008 К=9	Добавлять на 1000м2 основания к расценке 27-04-005-01	1000 м2	60	2456,67	538,42	1326601,80	93603,60	290746,80	18,48	9979,20
					173,34	54,43			29392,20	3,70	1998,67
5	27-04-001-01	Устройство покрытия из горячей асфальтобетонной смеси плотной мелкозернистой типа Б с плотностью каменных материалов 2,5-2,9 к/м3, К=8-4/0,5=8	1000 м2	35	45540,43	3015,10	1593915,05	14839,30	105528,50	38,30	1340,50
					423,98	288,92			10112,20	19,65	687,63

Продолжение приложения А

7	27-06-021-01 К=8	На каждые 0,5 см изменения толщины к расценке 27-04-001-01 добавлять	1000 м2	35	5251,99	5,74	1470557,20	280,00	1607,20	0,09	25,20
					1,00				0,00	0,00	0,00
11	МДС 81-35-2004	Итого прямых затрат					11245474,17	158376,14	1333543,68		16694,86
									121678,78		8274,16
12	МДС 81-35-2004	Поправка к заработной плате, 60%					168032,95	95025,68	73007,27		
13	МДС 81-35-2004	Итого ПЗ с поправкой к ЗП					11413507,12	253401,82	1406550,95		
									194686,05		
14	МДС81-33-2004 прил.4 п.21	Накладные расходы, 142 %					238606,79				
15	МДС 81-35-2004	Сметная ЗП рабочих, выполняющих работы, учитывающиеся НР						121689,46			
16	МДС 81-35-2004	Нормативная трудоёмкость рабочих, учитывающая НР									1049,87
17	МДС 81-35-2004	Себестоимость СМР					11652113,91				

Продолжение приложения А

18	МДС81-25-2001 прил.3 п.21	Сметная прибыль, 95 %	425683,48				
19	МДС 81-35-2004	Сметная стоимость	12077797,39				
20	МДС 81-35-2004	Нормативная трудоёмкость по смете					26018,89
21	МДС 81-35-2004	ЗП по смете всего		401744,38			

Продолжение приложения А

Калькуляция транспортных расходов № 1
на 1 тонну песка

Исходные данные:

1 Вид отпускной цены	"франко-транспортные средства"
2 Вид транспорта	автомобили-самосвалы
Класс груза, согласно номенклатуре и классификации грузов, перевозимых автомобильным транспортом [21, разд. 3А, табл. 5, п. 198]	первый
4 Коэффициент бездорожья	1.0117

Составлена в ценах 2001 г.

Обоснование затрат	Наименование операции	Наименование конечных пунктов	Расстояние, км	Формула расчёта	Итого, руб.
1	2	3	4	5	6
ТСЦ 81-01-2001, Ч. I, Кн. 1: АП, 2005 г., разд. 3А, табл. 8, п.14	Перевозка песка автосамосвалами 10 т, вне карьера	Карьер - место работы	20	38,93·1,0337	40,24

Окончание приложения А

Калькуляция стоимости материалов

Наименование материала	Ед. изм.	Место отгрузки	Вид цены	Вес единицы брутто, т	Транспор-тные расходы, руб	Номер КТР	Снабженческо-сбытовая наценка, %	Отпускная цена, руб.	Снабженческо-сбытовая наценка, руб.	Тара, упаковка, реквизит, руб.	Транспортные расходы, руб.	Цена «франко-приобъект-ный 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)	$м^3$	Карьер - место работы	ФТС	1,8	40,24	1	—	126,14	—	—	72,43	198,57	3,97	202,54

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Локальная смета № 2
на устройство второго варианта дорожной одежды участка автомобильной дороги III технической категории протяженностью 5 км в Омской области

Сметная стоимость, тыс. руб.	14919,37
Нормативная трудоемкость, тыс. чел-ч	20,06
Сметная зарплата, тыс. руб.	331,06

Составлена в ценах 2001 г. (руб.)

№	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работы затрат	Единицы измерения	Количество	Стоимость, руб.		Общая стоимость, руб.			Трудозатраты	
					Прямые затраты	Эксплуатация машин	Прямые затраты	Зарплата строителей	Эксплуатация машин	Трудоёмкость строителей, ед, чел.-ч	Трудоемкость строителей, всего, ед.чел.-ч
					Зарплата строителей	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 подстилающего слоя основания из песка h-28 см	100м3	168	2886,84	2731,71	484989,12	24323,04	458927,28	15,72	2640,96
					144,78	195,51			32845,68	13,29	2233,51

Продолжение приложения Б

2	КСМ	Стоимость не учтеной единичной расценкой песка	м3	18480	202,54		3742939,20				
3	27-04-005-01	Устройство однослойного основания из щебня фракции 40-70 h=15см при укатке каменных материалов с пределом прочности на сжатие свыше 98,1 МПа	1000м2	60	31191,41	6579,71	1871484,60	20986,80	394782,60	37,29	2237,40
					349,78	724,39			43463,40	49,26	2955,51
5	27-06-018-03	Устройство основания из черного щебня толщиной 6 см с плотностью каменных материалов 2,5-2,9 т/м3 К=8/6=1,333	1000м2	60	40459,44	3082,06	3236755,12	38716,80	246564,79	45,83	3666,40
					483,96	252,63			20210,40	17,18	1374,31

Продолжение приложения Б

7	27-06-020-06	Устройство покрытия из горячих асфальтобетонных смесей пористых крупнозернистых, плотность каменных материалов 2,5-2,9 т/м3, 8-4/0,5=8	1000 м2	35	43598,95	3006,47	1525963,25	14839,30	105226,45	38,30	1340,50
					423,98	288,47			10096,45	19,62	686,56
8	27-064-021-06 к=8	На каждый 0,5 см изменения толщины покрытия добавлять к расценке 27-06-020-06	1000 м2	35	5035,00	5,42	1409800,00	280,00	1517,60	0,09	25,20
					1,00				0,00	0,00	0,00
5	27-04-001-01	Устройство покрытия из горячей асфальтобетонной смеси плотной мелкозернистой типа Б с плотностью каменных материалов 2,5-2,9 к/м3 К=5-4/0,5	1000м2	35	45540,43	3015,10	1593915,05	14839,30	105528,50	38,30	1340,50
					423,98	288,92			10112,20	19,65	687,63

Продолжение приложения Б

7	27-06-021-01 К=2	На каждые 0,5 см изменения толщины к расценке 27-04-001-01 добавлять	1000 м2	35	5251,99	5,74	367639,30	70,00	401,80	0,09	6,30
					1,00				0,00	0,00	0,00
11	МДС 81-35-2004	Итого прямых затрат					14233485,64	114055,24	1309913,82		11257,26
									116728,13		7937,51
12	МДС 81-35-2004	Поправка к заработной плате, 60%					138470,02	68433,14	70036,88		
13	МДС 81-35-2004	Итого прямых затрат с поправкой к заработной плате					14371955,66	182488,38	1379950,70		
									186765,01		
14	МДС81-33-2004 прил.4 п.21	Накладные расходы, 142 %					196627,43				
15	МДС 81-35-2004	Сметная заработная плата рабочих, выполняющих работы, учитывающиеся накладными расходами						100279,99			
16	МДС 81-35-2004	Нормативная трудоёмкость рабочих, учитывающая накладные расходы									865,16
17	МДС 81-35-2004	Себестоимость СМР					14568583,09				
18	МДС81-25-2001 прил.3 п.21	Сметная прибыль, 95 %					350790,72				

Окончание приложения Б

19	МДС 81-35-2004	Сметная стоимость	14919373,81				
20	МДС 81-35-2004	Нормативная трудоёмкость по смете					20059,93
21	МДС 81-35-2004	Заработная плата по смете		331063,36			

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Объемы земляных работ

Таблица В.1 – Расчет объемов земляных работ

Вводимые данные					Параметры кювета		Площадь поперечного сечения, м^2		Площадь среднего сечения, м^2	Профильные объемы, м^3		Поправки, м^3		Объемы работ, м^3	
ПК	*L*, м	*h*, м	*m*	Ширина закюветной полки выемки или бермы насыпи, м	ширина поверху, м	площадь, м^2	насыпи	выемки		насыпь	выемка	на снятие растительного слоя	на устройство дорожной одежды	насыпь с учетом к-та уплотнения	выемка
0+00	0	2,55	4	0	0,00	0,00	56,61	0,00	0	0	0	0	0	0	0
1+00	100	1,76	4	0	0,00	0,00	33,51	0,00	45,06	4464	0	565	-520	4602	0
2+00	100	2,19	4	0	0,00	0,00	45,46	0,00	39,49	3936	0	522	-520	4019	0
3+00	57	2,28	4	0	0,00	0,00	48,15	0,00	46,81	2668	0	338	-296	2765	0
3+57	43	2,61	4	0	0,00	0,00	58,57	0,00	53,36	2291	0	280	-224	2396	0
4+00	14	2,93	4	0	0,00	0,00	69,50	0,00	58,83	820	0	105	-73	869	0
4+14	86	3,00	1,5	0	0,00	0,00	49,50	0,00	59,50	5117	0	253	-447	5023	0
5+00	100	3,45	1,5	0	0,00	0,00	59,25	0,00	54,38	5433	0	316	-520	5335	0
6+00	100	3,09	1,5	0	0,00	0,00	51,40	0,00	55,33	5530	0	320	-520	5438	0
7+00	100	3,16	1,5	0	0,00	0,00	52,90	0,00	52,15	5215	0	307	-520	5104	0
8+00	100	3,12	1,5	0	0,00	0,00	52,04	0,00	52,47	5247	0	308	-520	5138	0
9+00	100	3,11	1,5	0	0,00	0,00	51,83	0,00	51,93	5193	0	306	-520	5081	0
10+00	100	3,63	1,5	0	0,00	0,00	63,33	0,00	57,58	5751	0	329	-520	5673	0
11+00	100	3,65	1,5	0	0,00	0,00	63,78	0,00	63,55	6355	0	353	-520	6315	0
12+00	100	3,67	1,5	0	0,00	0,00	64,24	0,00	64,01	6401	0	355	-520	6364	0
13+00	100	3,24	1,5	0	0,00	0,00	54,63	0,00	59,43	5939	0	336	-520	5873	0
14+00	6	3,01	1,5	0	0,00	0,00	49,71	0,00	52,17	313	0	30	-31	318	0

Продолжение приложения В

14+06	94	3,00	4	0	0,00	0,00	72,00	0,00	60,86	5720	0	724	-489	6077	0
15+00	100	2,04	4	0	0,00	0,00	41,13	0,00	56,56	5595	0	653	-520	5845	0
16+00	100	2,62	4	0	0,00	0,00	58,90	0,00	50,01	4979	0	607	-520	5169	0
17+00	100	1,23	4	0	0,00	0,00	20,81	0,00	39,85	3857	0	510	-520	3925	0
18+00	100	3,14	1,5	0	0,00	0,00	52,47	0,00	36,64	3573	0	222	-520	3342	0
19+00	100	3,24	1,5	0	0,00	0,00	54,63	0,00	53,55	5355	0	313	-520	5252	0
20+00	100	3,42	1,5	0	0,00	0,00	58,58	0,00	56,61	5660	0	325	-520	5576	0
21+00	100	3,06	4	0	0,00	0,00	74,17	0,00	66,38	6629	0	826	-520	7076	0
22+00	100	2,49	4	0	0,00	0,00	54,68	0,00	64,43	6421	0	714	-520	6750	0
23+00	100	2,07	4	0	0,00	0,00	41,98	0,00	48,33	4821	0	595	-520	4996	0
24+00	87	1,58	4	0	0,00	0,00	28,95	0,00	35,46	3071	0	424	-452	3105	0
24+87	13	3,00	1,5	0	0,00	0,00	49,50	0,00	39,22	503	0	41	-68	486	0
25+00	100	3,21	1,5	0	0,00	0,00	53,98	0,00	51,74	5173	0	305	-520	5059	0
26+00	100	3,3	1,5	0	0,00	0,00	55,94	0,00	54,96	5495	0	318	-520	5402	0
27+00	100	4,11	1,5	0	0,00	0,00	74,66	0,00	65,30	6513	0	359	-520	6482	0
28+00	100	3,75	1,5	0	0,00	0,00	66,09	0,00	70,38	7034	0	379	-520	7034	0
29+00	50	3,11	1,5	0	0,00	0,00	51,83	0,00	58,96	2943	0	173	-260	2914	0
29+50	50	3,00	4	0	0,00	0,00	72,00	0,00	61,91	3095	0	397	-260	3298	0
30+00	100	1,71	4	0	0,00	0,00	32,22	0,00	52,11	5100	0	613	-520	5299	0
31+00	100	1,85	4	0	0,00	0,00	35,89	0,00	34,05	3404	0	475	-520	3428	0
32+00	58	2,28	4	0	0,00	0,00	48,15	0,00	42,02	2430	0	320	-302	2499	0
32+58	42	3,00	1,5	0	0,00	0,00	49,50	0,00	48,83	2045	0	117	-218	1984	0
33+00	41	3,51	1,5	0	0,00	0,00	60,60	0,00	55,05	2254	0	138	-213	2223	0
33+41	59	3,00	4	0	0,00	0,00	72,00	0,00	66,30	3901	0	494	-307	4172	0
34+00	100	2,23	1,5	0	0,00	0,00	34,22	0,00	53,11	5296	0	261	-520	5140	0
35+00	74	1,71	4	0	0,00	0,00	32,22	0,00	33,22	2445	0	389	-385	2498	0
35+74	26	3,00	1,5	0	0,00	0,00	49,50	0,00	40,86	1051	0	71	-135	1007	0
36+00	100	4,32	1,5	0	0,00	0,00	79,83	0,00	64,67	6423	0	355	-520	6386	0
37+00	100	4,46	1,5	0	0,00	0,00	83,36	0,00	81,60	8159	0	421	-520	8224	0

Продолжение приложения В

38+00	31	3,62	1,5	0	0,00	0,00	63,10	0,00	73,23	2265	0	129	-161	2278	0
38+31	69	3,00	4	0	0,00	0,00	72,00	0,00	67,55	4643	0	585	-359	4969	0
39+00	100	2,66	4	0	0,00	0,00	60,22	0,00	66,11	6603	0	727	-520	6950	0
40+00	100	2,21	4	0	0,00	0,00	46,06	0,00	53,14	5300	0	632	-520	5523	0
41+00	100	1,49	4	0	0,00	0,00	26,76	0,00	36,41	3606	0	492	-520	3651	0
42+00	100	1,3	4	0	0,00	0,00	22,36	0,00	24,56	2454	0	383	-520	2364	0
43+00	100	1,21	4	0	0,00	0,00	20,38	0,00	21,37	2136	0	349	-520	2006	0
44+00	100	1,81	4	0	0,00	0,00	34,82	0,00	27,60	2736	0	410	-520	2680	0
45+00	100	1,14	4	0	0,00	0,00	18,88	0,00	26,85	2655	0	402	-520	2589	0
46+00	100	1,6	4	0	0,00	0,00	29,44	0,00	24,16	2402	0	377	-520	2305	0
47+00	100	2,8	4	0	0,00	0,00	64,96	0,00	47,20	4624	0	576	-520	4776	0
48+00	100	2,74	4	0	0,00	0,00	62,91	0,00	63,94	6393	0	713	-520	6720	0
49+00	100	2,11	4	0	0,00	0,00	43,13	0,00	53,02	5275	0	630	-520	5495	0
50+00	100	2,29	4	0	0,00	0,00	48,46	0,00	45,79	4577	0	576	-520	4728	0
Итого										255292	0			257994	0

Продолжение приложения В

Таблица В.2 – Объем работ по возведению насыпи до проектной отметки

ПК	Объем существующей насыпи	Объем работ по возведению насыпи до проектной отметки
0+00	0	0
1+00	2293	2309
2+00	3144	875
3+00	3202	1958
4+00	3969	1924
5+00	5256	80
6+00	5438	0
7+00	5104	0
8+00	5138	0
9+00	5081	0
10+00	5673	0
11+00	6315	0
12+00	6364	0
13+00	5873	0
14+00	5104	1290
15+00	4656	1189
16+00	4230	939
17+00	2621	1304
18+00	3170	172
19+00	5126	126
20+00	5115	461
21+00	4946	2131
22+00	3743	3007
23+00	2400	2596
24+00	1666	1925
25+00	2954	2105
26+00	4934	467
27+00	5720	762
28+00	6014	1020
29+00	5096	1116
30+00	3154	2145
31+00	1631	1797
32+00	1346	3137
33+00	2842	3554
34+00	3567	1573
35+00	1808	1697
36+00	3878	2507
37+00	5320	2905
38+00	3115	4132
39+00	2116	4833
40+00	1255	4268
41+00	429	3222
42+00	11	2374
43+00	1425	581

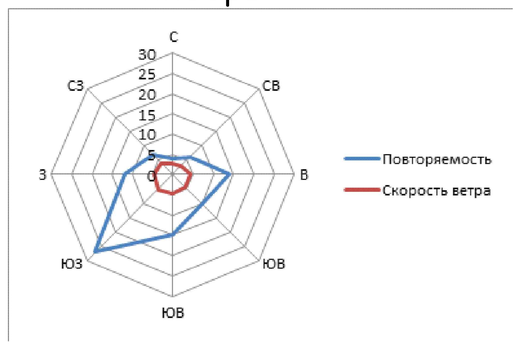
Окончание приложения В

ПК	Объем существующей насыпи	Объем работ по возведению насыпи до проектной отметки
44+00	2964	0
45+00	3122	0
46+00	3506	0
47+00	3847	928
48+00	3868	2852
49+00	3167	2328
50+00	1971	2756
	Итого:	75346 $м^3$

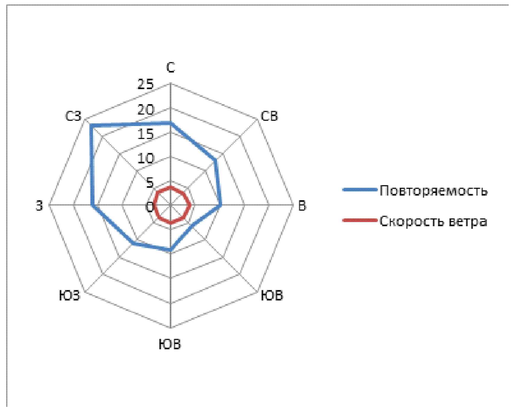
План М 1:10000

Розы ветров

январь



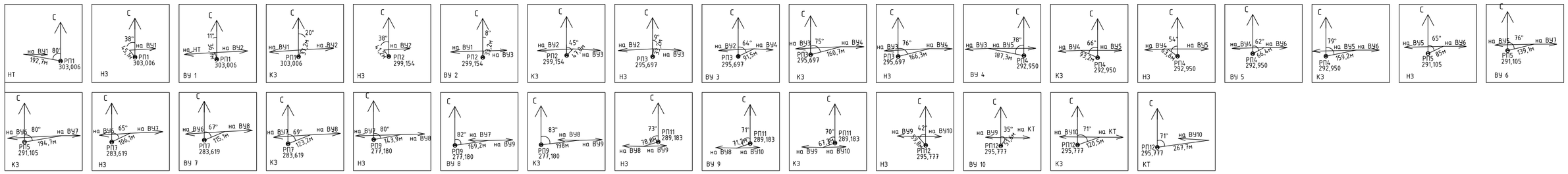
июль



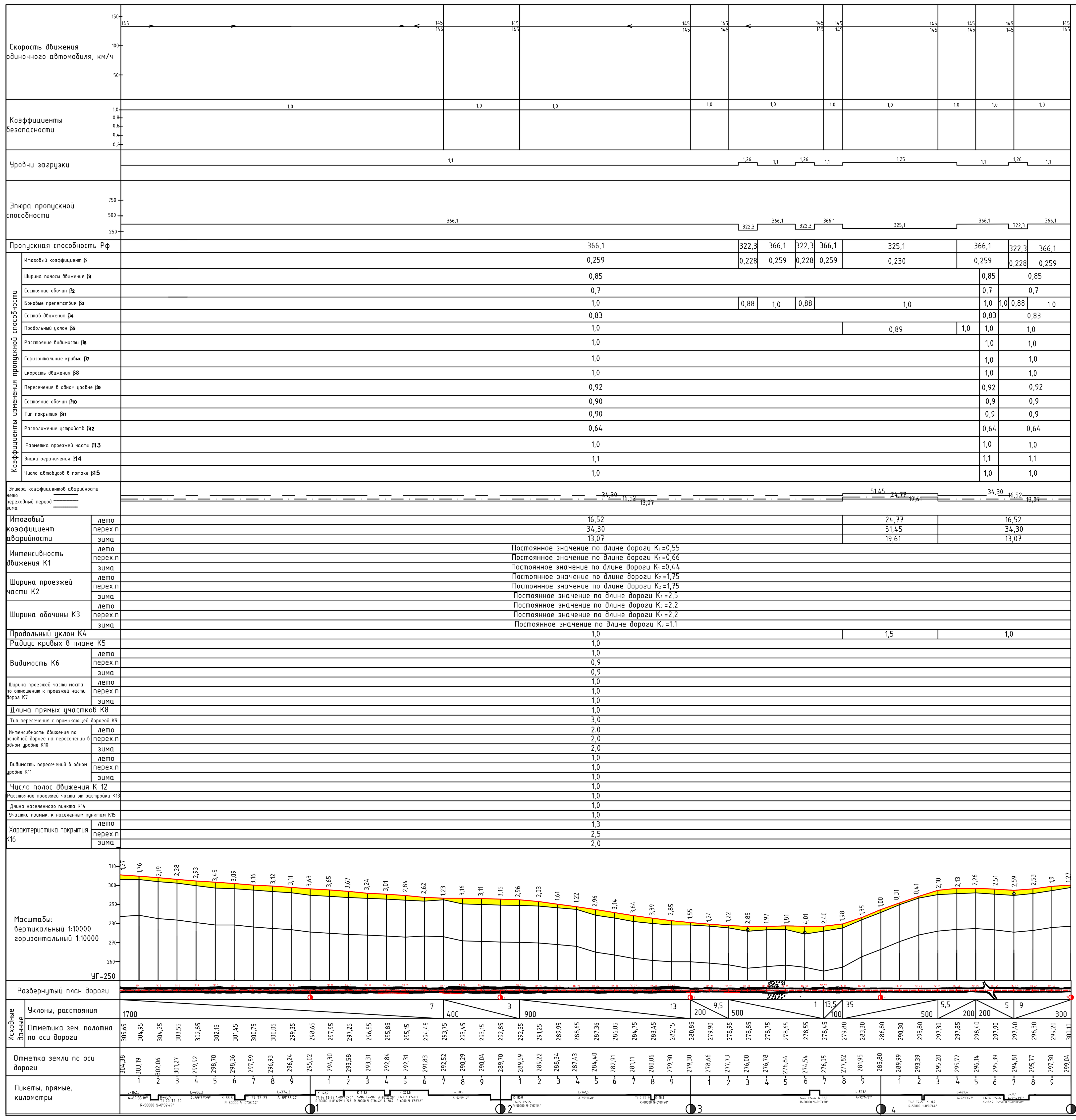
Ведомость углов поворота, прямых и кривых плана трассы

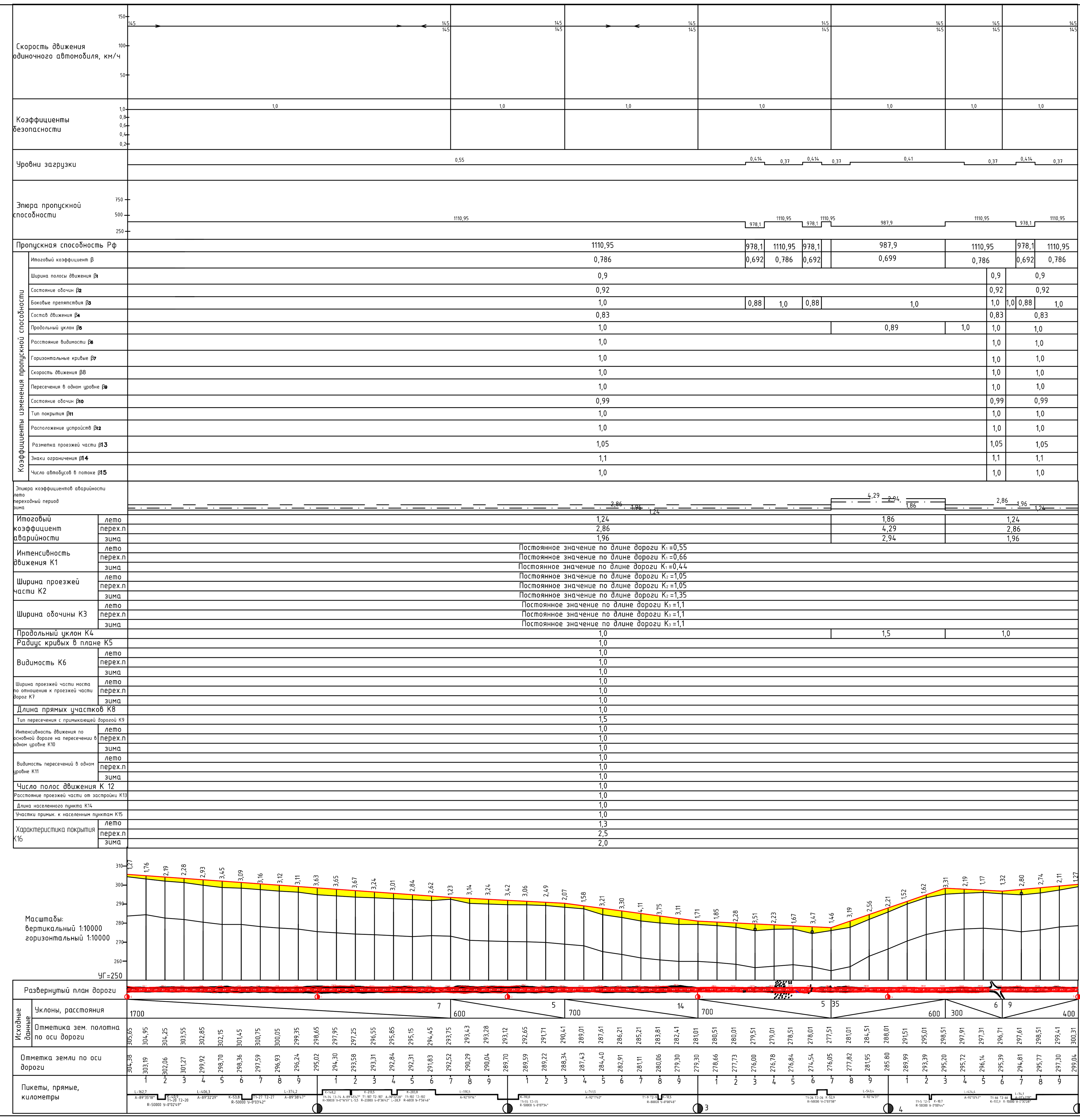
Точка	Положение вершины угла					Радиус,м	Элементы кривой, м						Положение переходных кривых								Расстояние м/у вершинами углов	Длина прямой,м
													начало		конец		конец		начало			
	КМ	ПК	+	влево	вправо		тангенс	тангенс	переходные кривые		круговая кривая	биссектриса	ПК	+	ПК	+	ПК	+	ПК	+		
НТ	0	0	00,00	-	-																	
																					183,2	162,7
ВУ-1	1	1	83,20	0°02'49"	-	50000	20,5	20,5	0,0	0,0	40,9	0,0	1	62,7	1	62,7	2	3,66	2	3,66		
																					453,6	406,3
ВУ-2	1	6	36,84	0°03'42"	-	50000	26,9	20,5	0,0	0,0	53,8	0,0	6	9,93	6	9,93	6	63,7	6	63,7		
																					475,2	374,2
ВУ-3	2	11	12,04	-	0°16'59"	30000	74,1	74,1	0,0	0,0	148,2	0,1	10	37,9	10	37,2	11	86,1	11	86,1		
																					186,4	5,5
ВУ-4	2	12	98,42	-	0°36'42"	20000	106,7	106,7	0,0	0,0	213,5	0,3	11	91,7	11	91,7	14	5,16	14	5,16		
																					237,6	28,9
ВУ-5	2	15	36,00	-	1°56'46"	6000	101,9	101,9	0,0	0,0	203,8	0,9	14	34,1	14	34,1	16	37,9	16	37,9		
																					487,4	330,5
ВУ-6	3	20	23,33	0°07'34"	-	50000	55,0	55,0	0,0	0,0	110,0	0,1	19	68,3	19	68,3	20	78,3	20	78,3		
																					805,8	741,5
ВУ-7	3	28	29,09	0°00'48"	-	80000	9,3	9,3	0,0	0,0	18,5	0,0	28	19,8	28	19,8	28	38,3	28	38,3		
																					860,9	825,1
ВУ-8	4	36	89,95	-	0°03'38"	50000	26,5	26,5	0,0	0,0	52,9	0,0	36	63,5	36	63,5	37	16,4	37	16,4		
																					575,2	543,4
ВУ-9	5	42	65,16	0°00'44"	-	50000	5,3	5,3	0,0	0,0	10,9	0,0	42	59,8	42	59,8	42	70,5	42	70,5		
																					496,2	424,4
ВУ-10	5	47	61,33	0°30'28"	-	15000	66,5	66,5	0,0	0,0	132,9	0,1	46	94,9	46	94,9	48	27,8	48	27,8		
																					238,7	182,20
КТ	5	50	00,00	-	-																	

Привязка трассы

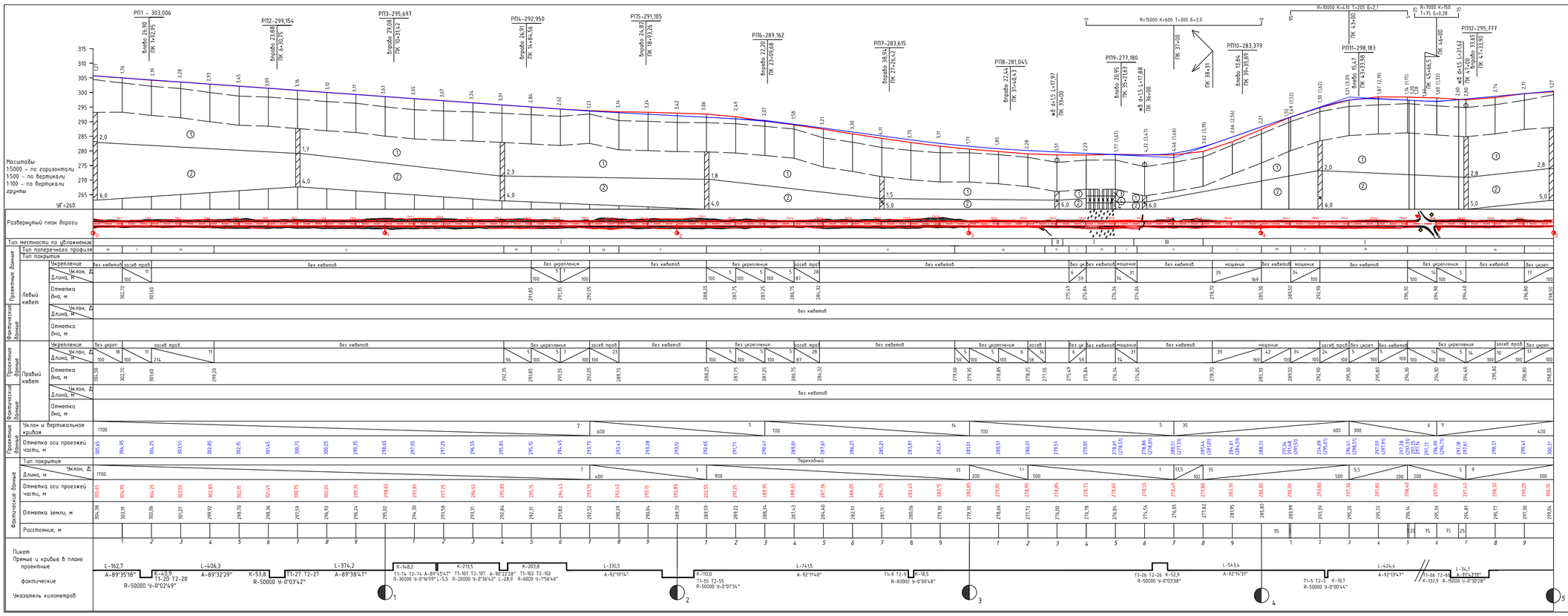


						ВКР - 08.03.01.0015 - 2017	
						Сибирский Федеральный университет Инженерно-строительный институт	
Изм.	Кол.уч	Лист	№докум	Подп.	Дата		
Разраб.		Карпова А.С.				Реконструкция участка автомобильной дороги IV категории в Омской области на болоте	Стадия: У; Лист: 4; Листов: 8
Пров.		Жуков В.И.					
						Карта, розы ветров, ведомость углов поворотов, прямых и кривых, привязка трассы	Кафедра АДиГС
Зав.кафед.			Сербатинский В.В.				





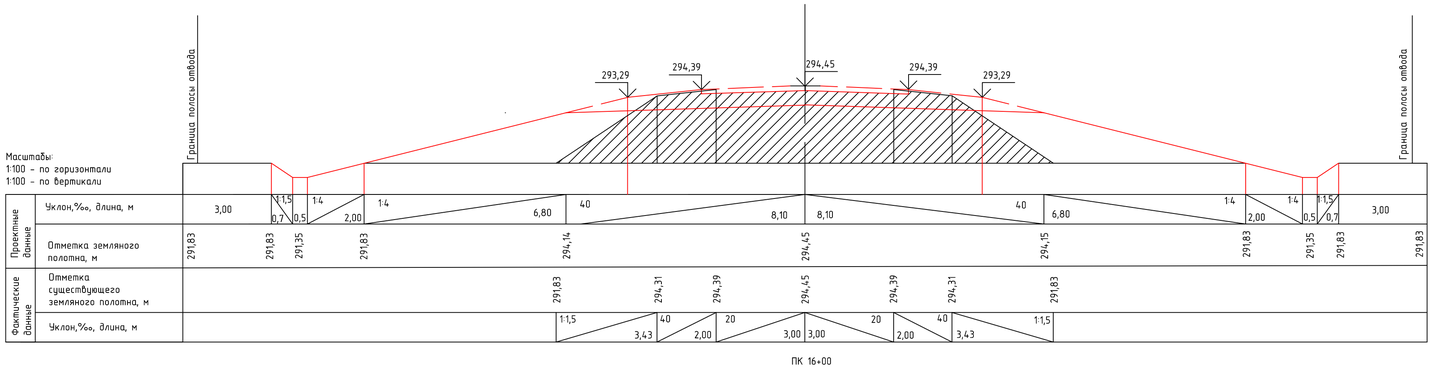
						ВКР – 08.03.01.0015 – 2017			
						Сибирский Федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол.уч	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Карпова А.С.				Реконструкция участка автомобильной дороги IV категории в Омской области на болоте	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Жуков В.И.					У	2	8
Зав. кафед.		Серватинский В.В.				Комплексная оценка безопасности на проектируемых вариантах дороги	Кафедра АДиГС		



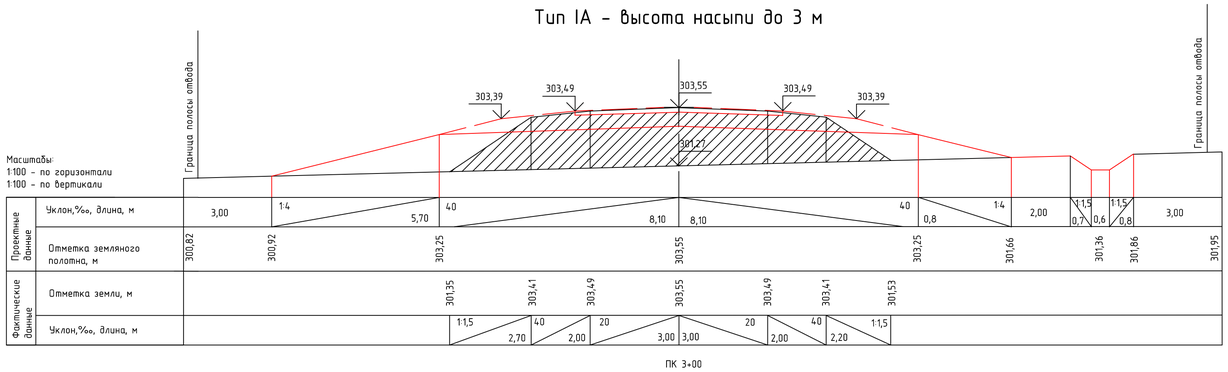
Номер ИГЭ	Группа грунта	Наименование грунта
1	I	Супесь
2	II	Суглинок
3		Тростниковый торф
4		Сфагново-моховый торф

Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подп.	Дата	ВКР - 08.03.01.0015 - 2017			
						Сибирский Федеральный университет			
						Инженерно-строительный институт			
Разраб.		Карпов А.С.				Реконструкция участка автомобильной дороги IV категории в Омской области на болоте	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Жуков В.И.					У	3	8
Н.контр.						Подробный продольный профиль	Кафедра АД и ГС		
Зав. кафед.		Гарбузов Н.А.							

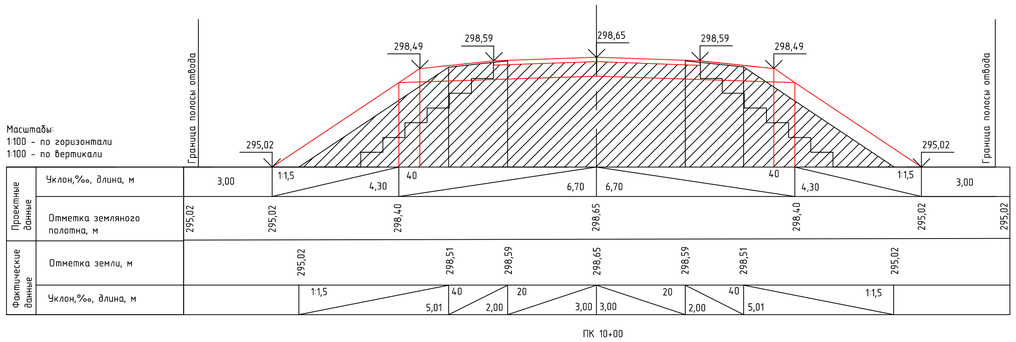
Тип I – высота насыпи до 3 м



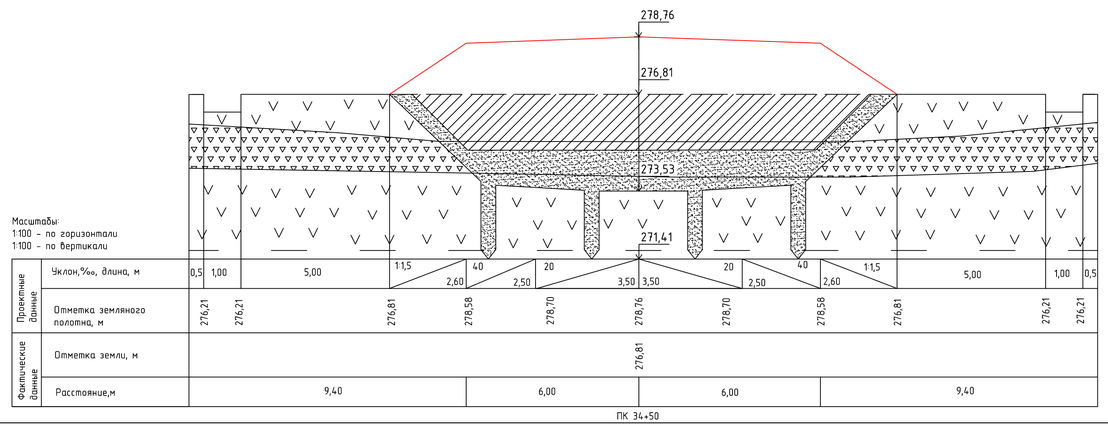
Тип IA – высота насыпи до 3 м



Тип II – высота насыпи до 6 м



Тип III – участок с болотом, высота насыпи до 3 м



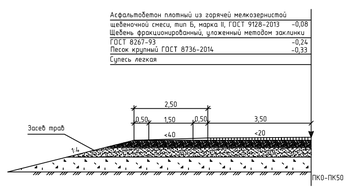
Привязка попереречных профилей

Тип поперечного профиля	Местоположение		Расстояние
	от ПК+	до ПК+	
IA	0+00	1+00	100
I	1+00	2+00	100
IA	2+00	3+00	100
IA	3+00	4+00	100
IA	4+00	4+14	14
II	4+14	5+00	86
II	5+00	6+00	100
II	6+00	7+00	100
II	7+00	8+00	100
II	8+00	9+00	100
II	9+00	10+00	100
II	10+00	11+00	100
II	11+00	12+00	100
II	12+00	13+00	100
II	13+00	14+00	100
II	14+00	14+06	6
IA	14+06	15+00	94
I	15+00	16+00	100
I	16+00	17+00	100
IA	17+00	18+00	100
II	18+00	19+00	100
II	19+00	20+00	100
II	20+00	21+00	100
I	21+00	22+00	100
I	22+00	23+00	100
I	23+00	24+00	100
I	24+00	24+87	87
II	24+87	25+00	13
II	25+00	26+00	100
II	26+00	27+00	100
II	27+00	28+00	100
II	28+00	29+00	100
II	29+00	29+50	50
IA	29+50	30+00	50
IA	30+00	31+00	100
IA	31+00	32+00	100
IA	32+00	32+58	58
II	32+58	33+00	42
II	33+00	33+41	41
I	33+41	34+00	59
III	34+00	35+00	100
I	35+00	35+74	74
II	35+74	36+00	26
II	36+00	37+00	100
II	37+00	38+00	100
II	38+00	38+31	31
II	38+31	39+00	69
I	39+00	40+00	100
IA	40+00	41+00	100
I	41+00	42+00	100
IA	42+00	43+00	100
IA	43+00	44+00	100
IA	44+00	45+00	100
I	45+00	46+00	100
I	46+00	47+00	100
IA	47+00	48+00	100
IA	48+00	49+00	100
I	49+00	50+00	100

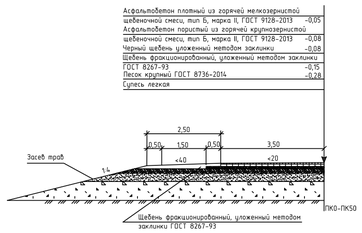
Конструкции дорожной одежды

1 вариант конструкции дорожной одежды М1:100

$E_{треб}$ – 273,9 МПа



2 вариант конструкции дорожной одежды М1:100



Изм	Кол.уч	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР – 08.03.01.0015 – 2017			
						Сибирский Федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Разраб.		Карпова А.С.				Реконструкция участка автомобильной дороги IV категории в Омской области на болоте	Стадия	Лист	Листов
Проб.		Жуков В.И.					У	4	8
						Типы поперечных профилей, их привязка и конструкции дорожной одежды	Кафедра АДиГС		
Зав. кафед.		Сербатинский В.В.							

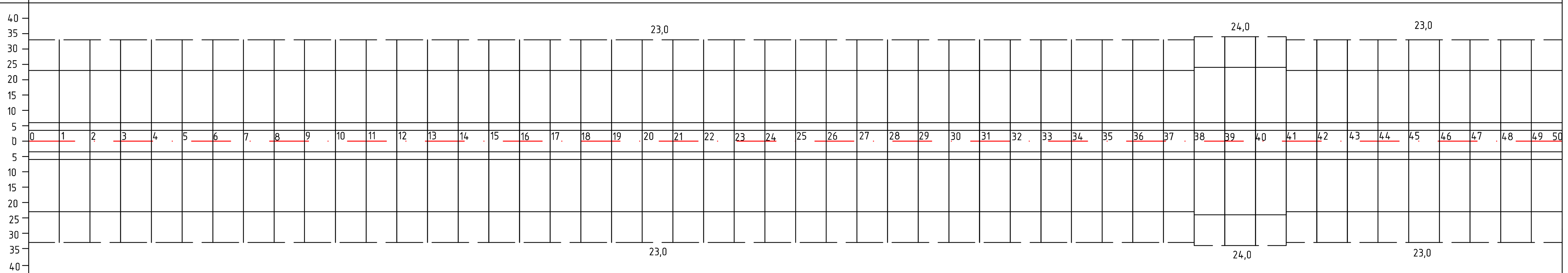
График распределения земляных масс М1:10000

		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	46	47	48	49	50
Объем резервов	Притрассовых																																																		
	Сосредоточенных	2309	875	1958	1924	80									1290	1189	939	1304	172	126	461	2131	3007	2596	1925	2105	467	762	1020	1116	2145	1797	3137	3554	1573	1697	2507	2905	4132	4833	4268	3222	2374	581	1047	1032	1404	928	2852	2328	2756
Рабочие отметки	Насыпь																																																		
	Выемка																																																		
Объем работ	Насыпь	2309	875	1958	1924	80									1290	1189	939	1304	172	126	461	2131	3007	2596	1925	2105	467	762	1020	1116	2145	1797	3137	3554	1573	1697	2507	2905	4132	4833	4268	3222	2374	581				928	2852	2328	2756
	Выемка																																																		
Распределение земляных масс по способам разработки	Из выемки в насыпь																																																		
	Из сосредоточенного резерва в насыпь	2309	875	1958	1924	80									1290	1189	939	1304	172	126	461	2131	3007	2596	1925	2105	467	762	1020	1116	2145	1797	3137	3554	1573	1697	2507	2905	4132	4833	4268	3222	2374	581				928	2852	2328	2756
	Из притрассового резерва в насыпь																																																		
	Из выемки в кавальер																																																		
Продольное перемещение земляных масс		2309	875	1958	1924	80									1290	1189	939	1304	172	126	461	2131	3007	2596	1925	2105	467	762	1020	1116	2145	1797	3137	3554	1573	1697	2507	2905	4132	4833	4268	3222	2374	581				928	2852	2328	2756
Распределение земляных масс по дальности транспортировки — Бульдозер	До 50м																																																		
	До 100м																																																		
Скрепер самоходный	До 200м																																																		
	До 400м																																																		
	До 800м																																																		
Экскаватор	До 5500м	2309	875	1958	1924	80									1290	1189	939	1304	172	126	461	2131	3007	2596	1925	2105	467	762	1455	1515	2145	1797	3137	3554	1573	1697	2507	2905	4132	4833	4268	3222	2374	581				928	2852	2328	2756
	До 6000м																																																		
	До 6500м																																																		
	До 7000м																																																		
	До 7500м																																																		

Развернутый план трассы: 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 46 47 48 49 50; 0 1 2 3 4 5

Сумма объемов на 1 км					
	$V_{бул}$=0 м³	$V_{бул}$=0 м³	$V_{бул}$=0 м³	$V_{бул}$=0 м³	$V_{бул}$=0 м³
	$V_{скр.с}$=0 м³	$V_{скр.с}$=0 м³	$V_{скр.с}$=0 м³	$V_{скр.с}$=0 м³	$V_{скр.с}$=0 м³
	$V_{экс-ра}$=7145 м³	$V_{экс-ра}$=5481м³	$V_{экс-ра}$=17273 м³	$V_{экс-ра}$=30404 м³	$V_{экс-ра}$=15042 м³

Полоса отвода М 1:10000

Граница административных землевладений	Земля Омской области				
Схема полосы отвода					
Постоянный отвод земель, Га	Луг - 4,6	Луг - 4,6	Луг - 4,6	Луг - 4,64	Луг - 4,62
Временный отвод земель, Га	Луг - 2,0	Луг - 2,0	Луг - 2,0	Луг - 2,0	Луг - 2,0

Изм.	Кол.уч	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР - 08.03.01.0015 - 2017		
						Сибирский Федеральный университет Инженерно-строительный институт		
Разраб.		Карпова А.С.				Реконструкция участка автомобильной дороги IV категории в Омской области на болоте	Стадия: У	Лист: 5	Листов: 8
Пров.		Жуков В.И.						
Зав. кафед.		Серватинский В.В.				График распределения земляных масс и полоса отвода земель	Кафедра АДиГС	

Участок дороги на болоте
М 1:500

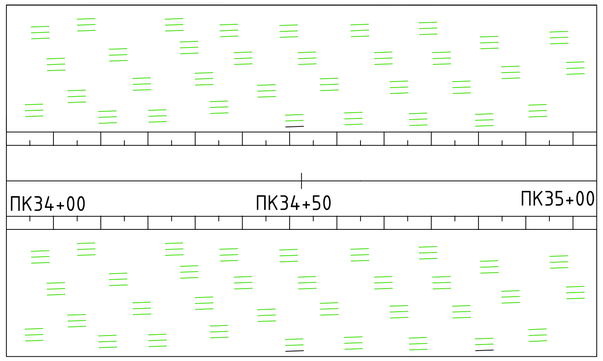


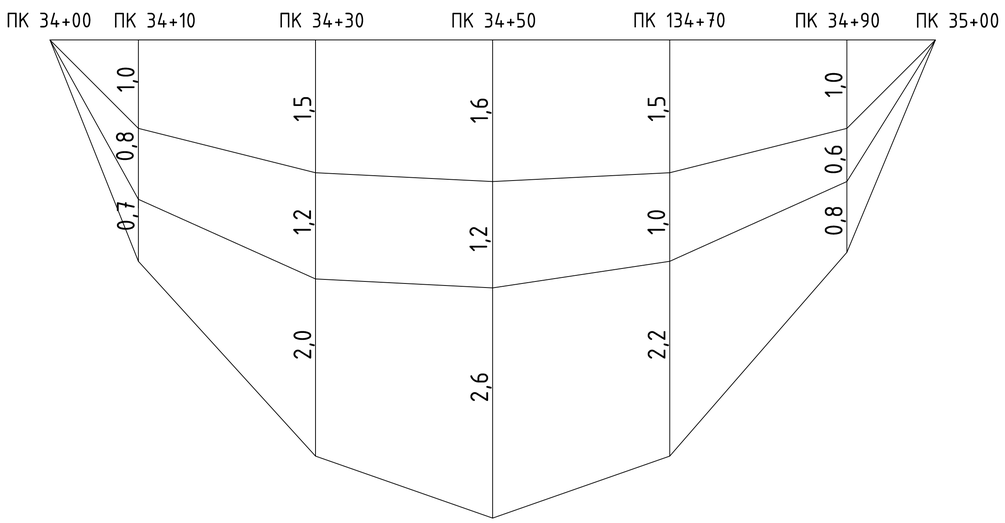
Таблица исходных данных

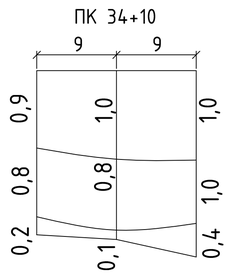
№ слоя	Угол внутреннего трения φ,град	Сила удельного сцепления c, $т/м2$	Вид торфа	Степень разложения, %	Зольность
1	20	5,0	Тростниковый	n_i=40	9
2	22	1,0	Сфангово-моховый	n_i=30	3
3	20	5,0	Тростниковый	n_i=40	9

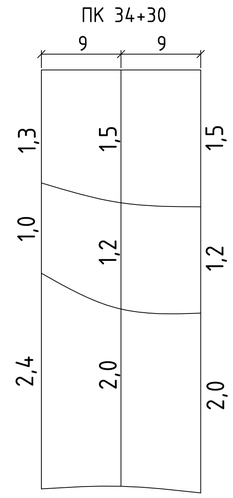
Таблица расчетных данных

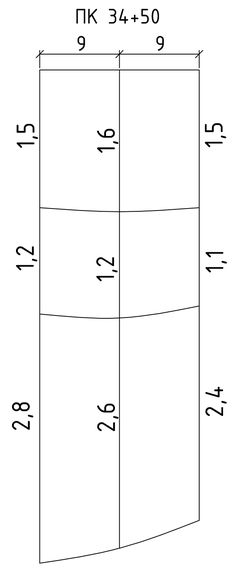
Участок трассы пк	+	H	P	Z	ε_1	lnP	ε_p	ε_o	ε_o- ε_p	$\frac{\varepsilon_0-\varepsilon_p}{1+\varepsilon_0}$	ΔS	S,см
34	10	1,0	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	7,20	5,65	0,69	0,69	1,625
		0,8	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	6,50	4,95	0,66	0,53	
		0,7	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	5,10	3,55	0,58	0,41	
34	30	1,5	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	7,20	5,65	0,69	1,03	2,991
		1,2	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	6,50	4,95	0,66	0,79	
		2,0	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	5,10	3,55	0,58	1,16	
34	50	1,6	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	7,20	5,65	0,69	1,10	3,409
		1,2	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	6,50	4,95	0,66	0,79	
		2,6	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	5,10	3,55	0,58	1,51	
34	70	1,5	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	7,20	5,65	0,69	1,03	2,975
		1,0	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	6,50	4,95	0,66	0,66	
		2,2	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	5,10	3,55	0,58	1,28	
34	90	1,0	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	7,20	5,65	0,69	0,69	1,202
		0,6	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	6,50	4,95	0,66	0,40	
		0,2	86,1	1,2	6,9	4,46	1,55	5,10	3,55	0,58	0,12	

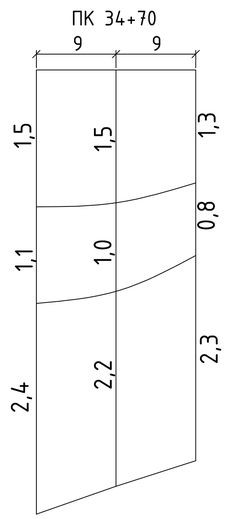
Продольный разрез болота с ПК 34+00 по ПК 35+00

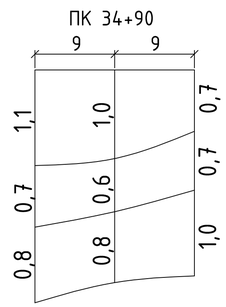






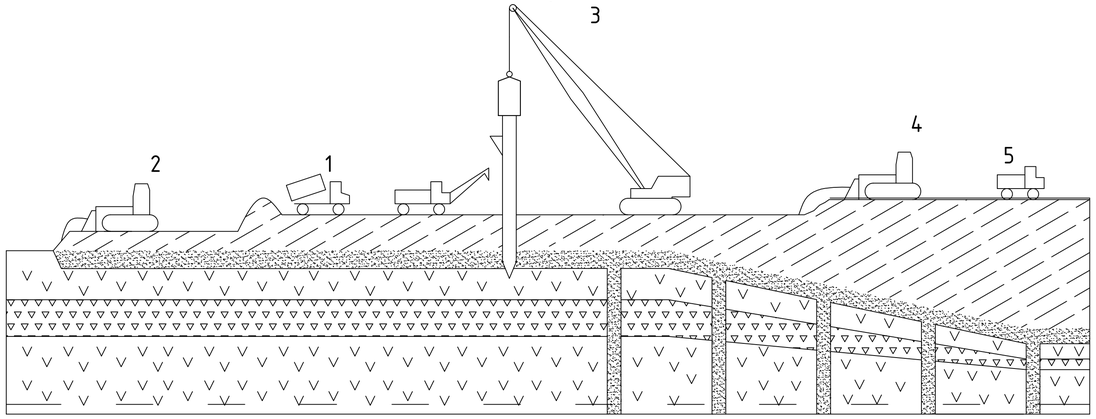






Изм.	Кол.уч	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР – 08.03.01.0015 – 2017			
						Сибирский Федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Разраб.		Карпова А.С.				Реконструкция участка автомобильной дороги IV категории в Омской области на болоте	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Жуков В.И.					У	6	8
Зав. кафед.		Сербатинский В.В.				Участок болота на местности, таблица с исходными и расчетными данными, продольный разрез болота	Кафедра АДиГС		

Схема устройства земляного полотна с вертикальными дренами



Земляное полотно с вертикальными дренами на ПК 34+50 М 1:100

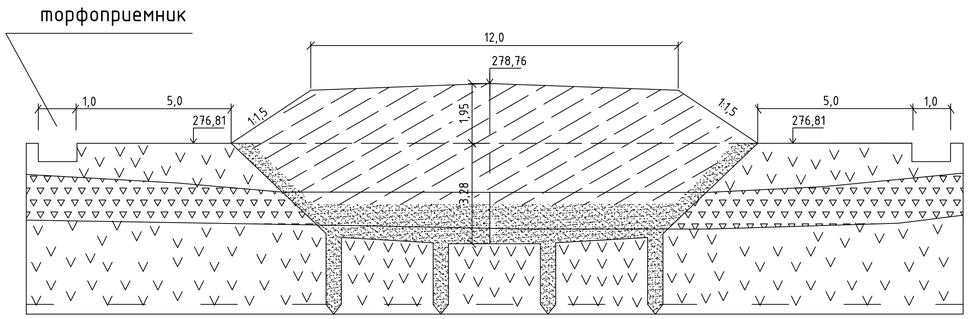


Схема устройства земляного полотна с вертикальными дренами (продолжение)

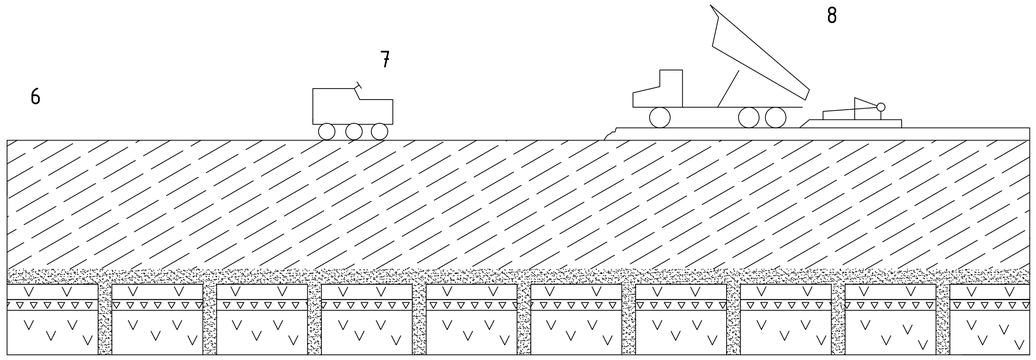
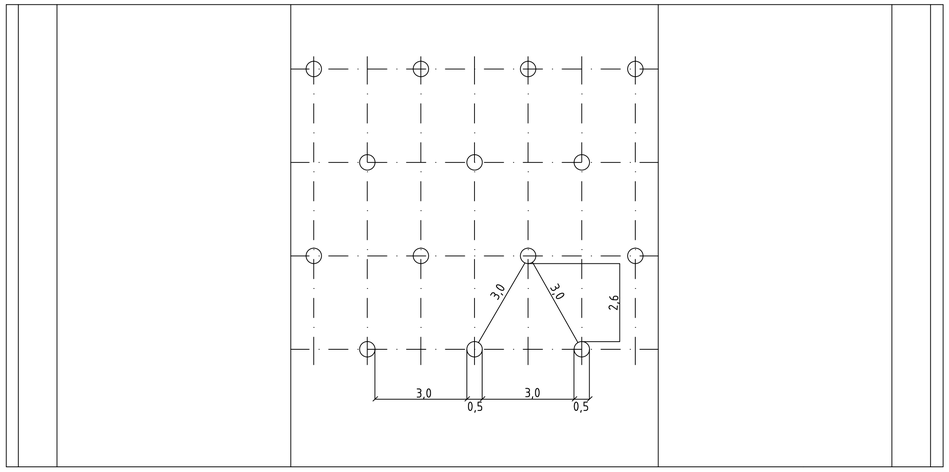


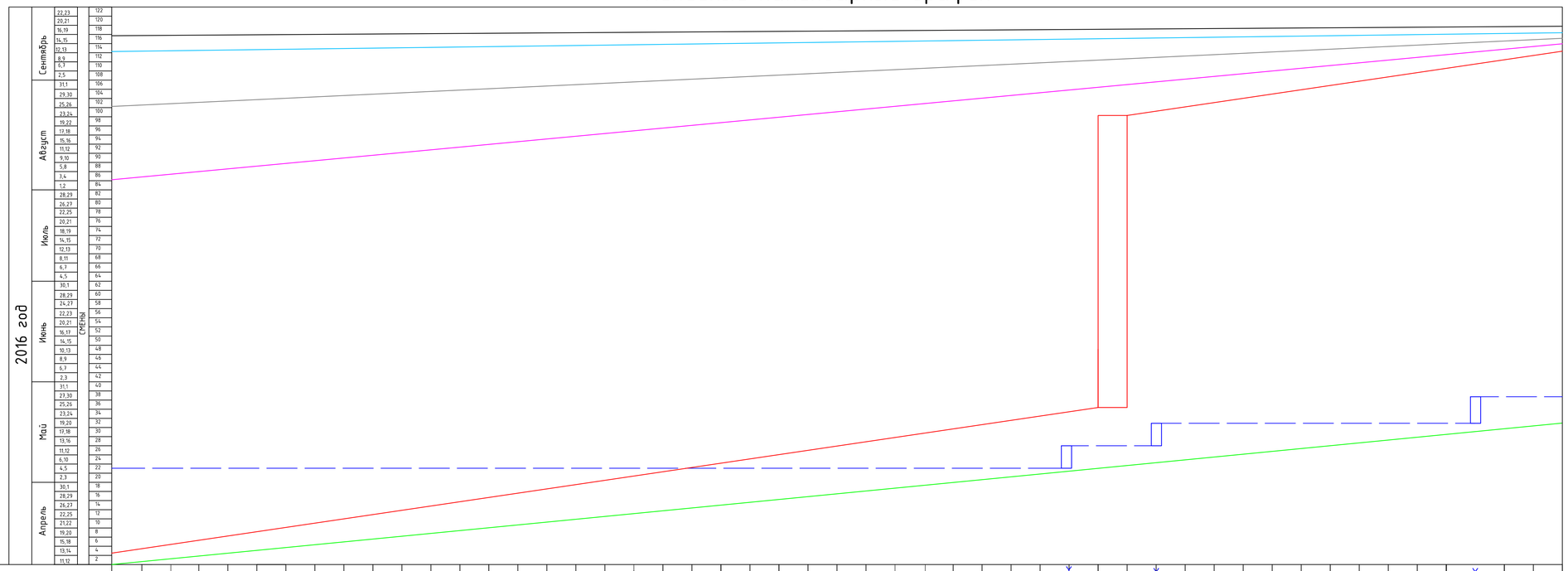
Схема расположения вертикальных дрен М 1:100



1-транспортировка дренирующего материала;
2-надвижки рабочего слоя;
3-устройство дрен с загрузкой песком;
4-наращивание земляного полотна до проектной отметки;
5-транспортировка грунта земляного полотна;
5-контроль осадки;
6-доуплотнение земляного полотна;
7-устройство дорожной одежды.

						ВКР - 08.03.01.0015 - 2017			
						Сибирский Федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол.уч	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		Карпова А.С.				Реконструкция участка автомобильной дороги IV категории в Омской области на болоте	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Жуков В.И.					У	7	8
						Схема устройства земляного полотна с вертикальными дренами, поперечный профиль земляного полотна	Кафедра АДиГС		
Зав. кафед.		Сербатинский В.В.							

Линейный календарный график



Схематический план трассы			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 46 47 48 49
Километры			0 1 2 3 4 5
Подготовительные работы	Объём работ		V=15326
	Кол-во смен работы отряда		Ксм=31
Искусственные сооружения	Характеристика		d=1,5м L=17,97м; d=1,5м L=20,40м; d=1,5м L=31,42м
	Кол-во смен работы отряда		Ксм=5; Ксм=5; Ксм=6
Земляные работы	Объём работ		V=75346
	Кол-во смен работы отряда		Ксм=47
Устройство дорожной одежды	Устройство песчаного слоя основания	Объём работ	V=16800 м3
		Кол-во смен работы отряда	Ксм=28
	Устройство щебеночного слоя основания	Объём работ	V=9000 м3
		Кол-во смен работы отряда	Ксм=15
	Устройство асфальтобетонного слоя покрытия	Объём работ	V=35000 м2
		Кол-во смен работы отряда	Ксм=4
Обустройство	Объём работ		V=?
	Кол-во смен работы отряда		Ксм=?

						ВКР - 08.03.01.0015 - 2017			
						Сибирский Федеральный университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол.уч	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		Карпова А.С.				Реконструкция участка автомобильной дороги IV категории в Омской области на болоте	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Жуков В.И.					У	8	8
						График распределения земляных масс и полоса отвода земель	Кафедра АДиГС		
Зав. кафед.		Сербатинский В.В.							