



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)**

Факультет «УПКВК Отдел магистратуры»

наименование факультета

Кафедра «Автомобильные дороги»

наименование кафедры

Зав. кафедрой « _____ »

(подпись)

(И.О.Ф.)

« ____ » _____ 2022г.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Дисциплина «Теоретические основы физико-химических исследований
дорожно-строительных материалов»

наименование учебной дисциплины

Направление подготовки/специальность 08.04.01 Строительство
код наименование направления

Направленность (профиль) Автомобильные дороги

Номер зачетной книжки 2175445 Номер варианта _____ Группа: АМАД21

Обучающийся _____ П.Б.Какасьев
подпись, дата И.О. Фамилия

Контрольную работу проверил _____ доц. к.т.н. С. А Чернов
подпись, дата должность, И.О. Фамилия

Ростов-на-Дону
2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Климатическая характеристика района исследования.....	4
2. Определение населенных пунктов.....	8
3. Определение фактических температур воздуха.....	12
4. Вычисление расчетной температуры дорожного покрытия.....	23
4.1 Вычисление максимальной расчетной температуры слоя дорожного покрытия.....	23
4.2 Вычисление минимальной расчетной температуры слоя дорожного покрытия.....	26
5. Зонирование участка.....	31
6. Обзор полимерного модификатора SIS	36
7. Обзор свойств модифицированного битума	38
8. Испытание данного вяжущего на определение марки PG.....	39
Заключение.....	42
Список используемой литературы.....	43

Согласовано			

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

						ТОИМ.450000.000 ПЗ			
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				
Разработал		Какасьев П.Б.				Вычисление расчетной температуры дорожного покрытия на участке автомобильной дороги Пояснительная записка	Лит	Лист	Листов
Проверил		Чернов С.А.						2	43
Реценз.							ДГТУ Кафедра «АД»		
Н.контр.									
Утвердил									

Введение

Важнейшими задачами экономического развития страны являются повышение эффективности ресурсов во всех сферах деятельности и резкое улучшение качества продукции. Высокие требования, в связи с этим предъявляются и к автодорожному строительству. Качество дорожного покрытия зависит от множества факторов, в том числе и от температуры.

Информация о температуре дорожного покрытия требуется для оценки прогиба дорожного покрытия, для обоснованного подбора битума с деформативными свойствами, соответствующими реальным температурным условиям работы покрытий, а также для того, чтобы оценить устойчивость дорожного покрытия к образованию трещин и колеи в холодный период года.

При повышении температуры в соответствии с ОДН 218.1.052-2002 [1], наблюдается значительное снижение модуля упругости материалов, выполненных с применением органических вяжущих. В процессе эксплуатации необходимо регистрировать в каждом конструктивном слое дорожной одежды и грунте земляного полотна накопление остаточных деформаций под воздействием реальных динамических нагрузок и погодно-климатических факторов.

Как известно, температура асфальтобетонного покрытия является функцией температуры воздуха, при этом она существенно зависит от солнечной радиации, хода температур в грунте земляного полотна и от многих других факторов. Натурные наблюдения за ходом температур на стационарных станциях однозначно показали, что в зимнее время асфальтобетонное покрытие сохраняет более высокую температуру, чем минимальная температура окружающего воздуха.

При этом вполне очевидно, что чем резче происходит понижение температуры воздуха, тем выше будет разница между температурами покрытия и воздуха из-за тепловой инерции дорожной конструкции.

1 Климатическая характеристика района

Для отслеживания основных климатических параметров на рассматриваемом участке охарактеризуем 3 основных населенных пункта, равноудаленных друг от друга по ходу трассы.

1.Краснодар

В течение года средняя температура воздуха в Краснодаре составляет 12.1°C. Самым холодным месяцем в Краснодаре является январь с средней температурой 0°C, а самым теплым август, когда столбик термометра в среднем поднимается до 24.5°C. Температурный график представлен на рисунке 1.

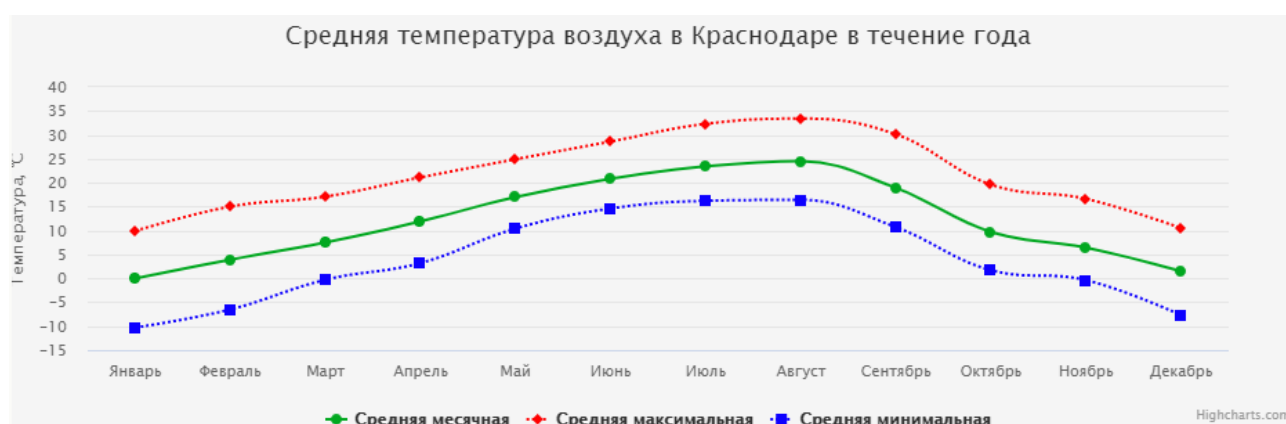


Рисунок 1 - Средняя температура воздуха в Краснодаре в течении года

Среднегодовое атмосферное давление в Краснодаре составляет 743 мм.рт.ст., а влажность воздуха 72%. Самый пасмурный месяц в Краснодаре декабрь, пасмурное состояние неба повторяется в 77% случаев. Повторяемость сплошной облачности в течение года составляет 38%, а среднегодовое количество общей облачности 6.1 балла. График среднемесячного количества облачности представлен на рисунке 2.

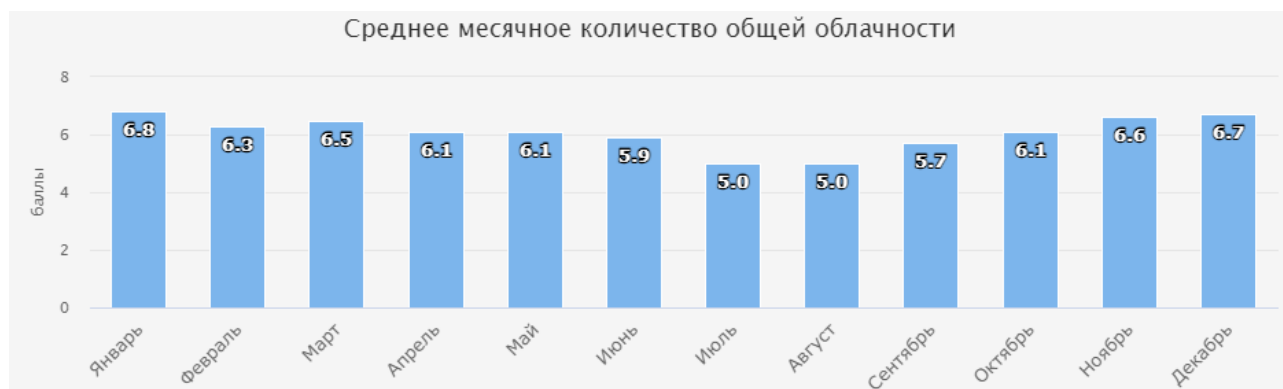


Рисунок 2 - Среднемесячное количество общей облачности

В течение года в Краснодаре преобладает северо-восточный ветер. Усредненный показатель скорости ветра в течение года составляет 2.2 м/с. Самым спокойным месяцем является январь, а самым ветренным март. Повторяемость ветра указана на рисунке 3. График средней скорости ветра в течение года представлен на рисунке 4.

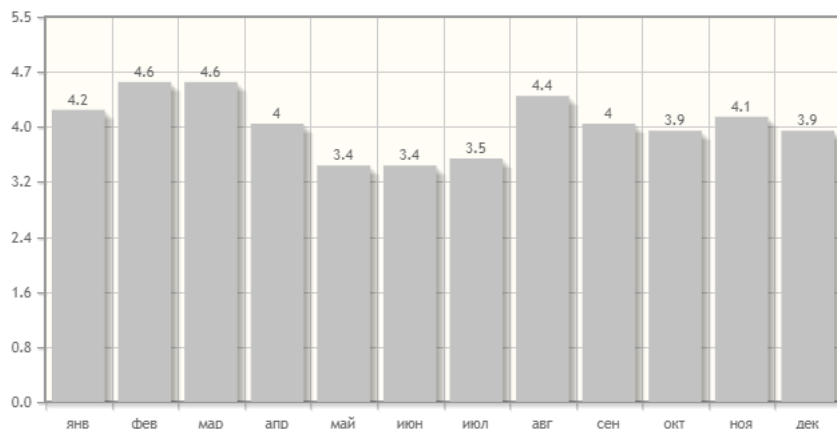
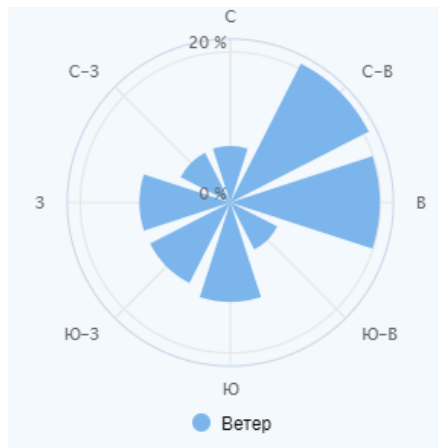


Рисунок 3 – Роза ветров

Рисунок 4 – Средняя скорость ветра в течении года

2. Астрахань

В течение года средняя температура воздуха в Астрахани составляет 11.4°C. Самым холодным месяцем в Астрахани является январь с средней температурой - 3.7°C, а самым теплым август, когда столбик термометра в среднем поднимается до 26.6°C. Температурный график представлен на рисунке 5.

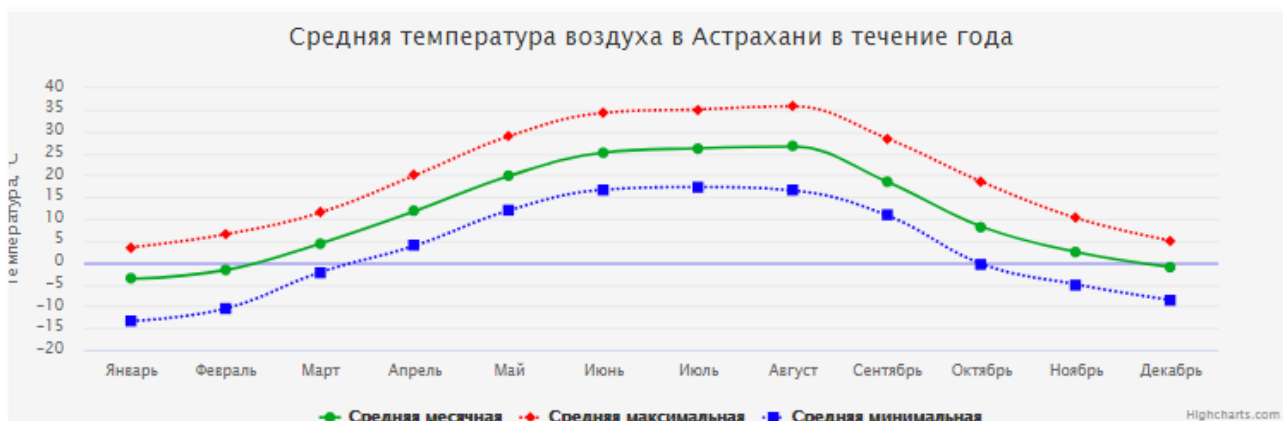


Рисунок 5 – Средняя температура воздуха в Астрахани в течении года

Среднегодовое атмосферное давление в Астрахани составляет 766 мм.рт.ст., а влажность воздуха 66%. Самый пасмурный месяц в Астрахани декабрь, пасмурное состояние неба повторяется в 85% случаев. Повторяемость сплошной облачности в течение года составляет 28%, а среднегодовое количество общей облачности 5.8 балла. График среднемесячного количества облачности представлен на рисунке 6.

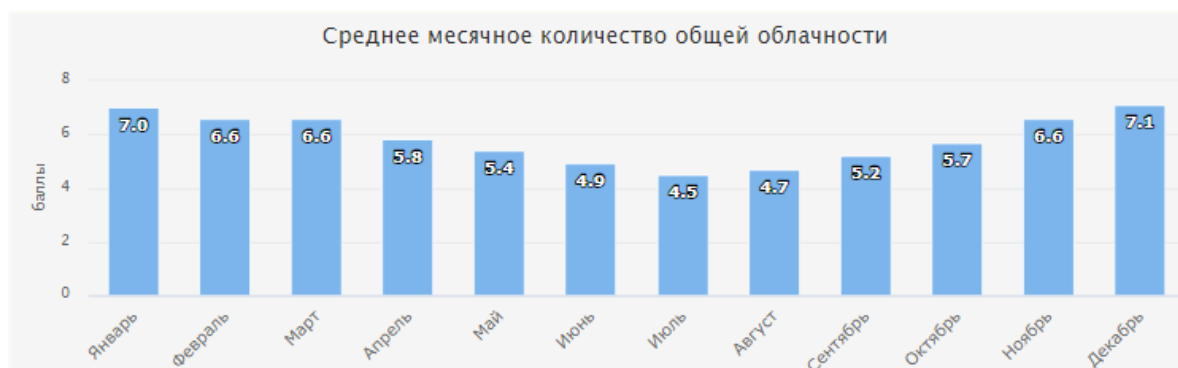


Рисунок 6 – Среднемесячное количество общей облачности

В течение года в Астрахани преобладает восточный ветер. Усредненный показатель скорости ветра в течение года составляет 2.4 м/с. Самым спокойным месяцем является июль, а самым ветренным март. Повторяемость ветра указана на рисунке 7. График средней скорости ветра в течении года представлен на рисунке 8.

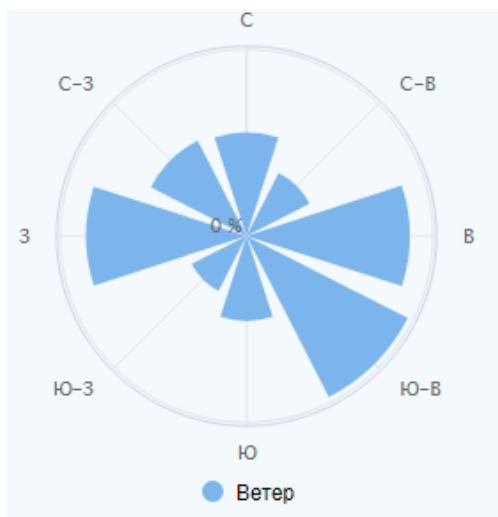


Рисунок 7 – Роза ветров

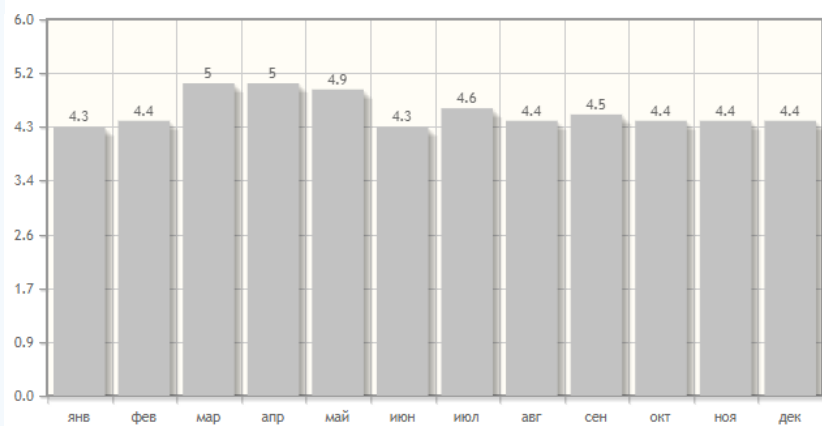


Рисунок 8 – Средняя скорость ветра в течении года

3. Саратов

В течение года средняя температура воздуха в Саратове составляет 4.5°C . Самым холодным месяцем в Верхнеяркеево является январь с средней температурой -13.1°C , а самым теплым август, когда столбик термометра в среднем поднимается до 19°C . Среднегодовое атмосферное давление в Саратове составляет 755 мм.рт.ст., а влажность воздуха 74%. Температурный график представлен на рисунке 9.

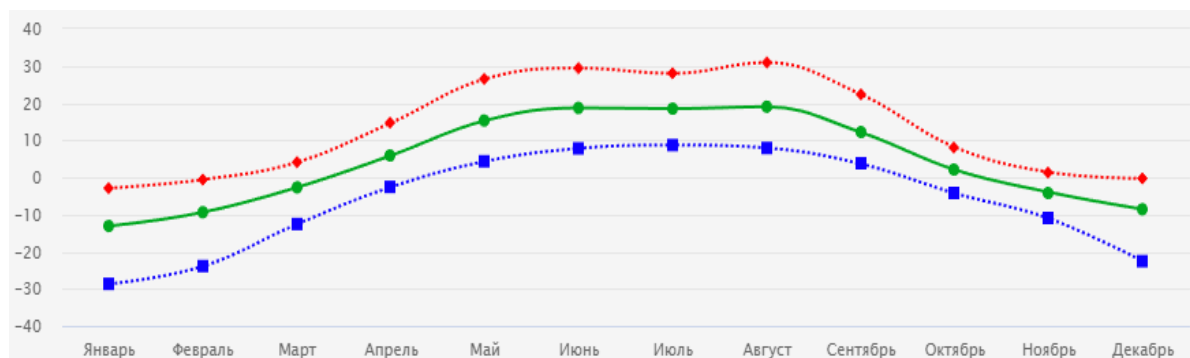


Рисунок 9 – Средняя температура воздуха в Саратове в течении года

Самый пасмурный месяц в Саратове октябрь, пасмурное состояние неба повторяется в 90% случаев. Повторяемость сплошной облачности в течение года составляет 10%, а среднегодовое количество общей облачности 6.2 балла.

График среднемесячного количества облачности представлен на рисунке 10.

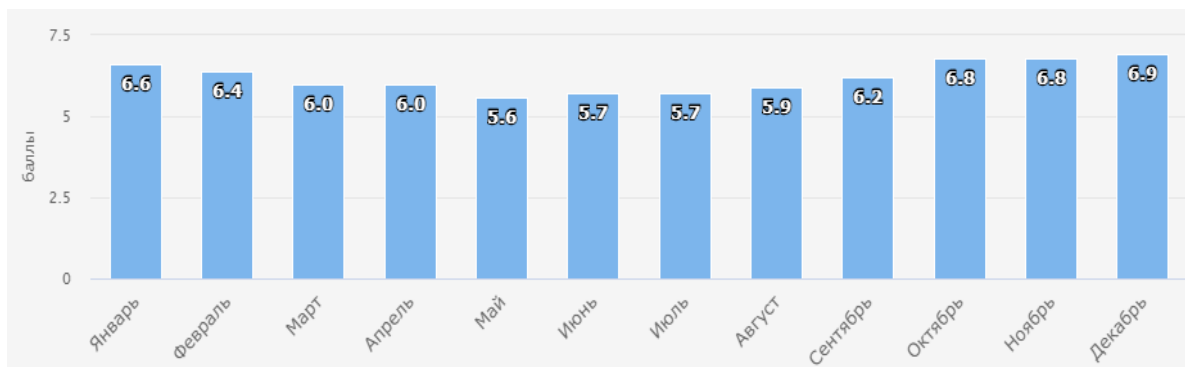


Рисунок 10 – Среднемесячное количество общей облачности

В течение года в Саратове преобладает южный ветер. Усредненный показатель скорости ветра в течение года составляет 2.9 м/с. Самым спокойным месяцем является сентябрь, а самым ветренным апрель. Повторяемость ветра указана на рисунке 11. График средней скорости ветра в течение года представлен на рисунке 12.

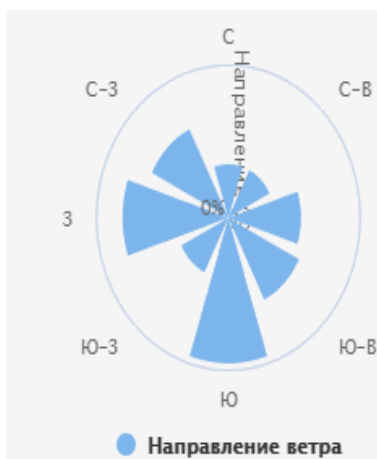


Рисунок 11 – Роза ветров

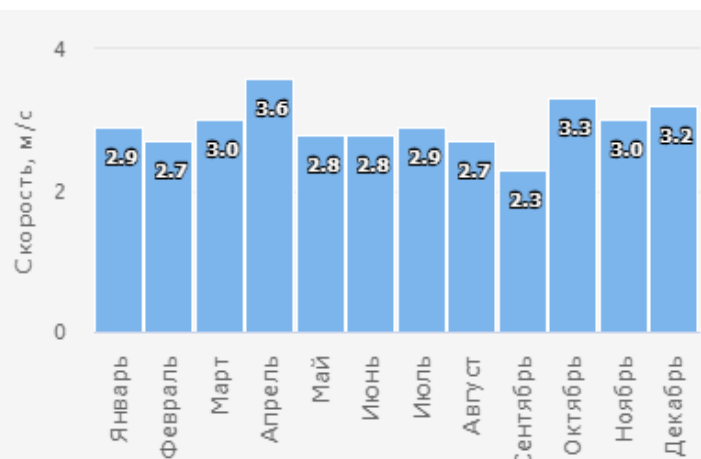


Рисунок 12 – Средняя скорость ветра в течение года

2 Определение населенных пунктов

Для вычисления расчетной температуры дорожного покрытия необходимо знать температуры воздуха в районе исследования. В свою очередь для определения температуры воздуха в районе исследования необходима задаться населенными пунктами, в которых и будет учитываться температура. Для получения корректного значения температуры воздуха в районе исследования необходимо использовать следующий алгоритм действий:

- 1) Необходимо определить какая автомобильная дорога связывает исходные населенные пункты;

2) Определяется километровое положение исходных населенных пунктов в соответствии с проходящей трассой;

3) Рассматриваемый участок автомобильной дороги необходимо разбить на промежутки длиной в 30 км по ходу движения, при этом не нарушая существующий километраж;

4) Из полученных точек на участке автомобильной дороги производится определение населенных пунктов. Выписываются ближайшие населенные пункты, находящиеся в радиусе 110 км. Так же учитываются населенные пункты, которые пересекает рассматриваемая автомобильная дорога.

Пример определения населенных пунктов показан на рисунке 13.

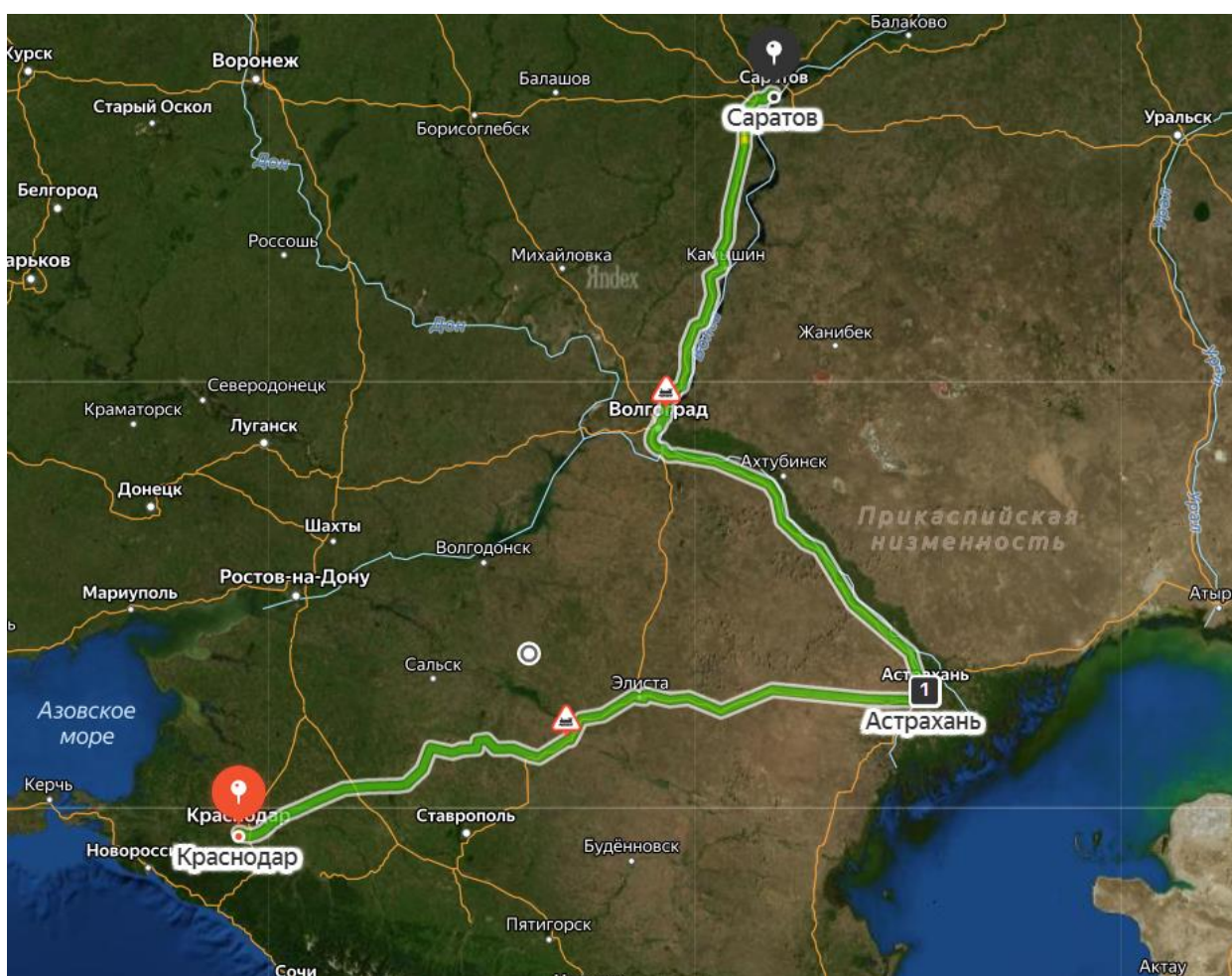


Рисунок 13 – Схема определения населенных пунктов

В данной работе рассматривается участок автомобильной дороги «Ереван-Краснодар». Данные города связывают автомобильные дороги федерального значения трассы Р-216, Р-22, Р-228 и европейские маршруты Е119, Е40.

Используя вышеуказанный алгоритм, определим населенные пункты и выпишем их широту.

Таблица 1 – Населенные пункты

Ход участка	Км	Наименование населенного пункта	Широта
Город №1	0+00	Краснодар	45,03
	0+110	Каневская	46,06
	30+00	Старокорунская	45,05
	30+110	Коржи	46,03
	60+00	Воронежская	45,12
	60+110	Черниговское	46,32
	90+00	Ладожская	45,24
	90+110	Октябрьская	46,41
	120+00	Тбилисская	45,32
	120+110	Беноково	46,78
	150+00	Кропоткин	45,44
	150+110	Кугейский	46,46
	180+00	Славенский	45,47
	180+110	Вороново	46,86
	210+00	Светлый	45,54
	210+110	Кавалерский	46,78
	240+00	-	
	240+110	Николина Балка	46,77
	270+00	-	
	270+110	Успенское	46,82
	300+00	Тахта	45,78
	300+110	Орловский	46,92
	330+00	-	
	330+110	Черкесский	47,15
	360+00	Водный	45,83
	360+110	Ремонтное	46,87
	390+00	Дербетовка	45,8
	390+110	Красностепной	46,75
	420+00	Дивное	45,82
	420+110	Хомутников	46,79
	450+00	-	
	450+110	Бурлацкое	46,81
	480+00	-	46,1
	480+110	Присальский	46,92
	510+00	Элиста	46,31
	510+110	Киселёвка	47,31
	540+00	-	
	540+110	Кетченеры	46,52
	570+00	Гашун	47,52
	570+110	Чкаловский	46,82
	600+00	Яшкуль	47,83
	600+110	Термита	46,65
	630+00	-	
	630+110	Прикумский	46,82

Продолжение таблицы 1

Ход участка	Км	Наименование населенного пункта	Широта
	660+00	Утта	46,37
	660+110	Татал	47,29
	690+00	Хулхута	46,82
	690+110	Нарын Худук	47,65
	720+00	-	
	720+110	Улан Хол	47,82
	750+00	-	
	750+110	Лагань	47,93
	780+00	-	
	780+110	-	
	810+00	Старокучергановка	46,52
	810+110	Бергин	47,45
Город №2	840+00	Астрахань	46,37
	840+110	Харба	47,01
	870+00	Сеитовка	46,52
	870+110	рзд. Афанасьева	47,53
	900+00	Лапас	46,86
	900+110	Эрдниевский	47,83
	930+00	Вольное	46,12
	930+110	Суюндук	47,62
	960+00	Тамбовка	46,58
	960+110	Кошалак	47,92
	990+00	Харабали	47,41
	990+110	Асан	47,82
	1020+00	Бугор	47,52
	1020+110	Барун	47,92
	1050+00	Золотуха	47,65
	1050+110	Лиджин Худук	47,93
	1080+00	Болхуны	47,99
	1080+110	Шонай	48,01
	1110+00	Успенка	48,02
	1110+110	-	
	1140+00	Покровка	48,65
	1140+110	Равнинный	48,52
	1170+00	Капустин Яр	48,57
	1170+110	Эльтон	49,13
	1200+00	Колобовка	48,72
	1200+110	Унгун-Терячи	49,52
	1230+00	Заплавное	48,71
	1230+110	Красноселец	49,66
	1260+00	Волжский	49,63
	1260+110	Шебалино	49,62
	1290+00	Пичуга	49,52
	1290+110	Выездинский	49,7
	1320+00	Почта	49,64

Ход участка	Км	Наименование населенного пункта	Широта
	1320+110	Перекопка	49,46
	1350+00	Расстригин	49,65
	1350+110	Лычак	49,89
	1380+00	Караваинка	49,72
	1380+110	Большой Лычак	50,11
	1410+00	Белогорки	49,52
	1410+110	Сенной	50,25
	1440+00	-	
	1440+110	Плотников 2-й	50,36
	1470+00	Зеленый Гай	51,52
	1470+110	Гмелинка	50,76
	1500+00	Елшанка	51,81
	1500+110	Вязовка	51,31
	1530+00	Усть-Золиха	52,04
	1530+110	Садовый	51,25
	1560+00	Луганское	52,12
	1560+110	Озерки	51,85
	1590+00	Буркин Буерак	51,41
	1590+110	Крутояр	52,26
Город №3	1620+00	Саратов	51,54
	1620+110	Асметовка	52,33

3 Определение фактических температур воздуха

Для вычисления расчетных температур слоя дорожного покрытия использовались дневники погоды, в которых указаны температуры воздуха за период с 2000 г по 2020 г.

В качестве минимальной принимается самая низкая температура за зиму. В качестве максимально принимается температура, полученная путем следующих вычислений:

1. В каждом из месяцев лета выбирается наиболее жаркая неделя;
2. Находится среднее значение из температур самой жаркой недели;
3. Из полученных 3 средних семидневных температур находится среднее значение, тем самым определяется максимальная семидневная температура воздуха за год.

Полученные значения максимальных и минимальных температур воздуха указаны в таблице 2 и 3 соответственно.

Таблица 2 – Минимальные годовые семидневные температуры воздуха

Км	Наименование н.п.	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0+00	Краснодар	-11	-7	-19	-6	-1	-1	-27	-4	-13	-19	-22	-10	-14	-6	-17	-20	-16	-13	-6	-3	-3
0+110	Каневская	-10	-9	-18	-6	-3	-5	-26	-4	-14	-19	-17	-12	-14	-8	-17	-22	-15	-14	-7	-5	-2
30+00	Старокорунская	-9	-12	-22	-6	-8	-7	-24	-5	-14	-19	-17	-15	-8	-8	-17	-22	-16	-14	-7	-3	-4
30+110	Коржи	-10	-8	-20	-7	-6	-5	-25	-10	-13	-20	-17	-15	-9	-8	-20	-24	-19	-14	-8	-5	-3
60+00	Воронежская	-10	-13	-20	-7	-9	-6	-25	-6	-19	-17	-18	-13	-9	-10	-24	-24	-17	-13	-6	-7	-4
60+110	Черниговское	-8	-10	-22	-8	-5	-8	-23	-5	-12	-19	-16	-12	-10	-10	-20	-23	-18	-14	-6	-3	-9
90+00	Ладожская	-8	-13	-22	-7	-8	-10	-24	-6	-13	-17	-17	-13	-10	-8	-26	-24	-17	-13	-7	-3	-6
90+110	Октябрьская	-10	-10	-19	-7	-2	-5	-25	-6	-12	-18	-16	-14	-9	-10	-24	-23	-17	-13	-9	-9	-6
120+00	Тбилисская	-8	-10	-19	-8	-6	-10	-25	-5	-13	-18	-17	-15	-10	-9	-26	-24	-18	-15	-7	-9	-7
120+110	Беноково	-10	-9	-22	-6	-5	-7	-23	-8	-18	-18	-17	-14	-10	-10	-19	-24	-20	-13	-9	-5	-3
150+00	Кропоткин	-8	-12	-23	-7	-8	-8	-23	-9	-17	-17	-18	-12	-8	-10	-24	-24	-20	-15	-8	-9	-5
150+110	Кугейский	-10	-8	-22	-6	-2	-9	-25	-6	-14	-18	-17	-13	-8	-8	-17	-21	-17	-13	-10	-4	-7
180+00	Славенский	-9	-9	-19	-7	-9	-4	-25	-7	-17	-20	-17	-15	-10	-10	-19	-21	-18	-16	-8	-7	-6
180+110	Вороново	-8	-10	-22	-8	-5	-7	-24	-6	-12	-18	-18	-13	-9	-9	-20	-22	-16	-16	-6	-6	-5
210+00	Светлый	-10	-12	-21	-7	-5	-9	-25	-10	-19	-20	-18	-13	-9	-10	-17	-23	-16	-13	-6	-8	-4
210+110	Кавалерский	-10	-8	-21	-7	-6	-6	-24	-9	-12	-20	-18	-14	-10	-8	-18	-22	-16	-16	-9	-4	-4
240+00	-																					
240+110	Николина Балка	-8	-8	-22	-6	-10	-10	-24	-10	-13	-17	-17	-15	-10	-8	-21	-22	-20	-16	-6	-9	-9
270+00	-																					
270+110	Успенское	-8	-13	-22	-6	-5	-11	-25	-7	-12	-20	-18	-14	-8	-8	-23	-21	-20	-15	-9	-7	-6
300+00	Тахта	-9	-13	-19	-6	-2	-11	-24	-5	-19	-20	-16	-13	-9	-8	-22	-24	-17	-14	-9	-9	-8
300+110	Орловский	-8	-13	-19	-7	-7	-7	-24	-5	-12	-18	-16	-15	-10	-10	-18	-24	-20	-13	-10	-3	-3
330+00	-																					
330+110	Черкесский	-8	-13	-20	-6	-7	-7	-24	-8	-17	-18	-16	-14	-10	-8	-18	-21	-16	-13	-10	-9	-6
360+00	Водный (ставр)	-10	-8	-23	-7	-9	-9	-23	-9	-14	-17	-17	-14	-8	-9	-24	-23	-20	-13	-7	-5	-3
360+110	Ремонтное	-10	-13	-20	-7	-8	-6	-24	-7	-12	-17	-17	-13	-8	-9	-24	-23	-18	-14	-6	-3	-4
390+00	Дербетовка	-8	-13	-20	-8	-8	-6	-25	-7	-15	-19	-16	-12	-10	-10	-21	-20	-18	-14	-10	-7	-5

Продолжение таблицы 2

Км	Наименование н.п.	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
810+00	Старокучергановка	-10	-13	-19	-16	-12	-13	-27	-13	-12	-22	-18	-14	-15	-14	-15	-21	-19	-20	-10	-10	-10
810+110	Бергин	-11	-10	-17	-18	-8	-13	-26	-12	-7	-19	-19	-15	-18	-19	-20	-20	-20	-20	-13	-13	-9
840+00	Астрахань	-10	-8	-12	-20	-7	-12	-13	-25	-6	-23	-19	-16	-15	-19	-11	-22	-19	-18	-12	-15	-9
840+110	Харба	-11	-10	-13	-24	-11	-15	-13	-28	-7	-26	-22	-18	-19	-23	-16	-27	-21	-17	-18	-16	-14
870+00	Сеитовка	-19	-17	-20	-23	-12	-20	-16	-22	-20	-21	-24	-22	-20	-21	-11	-27	-23	-17	-16	-16	-9
870+110	рзд. Афанасьева	-20	-19	-17	-23	-17	-15	-20	-21	-23	-23	-24	-19	-19	-20	-21	-28	-21	-18	-14	-20	-11
900+00	Лапас	-19	-11	-19	-24	-19	-18	-27	-21	-22	-22	-20	-20	-23	-21	-15	-26	-24	-16	-20	-17	-8
900+110	Эрдниевский	-19	-20	-16	-23	-18	-17	-19	-22	-23	-24	-20	-21	-24	-23	-10	-25	-22	-19	-16	-15	-6
930+00	Вольное	-19	-14	-23	-22	-16	-19	-17	-20	-22	-21	-24	-19	-23	-23	-19	-27	-21	-16	-16	-18	-12
930+110	Суяндук	-19	-22	-20	-22	-17	-19	-26	-20	-20	-23	-20	-24	-19	-20	-20	-23	-25	-18	-15	-16	-8
960+00	Тамбовка	-19	-17	-19	-21	-17	-15	-16	-24	-20	-20	-24	-20	-21	-22	-16	-23	-22	-19	-17	-16	-14
960+110	Кошалак	-19	-19	-25	-22	-19	-18	-20	-23	-20	-24	-21	-22	-23	-20	-11	-25	-23	-18	-16	-15	-7
990+00	Харабали	-19	-19	-19	-23	-14	-18	-26	-21	-22	-20	-21	-23	-22	-21	-14	-28	-22	-16	-16	-16	-6
990+110	Асан	-19	-13	-22	-21	-20	-16	-23	-20	-21	-22	-21	-18	-23	-24	-19	-27	-23	-17	-15	-16	-9
1020+00	Бугор	-19	-15	-23	-22	-16	-16	-17	-22	-24	-21	-24	-20	-20	-22	-10	-25	-23	-18	-17	-12	-8
1020+110	Барун	-20	-19	-24	-23	-14	-16	-20	-23	-20	-21	-24	-18	-20	-24	-16	-26	-21	-15	-15	-16	-10
1050+00	Золотуха	-19	-13	-22	-23	-17	-15	-27	-24	-22	-20	-20	-19	-20	-22	-15	-28	-24	-18	-17	-20	-6
1050+110	Лиджин Худук	-20	-22	-25	-24	-15	-18	-20	-21	-24	-20	-22	-22	-22	-21	-21	-28	-25	-20	-15	-13	-9
1080+00	Болхуны	-19	-16	-21	-22	-19	-16	-26	-20	-21	-22	-20	-23	-20	-21	-12	-25	-20	-17	-18	-13	-6
1080+110	Шонай	-20	-12	-21	-23	-14	-19	-16	-21	-24	-22	-20	-22	-20	-23	-16	-23	-25	-20	-14	-17	-11
1110+00	Успенка	-20	-24	-15	-22	-18	-17	-19	-23	-24	-22	-22	-18	-19	-20	-22	-25	-25	-18	-18	-16	-8
1110+110	-																					
1140+00	Покровка	-19	-23	-14	-23	-14	-18	-22	-21	-21	-22	-23	-20	-23	-23	-21	-26	-24	-18	-15	-14	-7
1140+110	Равнинный	-19	-13	-25	-21	-16	-17	-25	-24	-22	-21	-20	-19	-23	-24	-20	-24	-23	-18	-14	-12	-14
1170+00	Капустин Яр	-19	-18	-19	-21	-19	-16	-27	-21	-21	-21	-20	-18	-21	-22	-25	-26	-21	-20	-15	-17	-11
1170+110	Эльтон	-20	-13	-14	-22	-16	-15	-22	-22	-22	-22	-24	-23	-20	-20	-12	-24	-23	-16	-15	-17	-14
1200+00	Колобовка	-19	-14	-21	-21	-19	-15	-15	-21	-20	-20	-22	-18	-23	-24	-10	-26	-22	-16	-15	-20	-14

Таблица 3 – Максимальные годовые семидневные температуры воздуха

Км	Наименование н.п.	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0+00	Краснодар	33,29	35,71	33,86	31,14	30,57	29,43	27,57	35,57	33,86	31,43	34,71	35,57	34,57	33,29	31,14	34,71	34,86	32,14	33,29	30,71	35,71
0+110	Каневская	32,14	34,14	31,52	30,45	30,00	29,02	27,14	35,63	31,48	31,00	34,45	35,57	36,00	33,00	31,86	33,00	35,00	33,43	35,14	31,43	37,57
30+00	Старокорунская	30,14	33,71	30,44	28,92	29,84	28,51	26,35	35,84	30,91	30,97	29,74	30,99	33,44	31,76	27,07	30,07	26,73	26,65	25,13	27,17	31,55
30+110	Коржи	33,62	31,97	30,53	30,75	29,48	27,45	26,03	31,57	33,23	30,59	29,41	34,87	34,21	32,01	26,03	28,65	26,81	27,38	25,44	27,38	31,33
60+00	Воронежская	28,13	34,60	28,74	28,40	29,60	28,52	26,79	30,57	33,99	29,54	30,85	34,43	31,89	27,12	27,32	28,82	26,88	25,33	25,49	27,38	31,43
60+110	Черниговское	32,83	32,18	27,09	27,63	30,08	26,60	26,64	35,30	32,68	29,97	31,46	32,58	34,92	31,29	26,77	28,66	26,65	27,49	25,28	28,02	31,40
90+00	Ладожская	27,21	30,21	29,80	28,58	29,14	28,84	26,06	35,53	31,88	30,65	33,73	26,21	35,64	30,11	27,17	29,88	26,77	26,15	25,18	27,39	31,55
90+110	Октябрьская	32,89	34,45	33,32	26,95	29,90	26,86	26,79	30,24	31,30	29,21	29,94	30,36	35,76	32,90	28,11	30,50	26,91	25,90	24,86	27,30	31,01
120+00	Тбилисская	32,32	30,00	32,95	28,68	29,45	28,20	27,08	32,89	33,68	31,00	31,85	26,13	31,97	29,30	27,12	29,78	26,83	27,58	25,14	27,33	31,49
120+110	Беноково	29,36	34,91	29,70	27,52	29,62	27,83	27,07	33,30	30,94	30,89	32,17	32,54	32,25	30,47	27,90	28,80	26,66	25,35	25,41	28,35	31,39
150+00	Кропоткин	31,88	26,89	31,88	30,94	29,77	29,01	26,90	29,30	33,20	29,63	33,50	30,59	33,22	31,54	26,09	29,79	26,73	24,85	25,38	27,28	31,86
150+110	Кугейский	25,92	31,47	28,75	28,53	29,32	28,38	26,24	35,06	31,02	29,56	30,17	30,14	33,14	32,37	26,84	28,75	26,72	27,01	25,47	27,48	31,31
180+00	Славенский	28,98	33,76	29,56	29,39	29,29	27,05	27,04	31,62	31,65	29,31	29,51	34,22	35,94	31,83	26,87	30,31	26,51	27,80	25,47	27,34	31,85
180+110	Вороново	29,63	27,04	32,43	28,05	29,78	26,47	26,10	30,09	33,51	30,95	33,66	32,25	35,16	31,08	26,18	30,21	26,91	25,40	24,76	27,03	31,46
210+00	Светлый	32,42	34,32	28,33	27,98	29,80	27,27	26,57	29,85	31,85	29,83	29,36	28,76	36,06	27,61	26,98	29,99	26,71	25,70	24,99	27,64	31,05
210+110	Кавалерский	31,78	31,54	33,42	27,56	30,03	27,82	27,07	30,54	33,61	29,08	29,37	26,24	36,06	28,85	27,46	29,44	26,74	25,24	24,94	28,07	31,35
240+00	-																					
240+110	Николина Балка	27,86	26,32	27,80	27,61	29,36	26,96	26,89	35,30	32,06	29,92	31,71	30,38	33,82	30,52	27,55	29,73	26,62	26,02	25,26	28,36	31,40
270+00	-																					
270+110	Успенское	29,41	29,82	31,17	28,82	30,07	26,83	26,49	30,98	33,19	30,82	30,77	27,95	35,82	30,74	27,24	31,57	26,93	27,52	26,50	28,81	31,63
300+00	Тахта	31,88	32,89	30,11	30,28	29,02	28,39	26,37	30,72	31,58	30,44	33,73	33,11	33,76	27,95	27,67	32,05	26,74	27,67	25,73	29,40	31,90
300+110	Орловский	26,95	28,53	28,61	29,64	29,58	26,48	26,64	31,86	32,34	29,42	33,60	35,01	34,73	28,77	27,66	32,13	26,70	27,97	27,27	28,76	30,81
330+00	-																					
330+110	Черкесский	30,01	32,77	29,06	28,55	28,94	26,04	25,91	33,44	33,60	29,25	29,81	30,67	32,48	28,85	27,72	32,21	26,79	27,44	28,19	28,27	30,47
360+00	Водный (ставр)	26,04	34,94	32,54	30,94	29,93	27,69	26,19	30,42	33,96	29,80	29,84	32,44	34,70	30,03	27,37	33,37	29,49	30,17	26,35	29,75	30,24
360+110	Ремонтное	30,54	31,26	27,13	29,72	29,12	28,14	26,67	30,71	31,71	31,10	31,89	34,52	36,02	27,01	27,16	30,72	26,84	27,89	28,95	28,25	31,29
390+00	Дербетовка	31,37	34,41	30,14	27,53	29,33	27,00	26,59	30,55	33,29	29,13	33,55	28,20	35,10	32,97	27,22	31,13	26,74	27,03	27,18	29,26	31,64

Продолжение таблицы 3

Км	Наименование н.п.	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
810+00	Старокучергановка	24,85	25,51	26,40	27,02	28,16	24,89	25,10	27,81	27,93	29,47	28,30	24,89	32,12	26,50	26,38	30,67	26,76	27,44	25,48	28,05	31,82
810+110	Бергин	24,80	24,64	25,99	27,61	28,11	25,89	25,22	27,82	28,22	27,31	28,48	25,88	31,98	26,60	26,73	33,75	29,24	28,63	28,06	31,58	31,13
840+00	Астрахань	24,65	24,68	26,7	27,55	28,92	25,85	26,53	27,86	27,93	28,36	27,6	25,93	31,01	26,54	26,61	27,43	27,71	29,14	25,86	23,57	28
840+110	Харба	27,03	25,71	29,89	30,38	26,78	28,87	26,44	26,58	30,71	28,92	29,48	27,82	31,01	27,79	27,64	27,61	29,04	25,44	24,07	28,76	31,57
870+00	Сеитовка	27,38	28,87	30,76	28,48	26,71	28,63	26,41	26,76	29,97	31,57	30	26,28	29,81	28,15	27,88	34,25	30,21	30,50	25,56	31,71	31,43
870+110	рзд. Афанасьева	26,98	28,91	29,47	27,60	26,39	27,03	25,94	25,6	29,38	29,58	29,12	28,38	29,88	26,78	27,70	34,36	30,86	30,00	25,71	32,00	31,86
900+00	Лапас	27,42	26,68	27,82	30,03	28,41	27,30	25,57	26,84	30,44	32,45	30,83	26,43	30,94	26,83	27,52	31,19	30,93	29,87	26,77	31,58	31,91
900+110	Эрдниевский	26,53	30,07	27,14	29,35	29,12	27,70	26,24	26,89	29,56	31,55	29,82	25,77	30,45	27,69	26,05	31,52	26,30	29,65	28,68	32,39	31,66
930+00	Вольное	26,72	26,73	30,08	28,81	26,99	28,68	25,56	26,5	30,55	31,44	30,55	28,93	30,11	26,74	26,77	26,06	28,99	30,06	27,47	31,39	31,84
930+110	Суондук	25,22	26,33	29,71	27,53	27,69	30,48	25,97	27,47	30,41	30,2	28,49	29,47	29,93	26,61	26,07	32,96	27,69	30,41	29,57	27,64	32,33
960+00	Тамбовка	26,01	24,93	29,17	28,24	28,57	28,41	26,33	25,79	27,79	31,16	31,2	27,23	30,09	27,26	27,32	25,09	27,06	29,36	29,00	31,76	32,47
960+110	Кошалак	25,29	28,93	30,26	29,50	27,81	27,34	26,05	27,29	29,77	28,57	27,93	27,21	30,65	27,74	26,66	26,43	30,67	29,56	28,33	29,66	32,26
990+00	Харабали	26,28	25,64	30,97	27,52	28,96	27,27	26,37	26,36	29,53	29,43	29,96	28,06	31,43	26,84	26,19	33,37	30,66	30,12	26,24	31,64	32,29
990+110	Асан	26,44	27,66	29,63	27,69	26,48	30,07	25,76	25,65	30,23	29,96	28,35	29,16	31,25	27,41	27,49	29,42	27,54	29,90	27,83	27,55	31,71
1020+00	Бугор	25,40	26,72	29,1	29,12	27,86	28,64	26,19	26,18	29,54	30,73	30,53	29,07	30,76	26,63	27,05	31,91	30,21	29,23	30,27	28,58	32,51
1020+110	Барун	26,48	29,03	26,66	28,81	28,98	29,59	26,28	26,57	28,93	31,21	29,84	28,84	31,49	27,65	27,89	32,18	28,79	30,24	26,83	29,02	31,82
1050+00	Золотуха	24,93	25,5	30,83	29,75	26,98	29,60	26,12	25,98	28,87	32,38	28,51	27,39	30,59	26,96	27,38	31,32	27,21	29,41	26,45	28,29	32,37
1050+110	Лиджин Худук	26,35	28,04	28,34	28,07	28,96	29,89	25,87	25,54	29	32,32	31,14	28,22	30,1	27,64	27,64	28,32	29,74	30,02	30,44	30,48	32,43
1080+00	Болхуны	25,49	29,51	27,97	27,85	28,60	30,76	26,51	26	31,08	31,54	27,87	27,85	30,89	27,11	26,70	33,55	29,47	29,94	26,95	30,88	31,93
1080+110	Шонай	27,05	28,95	29,62	27,75	26,36	29,94	26,33	27,36	29,99	30,92	27,82	28,8	31,11	26,89	27,54	34,29	28,18	29,54	26,97	30,06	32,14
1110+00	Успенка	26,52	26,26	28,88	29,85	29,15	27,82	25,94	26,34	31,51	31,01	30,61	29,2	30,28	26,56	27,19	33,92	28,55	29,86	26,49	30,50	32,49
1110+110	-																					
1140+00	Покровка	27,30	26,55	28,65	27,88	29,39	30,24	25,78	27,09	29,45	30,04	28,7	27,81	31,19	27,96	26,96	27,04	26,59	30,38	25,85	27,91	32,19
1140+110	Равнинный	27,47	26,05	27,59	29,38	29,18	26,92	26,26	26,96	28,41	30,35	29,39	28,83	29,79	27,13	26,66	31,67	29,73	29,68	31,03	27,70	31,75
1170+00	Капустин Яр	27,51	29,64	27,77	30,34	28,82	27,62	25,61	27,29	30,5	29,66	29,36	27,19	29,94	27,84	26,28	30,86	27,19	30,33	28,41	30,39	31,53
1170+110	Эльтон	26,46	30,83	27,6	29,35	27,54	26,92	26,02	26,24	27,61	29,98	28,68	27,62	30,62	27,55	26,52	29,33	30,64	29,67	26,82	28,04	32,10
1200+00	Колобовка	26,21	27,73	28,78	30,10	28,03	25,85	25,53	26,26	27,77	32,02	27,62	27,32	30,05	26,53	26,08	27,25	28,89	29,42	28,10	28,47	31,89

Окончание таблицы 3

Км	Наименование н.п.	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1200+110	Унгун-Терячи	25,75	27,84	26,98	28,26	28,83	30,83	25,71	27,1	29,27	33,47	28,84	25,93	30,8	28,03	26,00	32,17	29,62	29,52	27,72	28,30	31,71
1230+00	Заплавное	24,85	28,81	30,93	27,54	27,18	28,22	25,97	27,03	31,04	29,82	28,77	29,44	30,68	27,71	26,68	26,53	27,80	30,49	30,06	27,61	32,49
1230+110	Красноселец	26,16	27,78	29,36	30,14	29,08	26,45	26,07	26,49	30,24	30,99	31,05	26,05	30,53	27,62	27,09	30,11	29,72	30,12	27,64	32,13	32,46
1260+00	Волжский	24,94	26,79	28,26	29,80	28,96	25,94	26,45	26,97	28,31	31,7	30,41	29,48	31,24	27,66	27,48	29,62	29,31	29,95	30,51	29,22	31,98
1260+110	Шебалино	24,74	24,73	26,53	28,25	27,20	26,54	26,32	27,27	29,62	31,11	28,36	27,42	30,34	28,38	27,36	25,12	28,57	29,16	27,43	30,63	31,91
1290+00	Пичуга	27,07	31,14	30,56	27,53	26,98	30,25	26,07	26,23	27,84	28,63	29,84	29,05	30,27	27,81	27,20	25,94	28,76	29,30	25,83	28,21	31,92
1290+110	Выездинский	25,21	29,96	27,87	28,36	29,11	25,60	25,90	27,3	29,46	29,86	30,25	26,78	29,63	28,34	26,86	31,95	28,92	30,49	30,07	28,00	31,54
1320+00	Почта	25,45	27,12	26,53	29,55	29,48	27,20	26,34	26,12	30,61	31,71	28,58	28,11	31,49	27,42	26,96	32,57	29,87	30,39	28,35	29,09	31,75
1320+110	Перекопка	27,00	28,16	28,81	28,19	26,64	26,04	25,76	27,08	29,92	33,32	29,53	27,51	29,91	27,59	27,85	34,24	31,00	30,02	31,36	30,21	32,43
1350+00	Расстригин	25,62	28,83	29,94	28,47	28,15	27,96	26,33	26,21	28,56	33,43	31,15	28,67	30,77	27,4	27,27	25,18	30,07	29,96	28,71	31,48	31,92
1350+110	Лычак	26,26	25,5	29,4	28,19	28,37	26,54	26,06	26,59	29,81	29,33	30,15	27,71	30,95	26,78	27,99	31,40	30,62	30,32	31,30	31,01	32,47
1380+00	Караваинка	25,47	24,69	28,4	29,71	26,37	28,55	25,76	27,47	28,62	28,89	31,28	25,52	30,95	27,42	27,17	32,21	30,24	29,86	26,92	32,25	31,84
1380+110	Большой Лычак	25,37	27,6	29,64	28,46	26,89	26,34	26,06	25,89	28,13	28,75	28,65	28,97	31,14	28,15	26,28	27,55	27,18	29,65	25,54	30,82	32,01
1410+00	Белогорки	27,29	27,83	31,13	28,16	26,58	30,56	26,11	25,76	28,02	33,42	31,02	25,61	30,91	27,71	26,66	29,52	28,91	29,76	28,48	30,84	31,59
1410+110	Сенной	25,89	28,12	27,67	28,45	28,03	29,45	26,45	26,03	28,06	33,08	27,57	28,2	29,84	26,58	26,23	29,50	27,29	30,12	29,85	29,57	31,99
1440+00	-																					
1440+110	Плотников 2-й	26,08	31,3	28,16	28,63	28,39	27,99	25,73	25,71	31,06	32,51	29,55	26,26	30,91	28,26	27,98	25,00	28,58	29,39	27,28	30,38	32,49
1470+00	Зеленый Гай	24,94	26,77	28,36	30,45	28,73	28,72	26,12	27,38	30,94	31,12	31,1	26,83	30,33	26,96	26,26	27,20	27,25	30,15	29,24	28,81	32,31
1470+110	Гмелинка	27,35	30,89	28,57	29,42	27,23	30,59	26,04	26,46	29,17	31,19	29,07	29,07	31,18	27,63	27,02	30,33	26,43	29,29	29,24	29,98	32,08
1500+00	Елшанка	26,06	30,3	31,13	28,17	26,85	27,99	25,64	25,97	30,47	29,51	27,92	26,45	30,93	26,95	27,74	30,83	26,91	29,49	29,32	32,33	32,46
1500+110	Вязовка	26,07	29,13	26,8	29,80	28,08	27,48	26,39	26,62	29,74	30,38	28,1	29,11	30,48	28,03	26,47	26,65	31,21	30,19	27,31	28,62	32,04
1530+00	Усть-Золиха	26,70	25,14	29,38	28,20	28,73	26,52	26,09	26,49	27,83	31,29	28,42	27,8	30,42	28,32	27,38	32,13	28,57	30,33	30,02	31,61	32,39
1530+110	Садовый	26,32	30,33	28,97	27,59	26,59	27,36	26,08	25,83	28,88	29,4	29,37	25,86	30,18	27,91	27,70	31,24	28,83	30,06	28,05	29,65	32,03
1560+00	Луганское	25,38	27,03	27,95	29,14	29,47	26,94	25,52	26,45	27,76	31,45	30,02	27,48	29,87	28,06	27,54	26,98	30,99	30,49	30,75	29,50	32,25
1560+110	Озерки	26,22	31,07	29,73	27,55	27,97	26,39	25,98	25,77	31,17	32,25	27,72	27,2	29,55	27,54	26,65	26,32	28,26	30,06	29,40	29,11	31,56
1590+00	Буркин Буерак	27,36	30,21	29,43	28,61	27,90	26,84	25,53	26,81	30,58	33,49	28,14	26,76	31,13	28,3	27,92	24,51	26,52	29,65	28,62	28,76	32,10
1590+110	Крутояр	26,00	31,13	26,79	28,10	28,78	27,71	26,46	26,64	29,88	32,43	31,15	29,26	29,61	27,28	27,95	28,95	27,74	29,31	29,68	31,96	31,93
1620+00	Саратов	27,70	31,40	31,20	30,00	26,30	30,90	25,30	27,80	31,70	33,20	31,60	29,40	29,50	28,30	26,10	25,10	26,30	29,40	30,90	27,70	32,30
1620+110	Асметовка	26,12	29,45	30,45	29,12	25,48	29,78	24,12	26,78	30,14	32,10	31,45	28,45	29,41	28,15	27,20	26,60	27,31	28,92	30,57	27,36	30,72

Используя данные из таблиц 2 и 3 построим графики изменения температур в исходных населенных пунктах и проанализируем полученные результаты.

График изменения средней минимальной годовой семидневной температуры в исходных населенных пунктах представлен на рисунке 14.

Анализируя график изменения средней минимальной годовой семидневной температуры видно, что наиболее теплое лето наблюдалось в 2020 г.

Из рассматриваемых основных городов наиболее низкие температуры за весь период наблюдаются в Саратове, а наиболее высокие в Краснодаре. По построенному графику видно, что средняя минимальная годовая семидневная температура, в каждом из представленных городов, меняется по-разному, графики не идентичны.

Средняя минимальная годовая семидневная температура воздуха в период с 2000 по 2020 составляет $-22,19^{\circ}\text{C}$.

График изменения максимальной годовой температуры в исходных населенных пунктах представлен на рисунке 15.

Анализируя график изменения максимальной годовой температуры видно, что наиболее жаркая зима наблюдалась в 2020 г.

Из рассматриваемых основных городов наиболее низкие температуры за весь период наблюдаются в Астрахане, а наиболее высокие в Краснодаре. По построенному графику видно, что средняя максимальная годовая семидневная температура, в каждом из представленных городов, меняется по-разному, графики не идентичны.

Средняя максимальная температура воздуха в период с 2000 по 2020 составляет $+33,00^{\circ}\text{C}$.

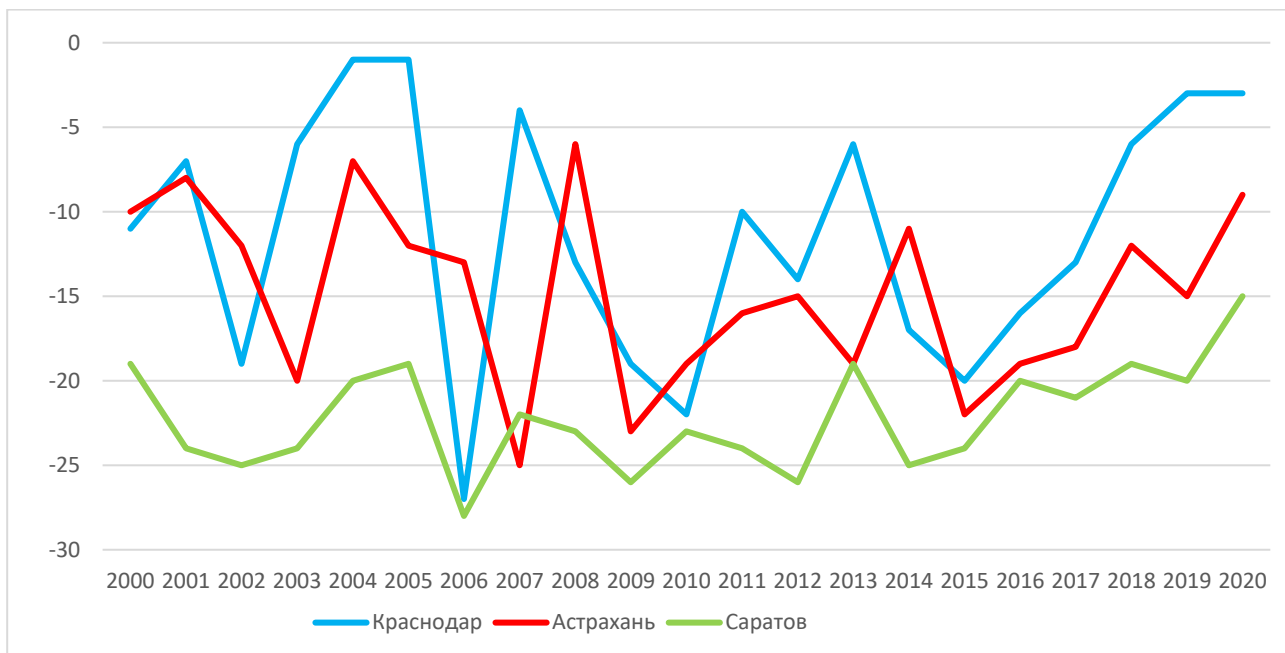


Рисунок 14 - График изменения минимальной семидневной годовой температуры воздуха

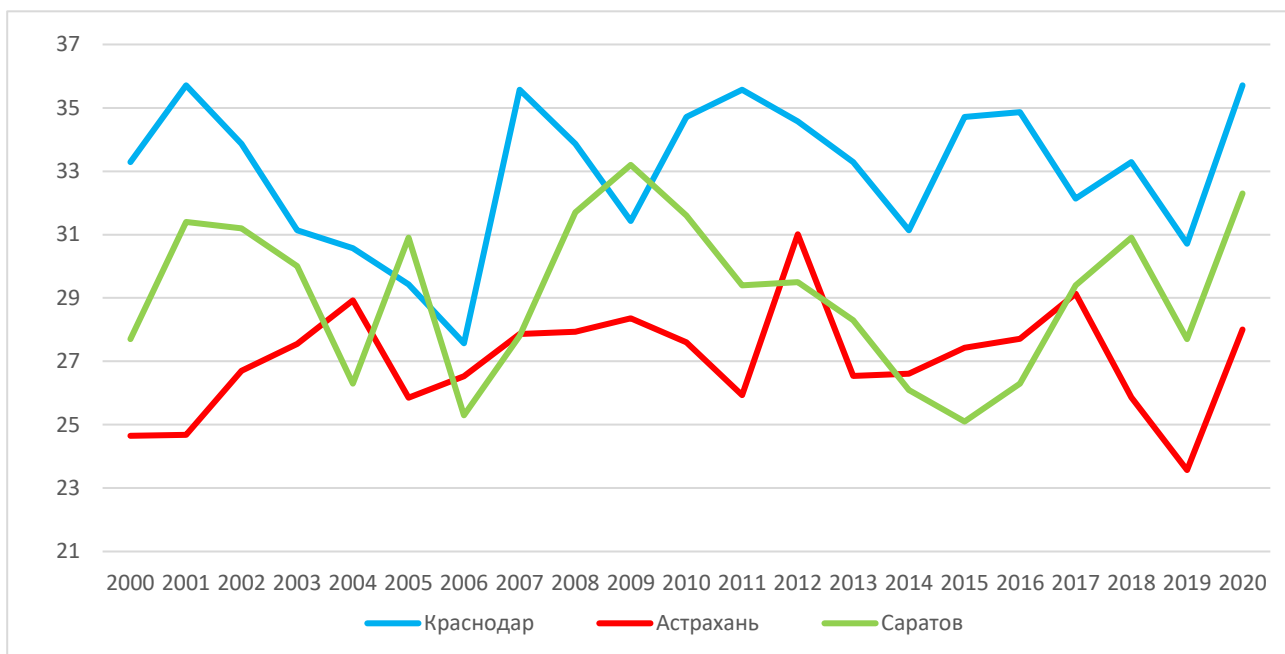


Рисунок 15 - График изменения максимальной семидневной годовой температуры воздуха

4 Вычисление расчетной температуры дорожного покрытия

Используя статистические климатические данные, необходимо определить расчетные температуры (минимальную и максимальную) слоя дорожного покрытия.

Расчетные температуры слоя дорожного покрытия — это соответствующие температуры покрытия на заданной глубине, рассчитанные по специализированным методикам с использованием значений температур воздуха.

4.1 Вычисление минимальной расчетной температуры слоя дорожного покрытия

Для определения минимальной расчетной температуры покрытия необходимо фиксировать в каждом году самую низкую температуру воздуха.

Используя массив значений самых низких температур за каждый год наблюдений, необходимо вычислить среднее значение минимальных температур воздуха за все время наблюдений ($T_{\text{ср}}^{\text{min}}$).

Также необходимо вычислить значение стандартного отклонения самых низких температур воздуха (S). Для этого может быть использована формула 1.

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(T_i - T_{\text{ср}}^{\text{min}})^2}{n-1}} \quad (1)$$

где n - количество лет наблюдений (в данной работе 21 год);

$T_{\text{ср}}^{\text{min}}$ - средняя температура минимальных годовых температур;

T_i - самая низкая температура в i -тый год наблюдения.

Для обеспечения 90% вероятности того, что за время эксплуатации покрытия температура воздуха не будет ниже выбранного значения, эта температура должна быть не более $(T_{\text{ср}}^{\text{min}} - 2 \cdot S)^\circ\text{C}$, причем при выборе температуры, равной $(T_{\text{ср}}^{\text{min}})^\circ\text{C}$, данная вероятность будет равна 50%.

Полученные значения расчета стандартного отклонения самых низких температур воздуха (S) приведены в таблице №4.

За минимальную расчетную температуру слоя покрытия принимается температура на его поверхности.

					ТОИМ.450000.000 ПЗ	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расчет минимальной расчетной температуры покрытия (T_{min}) выполняется по формуле 2.

$$T_{min}^1 = -1,56 + 0,72 * T_{cp}^{min} - 0,004(lat)^2 + 6,261 \log_{10}(H + 25) - Z \cdot (4,4 + 0,52 \cdot S^2)^{0,5} \quad (2)$$

где T_{min} - минимальная расчетная температура покрытия (°C);

T_{cp}^{min} - средняя температура минимальных годовых температур (°C);

lat - географическая широта в градусах;

H - глубина от поверхности дороги до поверхности слоя (мм);

Z - табличное значение стандартного нормального распределения, ($Z=0,525$ для вероятности 70%, $Z=1,285$ для вероятности 90%);

S - стандартное отклонение минимальных температур.

Для верхних слоев покрытий минимальная расчетная температура покрытия рассчитывается на поверхности дороги ($H=15$).

Полученные значения при расчете минимальной расчетной температуры слоя покрытия (T_{min}) по приведены в таблице №4.

Таблица 4 - Полученные значения при расчете минимальной расчетной температуры слоя покрытия

Ход участка	Км	Наименование населенного пункта	T_{cp}	S	Z_1	Z_2	lat	$\log_{10}(40)$	T_{1min}	T_{2min}
Город №1	0+00	Краснодар	-11,33	7,52	0,525	1,285	45,03	1,60	-10,87	-15,29
	0+110	Каневская	-12,09	5,97	0,525	1,285	46,06	1,60	-11,25	-14,89
	30+00	Старокорунская	-11,86	7,24	0,525	1,285	45,05	1,60	-11,15	-15,43
	30+110	Коржи	-13,29	8,12	0,525	1,285	46,03	1,60	-12,85	-17,58
	60+00	Воронежская	-13,57	8,38	0,525	1,285	45,12	1,60	-12,82	-17,68
	60+110	Черниговское	-13,29	7,52	0,525	1,285	46,32	1,60	-12,74	-17,16
	90+00	Ладожская	-13,71	9,01	0,525	1,285	45,24	1,60	-13,19	-18,38
	90+110	Октябрьская	-14,43	7,11	0,525	1,285	46,41	1,60	-13,46	-17,67
	120+00	Тбилисская	-15,14	7,90	0,525	1,285	45,32	1,60	-13,85	-18,47
	120+110	Беноково	-13,29	8,01	0,525	1,285	46,78	1,60	-13,09	-17,76
	150+00	Кропоткин	-15,00	7,87	0,525	1,285	45,44	1,60	-13,78	-18,38
	150+110	Кугейский	-12,71	6,07	0,525	1,285	46,46	1,60	-11,88	-15,57
	180+00	Славенский	-13,57	6,35	0,525	1,285	45,47	1,60	-12,23	-16,06
	180+110	Вороново	-13,00	7,19	0,525	1,285	46,86	1,60	-12,62	-16,87
	210+00	Светлый	-12,43	6,80	0,525	1,285	45,54	1,60	-11,59	-15,64

Продолжение таблицы 4

Ход участка	Км	Наименование населенного пункта	T _{ср}	S	Z ₁	Z ₂	lat	log10(40)	T _{1min}	T _{2min}
	210+110	Кавалерский	-12,71	7,09	0,525	1,285	46,78	1,60	-12,35	-16,55
	240+00	-								
	240+110	Николина Балка	-14,71	6,63	0,525	1,285	46,77	1,60	-13,63	-17,59
	270+00	-								
	270+110	Успенское	-14,43	7,11	0,525	1,285	46,82	1,60	-13,61	-17,82
	300+00	Тахта	-14,71	6,52	0,525	1,285	45,78	1,60	-13,23	-17,14
	300+110	Орловский	-13,00	8,21	0,525	1,285	46,92	1,60	-13,01	-17,78
	330+00	-								
	330+110	Черкесский	-13,29	5,35	0,525	1,285	47,15	1,60	-12,31	-15,64
	360+00	Водный	-13,57	8,83	0,525	1,285	45,83	1,60	-13,24	-18,33
	360+110	Ремонтное	-13,14	8,91	0,525	1,285	46,87	1,60	-13,34	-18,48
	390+00	Дербетовка	-13,57	6,40	0,525	1,285	45,8	1,60	-12,37	-16,22
	390+110	Красностепной	-13,29	7,74	0,525	1,285	46,75	1,60	-12,98	-17,51
	420+00	Дивное	-13,29	7,20	0,525	1,285	45,82	1,60	-12,45	-16,71
	420+110	Хомутников	-13,71	6,40	0,525	1,285	46,79	1,60	-12,84	-16,69
	450+00	-								
	450+110	Бурлацкое	-13,14	5,15	0,525	1,285	46,81	1,60	-12,01	-15,25
	480+00	-								
	480+110	Присальский	-14,00	6,81	0,525	1,285	46,92	1,60	-13,23	-17,29
	510+00	Элиста	-15,62	6,34	0,525	1,285	46,31	1,60	-14,01	-17,83
	510+110	Киселёвка	-17,57	6,13	0,525	1,285	47,31	1,60	-15,72	-19,44
	540+00	-								
	540+110	Кетченеры	-16,43	5,00	0,525	1,285	46,52	1,60	-14,22	-17,39
	570+00	Гашун	-15,29	5,44	0,525	1,285	47,52	1,60	-13,92	-17,30
	570+110	Чкаловский	-15,71	3,99	0,525	1,285	46,82	1,60	-13,50	-16,20
	600+00	Яшкуль	-15,43	4,89	0,525	1,285	47,83	1,60	-13,96	-17,08
	600+110	Термита	-15,14	4,30	0,525	1,285	46,65	1,60	-13,12	-15,96
	630+00	-	0,00							
	630+110	Прикумский	-17,57	6,53	0,525	1,285	46,82	1,60	-15,67	-19,59
	660+00	Утта	-16,00	5,26	0,525	1,285	46,37	1,60	-13,94	-17,23
	660+110	Татал	-17,00	6,06	0,525	1,285	47,29	1,60	-15,27	-18,95
	690+00	Хулхута	-17,00	6,06	0,525	1,285	46,82	1,60	-15,10	-18,78
	690+110	Нарын Худук	-15,29	5,85	0,525	1,285	47,65	1,60	-14,11	-17,69
	720+00	-								
	720+110	Улан Хол	-17,71	6,47	0,525	1,285	47,82	1,60	-16,13	-20,02
	750+00	-								
	750+110	Лагань	-16,43	5,16	0,525	1,285	47,93	1,60	-14,80	-18,05
	780+00	-								
	780+110	-								
	810+00	Старокучергановка	-15,00	5,03	0,525	1,285	46,52	1,60	-13,20	-16,39
	810+110	Бергин	-16,43	4,65	0,525	1,285	47,45	1,60	-14,45	-17,46
Город №2	840+00	Астрахань	-14,81	5,46	0,525	1,285	46,37	1,60	-13,15	-16,54
	840+110	Харба	-17,57	5,90	0,525	1,285	47,01	1,60	-15,52	-19,13
	870+00	Сеитовка	-17,00	6,30	0,525	1,285	46,52	1,60	-15,07	-18,87
	870+110	рзд. Афанасьева	-19,00	5,48	0,525	1,285	47,53	1,60	-16,61	-20,01
	900+00	Лапас	-18,00	6,03	0,525	1,285	46,86	1,60	-15,82	-19,49
	900+110	Эрдниевский	-16,14	6,62	0,525	1,285	47,83	1,60	-15,05	-19,02
	930+00	Вольное	-18,43	4,72	0,525	1,285	46,12	1,60	-15,42	-18,46
	930+110	Суюндук	-17,86	5,64	0,525	1,285	47,62	1,60	-15,87	-19,35
	960+00	Тамбовка	-18,14	3,34	0,525	1,285	46,58	1,60	-14,96	-17,39
	960+110	Кошалак	-16,43	6,32	0,525	1,285	47,92	1,60	-15,19	-19,01

Окончание таблицы 4

Ход участка	Км	Наименование населенного пункта	T _{ср}	S	Z ₁	Z ₂	lat	log10(40)	T _{1min}	T _{2min}
	1020+00	Бугор	-16,86	6,82	0,525	1,285	47,41	1,60	-15,48	-19,54
	1020+110	Барун	-18,00	5,80	0,525	1,285	47,82	1,60	-16,11	-19,67
	1050+00	Золотуха	-16,14	6,47	0,525	1,285	47,52	1,60	-14,88	-18,77
	1050+110	Лиджин Худук	-17,00	5,10	0,525	1,285	47,92	1,60	-15,19	-18,41
	1080+00	Болхуны	-18,29	6,99	0,525	1,285	47,65	1,60	-16,66	-20,81
	1080+110	Шонай	-18,71	6,75	0,525	1,285	47,93	1,60	-16,99	-21,02
	1110+00	Успенка	-15,86	6,15	0,525	1,285	47,99	1,60	-14,75	-18,48
	1110+110	-	-18,00	4,97	0,525	1,285	48,01	1,60	-15,90	-19,06
	1140+00	Покровка	-18,86	5,96	0,525	1,285	48,02	1,60	-16,85	-20,49
	1140+110	Равнинный								
	1170+00	Капустин Яр	-17,86	6,52	0,525	1,285	48,65	1,60	-16,57	-20,48
	1170+110	Эльтон	-17,86	4,71	0,525	1,285	48,52	1,60	-15,91	-18,94
	1200+00	Колобовка	-19,29	5,38	0,525	1,285	48,57	1,60	-17,18	-20,53
	1200+110	Унгун-Терячи	-17,29	4,54	0,525	1,285	49,13	1,60	-15,68	-18,64
	1230+00	Заплавное	-17,57	5,41	0,525	1,285	48,72	1,60	-16,02	-19,38
	1230+110	Красноселец	-17,86	4,49	0,525	1,285	49,52	1,60	-16,23	-19,17
	1260+00	Волжский	-17,00	5,23	0,525	1,285	48,71	1,60	-15,54	-18,82
	1260+110	Шебалино	-18,00	6,56	0,525	1,285	49,66	1,60	-17,08	-21,02
	1290+00	Пичуга	-17,86	6,52	0,525	1,285	49,63	1,60	-16,96	-20,87
	1290+110	Выездинский	-18,71	4,46	0,525	1,285	49,62	1,60	-16,88	-19,80
	1320+00	Почта	-18,43	4,86	0,525	1,285	49,52	1,60	-16,77	-19,87
	1320+110	Перекопка	-18,86	5,43	0,525	1,285	49,7	1,60	-17,33	-20,71
	1350+00	Расстригин	-18,14	6,23	0,525	1,285	49,64	1,60	-17,07	-20,83
	1350+110	Лычак	-19,86	3,80	0,525	1,285	49,46	1,60	-17,44	-20,06
	1380+00	Караваинка	-19,86	6,12	0,525	1,285	49,65	1,60	-18,27	-21,98
	1380+110	Большой Лычак	-19,00	3,96	0,525	1,285	49,89	1,60	-17,04	-19,73
	1410+00	Белогорки	-19,00	5,03	0,525	1,285	49,72	1,60	-17,31	-20,50
	1410+110	Сенной	-19,29	6,02	0,525	1,285	50,11	1,60	-18,00	-21,67
	1440+00	-	-19,43	3,95	0,525	1,285	49,52	1,60	-17,20	-19,89
	1440+110	Плотников 2-й	-18,57	3,74	0,525	1,285	50,25	1,60	-16,81	-19,40
	1470+00	Зеленый Гай								
	1470+110	Гмелинка	-18,86	5,58	0,525	1,285	50,36	1,60	-17,65	-21,10
	1500+00	Елшанка	-17,57	5,94	0,525	1,285	51,52	1,60	-17,32	-20,94
	1500+110	Вязовка	-18,29	5,65	0,525	1,285	50,76	1,60	-17,42	-20,90
	1530+00	Усть-Золиха	-18,00	4,12	0,525	1,285	51,81	1,60	-17,15	-19,92
	1530+110	Садовый	-19,29	4,79	0,525	1,285	51,31	1,60	-18,08	-21,15
	1560+00	Луганское	-19,57	4,43	0,525	1,285	52,04	1,60	-18,47	-21,38
	1560+110	Озерки	-19,14	3,13	0,525	1,285	51,25	1,60	-17,45	-19,79
	1590+00	Буркин Буерак	-17,57	5,29	0,525	1,285	52,12	1,60	-17,35	-20,65
	1590+110	Крутояр	-20,00	5,20	0,525	1,285	51,85	1,60	-18,95	-22,22
Город №3	1620+00	Саратов	-19,71	3,95	0,525	1,285	51,41	1,60	-18,17	-20,85
	1620+110	Асметовка	-20,00	3,96	0,525	1,285	52,26	1,60	-18,73	-21,42

4.2 Вычисление максимальной расчетной температуры слоя дорожного покрытия

Для определения максимальной расчетной температуры слоя необходимо определить максимальные средние семидневные температуры воздуха для каждого года наблюдений. Чтобы определить среднюю максимальную годовую семидневную температуру (T_i), необходимо для каждого дня в году вычислить среднее значение максимальных температур воздуха за семь дней, включающие в себя этот день, трое предыдущих и трое последующих дней. Далее необходимо выбрать большее из полученных значений. Используя массив средних максимальных годовых семидневных температур за максимально возможный срок наблюдений, вычисляется средняя температура ($T_{\text{ср}}^{\text{max}}$) и стандартное отклонение.

Вычисление значения стандартного отклонения семидневных температур (S) проводится по формуле 3:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(T_i - T_{\text{ср}}^{\text{max}})^2}{n-1}} \quad (3)$$

где n - количество лет наблюдений (в данной работе 21 год);

$T_{\text{ср}}^{\text{max}}$ - средняя температура максимальных годовых семидневных температур;

T_i - семидневная температура в i -тый год наблюдения.

Для обеспечения 90% вероятности того, что за время эксплуатации покрытия температура воздуха не превысит выбранного значения, эта температура должна быть не менее $(T_{\text{ср}}^{\text{max}} + 2 \cdot S)^\circ\text{C}$, причем при выборе температуры равной $(T_{\text{ср}}^{\text{max}})^\circ\text{C}$ данная вероятность равна 50%.

Полученные значения расчета стандартного отклонения семидневных температур (S) приведены в таблице №5.

Максимальная расчетная температура слоя покрытия принимается равной температуре в точке расчета слоя, которая находится на глубине 20 мм от его поверхности.

Расчет максимальной расчетной температуры слоя покрытия (T_{max}) выполняется по формуле 4:

					ТОИМ.450000.000 ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$T_{max}^1 = 54,32 + 0,78 \cdot T_{cp} - 0,0025(lat)^2 - 15,14 \log_{10}(H + 25) + Z \cdot (9 + 0,61 \cdot S^2)^{0,5} \quad (4)$$

где T_{max} - максимальная расчетная температура покрытия (°C);

T_{cp}^{max} - средняя температура максимальных годовых семидневных температур (°C);

lat - географическая широта в градусах;

H - глубина от поверхности дороги до точки расчета (мм);

Z - табличное значение стандартного нормального распределения, ($Z=0,525$ для вероятности 70%, $Z=1,285$ для вероятности 90%);

S - стандартное отклонение семидневных температур.

Для верхних слоев покрытий максимальная расчетная температура покрытия рассчитывается на глубине 15 мм ($H=15$).

Полученные значения при расчете максимальной расчетной температуры слоя покрытия (T_{max}) приведены в таблице №5.

Таблица 5 – Полученные значения при расчете максимальной расчетной температуры слоя покрытия

Ход участка	Км	Наименование населенного пункта	T_{cp}	S	Z_1	Z_2	lat	$\log_{10}(40)$	T_{1max}	T_{2max}
Город №1	0+00	Краснодар	33,01	2,29	0,525	1,285	45,03	1,60	52,61	55,26
	0+110	Каневская	32,81	2,58	0,525	1,285	46,06	1,60	52,28	55,03
	30+00	Старокорунская	29,81	2,71	0,525	1,285	45,05	1,60	50,20	52,99
	30+110	Коржи	29,94	2,86	0,525	1,285	46,03	1,60	50,12	52,96
	60+00	Воронежская	29,32	2,74	0,525	1,285	45,12	1,60	49,81	52,61
	60+110	Черниговское	29,79	2,97	0,525	1,285	46,32	1,60	49,96	52,84
	90+00	Ладожская	29,41	3,01	0,525	1,285	45,24	1,60	49,92	52,82
	90+110	Октябрьская	29,78	2,97	0,525	1,285	46,41	1,60	49,93	52,82
	120+00	Тбилисская	29,56	2,52	0,525	1,285	45,32	1,60	49,90	52,63
	120+110	Беноково	29,64	2,60	0,525	1,285	46,78	1,60	49,64	52,40
	150+00	Кропоткин	29,53	2,69	0,525	1,285	45,44	1,60	49,89	52,68
	150+110	Кугейский	29,22	2,54	0,525	1,285	46,46	1,60	49,38	52,12
	180+00	Славенский	29,78	2,77	0,525	1,285	45,47	1,60	50,09	52,90
	180+110	Вороново	29,44	3,02	0,525	1,285	46,86	1,60	49,57	52,47
	210+00	Светлый	29,19	2,78	0,525	1,285	45,54	1,60	49,63	52,44
	210+110	Кавалерский	29,34	2,88	0,525	1,285	46,78	1,60	49,48	52,33
	240+00	-								
	240+110	Николина Балка	29,12	2,67	0,525	1,285	46,77	1,60	49,26	52,03
	270+00	-								
	270+110	Успенское	29,67	2,41	0,525	1,285	46,82	1,60	49,62	52,31
	300+00	Тахта	30,07	2,47	0,525	1,285	45,78	1,60	50,18	52,89

Продолжение таблицы 5

Ход участка	Км	Наименование населенного пункта	T _{ср}	S	Z ₁	Z ₂	lat	log10(40)	T _{1max}	T _{2max}
	300+110	Орловский	29,69	2,66	0,525	1,285	46,92	1,60	49,66	52,44
	330+00	-								
	330+110	Черкесский	29,55	2,31	0,525	1,285	47,15	1,60	49,42	52,08
	360+00	Водный	30,30	2,66	0,525	1,285	45,83	1,60	50,39	53,16
	360+110	Ремонтное	29,84	2,53	0,525	1,285	46,87	1,60	49,76	52,49
	390+00	Дербетовка	29,97	2,75	0,525	1,285	45,8	1,60	50,16	52,97
	390+110	Красноstepной	29,56	2,52	0,525	1,285	46,75	1,60	49,58	52,30
	420+00	Дивное	30,24	2,89	0,525	1,285	45,82	1,60	50,41	53,26
	420+110	Хомутников	29,62	2,41	0,525	1,285	46,79	1,60	49,59	52,28
	450+00	-								
	450+110	Бурлацкое	29,16	2,41	0,525	1,285	46,81	1,60	49,23	51,92
	480+00	-								
	480+110	Присальский	29,24	2,22	0,525	1,285	46,92	1,60	49,22	51,85
	510+00	Элиста	27,27	2,09	0,525	1,285	46,31	1,60	47,79	50,39
	510+110	Киселёвка	27,57	2,27	0,525	1,285	47,31	1,60	47,84	50,49
	540+00	-								
	540+110	Кетченеры	27,69	2,26	0,525	1,285	46,52	1,60	48,11	50,76
	570+00	Гашун	27,82	2,31	0,525	1,285	47,52	1,60	47,99	50,65
	570+110	Чкаловский	18,03	13,15	0,525	1,285	46,82	1,60	44,29	52,42
	600+00	Яшкуль	27,88	2,47	0,525	1,285	47,83	1,60	47,99	50,71
	600+110	Термита	28,01	2,57	0,525	1,285	46,65	1,60	48,39	51,14
	630+00	-								
	630+110	Прикумский	27,95	2,61	0,525	1,285	46,82	1,60	48,33	51,08
	660+00	Утта	27,91	2,27	0,525	1,285	46,37	1,60	48,32	50,97
	660+110	Татал	27,88	2,54	0,525	1,285	47,29	1,60	48,14	50,87
	690+00	Хулхута	27,81	2,46	0,525	1,285	46,82	1,60	48,17	50,88
	690+110	Нарын Худук	27,98	2,14	0,525	1,285	47,65	1,60	48,05	50,66
	720+00	-								
	720+110	Улан Хол	28,02	2,29	0,525	1,285	47,82	1,60	48,07	50,72
	750+00	-								
	750+110	Лагань	27,86	2,51	0,525	1,285	47,93	1,60	47,96	50,69
	780+00	-								
	780+110	-								
	810+00	Старокучергановка	27,41	2,17	0,525	1,285	46,52	1,60	47,87	50,49
	810+110	Бергин	27,98	2,45	0,525	1,285	47,45	1,60	48,16	50,87
Город №2	840+00	Астрахань	27,07	1,69	0,525	1,285	46,37	1,60	47,55	50,05
	840+110	Харба	28,17	1,97	0,525	1,285	47,01	1,60	48,31	50,88
	870+00	Сеитовка	29,11	2,21	0,525	1,285	46,52	1,60	49,21	51,84
	870+110	рзд, Афанасьева	28,74	2,30	0,525	1,285	47,53	1,60	48,70	51,36
	900+00	Лапас	28,94	2,17	0,525	1,285	46,86	1,60	48,99	51,61
	900+110	Эрдниевский	28,77	2,08	0,525	1,285	47,83	1,60	48,61	51,20
	930+00	Вольное	28,62	1,98	0,525	1,285	46,12	1,60	48,87	51,44
	930+110	Суюндук	28,68	2,11	0,525	1,285	47,62	1,60	48,59	51,19
	960+00	Тамбовка	28,30	2,16	0,525	1,285	46,58	1,60	48,55	51,17
	960+110	Кошалак	28,47	1,76	0,525	1,285	47,92	1,60	48,30	50,80
	990+00	Харабали	28,82	2,35	0,525	1,285	47,41	1,60	48,80	51,47
	990+110	Асан	28,44	1,73	0,525	1,285	47,82	1,60	48,29	50,79
	1020+00	Бугор	28,87	1,97	0,525	1,285	47,52	1,60	48,74	51,30

Окончание таблицы 5

Ход участка	Км	Наименование населенного пункта	T _{ср}	S	Z ₁	Z ₂	lat	log10(40)	T _{1max}	T _{2max}
	1020+110	Барун	28,91	1,80	0,525	1,285	47,92	1,60	48,64	51,16
	1050+00	Золотуха	28,42	2,22	0,525	1,285	47,65	1,60	48,41	51,04
	1050+110	Лиджин Худук	28,98	1,88	0,525	1,285	47,93	1,60	48,71	51,25
	1080+00	Болхуны	28,97	2,21	0,525	1,285	47,99	1,60	48,75	51,38
	1080+110	Шонай	28,93	2,06	0,525	1,285	48,01	1,60	48,69	51,27
	1110+00	Успенка	29,00	2,26	0,525	1,285	48,02	1,60	48,78	51,42
	1110+110	-								
	1140+00	Покровка	28,33	1,76	0,525	1,285	48,65	1,60	48,01	50,52
	1140+110	Равнинный	28,66	1,74	0,525	1,285	48,52	1,60	48,30	50,80
	1170+00	Капустин Яр	28,77	1,64	0,525	1,285	48,57	1,60	48,35	50,83
	1170+110	Эльтон	28,39	1,75	0,525	1,285	49,13	1,60	47,93	50,44
	1200+00	Колобовка	28,09	1,84	0,525	1,285	48,72	1,60	47,82	50,35
	1200+110	Унгун-Терячи	28,70	2,18	0,525	1,285	49,52	1,60	48,16	50,78
	1230+00	Заплавное	28,55	1,95	0,525	1,285	48,71	1,60	48,20	50,76
	1230+110	Красноселец	28,92	2,06	0,525	1,285	49,66	1,60	48,27	50,86
	1260+00	Волжский	28,81	1,92	0,525	1,285	49,63	1,60	48,17	50,72
	1260+110	Шебалино	27,95	2,01	0,525	1,285	49,62	1,60	47,52	50,09
	1290+00	Пичуга	28,40	1,80	0,525	1,285	49,52	1,60	47,86	50,37
	1290+110	Выездинский	28,64	1,88	0,525	1,285	49,7	1,60	48,01	50,55
	1320+00	Почта	28,79	2,09	0,525	1,285	49,64	1,60	48,19	50,79
	1320+110	Перекопка	29,17	2,35	0,525	1,285	49,46	1,60	48,58	51,25
	1350+00	Расстригин	28,86	2,16	0,525	1,285	49,65	1,60	48,25	50,87
	1350+110	Лычак	28,89	2,08	0,525	1,285	49,89	1,60	48,20	50,79
	1380+00	Караванка	28,55	2,35	0,525	1,285	49,72	1,60	48,03	50,70
	1380+110	Большой Лычак	28,05	1,88	0,525	1,285	50,11	1,60	47,45	49,99
	1410+00	Белогорки	28,85	2,17	0,525	1,285	49,52	1,60	48,28	50,90
	1410+110	Сенной	28,47	1,90	0,525	1,285	50,25	1,60	47,75	50,29
	1440+00	-								
	1440+110	Плотников 2-й	28,65	2,21	0,525	1,285	50,36	1,60	47,92	50,55
	1470+00	Зеленый Гай	28,57	2,01	0,525	1,285	51,52	1,60	47,52	50,09
	1470+110	Гмелинка	28,96	1,76	0,525	1,285	50,76	1,60	47,98	50,49
	1500+00	Елшанка	28,73	2,13	0,525	1,285	51,81	1,60	47,60	50,21
	1500+110	Вязовка	28,51	1,75	0,525	1,285	51,31	1,60	47,48	49,99
	1530+00	Усть-Золиха	28,75	2,06	0,525	1,285	52,04	1,60	47,54	50,13
	1530+110	Садовый	28,49	1,78	0,525	1,285	51,25	1,60	47,49	50,00
	1560+00	Луганское	28,62	1,96	0,525	1,285	52,12	1,60	47,40	49,96
	1560+110	Озерки	28,45	1,99	0,525	1,285	51,85	1,60	47,34	49,91
	1590+00	Буркин Буерак	28,53	2,17	0,525	1,285	51,41	1,60	47,55	50,17
	1590+110	Крутояр	28,99	1,93	0,525	1,285	52,26	1,60	47,64	50,19
Город №3	1620+00	Саратов	29,15	2,44	0,525	1,285	51,54	1,60	48,06	50,76
	1620+110	Асметовка	28,55	2,07	0,525	1,285	52,33	1,60	47,31	49,90

5 Зонирование участка

Для каждого участка по методике ГОСТ Р 58400.1 и ГОСТ Р 58400.3 определяются марки битумных вяжущих.

При назначении допустимых к применению марок битумного вяжущего исходными данными являются:

- максимальная расчетная температура слоя;
- скорректированная максимальная расчетная температура слоя;
- минимальная расчетная температура слоя;
- уровень транспортной нагрузки (условия движения и прогнозируемая скорость транспортного потока в месте проведения работ).

Скорректированную максимальную температуру слоя T_k вычисляют по формуле:

$$T_k = T + k$$

где T - максимальная расчетная температура слоя с надежностью °С;

$k_1=15,5$ - значение коррекции (при уровне надежности 60%; исходная максимальная температура слоя до 52,0 °С включительно; условия движения – тяжелые; прогнозируемая средняя скорость транспортного потока – менее 70 км/ч) в соответствии с таблицей А.2 ГОСТ Р 58400.3-2019;

$k_2=15,5$ - значение коррекции (при уровне надежности 80%; исходная максимальная температура слоя до 52,0 °С включительно; условия движения – тяжелые; прогнозируемая средняя скорость транспортного потока – менее 70 км/ч) в соответствии с таблицей А.2 ГОСТ Р 58400.3-2019;

Расчет скорректированной максимальной температуры слоя T_k представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Расчёт скорректированной максимальной температуры

Км	Наименование н.п.	Tn (Z=70%)	Tn (Z=90%)	k (Z=70%)	k (Z=90%)	Tk (Z=70%)	Tk (Z=90%)
0+00	Краснодар	52,61	55,26	15,5	15,5	68,11	70,76
0+110	Каневская	52,28	55,03	15,5	15,5	67,78	70,53
30+00	Старокорунская	50,20	52,99	15,5	15,5	65,70	68,49
30+110	Коржи	50,12	52,96	15,5	15,5	65,62	68,46
60+00	Воронежская	49,81	52,61	15,5	15,5	65,31	68,11
60+110	Черниговское	49,96	52,84	15,5	15,5	65,46	68,34
90+00	Ладожская	49,92	52,82	15,5	15,5	65,42	68,32
90+110	Октябрьская	49,93	52,82	15,5	15,5	65,43	68,32
120+00	Тбилисская	49,90	52,63	15,5	15,5	65,40	68,13
120+110	Беноково	49,64	52,40	15,5	15,5	65,14	67,90
150+00	Кропоткин	49,89	52,68	15,5	15,5	65,39	68,18
150+110	Кугейский	49,38	52,12	15,5	15,5	64,88	67,62
180+00	Славенский	50,09	52,90	15,5	15,5	65,59	68,40
180+110	Вороново	49,57	52,47	15,5	15,5	65,07	67,97
210+00	Светлый	49,63	52,44	15,5	15,5	65,13	67,94
210+110	Кавалерский	49,48	52,33	15,5	15,5	64,98	67,83
240+00	-						
240+110	Николина Балка	49,26	52,03	15,5	15,5	64,76	67,53
270+00	-						
270+110	Успенское	49,62	52,31	15,5	15,5	65,12	67,81
300+00	Тахта	50,18	52,89	15,5	15,5	65,68	68,39
300+110	Орловский	49,66	52,44	15,5	15,5	65,16	67,94
330+00	-						
330+110	Черкесский	49,42	52,08	15,5	15,5	64,92	67,58
360+00	Водный	50,39	53,16	15,5	15,5	65,89	68,66
360+110	Ремонтное	49,76	52,49	15,5	15,5	65,26	67,99
390+00	Дербетовка	50,16	52,97	15,5	15,5	65,66	68,47
390+110	Красностепной	49,58	52,30	15,5	15,5	65,08	67,80
420+00	Дивное	50,41	53,26	15,5	15,5	65,91	68,76
420+110	Хомутников	49,59	52,28	15,5	15,5	65,09	67,78
450+00	-						
450+110	Бурлацкое	49,23	51,92	15,5	15,5	64,73	67,42
480+00	-						
480+110	Присальский	49,22	51,85	15,5	15,5	64,72	67,35
510+00	Элиста	47,79	50,39	15,5	15,5	63,29	65,89
510+110	Киселёвка	47,84	50,49	15,5	15,5	63,34	65,99
540+00	-						
540+110	Кетченеры	48,11	50,76	15,5	15,5	63,61	66,26
570+00	Гашун	47,99	50,65	15,5	15,5	63,49	66,15
570+110	Чкаловский	44,29	52,42	15,5	15,5	59,79	67,92
600+00	Яшкуль	47,99	50,71	15,5	15,5	63,49	66,21
600+110	Термита	48,39	51,14	15,5	15,5	63,89	66,64
630+00	-						
630+110	Прикумский	48,33	51,08	15,5	15,5	63,83	66,58
660+00	Утта	48,32	50,97	15,5	15,5	63,82	66,47
660+110	Татал	48,14	50,87	15,5	15,5	63,64	66,37
690+00	Хулхута	48,17	50,88	15,5	15,5	63,67	66,38
690+110	Нарын Худук	48,05	50,66	15,5	15,5	63,55	66,16
720+00	-						
720+110	Улан Хол	48,07	50,72	15,5	15,5	63,57	66,22
750+00	-	0,00	0,00	15,5	15,5	15,50	15,50
750+110	Лагань	47,96	50,69	15,5	15,5	63,46	66,19
780+00	-						
780+110	-						
810+00	Старокучергановка	47,87	50,49	15,5	15,5	63,37	65,99
810+110	Бергин	48,16	50,87	15,5	15,5	63,66	66,37
840+00	Астрахань	47,55	50,05	15,5	15,5	63,05	65,55
840+110	Харба	48,31	50,88	15,5	15,5	63,81	66,38
870+00	Сеитовка	49,21	51,84	15,5	15,5	64,71	67,34
870+110	рзд. Афанасьева	48,70	51,36	15,5	15,5	64,20	66,86
900+00	Лапас	48,99	51,61	15,5	15,5	64,49	67,11
900+110	Эрдниевский	48,61	51,20	15,5	15,5	64,11	66,70

Км	Наименование н.п.	Tn (Z=70%)	Tn (Z=90%)	k (Z=70%)	k (Z=90%)	Tk (Z=70%)	Tk (Z=90%)
930+00	Вольное	48,87	51,44	15,5	15,5	64,37	66,94
930+110	Суюндук	48,59	51,19	15,5	15,5	64,09	66,69
960+00	Тамбовка	48,55	51,17	15,5	15,5	64,05	66,67
960+110	Кошалак	48,30	50,80	15,5	15,5	63,80	66,30
990+00	Харабали	48,80	51,47	15,5	15,5	64,30	66,97
990+110	Асан	48,29	50,79	15,5	15,5	63,79	66,29
1020+00	Бугор	48,74	51,30	15,5	15,5	64,24	66,80
1020+110	Барун	48,64	51,16	15,5	15,5	64,14	66,66
1050+00	Золотуха	48,41	51,04	15,5	15,5	63,91	66,54
1050+110	Лиджин Худук	48,71	51,25	15,5	15,5	64,21	66,75
1080+00	Болхуны	48,75	51,38	15,5	15,5	64,25	66,88
1080+110	Шонай	48,69	51,27	15,5	15,5	64,19	66,77
1110+00	Успенка	48,78	51,42	15,5	15,5	64,28	66,92
1110+110	-						
1140+00	Покровка	48,01	50,52	15,5	15,5	63,51	66,02
1140+110	Равнинный	48,30	50,80	15,5	15,5	63,80	66,30
1170+00	Капустин Яр	48,35	50,83	15,5	15,5	63,85	66,33
1170+110	Эльтон	47,93	50,44	15,5	15,5	63,43	65,94
1200+00	Колобовка	47,82	50,35	15,5	15,5	63,32	65,85
1200+110	Унгун-Терячи	48,16	50,78	15,5	15,5	63,66	66,28
1230+00	Заплавное	48,20	50,76	15,5	15,5	63,70	66,26
1230+110	Красноселец	48,27	50,86	15,5	15,5	63,77	66,36
1260+00	Волжский	48,17	50,72	15,5	15,5	63,67	66,22
1260+110	Шебалино	47,52	50,09	15,5	15,5	63,02	65,59
1290+00	Пичуга	47,86	50,37	15,5	15,5	63,36	65,87
1290+110	Выездинский	48,01	50,55	15,5	15,5	63,51	66,05
1320+00	Почта	48,19	50,79	15,5	15,5	63,69	66,29
1320+110	Перекопка	48,58	51,25	15,5	15,5	64,08	66,75
1350+00	Расстригин	48,25	50,87	15,5	15,5	63,75	66,37
1350+110	Лычак	48,20	50,79	15,5	15,5	63,70	66,29
1380+00	Караванка	48,03	50,70	15,5	15,5	63,53	66,20
1380+110	Большой Лычак	47,45	49,99	15,5	15,5	62,95	65,49
1410+00	Белогорки	48,28	50,90	15,5	15,5	63,78	66,40
1410+110	Сенной	47,75	50,29	15,5	15,5	63,25	65,79
1440+00	-						
1440+110	Плотников 2-й	47,92	50,55	15,5	15,5	63,42	66,05
1470+00	Зеленый Гай	47,52	50,09	15,5	15,5	63,02	65,59
1470+110	Гмелинка	47,98	50,49	15,5	15,5	63,48	65,99
1500+00	Елшанка	47,60	50,21	15,5	15,5	63,10	65,71
1500+110	Вязовка	47,48	49,99	15,5	15,5	62,98	65,49
1530+00	Усть-Золиха	47,54	50,13	15,5	15,5	63,04	65,63
1530+110	Садовый	47,49	50,00	15,5	15,5	62,99	65,50
1560+00	Луганское	47,40	49,96	15,5	15,5	62,90	65,46
1560+110	Озерки	47,34	49,91	15,5	15,5	62,84	65,41
1590+00	Буркин Буерак	47,55	50,17	15,5	15,5	63,05	65,67
1590+110	Крутояр	47,64	50,19	15,5	15,5	63,14	65,69
1620+00	Саратов	48,06	50,76	15,5	15,5	63,56	66,26
1620+110	Асметовка	47,31	49,90	15,5	15,5	62,81	65,40

Битумное вяжущее марки PG X-Y следует применять в конструктивном слое дорожной одежды при одновременном выполнении следующих условий:

- верхнее значение марки X должно быть больше, чем значение скорректированной расчетной максимальной температуры слоя;
- нижнее значение марки Y должно быть меньше, чем значение расчетной минимальной температуры слоя.

Результат определения марок битумного вяжущего (по ГОСТ Р 58400.1-2019, в соответствии с Таблицей 1) по значениям скорректированной максимальной расчетной температуры слоя (T_k) и минимальной расчетной температуры слоя (T_n) для уровней надежности $Z_1=70\%$ и $Z_2=90\%$ представлен на таблице 7.

Таблица 7 - Результат определения марок битумного вяжущего

Км	Наименование н.п.	T_k ($Z=70\%$)	T_n ($Z=70\%$)	PG X-Y ($Z=70\%$)	T_k ($Z=90\%$)	T_n ($Z=90\%$)	PG X-Y ($Z=90\%$)
0+00	Краснодар	68,11	-10,87	70-16	70,76	-15,29	76-16
0+110	Каневская	67,78	-11,25	70-16	70,53	-14,89	76-16
30+00	Старокорунская	65,70	-11,15	70-16	68,49	-15,43	70-16
30+110	Коржи	65,62	-12,85	70-16	68,46	-17,58	70-22
60+00	Воронежская	65,31	-12,82	70-16	68,11	-17,68	70-22
60+110	Черниговское	65,46	-12,74	70-16	68,34	-17,16	70-22
90+00	Ладожская	65,42	-13,19	70-16	68,32	-18,38	70-22
90+110	Октябрьская	65,43	-13,46	70-16	68,32	-17,67	70-22
120+00	Тбилисская	65,40	-13,85	70-16	68,13	-18,47	70-22
120+110	Беноково	65,14	-13,09	70-16	67,90	-17,76	70-22
150+00	Кропоткин	65,39	-13,78	70-16	68,18	-18,38	70-22
150+110	Кугейский	64,88	-11,88	70-16	67,62	-15,57	70-16
180+00	Славенский	65,59	-12,23	70-16	68,40	-16,06	70-22
180+110	Вороново	65,07	-12,62	70-16	67,97	-16,87	70-22
210+00	Светлый	65,13	-11,59	70-16	67,94	-15,64	70-16
210+110	Кавалерский	64,98	-12,35	70-16	67,83	-16,55	70-22
240+00	-						
240+110	Николина Балка	64,76	-13,63	70-16	67,53	-17,59	70-22
270+00	-						
270+110	Успенское	65,12	-13,61	70-16	67,81	-17,82	70-22
300+00	Тахта	65,68	-13,23	70-16	68,39	-17,14	70-22
300+110	Орловский	65,16	-13,01	70-16	67,94	-17,78	70-22
330+00	-						
330+110	Черкесский	64,92	-12,31	70-16	67,58	-15,64	70-16
360+00	Водный	65,89	-13,24	70-16	68,66	-18,33	70-22
360+110	Ремонтное	65,26	-13,34	70-16	67,99	-18,48	70-22
390+00	Дербетовка	65,66	-12,37	70-16	68,47	-16,22	70-22
390+110	Красноstepной	65,08	-12,98	70-16	67,80	-17,51	70-22
420+00	Дивное	65,91	-12,45	70-16	68,76	-16,71	70-22
420+110	Хомутников	65,09	-12,84	70-16	67,78	-16,69	70-22
450+00	-						
450+110	Бурлацкое	64,73	-12,01	70-16	67,42	-15,25	70-16
480+00	-						
480+110	Прислѣский	64,72	-13,23	70-16	67,35	-17,29	70-22
510+00	Элиста	63,29	-14,01	64-16	65,89	-17,83	70-22
510+110	Киселѣвка	63,34	-15,72	64-16	65,99	-19,44	70-22
540+00	-						
540+110	Кетченеры	63,61	-14,22	64-16	66,26	-17,39	70-22
570+00	Гашун	63,49	-13,92	64-16	66,15	-17,30	70-22
570+110	Чкаловский	59,79	-13,50	64-16	67,92	-16,20	70-22
600+00	Яшкуль	63,49	-13,96	64-16	66,21	-17,08	70-22
600+110	Термита	63,89	-13,12	64-16	66,64	-15,96	70-16
630+00	-						
630+110	Прикумский	63,83	-15,67	64-16	66,58	-19,59	70-22
660+00	Утта	63,82	-13,94	64-16	66,47	-17,23	70-22
660+110	Татал	63,64	-15,27	64-16	66,37	-18,95	70-22
690+00	Хулхута	63,67	-15,10	64-16	66,38	-18,78	70-22
690+110	Нарын Худук	63,55	-14,11	64-16	66,16	-17,69	70-22
720+00	-						

Км	Наименование н.п.	Tk (Z=70%)	Tn (Z=70%)	PG X-Y (Z=70%)	Tk (Z=90%)	Tn (Z=90%)	PG X-Y (Z=90%)
720+110	Улан Хол	63,57	-16,13	64-22	66,22	-20,02	70-22
750+00	-						
750+110	Лагань	63,46	-14,80	64-16	66,19	-18,05	70-22
780+00	-						
780+110	-						
810+00	Старокучергановка	63,37	-13,20	64-16	65,99	-16,39	70-22
810+110	Бергин	63,66	-14,45	64-16	66,37	-17,46	70-22
840+00	Астрахань	63,05	-13,15	64-16	65,55	-16,54	70-22
840+110	Харба	63,81	-15,52	64-16	66,38	-19,13	70-22
870+00	Сеитовка	64,71	-15,07	70-16	67,34	-18,87	70-22
870+110	рзд, Афанасьева	64,20	-16,61	70-22	66,86	-20,01	70-22
900+00	Лапас	64,49	-15,82	70-16	67,11	-19,49	70-22
900+110	Эрдниевский	64,11	-15,05	70-16	66,70	-19,02	70-22
930+00	Вольное	64,37	-15,42	70-16	66,94	-18,46	70-22
930+110	Суюндук	64,09	-15,87	70-16	66,69	-19,35	70-22
960+00	Тамбовка	64,05	-14,96	70-16	66,67	-17,39	70-22
960+110	Кошалак	63,80	-15,19	64-16	66,30	-19,01	70-22
990+00	Харабали	64,30	-15,48	70-16	66,97	-19,54	70-22
990+110	Асан	63,79	-16,11	64-22	66,29	-19,67	70-22
1020+00	Бугор	64,24	-14,88	70-16	66,80	-18,77	70-22
1020+110	Барун	64,14	-15,19	70-16	66,66	-18,41	70-22
1050+00	Золотуха	63,91	-16,66	64-22	66,54	-20,81	70-22
1050+110	Лиджин Худук	64,21	-16,99	70-22	66,75	-21,02	70-22
1080+00	Болхуны	64,25	-14,75	70-16	66,88	-18,48	70-22
1080+110	Шонай	64,19	-15,90	70-16	66,77	-19,06	70-22
1110+00	Успенка	64,28	-16,85	70-22	66,92	-20,49	70-22
1110+110	-						
1140+00	Покровка	63,51	-16,57	64-22	66,02	-20,48	70-22
1140+110	Равнинный	63,80	-15,91	64-16	66,30	-18,94	70-22
1170+00	Капустин Яр	63,85	-17,18	64-22	66,33	-20,53	70-22
1170+110	Эльтон	63,43	-15,68	64-16	65,94	-18,64	70-22
1200+00	Колобовка	63,32	-16,02	64-22	65,85	-19,38	70-22
1200+110	Унгун-Терячи	63,66	-16,23	64-22	66,28	-19,17	70-22
1230+00	Заплавное	63,70	-15,54	64-16	66,26	-18,82	70-22
1230+110	Красноселец	63,77	-17,08	64-22	66,36	-21,02	70-22
1260+00	Волжский	63,67	-16,96	64-22	66,22	-20,87	70-22
1260+110	Шебалино	63,02	-16,88	64-22	65,59	-19,80	70-22
1290+00	Пичуга	63,36	-16,77	64-22	65,87	-19,87	70-22
1290+110	Выездинский	63,51	-17,33	64-22	66,05	-20,71	70-22
1320+00	Почта	63,69	-17,07	64-22	66,29	-20,83	70-22
1320+110	Перекопка	64,08	-17,44	70-22	66,75	-20,06	70-22
1350+00	Расстригин	63,75	-18,27	64-22	66,37	-21,98	70-22
1350+110	Лычак	63,70	-17,04	64-22	66,29	-19,73	70-22
1380+00	Каравайка	63,53	-17,31	64-22	66,20	-20,50	70-22
1380+110	Большой Лычак	62,95	-18,00	64-22	65,49	-21,67	70-22
1410+00	Белогорки	63,78	-17,20	64-22	66,40	-19,89	70-22
1410+110	Сенной	63,25	-16,81	64-22	65,79	-19,40	70-22
1440+00	-						
1440+110	Плотников 2-й	63,42	-17,65	64-22	66,05	-21,10	70-22
1470+00	Зеленый Гай	63,02	-17,32	64-22	65,59	-20,94	70-22
1470+110	Гмелинка	63,48	-17,42	64-22	65,99	-20,90	70-22
1500+00	Елшанка	63,10	-17,15	64-22	65,71	-19,92	70-22
1500+110	Вязовка	62,98	-18,08	64-22	65,49	-21,15	70-22
1530+00	Усть-Золыха	63,04	-18,47	64-22	65,63	-21,38	70-22
1530+110	Садовый	62,99	-17,45	64-22	65,50	-19,79	70-22
1560+00	Луганское	62,90	-17,35	64-22	65,46	-20,65	70-22
1560+110	Озерки	62,84	-18,95	64-22	65,41	-22,22	70-28
1590+00	Буркин Буерак	63,05	-18,17	64-22	65,67	-20,85	70-22
1590+110	Крутояр	63,14	-18,73	64-22	65,69	-21,42	70-22
1620+00	Саратов	63,56	-19,78	64-22	66,26	-22,13	70-28
1620+110	Асметовка	62,81	-20,40	64-22	65,40	-22,80	70-28

6 Обзор полимерного модификатора SIS

Стирол-изопрен-стирол (СИС) — это блок-сополимер стирола и изопрена, состоит из синтетических каучуков и смол. Он обладает характеристиками, свойственными резине и термопластичным эластомерам, что позволяет применять сырье в качестве модификаторов битума и пластика, адгезионных добавок, использовать в производстве клея и герметиков.

Стирол-изопрен-стирол (SIS – эластомеры) — тип синтетических каучуков на основе стирола блоксополимера. Стирол-изопрен-стирольный каучук выпускается в виде белых плотных пористых гранул.

SIS получил широкое распространение в качестве модификатора смол, адгезива, модификатора асфальта, основы для термоплавких клеев. Используется для производства формовочных изделий.

Материал обладает многими характеристиками резины и термопластичного каучука. Легок в обработке (высокая температура). Демонстрирует отличные технические характеристики: износостойкость, прочность на изгиб.

Термопластичные эластомеры на основе стирола блоксополимера производятся из синтетических каучуков и синтетических смол. SIS-блоксополимеры имеют полистирольные фазы в обоих концах молекулярной цепи и полибутадиеновые или полиизопреновые фазы как промежуточное звено.

SIS может широко использоваться как модификатор смол, как адгезив, как модификатор асфальта, для термоплавких клеев, а также для производства формовочных изделий.

SIS имеют превосходные характеристики как основной полимер для адгезии.

Возможность использования непосредственно сразу после плавления, что превосходит другие с точки зрения высокой производительности и экономии энергии.

Адгезивы SIS, используемые как основной полимер имеют превосходную силу прилипания при высокой температуре.

Адгезивы SIS имеют превосходные характеристики при низкой температуре и превосходят другие в гибкости.

SIS не требуют большого количества растворителя, что уменьшает возможность экологических проблем.

Вязкость SIS низка по сравнению с натуральным каучуком, но легко растворим в растворителях ароматических и галогенизированных углеводородов.

Стирол-изопрен-стирол представлен на рисунке 16.



Рисунок 16 – SIS

7 Обзор свойств модифицированного битума

Адгезионная добавка SIS

Стирол-изопрен-стирол отлично работает как добавка к битуму: при вмешивании в асфальтобетон SIS не позволяет продукту нефтедобычи стекать ниже уровня зерен будущего дорожного покрытия. Таким образом, полимер предохраняет дорожное полотно от преждевременного растрескивания и «шелушения» — процесса, в ходе которого минеральные частицы откалываются от общей массы.

Модификатор битума СИС

Модификаторы битума продлевают срок службы дорожного покрытия, и стирол-изопрен-стирол призван решить несколько важных задач.

- Предохранить полотно от растрескивания

Трещины в покрытии значительно снижают срок службы дороги: в межсезонье в них попадает влага, которая расширяется при температуре ниже нуля. Чем сильнее разрыв полотна, тем больше вероятность, что в скором времени потребуется ремонт образовавшихся дефектов.

При использовании модификатора зерна асфальтобетонной смеси лучше скрепляются с битумом, образуя эмульсию. Процентное содержание присадки в смеси варьируется в зависимости от марки SIS, климатических условий и нагрузки, на которую рассчитан дорожный объект.

- Повысить стойкость к постоянной нагрузке

Стирол-изопрен-стирол придает полотну упругость: эластичность покрытия в условиях постоянного сжатия-растяжения позволяет повысить пропускную способность. Чем выше такая способность, тем дольше срок службы дороги.

- Расширить диапазон эксплуатационных температур

Модификация асфальтобетонной смеси позволяет продлить срок службы дороги еще и за счет расширения диапазона температур эксплуатации. При высокой температуре SIS сохраняет стабильность битума, не позволяя ему стекать ниже уровня полотна, что предохраняет дорожное покрытие от

разрушения и проседания. При низких температурах битум, модифицированный стирол-изопрен-стиролом, сохраняет упругость, не «деревенеет» и, как следствие, не растрескиваясь.

Клеи и герметики на основе стирол-изопрен-стирола

СИС отличается прочностью, оптимальной вязкостью, разные марки растворяются в разных растворах и жидкостях, некоторые марки отличаются термостойкостью. Все эти свойства делают стирол-изопрен-стирольный каучук отличным материалом для производства клея, скотча, герметиков и ряда других продуктов.

8 Испытание данного вяжущего на определение марки PG

Для проведения испытаний были выбраны 5 СИС различных марок. Характеристики приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Основные характеристики

Марка	УН-1105	УН-1106	УН-1124	УН-1126	УН-1209
Структура полимера	Линейная	Линейная	Линейная	Линейная	Линейная
Летучесть, %, ≤	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Содержание стирола, %	15	15	14	16	29
Содержание стирол-изопреновых звеньев, %	<1	16.07	25	50	<1
Вязкость раствора, mPas.s ≤	2500	2000	-	-	1600
Текучесть расплава, г/10мин	2.0-14.0	7.0-17.0	8.0-16.0	7.0-17.0	6.0-15.0

Марка	УН-1105	УН-1106	УН-1124	УН-1126	УН-1209
Прочность при растяжении, Мра \geq	7	8	6	4	11
Удлинение при разрыве, % \geq	1000	800	-	-	800
Характеристика и область применения	Это линейный, чистый SIS три-блок сополимер со средним молекулярным весом, низким содержанием стирола, низкомолекулярный сополимер. Он обладает отличной адгезией и разработан для использования в производстве адгезивов для клейких лент, этикеток и в сфере обработки пластика.	Это смесь линейного три-блок сополимера и ди-блок сополимера SIS/SI. Он обладает средним молекулярным весом и низким содержанием ди-блок звеньев. Обладает отличными технологическими характеристиками расплава. Может быть использован в производстве различных адгезивов, клейкой ленты, этикеток. Широко используется в HMPSA (клей-расплав, чувствительные к давлению), покрытиях на основе органических растворителей.	Это смесь линейного триблок сополимера и диблок сополимера SIS/SI. Он обладает средним молекулярным весом и низким содержанием ди-блок звеньев, Обладает отличными технологическими характеристиками расплава. Может быть использован в производстве клейкой ленты, этикеток. Широко используется в HMPSA (клей-расплав, чувствительные к давлению), покрытиях на основе органических растворителей.	Это смесь линейного три-блок сополимера и ди-блок сополимера SIS/SI. Он обладает средним молекулярным весом и низким содержанием, с хорошими технологическими характеристиками расплава. Может быть использован в производстве клейкой ленты, этикеток. Широко используется в HMPSA (клей-расплав, чувствительные к давлению), покрытиях на основе органических растворителей.	Имеет высокое содержание стирола, обладает высокими когезионными свойствами. Может быть использован в производстве салфеток.

Процесс растворения СИС представлены на рисунке 17.

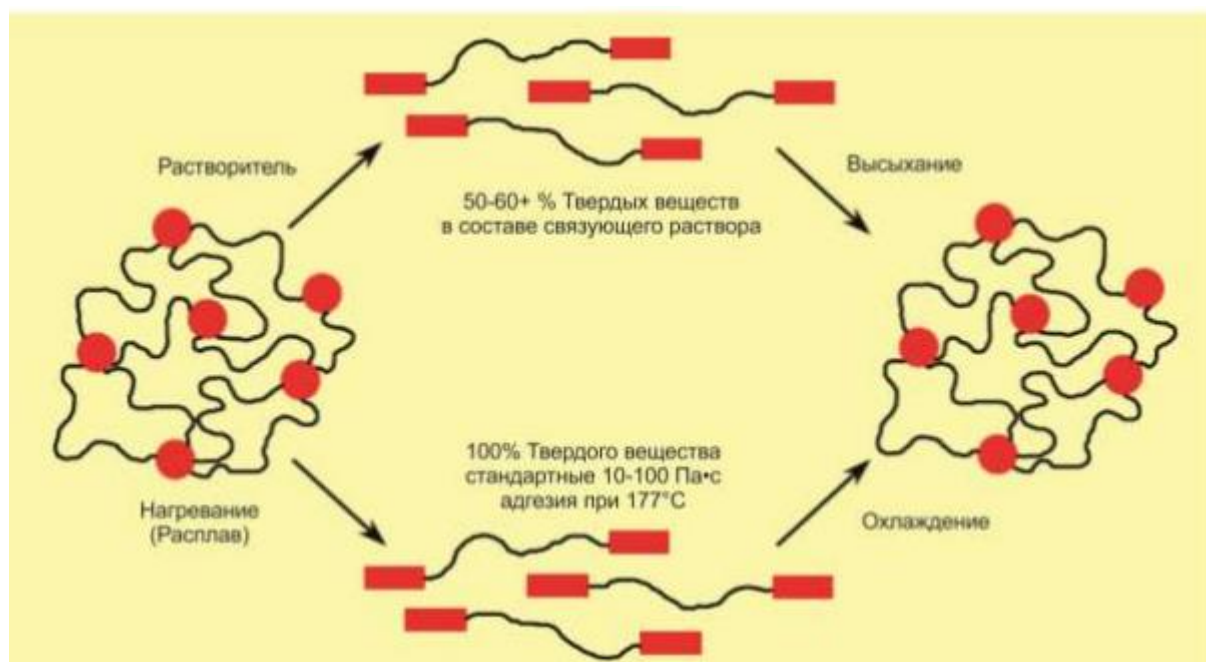


Рисунок 17 - Процесс растворения СИС

Стойкость к циклическим деформациям (усталостная прочность) представлена на рисунке 18.

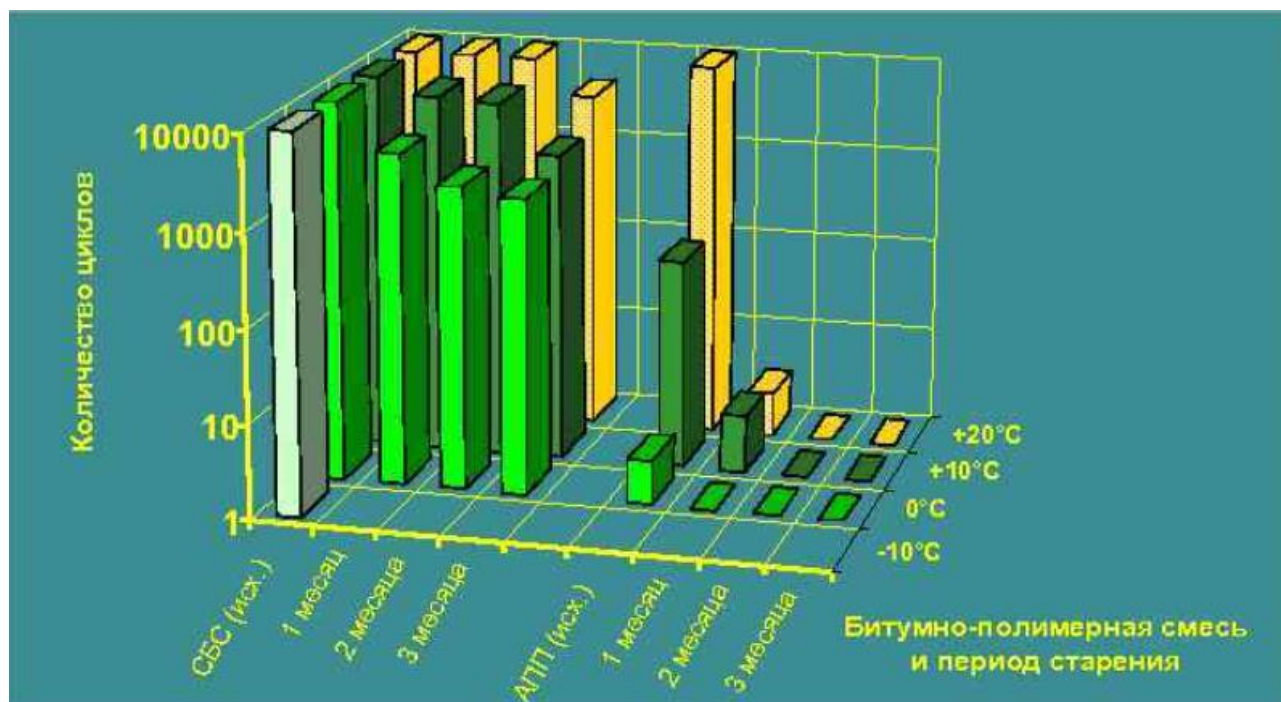


Рисунок 20 - Стойкость к циклическим деформациям

Заключение

В ходе выполнения расчётной работы была исследована автомобильная дорога «Ростов-на-Дону-Самара-Казань».

После получения результатов определения температуры дорожного покрытия, в зависимости от уровня надежности различным участкам автомобильной дороги были присвоены марки битумного вяжущего.

При уровне надежности 70% получены марки битума:

- PG 64-16
- PG 64-22
- PG 70-16
- PG 70-22

При уровне надежности 90% получены марки битума:

- PG 70-16
- PG 70-22
- PG 70-28
- PG 76-16

					ТОИМ.450000.000 ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Список используемой литературы

1. ОДН 218.1.052-2002 - Оценка прочности нежестких дорожных одежд;
2. ОДМ 218.2.003-2009 - Методические рекомендации по специализированному прогнозу состояния дорожного покрытия;
3. ОДМ 218.3.092-2017 - Методические рекомендации по измерению и прогнозу изменения температуры во времени и по глубине дорожной одежды с учетом ее конструктивных особенностей;
4. ОДМ 218.4.036-2017 - Методические рекомендации по приготовлению асфальтобетонных смесей, их укладке, а также приемке выполненных работ, основанные на методологии «Superpave»;
5. СП 131.13330.2012 - Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*;
6. ГОСТ Р 58400.1-2019 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы, вяжущие нефтяные битумные. Технические условия с учетом температурного диапазона эксплуатации;
7. ГОСТ Р 58400.3-2019 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы, вяжущие нефтяные битумные. Порядок определения марки (с Поправкой).