

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»
СИБИРСКИЙ КОЛЛЕДЖ ТРАНСПОРТА И СТРОИТЕЛЬСТВА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практических работ

МДК 03.02. Строительство автомобильных дорог и аэродромов

ПМ.03 Участие в организации работ по строительству автомобильных дорог и
аэродромов

08.02.05 Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов

базовая подготовка

среднего профессионального образования

Иркутск 2023

0

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИргУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИргУПС Трофимов Ю.А.

00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



РАССМОТРЕНО:
ЦМК СЭАДА
протокол №9 от «24» мая 2023 г.
Председатель ЦМК: Иевская С.Б.

Разработчик: Жаркова Евгения Сергеевна, преподаватель
Сибирский колледж транспорта и строительства ФГБОУ ВО «Иркутский
государственный университет путей сообщения»

Содержание

Введение.....	3
1 Практическая работа 1. Определение сроков производства земляных работ. Построение дорожно-климатического графика.....	4
2 Практическая работа 2. Расчет подготовительных работ по валке леса.....	9
3 Практическая работа 3. Определение категории дороги и ее основных технических параметров.....	12
4 Практическая работа 4. Подбор конструкции дорожной одежды.....	20
5 Практическая работа 5. Расчет объемов дорожно-строительных материалов.....	23
6 Практическая работа 6. Обоснование величины сменной захватки.....	25
7 Практическая работа 7. Обоснование расположения асфальтобетонного завода.....	27
8 Практическая работа 8. Подбор конструкции дорожной одежды, обоснование толщины конструктивных слоев.....	30
9 Практическая работа 9. Расчет конструкции по допустимому упругому прогибу....	35
10 Практическая работа 10. Расчет конструкции по условию сдвигоустойчивости подстилающего грунта и малосвязных конструктивных слоев.....	37
11 Практическая работа 11. Расчет конструкции в программном комплексе Robur.....	39
Список используемых источников.....	42

Введение

Основная задача среднего образования заключается в формировании творческой личности специалиста, способного к саморазвитию, самообразованию.

Практическая работа студентов является одной из важнейших составляющих образовательного процесса. Независимо от полученной профессии и характера работы любой начинающий специалист должен обладать фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности своего профиля, опытом творческой и исследовательской деятельности по решению новых проблем, опытом социально-оценочной деятельности.

В данном документе представлены методические рекомендации по выполнению практических работ в составе МДК 03.02. Строительство автомобильных дорог и аэродромов для подтверждения следующих компетенций:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие;

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами;

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей;

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 3.1. Выполнение технологических процессов строительства автомобильных дорог и аэродромов;

ПК 3.2. Осуществление контроля технологических процессов и приемке выполненных работ по строительству автомобильных дорог и аэродромов;

ПК 3.3. Выполнение расчетов технико-экономических показателей строительства автомобильных дорог и аэродромов;

Практическая работа 1

Определение сроков производства земляных работ. Построение дорожно-климатического графика

Цель работы: овладеть навыками работы с нормативно-технической документацией. Научится определять сроки производства земляных работ. Подтвердить компетенции ОК 1-7,10 ПК 3.1,3.2,3.3.

Исходные данные: район предполагаемого строительства автомобильной дороги; среднегодовая температура воздуха, °С; среднемесячные температуры наиболее холодного и наиболее жаркого месяца в году, °С; весенние даты устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °С; осенние даты устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °С и 5 °С; средняя многолетняя максимальная глубина промерзания грунта H , см

Основные понятия

При устройстве земляного полотна из местных глинистых и суглинистых грунтов линейные работы целесообразно проводить в теплый период года, а из привозных (супесчаных и песчаных) – круглый год. Сосредоточенные работы в несвязных грунтах можно выполнять круглый год. Линейные работы начинают по окончании весенней распутицы и заканчивают до начала осенней.

Распу́тица — период, когда дороги становятся непроходимыми или труднопроходимыми. Существует осенняя (примерно середина октября-конец ноября) и весенняя (середина марта-конец апреля) распутица. Первая возникает в результате дождей, вторая в результате таяния снега. В болотистой местности распутица сильнее.

Порядок выполнения работы

Используя СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* по исходным данным определить сроки производства земляных работ. Построить дорожно-климатический график.

1. Определить прогнозные даты начала R_{np}^6 и окончания $R_{кр}^6$ весенней распутицы определяются по формулам:

$$R_{np}^6 = R_0 + 0,86 \cdot \frac{365 \arccos\left(-\frac{t_{cp2}}{A}\right)}{\pi \cdot H}, \quad (1)$$

$$R_{кр}^6 = R_{np}^6 + 0,12 \cdot \frac{365 \arccos\left(-\frac{t_{cp2}}{A}\right)}{\pi}, \quad (2)$$

где t_{cp2} – среднегодовая температура воздуха, °С

A – амплитуда температуры воздуха, равная полусумме среднемесячных температур наиболее холодного (t_x) и наиболее жаркого месяца (t_j) в году, °С

$$A = (t_x + t_j)/2, \quad (3)$$

H – средняя многолетняя максимальная глубина промерзания грунта, см

R_0 – средняя многолетняя дата перехода температуры воздуха через 0°С весной

* $\arccos(-\frac{t_{срз}}{A})$ перевести в радианы по формуле:

$$a_{рад} = (a^\circ \cdot \pi)/180^\circ, \quad (4)$$

2. Дата начала осенней распутицы может быть приурочена к устойчивому переходу температуры воздуха через +5°С, а окончание – к дате перехода через 0°С,

R_{np}^0 (из исходных данных)

$R_{кр}^0$ (из исходных данных)

3. Продолжительность весенней $T_{вес.}$ и $T_{осен.}$ распутицы определяется по формулам:

$$T_{вес.} = R_{кр}^6 - R_{np}^6, \text{ дни} \quad (5)$$

$$T_{осен.} = R_{кр}^0 - R_{np}^0, \text{ дни} \quad (6)$$

4. Календарная продолжительность для линейных земляных работ:

- При возведении насыпей из боковых резервов и выемок

$$T_1 = R_{кр}^6 - R_{np}^0, \text{ дни} \quad (7)$$

- При возведении полотна из привозных талых грунтов

$$T_2 = 365 - (T_{вес.} + T_{осен.}), \text{ дни} \quad (8)$$

5. Количество рабочих смен в году определяется расчетной продолжительностью:

$$T_p = (T_k - T_{np} - T_{pn} - T_{on} - T_{am}) \cdot K_c, \quad (9)$$

где T_k - календарная продолжительность для линейных земляных работ (T_1 при $T_{амм}^{лет}$, T_2 при $T_{амм}^{зод}$)

T_{np} – количество праздничных и выходных дней за период T (T_1 или T_2),

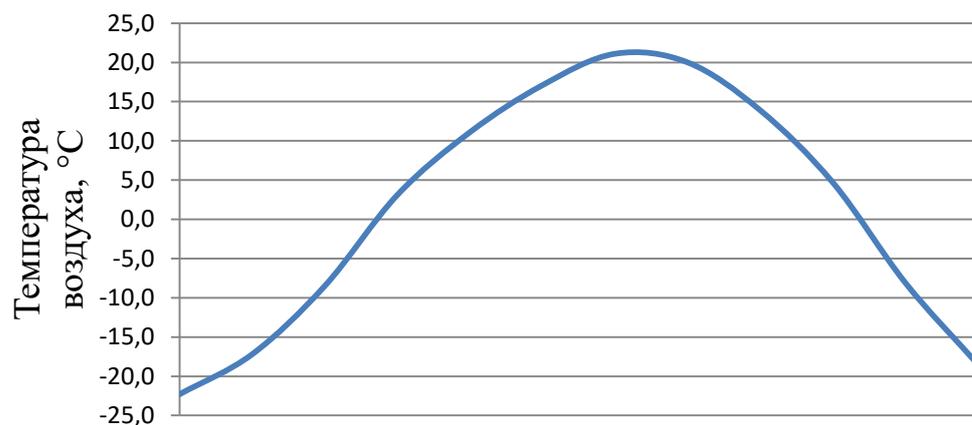
T_{pn} – количество дней на ремонт и профилактику машин, $T_{pn} = 0,04 \cdot T_{ам}$

T_{on} – простой по организационным причинам и переходы с одного места работы на другое, $T_{on} = 0,0545 \cdot T$

$T_{ам}$ - количество календарных дней с неблагоприятными метеорологическими условиями, (табл. 4)

K_c – коэффициент сменности работ, $K_c = 0,85 - 2,0$

6. Построить дорожно-климатический график



	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Направление ветра												
Распутица												
Простои из-за осадков, дни												
Простои из-за метелей, дни												
Сосредоточенные работы												
Линейные работы												
Разработка мерзлого грунта												

Рисунок 1 – Дорожно-климатический график

Содержание отчета: приводятся цель работы, исходные данные, расчет сроков производства земляных работ, дорожно-климатический график.

Исходные данные для практической работы

Вариант	Район строительства (город)	Среднегодовая температура воздуха $t_{ср2}$, °С	Среднемесячные температуры в году, °С		Весенние даты устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °С	Осенние даты устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха		Средняя многолетняя максимальная глубина промерзания грунта H , см	Количество календарных дней с неблагоприятными метеорологическими условиями	
			наиболее холодного месяца t_x	наиболее жаркого месяца $t_{ж}$		через +5 °С	через 0 °С		Летний период $T_{атм}^{лет}$	Год $T_{атм}^{год}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Иркутск	-1,1	-25	24,8	05.04	22.09	17.10	297	29	69
2	Томск	-0,6	-25	23,7	07.04	28.09	22.10	220	30	67
3	Архангельск	0,8	-19	20,8	05.04	22.09	11.10	160	31	70
4	Ростов-на-Дону	8,7	-8	29,1	03.04	20.09	11.10	80	32	65
5	Омск	0	-23	24,5	10.05	14.10	12.11	220	33	64
6	Чита	-3,1	-31	26	15.05	24.10	27.11	297	34	71
7	Якутск	-10,3	-45	25,2	10.05	24.10	21.11	310	37	73
8	Благовещенск	0	-25	26,9	01.05	03.10	28.10	120	28	69
9	Пермь	1,5	-20	23,7	15.05	11.10	31.10	180	26	75
10	Сыктывкар	0,4	-20	22	07.05	11.10	04.11	180	22	78
11	Ульяновск	3,2	-18	25,7	03.05	03.10	20.12	190	35	69
12	Петрозаводск	2,2	-15	20,5	17.05	08.10	25.10	110	34	65
13	Шелехов	-1,1	-25	24,8	05.05	28.10	21.11	297	36	68
14	Магадан	-4,7	-23	17,9	17.05	18.10	11.11	298	37	74
15	Хабаровск	1,4	-23	25,7	15.05	21.10	08.11	198	39	76
16	Краснодар	10,8	-5	20,8	03.04	03.11	23.11	80	19	66
17	Астрахань	9,4	-8	30,9	03.04	15.10	31.10	80	33	63
18	Оренбург	3,9	-20	28,5	10.04	07.10	24.10	160	34	37
19	Южно-Сахалинск	2,1	-15	22,7	21.05	26.10	14.11	250	37	76

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20	Красноярск	0,5	-22	24,5	03.04	28.09	31.10	170	28	61
21	Махачкала	11,8	-2	28,7	15.04	15.10	08.10	80	26	73
22	Нарьян Мар	-3,5	-25	16,9	20.05	28.09	08.10	240	22	79
23	Петропавловск -Камчатский	1,9	-10	16,9	15.05	04.10	08.10	250	35	75

Практическая работа 2

Расчет подготовительных работ по валке леса

Цель работы: овладеть навыками работы с нормативно-технической документацией. Научится производить расчет объемов работ по валке леса. Подтвердить компетенции ОК 1-7,10 ПК 3.1,3.2,3.3.

Исходные данные: средний запас леса на гектар, м³; ширина полосы отвода, м; расстояние возки, м.

Основные понятия

Хлыст – древесный ствол, очищенный от сучьев.

Валка – процесс спиливания дерева и приземления его в заданном направлении.

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.

Порядок выполнения работы

1. Определение площади леса

$$S_l = l \cdot b, \text{ га} \quad (1)$$

l – длина участка = от 100 до 500 м

b – ширина полосы отвода, м

$$1 \text{ м}^2 = 0,0001 \text{ га}$$

2. Определение среднего запаса леса на га

$$Q, \text{ м}^3 \text{ (из исходных данных)}$$

3. Определение среднего объёма хлыста

$$q = \text{от } 0,5 \text{ до } 0,75 \text{ м}^3$$

4. Определение объёма леса

$$Q_l = Q \cdot S_l, \text{ м}^3 \quad (2)$$

5. Определение объёма сучьев

$$Q_{\text{суч}} = 15\% \cdot Q_l, \text{ м}^3 \quad (3)$$

6. Определение объёма хлыста

$$Q_x = Q_l - Q_{\text{суч}}, \text{ м}^3 \quad (4)$$

7. Определение сменная нормы работ

$$P_{см} = \frac{T \cdot k_v \cdot Q}{\frac{2L}{V_{cp}} + t_n + t_p}, \text{ м}^3 \quad (5)$$

T – продолжительность смены, $T = 420$ мин.

k_v – коэффициент использования по времени, $k_v = 0,8$

Q – рейсовая нагрузка (КрАЗ - 255), $Q = 24 \text{ м}^3$

L – расстояние вывозки, м

V_{cp} – средняя скорость, м/мин.

t_p – время механизированной разгрузки на один рейс, $t_p = 9$ мин.

t_n – время погрузки, состоит из времени установки автопоезда под погрузку = 2 мин. на рейс, и собственной погрузки – 1,5 мин. на $1 \text{ м}^3 = 1,5 \cdot 24 = 36$ мин.

$t_n = 2 + 36 = 38$ мин.

Содержание отчета: приводятся цель работы, исходные данные, расчет объемов работ по валке леса.

Исходные данные для практической работы

Вариант	Средний запас леса на гектар, м ³	Ширина полосы отвода, м;	Расстояние возки, м
1	2	3	4
1	100	10	2000
2	150	15	1500
3	200	20	1000
4	250	25	950
5	300	30	900
6	350	35	850
7	400	40	800
8	450	45	750
9	500	50	700
10	550	10	650
11	600	15	600
12	650	20	550
13	700	25	500
14	750	30	450
15	800	35	400
16	850	40	350
17	900	45	300
18	950	50	2000
19	100	40	1500
20	150	35	1000
21	200	30	900
22	250	25	800
23	300	20	700
24	350	15	600
25	400	10	500

Практическая работа 3

Определение категории дороги и ее основных технических параметров

Цель работы: овладеть навыками работы с нормативно-технической документацией. Научится определять категорию автомобильной дороги и соответствующие ей технические параметры. Подтвердить компетенции ОК 1-7,10 ПК 3.1,3.2,3.3.

Исходные данные: район предполагаемого строительства автомобильной дороги; фактическая интенсивность движения фактическая, авт./сут.; тип местности по рельефу.

Основные понятия

Интенсивность движения – количество автомобилей и других транспортных средств, проходящих через определенное сечение дороги в единицу времени (сутки, час).

Фактическая интенсивность движения – это количество автомобилей, проходящих через данное сечение дороги, которое суммируют независимо от типов автомобилей.

Перспективная интенсивность движения – это среднегодовая суточную интенсивность движения за последний год перспективного периода, выраженная в единицах, приведенных к легковому автомобилю.

Перспективный период при назначении категорий дорог, проектировании элементов плана, продольного и поперечного профилей принимают равным 20 годам.

Расчетная интенсивность движения

При проектировании дорог используют расчетную интенсивность движения. За расчетную интенсивность движения принимают среднегодовую суточную интенсивность движения за последний год перспективного периода, выражаемую в единицах, приведенных к легковому автомобилю.

Порядок выполнения работы

- 1) Определить перспективную приведенную интенсивность движения $N_{прив}$. Заполнить таблицу 1 в зависимости от типа автомобилей и грузоподъемности грузовых автомобилей.

Произвести расчет приведенной интенсивности движения $N_{прив}$ по формуле (1).

$$N_{прив} = N_1K_1 + N_2K_2 + \dots + N_nK_n, \text{ авт./сут.}, \quad (1)$$

где N_n – интенсивность движения n -го типа автомобилей, авт./сут (автобусы, грузовые 2 т, грузовые 6 т и т.д.);

K_n – коэффициент приведения автомобилей типа n к легковому автомобилю.

Значения коэффициентов приведения к легковому автомобилю применяются в соответствии с таблицей 4.2 СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02 -85*.

Таблица 1 - Определение расчетной интенсивности движения

Автомобили	%	$N_{факт}$ авт./сут	Перспективная суточная интенсивность движения $N_{сут}$		Коэффициент приведения K	Приведенная перспективная суточная интенсивность движения $N^{20}_{прив}$, авт./сут
			N^{12} авт./сут	N^{20} авт./сут		
Легковые	60				1	
Грузовые грузоподъемностью: 2 т	10				1,3	
5 т	10				1,4	
8 т	5				1,6	
12 т	5				1,8	
Автопоезда грузоподъемностью: 12 т	5				1,8	
Автобусы	5				2,5	
Всего:	100					

Ежегодный прирост автомобилей 3%

2) Определить категорию автомобильной дороги

Категорию автомобильной дороги определяют по приведенной перспективной суточной интенсивности движения Таблица 4.1 СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02 -85*

3) Определить основные технические параметры автомобильной дороги (заполнить таблицу 2).

Таблица 2 – Основные технические параметры автомобильной дороги IV категории

тип местности по рельефу	
дорожно-климатическая зона	
расчетная скорость, км/ч	
наименьший радиус кривой в плане, м;	
наибольший продольный уклон, ‰	

наименьший радиус выпуклой кривой в продольном профиле, м	
наименьший радиус вогнутой кривой в продольном профиле, м	
наименьшее расстояние видимости для остановки, м	
наименьшее расстояние видимости встречного автомобиля, м	
число полос движения	
ширина полосы движения, м	
ширина обочины, м	
ширина укрепленной части обочины (краевой полосы), м	
тип дорожной одежды проезжей части	
поперечный уклон проезжей части, ‰	
тип укрепления обочины	
поперечный уклон обочины, ‰	
нормативная нагрузка:	
<ul style="list-style-type: none"> • для расчета дорожной одежды – АК*; • для расчета конструкций мостовых сооружений и труб – АК, НК**. 	

Таблица 4.1 СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02 -85*

Категория автомобильной дороги		Расчетная интенсивность движения, приведенных ед/сут
IA (автомагистраль)		Свыше 14000
IB (скоростная дорога)		То же
Обычные дороги	IB	" 14000
	II	" 6000
	III	" 2000 до 6000
	IV	" 200 " 2000
	V	" 200
Примечания		
1 При применении одинаковых требований для дорог IA, IB, IB категорий в настоящем своде правил они отнесены к категории 1.		
2 Категорию дороги следует устанавливать в зависимости от ее значения в сети автомобильных дорог, а также требований заказчика.		

Таблица 4.2 СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02 -85*

Типы транспортных средств	Коэффициент приведения
Легковые автомобили и мотоциклы, микроавтобусы	1,0
Грузовые автомобили грузоподъемностью, т:	
до 2 включительно	1,3
свыше 2 " 6 "	1,4
" 6 " 8 "	1,6
" 8 " 14 "	1,8
" 14	2,0
Автопоезда грузоподъемностью, т:	
до 12 включительно	1,8
свыше 12 " 20 "	2,2
" 20 " 30 "	2,7
" 30	3,2
Автобусы малой вместимости	1,4
То же, средней вместимости	2,5
" большой вместимости	3,0
Автобусы сочлененные и троллейбусы	4,6
Примечание. Коэффициенты приведения для специальных автомобилей следует принимать, как для базовых автомобилей соответствующей грузоподъемности.	

Таблица 5.1 СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02 -85*

Категория дороги	Расчетные скорости, км/ч		
	Основные	Допускаемые на трудных участках местности	
		пересеченной	горной
IA	150	120	80
IB	120	100	60
IV	100	80	60
II	120	100	60
III	100	80	50
IV	80	60	40
V	60	40	30

Таблица 5.3 СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02 -85*

Расчетная скорость, км/ч	Наибольшие продольные уклоны, ‰	Наименьшие радиусы кривых, м		
		в плане	в продольном профиле	
			выпуклых	вогнутых

		Основные	В горной местности		Основные	В горной местности
150	30	1200	1000	30000	8000	4000
120	40	800	600	15000	5000	2500
100	50	600	400	10000	3000	1500
80	60	300	250	5000	2000	1000
60	70	150	125	2500	1500	600
50	80	100	100	1500	1200	400
40	90	60	60	1000	1000	300
30	100	30	30	600	600	200

Таблица 5.9 СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02 -85*

Расчетная скорость, км/ч	Наименьшее расстояние видимости, м		
	для остановки	встречного автомобиля	при обгоне
150	300	-	-
120	250	450	800
100	200	350	700
80	150	250	600
60	85	170	500
50	75	130	400
40	55	110	-
30	45	90	-
20	25	50	-

Таблица 5.12 СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02 -85*

Параметры элементов дорог	Автомагистраль	Скоростная дорога	Автомобильные дороги обычного типа (нескоростная дорога) категории					
	IA	IB	IV	II	III	IV	V	
Общее число полос движения, шт	4 и более	4 и более	4 и более	4	2	2	2	1
Ширина полосы движения, м	3,75	3,75	3,75	3,5	3,75	3,5	3	4,5
Ширина обочины, м	3,75	3,75	3,75	3	3	2,5	2	1,5
Ширина краевой полосы у обочины, м	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	0,5	0,5	-
Ширина укрепленной части обочины, м	2,5	2,5	2,5	2	2	1,5	1	-
Наименьшая ширина центральной разделительной полосы без дорожных ограждений, м	6	6	5	5	-			

Наименьшая ширина центральной разделительной полосы с ограждением по оси дороги, м	2 м + ширина ограждения	
Ширина краевой полосы безопасности у разделительной полосы, м	1	

Примечания:

1. Ширина полосы безопасности входит в ширину разделительной полосы, а ширина краевой полосы - в обочину.
2. Ограждения на обочинах дорог располагают на расстоянии не менее 0,50 м и не более 0,85 м от бровки земляного полотна в зависимости от жесткости конструкции дорожных ограждений.

Нормативная осевая нагрузка принимается в зависимости от капитальности дорожной одежды:

при капитальной дорожной одежде (I-III категория)	115 кН;
при облегченном и переходном типах дорожной одежды(III-V категория)	110 кН;
для маршрутов (дорог), предназначенных для следования тяжеловесных транспортных средств, осуществляющих международные перевозки	130 кН.

Таблица 5.16 СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02 -85*

Категория дороги	Поперечный уклон, ‰			
	Дорожно-климатические зоны			
	I	II, III	IV	V
I				
а) при двускатном поперечном профиле каждой проезжей части	15	20	25	15
б) при односкатном профиле:				
первая и вторая полосы от разделительной полосы	15	20	20	15
третья и последующие полосы	20	25	25	20
II-IV	15	20	20	15

Содержание отчета: приводятся цель работы, исходные данные, категория дороги и технические параметры, соответствующие данной категории.



Рисунок 1 – Карта дорожно-климатического районирования (СП 34.1330.2012 Автомобильные дороги. Приложение Б)

Исходные данные для практической работы

Варианты	Район строительства (город)	Фактическая интенсивность движения фактическая, авт./сут.	Тип местности по рельефу
1	2	3	4
1	Иркутск	3500	Равнинная
2	Томск	4200	Равнинная
3	Архангельск	6100	Пересеченная
4	Ростов-на-Дону	2200	Пересеченная
5	Омск	15000	Равнинная
6	Чита	1000	Равнинная
7	Якутск	1000	Пересеченная
8	Благовещенск	2000	Пересеченная
9	Пермь	7200	Равнинная
10	Сыктывкар	150	Горная
11	Ульяновск	16100	Равнинная
12	Петрозаводск	4200	Пересеченная
13	Шелехов	200	Горная
14	Магадан	1700	Пересеченная
15	Хабаровск	8000	Равнинная
16	Краснодар	3700	Пересеченная
17	Астрахань	2400	Пересеченная
18	Оренбург	6600	Равнинная
19	Южно-Сахалинск	2300	Пересеченная
20	Красноярск	14100	Равнинная
21	Махачкала	3100	Пересеченная
22	Нарьян Мар	250	Горная
23	Петропавловск- Камчатский	5600	Пересеченная
24	Курган	400	Горная

Практическая работа 4

Подбор конструкции дорожной одежды

Цель работы: овладеть навыками работы с нормативно-технической документацией. Научится подбирать конструкцию дорожной одежды. Подтвердить компетенции ОК 1-7,10 ПК 3.1,3.2,3.3.

Исходные данные: категория автомобильной дороги, район строительства.

Основные понятия

Дорожная одежда – конструктивный элемент автомобильной дороги, воспринимающий нагрузку от транспортных средств и передающий ее на земляное полотно.

Покрытие – верхняя часть дорожной одежды, воспринимающая усилия от колес транспортных средств и подвергающаяся непосредственному воздействию атмосферных факторов.

Основание – часть конструкции дорожной одежды, расположенная под покрытием и обеспечивающая совместно с покрытием перераспределение напряжений в конструкции и снижение их величины в грунте рабочего слоя земляного полотна (подстилающем грунте), а также морозоустойчивость и осушение конструкции.

Следует различать несущую часть основания (несущее основание) и дополнительные слои основания. Несущая часть основания должна обеспечивать прочность дорожной одежды и быть морозоустойчивой.

Дополнительные слои основания - слои между несущим основанием и подстилающим грунтом, предусматриваемые при наличии неблагоприятных погодных-климатических и грунтово-гидрологических условий.

Рабочий слой земляного полотна (подстилающий грунт) - верхняя часть полотна в пределах от низа дорожной одежды до $2/3$ глубины промерзания, но не менее 1,5 м от поверхности покрытия.

Порядок выполнения работы

В зависимости от категории автомобильной дороги и основных технических параметров, определить геометрические размеры конструктивных слоев.

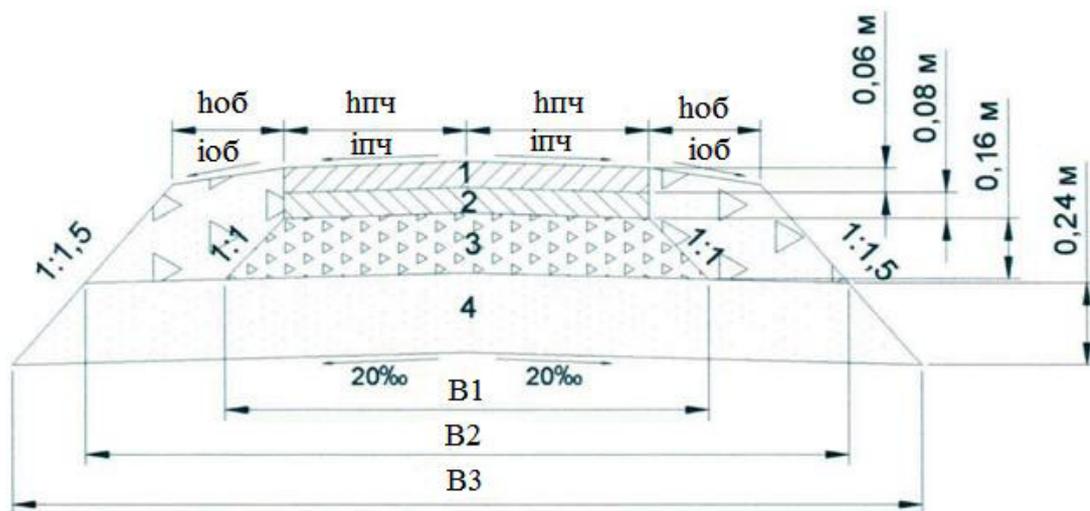


Рисунок 1 – Конструкция дорожной одежды

1 – асфальтобетон щебеночномастичный ЩМА-20,

2 – асфальтобетон крупнозернистый пористый,

3 – смесь С-5,

4 – песок,

$h_{об}$ – ширина обочины без учета краевой полосы,
м,

$h_{п.ч.}$ – ширина проезжей части с учетом краевой полосы, м

$i_{об}$ – поперечный уклон обочины (на 15-20‰ больше $i_{п.ч.}$),

‰, $i_{п.ч.}$ – поперечный уклон проезжей части

$$B_1 = 2h_{п.ч.} + 2 \cdot 0,16, \text{ м} \quad (1)$$

$$B_2 = 2h_{п.ч.} + 2 h_{об} + 2 \cdot 1,5 \cdot (0,06 + 0,08 + 0,16), \text{ м} \quad (2)$$

$$B_3 = B_2 + 2 \cdot 1,5 \cdot 0,24, \text{ м} \quad (3)$$

Содержание отчета: приводятся цель работы, исходные данные, категория дороги и технические параметры, соответствующие данной категории, чертеж типового поперечного профиля с указанием слоев на миллиметровке формата А 4.

Исходные данные для практической работы

Варианты	Район строительства (город)	Протяженность участка строительства, км
1	2	3
1	Иркутск	11
2	Томск	12
3	Архангельск	13
4	Ростов-на-Дону	14
5	Омск	15
6	Чита	16
7	Якутск	17
8	Благовещенск	18
9	Пермь	19
10	Сыктывкар	20
11	Ульяновск	21
12	Петрозаводск	22
13	Шелехов	23
14	Магадан	24
15	Хабаровск	25
16	Краснодар	26
17	Астрахань	27
18	Оренбург	28
19	Южно-Сахалинск	29
20	Красноярск	30
21	Махачкала	31
22	Нарьян Мар	32
23	Петропавловск-Камчатский	33
24	Курган	34

Примечание: категория дороги берется из практической работы 3

Практическая работа 5

Расчет объемов дорожно-строительных материалов

Цель работы: овладеть навыками работы с нормативно-технической документацией. Научится производить расчет объемов дорожно-строительных материалов. Подтвердить компетенции ОК 1-7,10 ПК 3.1,3.2,3.3.

Исходные данные: категория автомобильной дороги, район строительства, протяженность участка строительства, данные практической работы 4.

Основные понятия

Дорожная одежда – конструктивный элемент автомобильной дороги, воспринимающий нагрузку от транспортных средств и передающий ее на земляное полотно.

Дорожно-строительные материалы - применяются при сооружении автомобильных дорог и площадей.

К дорожно-строительным материалам относятся грунтовые, каменные и керамические материалы, органические и минеральные вяжущие вещества, бетоны и изделия из них.

Полимерные материалы в дорожном строительстве используются главным образом в качестве плёнообразующих защитных покрытий и упрочняющих добавок к грунтам.

Порядок выполнения работы

Расчет объемов производится по следующим формулам:

$$Q_1 = B \cdot h \cdot L \cdot K_p, \quad (1)$$

$$Q_2 = Q_1 \cdot \gamma_0 \cdot K_n, \quad (2)$$

где Q_1 – объем материалов для всего участка строительства, м³

B – среднее значение ширины слоев дорожной одежды, м

h – толщина слоев, м

L – протяженность участка строительства, м

K_p – коэффициент разрыхления, учитывающий уплотняемость материалов, отсыпаемых на дороге в рыхлом состоянии

Q_2 – масса материалов, т

γ_0 – объемная масса материалов и смесей, т/м³

K_n – коэффициент потерь (1,05 – 1,1)

Таблица 1 – Ведомость объемов дорожно-строительных материалов

№ п/п	Конструктивный слой	Средняя ширина слоя, м	Протяженность участка, м	Толщина слоя, м	Кэф. разрых.	Объем материала, м ³	Средняя плотность, т/м ³	Кэф. потерь	Объем материала, т
		B	L	h	K _p	Q ₁	γ ₀	K _п	Q ₂
1	Подстилающий слой из песка			0,24	1,15		1,4	1,1	
2	Основание из смеси С-5			0,16	1,25		1,45	1,1	
3	Нижний слой покрытия из а/б к/з пористого			0,08	1		2,25	1,05	
4	Верхний слой покрытия из а/б ЦМА-20			0,06	1		2,25	1,05	
5	Обочины из ПГС			0,3	1,22		1,45	1,1	

Содержание отчета: приводятся цель работы, исходные данные, категория дороги и технические параметры, соответствующие данной категории, протяженность участка строительства, заполненная таблица 1.

Практическая работа 6

Обоснование величины сменной захватки

Цель работы: овладеть навыками работы с нормативно-технической документацией. Научится производить расчет протяженности и количества захваток. Подтвердить компетенции ОК 1-7,10 ПК 3.1,3.2,3.3.

Исходные данные: категория автомобильной дороги, район строительства, протяженность участка строительства, данные практической работы 4, 5.

Основные понятия

Фронт работ – участок достаточный для концентрированного распределения дорожно-строительной техники при работе.

Задел – полезный объем незавершенного производства (технологический, сезонный).

Захватка – участок, на котором выполняются работы специализированным потоком.

Устройство слоев дорожной одежды ведется поточным методом. Скорость потоков дорожно-строительных машин определяется величиной сменной захватки, то есть количеством погонных метров готового слоя, завершеного в конце каждой рабочей смены. Конструктивные слои дорожной одежды возводятся двумя отрядами дорожно-строительных машин.

ДСО – 1 выполняет работы по возведению слоев из материалов, не обработанных вяжущими (песок, ПГС).

ДСО – 2 выполняет работы по устройству слоев из материалов, обработанных вяжущими (а/б ЩМА-20, а/б крупнозернистый пористый).

Порядок выполнения работы

Величина сменной захватки устанавливается в зависимости от длины участка строительства и срока строительства. За расчетную длину захватки берется наиболее длинный участок, кратный 10 м в большую сторону.

$$L_{\text{захв}}^1 = L / n \cdot N, \text{ м} - \text{ДСО 1} \quad (1)$$

$$L_{\text{захв}}^2 = L / n \cdot N, \text{ м} - \text{ДСО 2}$$

$L_{\text{захв}}$ – длина захватки,

N – количество рабочих дней,

n – количество смен в сутки,

$n_{\text{захв}}$ – количество захваток

$$n_{\text{захв}}^1 = L / L_{\text{захв}}, \text{ захваток} - \text{ДСО 1} \quad (2)$$

$$n_{\text{захв}}^2 = L / L_{\text{захв}}, \text{ захваток} - \text{ДСО 2}$$

Таблица 1 – Сводная ведомость объемов

№ п/п	Конструктивный слой	Объем на весь участок строительства		Объем на сменную захватку	
		м ³	т	м ³	т
1	Подстилающий слой из песка				
2	Основание из смеси С-5				
3	Нижний слой покрытия из а/б к/з пористого				
4	Верхний слой покрытия из а/б ЩМА-20				
5	Обочины из ПГС				

Содержание отчета: приводятся цель работы, исходные данные, категория дороги и технические параметры, соответствующие данной категории, протяженность участка строительства, заполненная таблица 1.

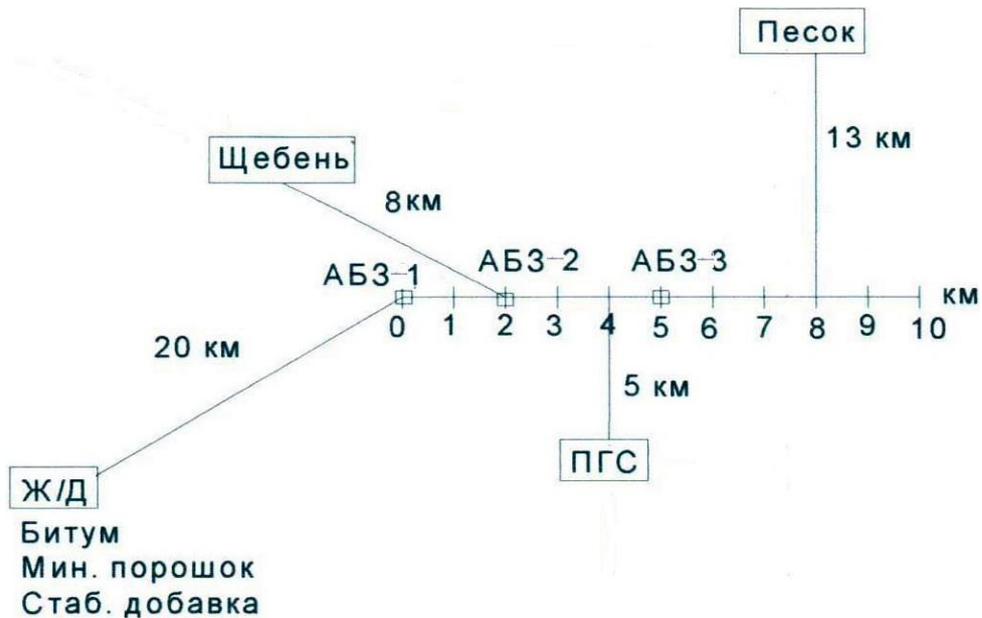
Практическая работа 7

Обоснование расположения асфальтобетонного завода.

Цель работы: овладеть навыками работы с нормативно-технической документацией. Научится производить расчет обоснование расположения асфальтобетонного завода. Подтвердить компетенции ОК 1-7,10 ПК 3.1,3.2,3.3.

Исходные данные: Транспортная схема строительства.

Порядок выполнения работы:



Содержание отчёта: приводятся цель работы, исходные данные, протяженность участка строительства, заполненная таблица.

Таблица 1.

Наименование смесей и их состав	Кол-во, т	Расстояние перевозки, км	Транспортные затраты, тыс.руб		Погрузочно-разгрузочные работы, тыс. руб		Итого по варианту, тыс. руб
			На ед.изм., т	Всего, тыс.руб	На ед.изм., т	Всего, тыс.руб	
1	2	3	4	5	6	7	8
Вариант 1							
а/б смесь ЦМА-20	1,00	Лтрассы/2	20,00	2*3*4	5,00	6*2	5+7
Щебень70,16%	0,7016	Лабз*Лобъект	14,03		5		
Песок 17,78%	0,1778		3,56		5		
Мин. Порошок 5,61%	0,0561		1,12		5		
Битум 6,08%	0,0608		1,22		5		
СД 0,37%	0,037		0,74		5		
Всего							Сумма по 8
Вариант 2							
а/б смесь ЦМА-20	1,00		20,00		5,00		
Щебень70,16%	0,7016		14,03		5		
Песок 17,78%	0,1778		3,56		5		
Мин. Порошок 5,61%	0,0561		1,12		5		
Битум 6,08%	0,0608		1,22		5		
СД 0,37%	0,037		0,74		5		
Всего							
Вариант 3							
а/б смесь ЦМА-20	1,00		20,00		5,00		
Щебень70,16%	0,7016		14,03		5		
Песок 17,78%	0,1778		3,56		5		
Мин. Порошок 5,61%	0,0561		1,12		5		
Битум 6,08%	0,0608		1,22		5		
СД 0,37%	0,037		0,74		5		
Всего							

Исходные данные:

№ варианта	Длина участка строительства	Щебень (дробилка)	Песок (карьер)	Ж/д (битум, мин.порошок, ст. добавка)
1.	30	17	20	19
2.	29	19	19	21
3.	28	8	18	20
4.	27	9	17	19
5.	26	10	16	18
6.	25	12	15	17
7.	24	12	14	16
8.	23	13	13	15
9.	22	14	12	14
10.	21	15	11	13
11.	20	16	10	12
12.	19	17	9	11
13.	18	18	8	10
14.	17	19	7	11
15.	16	20	6	12
16.	15	21	5	13
17.	14	22	6	14
18.	13	23	7	15
19.	12	24	8	16
20.	11	25	9	17
21.	10	26	10	18
22.	9	27	11	19
23.	8	28	12	20
24.	6	29	13	21
25.	5	30	14	20

Практическая работа 8

Подбор конструкции дорожной одежды, обоснование толщины конструктивных слоев

Цель работы: овладеть навыками работы с нормативно-технической документацией. Научится подбирать конструкцию дорожной одежды. Подтвердить компетенции ОК 1-7,10 ПК 3.1,3.2,3.3.

Исходные данные: Район строительства. Категория автомобильной дороги. Основные технические параметры. (*из практической работы 3*)

Основные понятия

Дорожная одежда – конструктивный элемент автомобильной дороги, воспринимающий нагрузку от транспортных средств и передающий ее на земляное полотно.

Покрытие – верхняя часть дорожной одежды, воспринимающая усилия от колес транспортных средств и подвергающаяся непосредственному воздействию атмосферных факторов.

Основание – часть конструкции дорожной одежды, расположенная под покрытием и обеспечивающая совместно с покрытием перераспределение напряжений в конструкции и снижение их величины в грунте рабочего слоя земляного полотна (подстилающем грунте), а также морозоустойчивость и осушение конструкции.

Следует различать несущую часть основания (несущее основание) и дополнительные слои основания. Несущая часть основания должна обеспечивать прочность дорожной одежды и быть морозоустойчивой.

Дополнительные слои основания - слои между несущим основанием и подстилающим грунтом, предусматриваемые при наличии неблагоприятных погодных-климатических и грунтово-гидрологических условий.

Рабочий слой земляного полотна (подстилающий грунт) - верхняя часть полотна в пределах от низа дорожной одежды до 2/3 глубины промерзания, но не менее 1,5 м от поверхности покрытия.

Таблица 1 - Классификация дорожных одежд и покрытий

Типы дорожных одежд	Виды покрытий, материал и способы его укладки
Капитальные	Усовершенствованные покрытия:
	из горячих асфальтобетонных смесей
Облегченные	а) из горячих асфальтобетонных смесей
	б) из холодных асфальтобетонных смесей
	в) из органоминеральных смесей с жидкими органическими вяжущими, с жидкими органическими вяжущими совместно с минеральными;

Типы дорожных одежд	Виды покрытий, материал и способы его укладки
	вязкими, в том числе эмульгированными органическими вяжущими; с эмульгированными органическими вяжущими совместно с минеральными; из каменных материалов и грунтов, обработанных битумом по способу смешения на дороге или методами пропитки; из каменных материалов, обработанных органическими вяжущими методом пропитки; черного щебня, приготовленного в установке и уложенного по способу заклинки; из пористой и высокопористой асфальтобетонной смеси с поверхностной обработкой; из прочного щебня с двойной поверхностной обработкой
Переходные	Покрытия переходные
	из щебня прочных пород, устроенные по способу заклинки без применения вяжущих материалов; из фунтов и малопрочных каменных материалов, укрепленных вяжущими; булыжного и колотого камня (мостовые)
Низшие	из щебеночно-гравийно-песчаных смесей; малопрочных каменных материалов и шлаков; грунтов, укрепленных или улучшенных различными местными материалами; древесных материалов и др.

Порядок выполнения работы

1) Расчет параметров подвижной нагрузки

В качестве расчетной схемы нагружения конструкции колесом автомобиля принимается гибкий круговой штамп диаметром D , передающий равномерно распределенную нагрузку величиной p .

Величины расчетного удельного давления колеса покрытия p и расчетного диаметра D приведенного к кругу отпечатка расчетного колеса на поверхности покрытия назначают с учетом параметров расчетных типов автомобилей.

В качестве расчетного типа используют наиболее тяжелый автомобиль из систематически обращающихся по дороге, доля которых составляет не менее 10 % (с учетом перспективы изменения состава движения к концу межремонтного срока).

Величину p принимают равной давлению воздуха в шинах. Диаметр расчетного отпечатка шины D (см) определяют из зависимости (1):

$$D = \sqrt{\frac{40Q_{расч}}{\pi \cdot p}}, \quad (1)$$

где $Q_{расч}$ – расчетная величина нагрузки, передаваемой колесом на поверхность покрытия, кН;

p – давление, МПа.

В зависимости от вида расчета конструкции используют различные характеристики, отражающие интенсивность воздействия на нее подвижной нагрузки:

N – перспективную (на конец срока службы) общую среднесуточную интенсивность движения;

N_p – приведенное к расчетной нагрузке среднесуточное (на конец срока службы) число проездов всех колес, расположенных по одному борту расчетного автомобиля, в пределах одной полосы проезжей части (приведенная интенсивность воздействия нагрузки);

$\sum N_p$ – суммарное расчетное число приложения приведенной расчетной нагрузки к расчетной точке на поверхности конструкции за срок службы.

Величина N_p (ед/сут) приведенной интенсивности на последний год срока службы определяют по формуле:

$$N_p = f_{пол} \sum_{m=1}^n N_m S_{m сум} , \text{ авт/сут} \quad (2)$$

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

n – общее число различных марок транспортных средств в составе транспортного потока;

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

$S_{m сум}$ – суммарный коэффициент приведения воздействия на дорожную одежду транспортного средства m -й марки к расчетной нагрузке $Q_{расч}$, принимается по таблице 2.

Таблица 2 - Суммарный коэффициент приведения

Типы автомобилей	Коэффициент приведения к расчётной нагрузке $S_{m сум}$
Легкие грузовые автомобили грузоподъемностью от 1 до 2 т	0,0026
Средние грузовые автомобили грузоподъемностью от 2 до 5 т	0,1133
Тяжёлые грузовые автомобили грузоподъемностью от 5 до 8 т	0,4
Очень тяжёлые грузовые автомобили грузоподъемностью более 8 т	0,715
Автобусы	0,4
Тягачи с прицепами	0,86

Суммарное расчетное число приложений расчетной нагрузки к точке на поверхности конструкции за срок службы определяют по формуле:

$$\sum N_p = 0,7 N_p \frac{K_c}{q^{(T_{дог}-1)}} T_{дог} k_n \quad (3)$$

где N_p – приведенная интенсивность на последний год срока службы, авт/сут;

$T_{дог}$ – расчетное число расчетных дней в году, соответствующих определенному состоянию деформируемости;

K_c – коэффициент суммирования определяют по формуле:

$$K_c = \frac{q^{T_{\text{сл}}} - 1}{q - 1}, \quad (4)$$

где $T_{\text{сл}}$ – расчетный срок службы = 12 лет;

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

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

2) Определение расчетной влажности

$$W_p = (W_{\text{таб.}} + \Delta 1W + \Delta 2W) \cdot (1 + 0,1t) - \Delta 3, \quad (5)$$

где $W_{\text{таб.}}$ – среднее многолетнее значение относительной влажности грунта, наблюдавшееся в наиболее неблагоприятный период года в рабочем слое земляного полотна;

$\Delta 1W$ – поправка на особенности рельефа территории;

$\Delta 2W$ – поправка на конструктивные особенности проезжей части и обочин;

$\Delta 3$ – поправка на влияние суммарной толщины стабильных слоев дорожной одежды;

t – коэффициент нормированного отклонения, принимаемый в зависимости от требуемого уровня надежности.

3) Подбор конструкции дорожной одежды пользуясь следующими нормативными документами. Заполнить таблицу 3.

- СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги
- СП 78.13330.2012 Автомобильные дороги
- ОДН 218.046-01 Проектирование нежестких дорожных одежд
- ГОСТ 9128-2013 Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия
- ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация

Содержание отчета: приводятся цель работы, исходные данные, заполненная таблица 3.

Таблица 3 - Расчетные характеристики слоев дорожной одежды

№ Слоя	Наименование	Толщина слоя, см	Модули упругости, МПа			Сдвиговые характеристики						
			Упругий прогиб	Сдвиг	Изгиб	Прочность на растяжение при изгибе, МПа	Динамический угол внутреннего трения, град	Статический угол внутреннего трения, град	Динамическое сцепление, МПа	Статическое сцепление, МПа	Коэффициент М	Коэффициент α
1							-	-	-	-		
2							-	-	-	-		
3						-	-	-	-	-	-	-
4						-	-	-	-	-	-	-
5						-					-	-
6	Грунт глина		31	31	31	-	4	14	0,004	0,012	-	-

Практическая работа 9

Расчет конструкции по допустимому упругому прогибу

Цель работы: овладеть навыками работы с нормативно-технической документацией. Научится рассчитывать конструкцию дорожной одежды по допустимому прогибу. Подтвердить компетенции ОК 1-7,10 ПК 3.1,3.2,3.3.

Исходные данные: Данные практической работы 7.

Порядок выполнения работы

- 1) Конструкция дорожной одежды в целом удовлетворяет требованиям прочности и надежности по величине упругого прогиба при условии:

$$E_{об} > E_{min} K_{np}^{mp}, \quad (1)$$

где $E_{об}$ – общий расчетный модуль упругости конструкции, МПа;

E_{min} – минимальный требуемый общий модуль упругости конструкции, МПа;

K_{np}^{mp} – требуемый коэффициент прочности дорожной одежды по критерию упругого прогиба, принимаемый в зависимости от требуемого уровня надежности.

Величину минимального требуемого общего модуля упругости конструкции вычисляют по эмпирической формуле:

$$E_{min} = 98,65 [\lg (\sum N_p) - c], \quad (2)$$

где $\sum N_p$ - суммарное расчетное число приложений нагрузки за срок службы дорожной одежды;

c – эмпирический параметр, принимаемый равным для расчетной нагрузки на ось 110кН – 3,25; 115 кН - 3,2.

Независимо от результата, полученного по формуле (2), требуемый модуль упругости должен быть не менее указанного в табл. 1

Таблица 1 - Требуемый модуль упругости дорожной одежды

Категория дороги	Суммарное минимальное расчетное число приложений расчетной нагрузки на наиболее нагруженную полосу	Требуемый модуль упругости одежды, МПа		
		капитальной	облегченной	переходной
I	750000	230	-	-
II	500000	220	210	-
III	375000	200	200	-
IV	110000	-	150	100
V	40000	-	100	50

Вывод: Принимаем требуемый модуль упругости $E_{тр} = \underline{\hspace{2cm}}$ МПа.

2) Общий расчетный модуль упругости конструкции определяют с помощью номограммы, построенной по решению теории упругости для модели многослойной среды.

Приведение многослойной конструкции к эквивалентной двухслойной ведут послойно, начиная с подстилающего грунта.

Вывод: Прочность конструкции на упругий прогиб обеспечена / не обеспечена.

Если прочность не обеспечена, следует поменять конструкцию дорожной одежды.

Содержание отчета: приводятся цель работы, исходные данные, порядок расчета и вывод по нему.

Практическая работа 10

Расчет конструкции по условию сдвигоустойчивости подстилающего грунта и малосвязных конструктивных слоев

Цель работы: овладеть навыками работы с нормативно-технической документацией. Научится рассчитывать конструкцию дорожной одежды по условию сдвигоустойчивости подстилающего грунта и малосвязных конструктивных слоев. Подтвердить компетенции ОК 1-7,10 ПК 3.1,3.2,3.3.

Исходные данные: Данные практической работы 8.

Порядок выполнения работы

Дорожную одежду проектируют из расчета, чтобы под действием кратковременных или длительных нагрузок в подстилающем грунте или малосвязных (песчаных) слоях за весь срок службы не накапливались недопустимые остаточные деформации формоизменения. Недопустимые деформации сдвига в конструкции не будут накапливаться, если в грунте земляного полотна и в малосвязных (песчаных) слоях обеспечено условие:

$$K_{np}^{mp} \leq \frac{T_{np}}{T}, \quad (1)$$

где K_{np}^{mp} – требуемое минимальное значение коэффициента прочности, определяемое с учетом заданного уровня надежности;

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

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

При практических расчетах многослойную дорожную конструкцию приводят к двухслойной расчетной модели.

При расчете дорожной конструкции на прочность по сдвигоустойчивости грунта земляного полотна в качестве нижнего принимают грунт (с его характеристиками), а в качестве верхнего – всю дорожную одежду. Толщину верхнего слоя h_e принимают равной сумме толщин слоев одежды.

При расчете по условию сдвигоустойчивости в песчаном слое основания с помощью номограммы нижнему слою двухслойной модели условно присваивают обычные характеристики песчаного слоя, а модуль упругости принимают равным общему модулю на поверхности песчаного слоя.

Модуль упругости верхнего слоя модели вычисляют как средневзвешенный по формуле:

$$E_e = \left(\sum_{i=1}^n E_i h_i \right) : \left(\sum_{i=1}^n h_i \right), \quad (2)$$

где n – число слоев дорожной одежды;

E_i – модуль упругости i -го слоя;

h_i – толщина i -го слоя.

Действующие в грунте или в песчаном слое активные напряжения сдвига (T) вычисляются по формуле:

$$T = \tau_n \cdot p, \quad (3)$$

где τ_n – удельное активное напряжение сдвига от единичной нагрузки, определяемое с помощью номограмм;

p – расчетное давление от колеса на покрытие = 0,6.

Предельное активное напряжение сдвига T_{np} в грунте рабочего слоя (или в песчаном материале промежуточного слоя) определяют по формуле:

$$T_{np} = k_\delta \cdot (c_N + 0,1g_{cp} \cdot z_{on} \cdot \operatorname{tg}\varphi_{cm}), \quad (4)$$

где c_N – сцепление в грунте земляного полотна (или в промежуточном песчаном слое), МПа, принимаемое с учетом повторности нагрузки;

k_δ – коэффициент, учитывающий особенности работы конструкции на границе песчаного слоя с нижним слоем несущего основания.

При устройстве нижнего слоя из укрепленных материалов, а также при укладке на границе «основание - песчаный слой» разделяющей геотекстильной прослойки, следует принимать значения k_δ равным:

- 4,5 - при использовании в песчаном слое крупного песка;
- 4,0 - при использовании в песчаном слое песка средней крупности;
- 3,0 - при использовании в песчаном слое мелкого песка;
- 1,0 - во всех остальных случаях.

При устройстве нижележащего слоя из не укрепленных материалов и без укладки разделительной прослойки следует принимать значения $k_\delta = 2$.

z_{on} – глубина расположения поверхности слоя, проверяемого на сдвигоустойчивость, от верха конструкции, см;

g_{cp} – средневзвешенный удельный вес конструктивных слоев, расположенных выше проверяемого слоя, кг/см³;

φ_{cm} – расчетная величина угла внутреннего трения материала проверяемого слоя при статическом действии нагрузки.

Грунт земляного полотна - глина

Вывод: Прочность грунта основания на сдвиг обеспечена / не обеспечена.

Если прочность не обеспечена, то необходимо поменять толщину слоев в конструкции дорожной одежды, либо подобрать другую конструкцию с большей прочностью вышележащих слоев, либо заменить грунт основания (если возможно).

Содержание отчета: приводятся цель работы, исходные данные, порядок расчета и вывод по нему.

Практическая работа 11

Расчет конструкции в программном комплексе Robur

Цель работы: овладеть навыками работы с нормативно-технической документацией. Научится рассчитывать конструкцию дорожной одежды по допустимому прогибу. Подтвердить компетенции ОК 1-7,9,10 ПК 3.1,3.2,3.3.

Исходные данные: Данные практической работы 8.

Порядок выполнения работы

- 1 В программе Топоматик Robur – Дорожная одежда ввести исходные данные для расчета конструкции дорожной одежды.

Параметр	Значение
Район проектирования	
Название объекта	
Дорожно-климатическая зона	II-1
Тип местности по увлажнению	3
Тип местности по рельефу	Равнинные райк
Поправка на влажность	0,05
Номер района по количеству расчетных дней	3
Категория дороги	II
Количество полос движения	2
Номер полосы от обочины	1
Тип дорожной одежды	Капитальный
Заданная надежность	0,95
Тип земляного полотна	Выемка
Глубина промерзания грунта от поверхности покрытия, м	0,7
Расстояние от низа дорожной одежды до расчетного УГВ, м	1,5
Коэффициент уплотнения грунта	1.01-0.98

Рисунок 1 – Общие данные

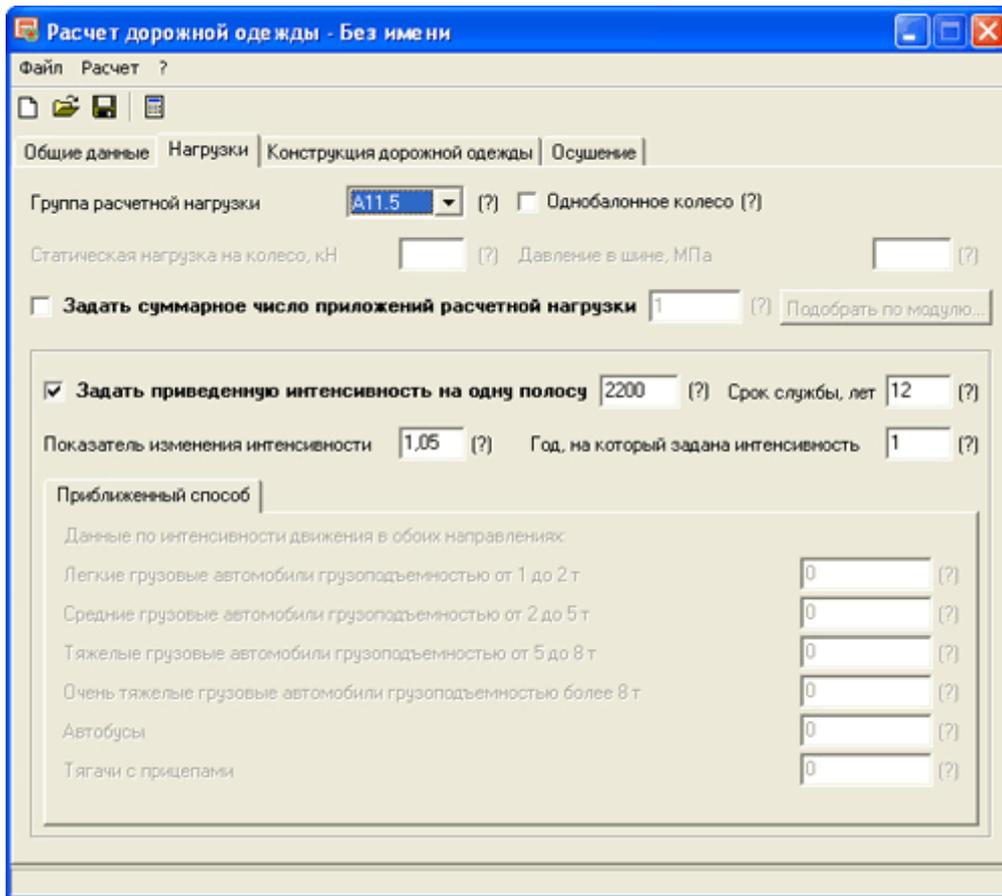


Рисунок 2 – Нагрузки

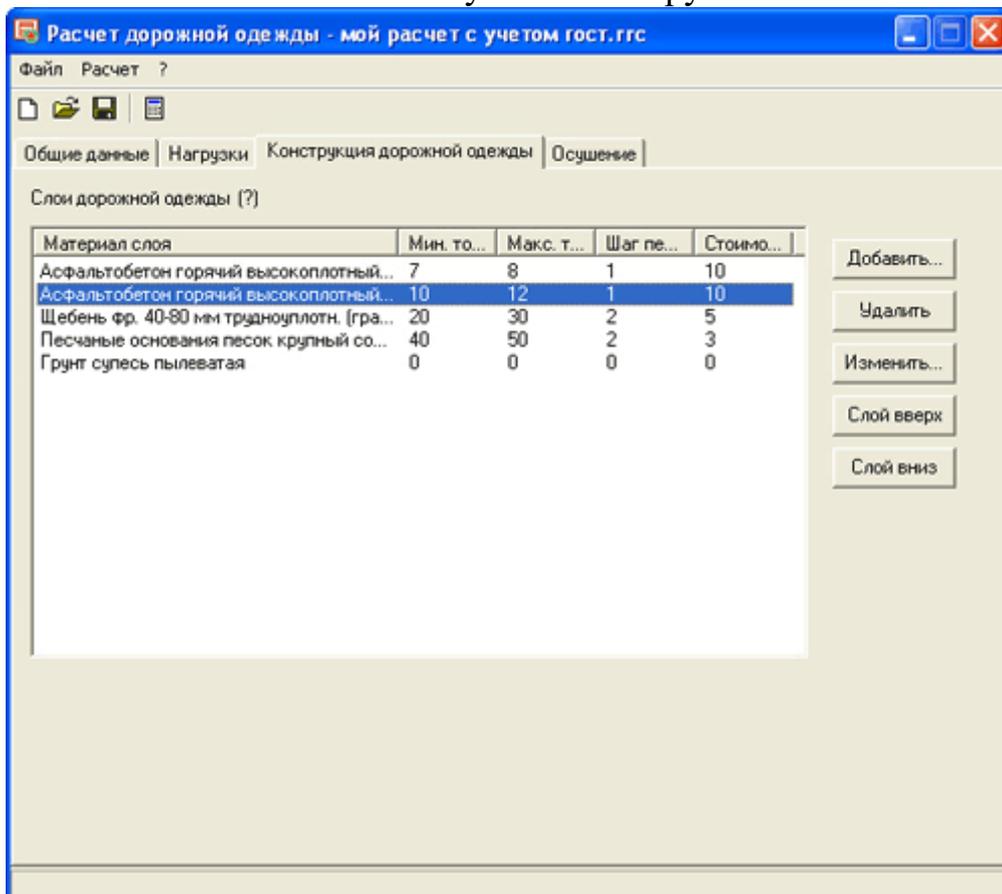


Рисунок 3 – Конструкция дорожной одежды

Расчет дорожной одежды - мой расчет с учетом гост.ггс

Файл Расчет ?

Общие данные | Нагрузки | Конструкция дорожной одежды | Осушение

способ расчета

осушения (?) осушения за период запаздывания отвода воды (?)

осушения с дренажом в ровике (?) поглощения (?)

Рабочая отметка насыпи (?) Уклон низа дреннрующего слоя, % (?)

Меры по регулированию водно-теплового режима

Укрепление обочин (?) Монолитные слои основания (?)

Продольные уклоны, %

Выше перелома профиля (?)

Ниже перелома профиля (?)

Кoeffициент фильтрации, м/сут (?) Время запаздывания (?)

Кoeffициент пористости дреннрующего слоя (?)

Тип поперечника (?)

Длина пути фильтрации, м (?) Ширина проезжей части, м (?)

Размеры ровика, м

Ширина по верху (?) Глубина до низа трубы (?) Диаметр трубы (?)

Рисунок 4 – Осушение

- 2 Выполнить расчет, нажав на «Расчет». Полученные данные оформить как результат практической работы.

Содержание отчета: приводятся цель работы, исходные данные, порядок расчета и вывод по нему.

Список используемых источников

1. СП 34.13330.2021 Автомобильные дороги Актуализированная редакция
2. СП 78.13330.2012 (с изменениями 1,2) Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85* – М.: Госстрой России, 2013
3. Карпов Б.Н. Основы строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог: учебник для студ. Учреждений сред. Проф. образования/ Б.Н. Карпов.- М.: «Академия»,2013.-208
1. Ушаков В. В. Строительство автомобильных дорог: учебник для студентов – М: КНОРУС, 2014. - 576с