1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ РАЙОНА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

К природным условиям, оказывающим влияние на проектирование дороги, относятся климат, рельеф местности, растительность, водные бассейны, грунтовые условия по трассе [1, 2].

1.1 Климат

Обширная территория России не позволяет проектировать земляное полотно и дорожную одежду во всех климатических зонах по единым правилам, поэтому она разделена на 5 зон. В основу деления положено естественно-историческое районирование на зоны, отличающиеся общностью климата и гидрологических условий. Эта общность выражается примерно в однородных почвах и растительности в пределах зоны. Карта с климатическим районированием приведена в СП 131.13330.2025 «Строительная климатология» [3]. Она используется при строительстве зданий и сооружений. Однако в дорожном строительстве используется своё районирование территории страны – *дорожно-климатическое* [4]. Границы дорожно-климатических зон не совпадают с границами естественно исторического районирования по следующим причинам:

- низ дорожной одежды возвышается над источниками увлажнения земляного полотна;
- очистка дороги от снега увеличивает глубину промерзания земляного полотна.

Эти факторы несколько меняют водно-тепловой режим земляного полотна по сравнению с прилегающей местностью.

Выделяют следующие зоны:

I – *зона распространения многолетнемёрзлых грунтов*, характеризуемая переувлажнёнными верхними слоями. Она включает в себя географические районы тундры, лесотундры и северо-восточную часть лесной зоны. Здесь просачиванию воды внутрь препятствуют многолетнемёрзлые грунты. В ней выделяют три подзоны, отличающиеся по климатическим условиям, влажности грунтов деятельного (сезонноотаивающего) слоя, его мощности, характеру распространения и температуре многолетнемёрзлых грунтов. Разделение на подзоны учитывают при определении расчётной влажности при расчётах на прочность и морозоустойчивость дорожных одежд. Северная подзона I_1 – со сплошной мерзлотой и среднегодовой относительной влажностью $W > 1$. Подзона I_2 – центральная со сплошной мерзлотой и среднегодовой относительной влажностью $0{,}7 < W \leq 1$. Подзона I_3 – южная с островной мерзлотой и среднегодовой относительной влажностью $0{,}7 < W \leq 1$ [5].

II – *зона избыточного увлажнения грунта* вследствие значительного количества выпадающих осадков, малой испаряемости и высокого уровня горизонта грунтовых вод. В зоне преобладают таёжные и смешанные леса и почвы подзолистого типа. Она делится на две подзоны: северную и южную.

III – *зона значительного увлажнения грунта в отдельные годы*. Характеризуется значительным увлажнением весной и осенью. Преобладает лесостепь. Также делится на две подзоны: северную и южную.

IV – *зона недостаточного увлажнения грунта.* Характеризуется умеренной влажностью верхних слоёв грунта вследствие значительной испаряемости и небольшого количества осадков. Грунтовые воды залегают на большой глубине.

V – *зона засушливая*. Незначительное увлажнение грунта вследствие сильной испаряемости.

Границы дорожно-климатических зон не являются строго очерченными. В пограничных районах примерно в пределах полосы шириной 100-150 км к северу и югу отдельные участки дорог следует относить к той или иной зоне на основе анализа местных условий.

Описание климата в пояснительной записке следует начать с фразы: «*Климатическая характеристика района изысканий приводится по данным метеорологической станции г. … и СП 131.13330.2025 Строительная климатология*».

Далее следует указать: *«Дорожно–климатическая зона – …».* Дорожно-климатическую зону принимают по карте с дорожно-климатическим районированием, взятой из СП 34.13330-2021 «Автомобильные дороги» и приведённой в приложении А к данным методическим материалам.

В пояснительной записке также следует дать краткую характеристику климата. Например: *«Климат района проектирования – резко континентальный (континентальный, умеренный и т.д.). Зима продолжительная, лето умеренно теплое. Осадки – преимущественно летние. Необходимые для расчетов и проектирования дороги данные приведены в ведомости климатических показателей (табл. 1.1)».* Ведомость климатических показателей имеет структуру как в табл. 1.1. Данные для неё берут из СП 131.13330.2025 [3]. Показатели температуры принимают по табл. 5.1 (для холодного периода, [3, с. 2]) и табл. 6.1 (для тёплого периода года, [3, с. 34]).

Таблица 1.1 – Ведомость климатических показателей

Показатель		**Ед. изм.**	**Величина**
1 Средняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки вероятностью превышения	0,98	°С	
	0,92	°С	
2 Абсолютная температура воздуха	минимальная	°С	
	максимальная	°С	
3 Среднемесячная относительная влажность воздуха наиболее	холодного месяца	%	60
	теплого месяца	%	35
4 Количество осадков за	ноябрь – март	мм	166
	апрель – октябрь	мм	349
5 Преобладающее направление ветра за	декабрь-февраль		ЮЗ
	июнь-август		З
6 Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь		м/с	
7 Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль		м/с	

Далее строят розы ветров для интенсивности (повторяемости) и средней скорости в наиболее холодном (январь) и наиболее теплом (июль) месяце. Для этого сначала выписываются в таблицы значения средних скоростей и повторяемости ветра по румбам. *Румбом линии* называется острый угол, отсчитываемый от ближайшего направления меридиана (северного или южного) до направления данной линии (0˚-90˚). Он имеет в каждой четверти сторон света обозначения С, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З, СЗ. В табл. 1.2 приведен пример таких данных.

К сожалению, сведений о повторяемости ветра по месяцам в новой редакции СП 131.13330.2025 снова нет, поэтому в учебном проектировании можно воспользоваться данными по повторяемости, представленными в электронном курсе.

Таблица 1.2 – Повторяемость и средняя скорость ветра по румбам

Месяц	**Январь**								**Июль**							
Направление ветра	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Повторяемость, %	29	8	6	8	15	17	10	7	19	1	1	7	15	36	11	10
Средняя скорость, м/с	3,6	2,8	2,5	2,8	2,8	4,3	3,8	3,3	3,2	1,1	1,3	1,9	3,6	6,5	4,0	2,2

Сначала вычерчивают линии румбов (С, СВ, ЮВ, СЗ, ЮЗ, Ю, В, З) в принятом масштабе и по ним от центра пересечения линий по каждому из направлений откладывают в виде отрезков повторяемость ветра. Соединив концы отрезков повторяемости ветра по направлениям, получают график «розы ветров». На этот же график аналогичным образом, но в другом масштабе откладывают средние скорости.

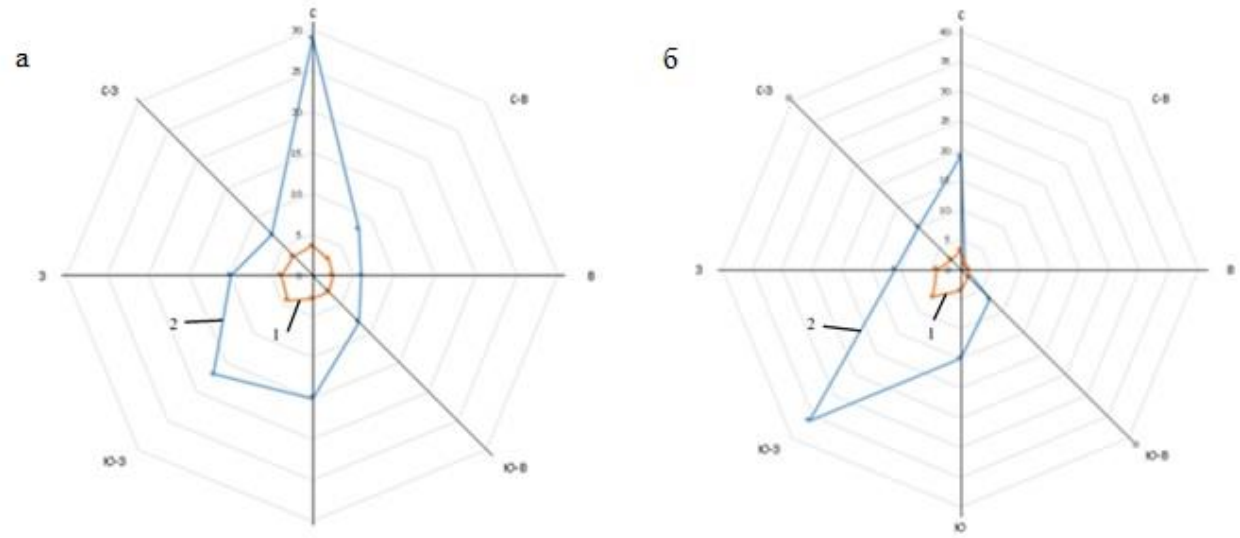
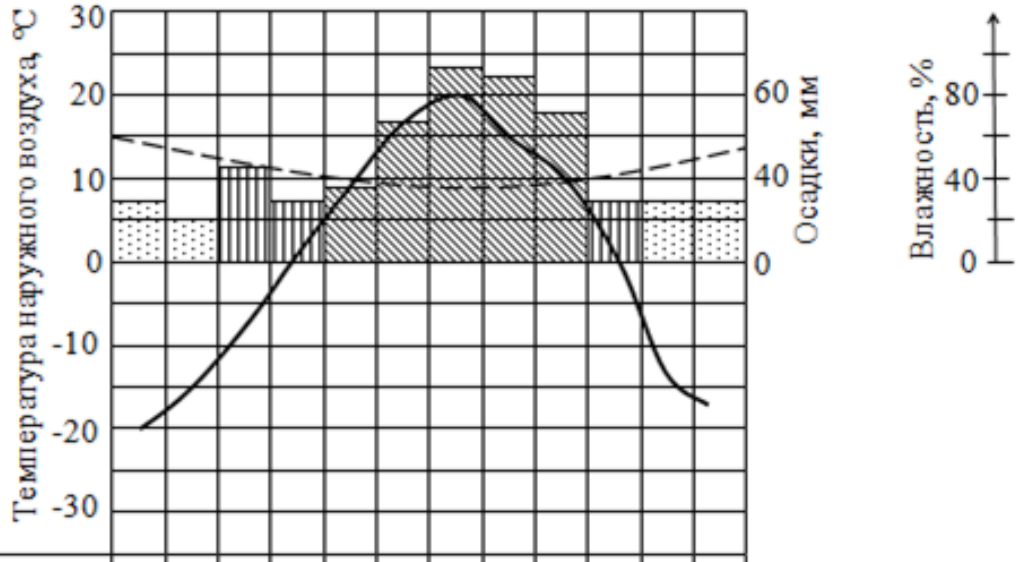


Рисунок 1.1 – Розы ветров; а – январь, б – июль; 1 (красная) – средняя скорость, м/с; 2 (синяя) – повторяемость, %

Данные графика зимней «розы ветров» используют при выяснении снегозаносимости дороги. Так, если угол между направлением трассы дороги и направлением максимальной повторяемости ветра более 30°, то дорога будет заносима снегом, и необходимо планировать мероприятия по снегозащите. График летней «розы ветров» используют при выборе места расположения асфальтобетонных заводов, санитарных узлов, а также при назначении берегоукрепительных работ на средних и больших водотоках, когда направление ветра влияет на величину набега волны на откос подходной насыпи.

Затем строят дорожно-климатический график. Он необходим для определения календарной продолжительности дорожно-строительных работ. На графике должны быть отражены данные о температуре воздуха, осадках, относительной влажности и преобладающем направлении ветра по месяцам, для которых строят три шкалы по вертикали. Образец графика приведён на рис. 1.2.



Месяцы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Осадки, мм	33	20	45	30	38	53	76	68	50	34	35	33
Температура,°С	-17	-14	-7	2	9	16	20	15	9	-2	-13	-16
Влажность, %	60						35					60
Ветер	↗	↗	↗	↗	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↗	↗

Рисунок 1.2 – Дорожно-климатический график

– снеговые осадки; – смешанные; – дождевые;

– температура; – влажность.

Среднемесячные значения температуры выписывают из табл. 7.1 СП 131.13330.2025 для своего района проектирования [3, с. 65].

Среднемесячные значения осадков выписывают из табл. 10.1 СП 131.13330.2025 для своего района проектирования [3, с. 141].

Чтобы построить график среднемесячной влажности воздуха, можно взять значения влажности в январе из ведомости климатических показателей (табл. 1.1 пояснительной записки). В декабре, в рамках учебного проектирования, также можно использовать январские данные.

К построению преобладающего направления ветра применяют следующие правила. В январе и июле используют значения, взятые с графиков розы ветров. Например, если в январе максимальная повторяемость ветра соответствует юго-западному направлению, то в ячейке дорожно-климатического графика, соответствующей январю, указывают стрелку, направленную с юго-запада на северо-восток. Для остальных месяцев берут значение из п. 3 табл. 1.1 пояснительной записки.

Также в нормативном документе можно найти сведения по средней месячной скорости ветра – в табл. 12.1 СП 131.13330.2025 [3, с. 202].

1.2 Глубина сезонного промерзания грунта

Глубину сезонного промерзания грунта необходимо учитывать при проектировании выемок и фундаментов дорожных сооружений. При этом оперируют с нормативной расчётной глубиной сезонного промерзания грунта.

Нормативную глубину сезонного промерзания грунта d_{fn}, м, определяют расчётом по данным натурных наблюдений за период не менее 10 лет, как среднее из ежегодных максимальных глубин сезонного промерзания грунтов [7, п. 5.5.2]. Информацию можно взять из интернета, задав в поисковой строке нормативную глубину промерзания и район проектирования, например: «***Нормативная глубина промерзания грунтов Красноярск***».

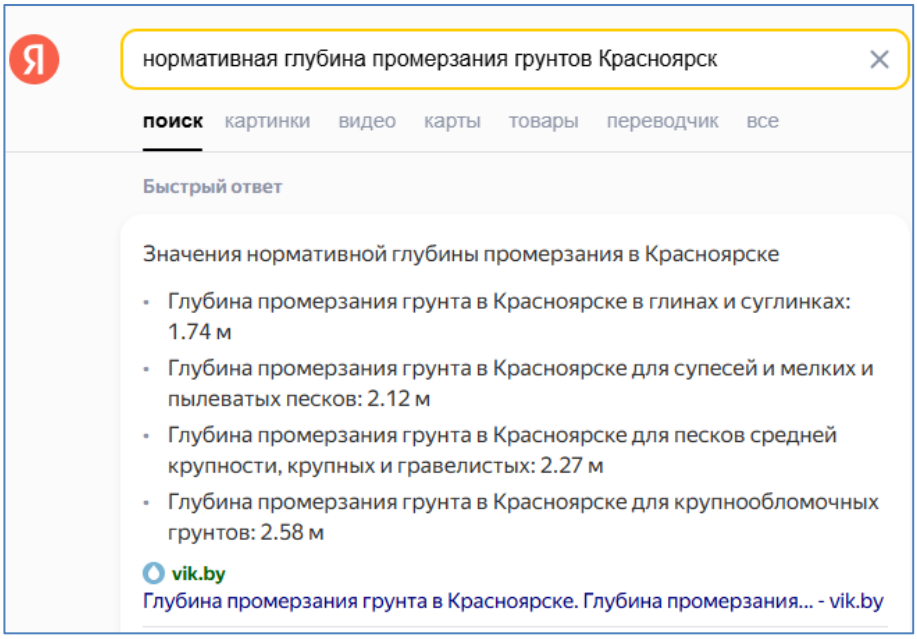


Рисунок 1.3 – Пример поиска нормативной глубины промерзания грунта

Расчётную глубину сезонного промерзания вычисляют по формуле

$$d_f = k_h d_{fn},$$

где k_h – коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения [7, п. 5.5.4]. В дорожном строительстве коэффициент k_h = 1,38.

Таким образом, данные по глубине промерзания можно свести в таблицу.

Таблица 1.3 – Глубина сезонного промерзания грунта

Грунт	Глубина сезонного промерзания грунта в г. Красноярске, м	
	нормативная	расчётная
Глины и суглинки	1,74	2,40
Супеси и мелкие пылеватые пески	2,12	2,93
Пески средние, крупные и гравелистые	2,27	3,13
Крупнообломочные грунты	2,58	3,56

1.3 Рельеф

Условия рельефа местности оцениваются по карте. Масштаб карты 1:10000, т. е. в 1 см – 100 м. Шаг горизонталей составляет 2,5 м. Указывается тип рельефа: равнинный, слабохолмистый, холмистый, горный. Следует охарактеризовать имеющиеся на карте наивысшие и наинизшие отметки, речные долины, склоны к рекам, овраги.

Внимательное изучение местности позволяет выбрать наиболее целесообразное направление трассы, при котором удается избежать её удлинения и сэкономить на объёмах земляных работ, количестве и размерах искусственных сооружений.

Пример описания рельефа. *Рельеф в районе проектирования трассы относится к слабохолмистому, с колебаниями отметок от 139,5 до 213,5 м. Район представляет собой возвышенное плато с уклонами на юго-восток, прорезанное долиной речки Листвянка с притоками, вытекающей из озера Серебряное в южном направлении. Участок, расположенный северо-западнее поселка Сосновка характеризуется относительно крутыми склонами, южнее – более мягкими формами рельефа. Встречающиеся здесь понижения характеризуются пологими склонами и небольшой глубиной. Тем не менее, уклоны по всей местности обеспечивают естественный водоотвод.*

1.4 Растительность и почвы

На основе изучения карты следует отметить наличие в зоне проектирования лесов, садов, кустарников. Указать виды древесно-кустарниковых пород. Если на карте указаны леса, то следует в соответствии с условными обозначениями описать параметры леса, например: запись *бер.* $\frac{20}{0,2}5$ означает берёзовый лес со средней высотой деревьев 20 м, диаметром ствола 0,2 м и средним расстоянием между деревьями 5 м.

Виды почв принимаются по справочнику для района проектирования, указанного в задании.

Пример описания растительности и почв. *В районе проектирования имеются участки берёзового, соснового и смешанного лесов. В северной части района проектирования расположен смешанный лес со средней высотой деревьев 20 м, диаметром ствола 0,2 м и средним расстоянием между деревьями 5 м. Встречаются участки гарей и луга. Вблизи населенных пунктов пригодные земли заняты сельхозугодьями. Почвы довольно разнообразны и представлены горно-таёжно-подзолистыми, горными лесными серыми и бурыми, горными мерзлотно-таёжными, торфяно-глеевыми.*

1.5 Гидрография и гидрология

В записке отражают характер и условия стока поверхностных вод, особенности прохождения паводковых вод и ледоходов на реках; даты замерзания и вскрытия рек; тип питания реки (дождевой, снеговой, ледовый, смешанный).

Условно считается, что река, показанная на карте, является притоком реки, протекающей в районе проектирования. Например, река Наумка условно является притоком р. Волги.

1.6 Инженерно-геологические условия

Необходимо дать общую характеристику геологического строения: отложения каких периодов (по справочнику или энциклопедии для района проектирования). Оценка горных пород как грунтов, пригодных для возведения земляного полотна, заложения опор и фундаментов искусственных и инженерных сооружений.

1.7 Дорожно-строительные материалы

Приводятся данные о наличии местных каменных материалов и отходов промышленности, которые можно использовать в различных конструктивных слоях дорожных одежд.

Дать по карте и грунтам из задания краткое описание месторождений строительных материалов (карьеры, золы, шлаки, каменный материал, песчаные пляжи).

1.8 Заключение по природным условиям

В заключении по природным условиям заполняют таблицу (табл. 1.4) с природными условиями по трассе, необходимыми для проектирования автомобильной дороги. Расчётную толщину снежного покрова обеспеченностью 5%, глубину кратковременно стоящих поверхностных вод и длительно стоящих поверхностных вод, глубину до уровня грунтовых вод берут из задания на проектирование.

Таблица 1.4 – Природные условия, учитываемые при расчёте проектных показателей дороги

Показатель	Величина
1 Дорожно-климатическая зона	
2 Дорожно-климатическая подзона	
3 Средняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки вероятностью превышения 0,92 (учитывается при назначении диаметра водопропускных труб), °С	
4 Расчётная толщина снежного покрова обеспеченностью 5% (необходима для определения руководящей отметки на снегозаносимых участках), м	
5 Глубина кратковременно (не более 30 суток) стоящих поверхностных вод, учитываемая при вычислении руководящей отметки на участках, относящихся ко второму типу местности по увлажнению, м	
6 Глубина длительно (более 30 суток) стоящих поверхностных вод, учитываемая при вычислении руководящей отметки на участках, относящихся к третьему типу местности по увлажнению, м	
7 Глубина до уровня высоко стоящих грунтовых вод, учитываемая при вычислении руководящей отметки на участках, относящихся к третьему типу местности по увлажнению, м	
8 Грунт земляного полотна	
9 Расчётная глубина промерзания грунта земляного полотна, м	

В конце параграфа нужно сделать вывод о пригодности строительства дороги в данном районе.

Список источников

1. Проектирование автомобильных дорог. Основы [Электронный ресурс]: учебное пособие / Жуков В.И., Гавриленко Т.В. – Красноярск: Сиб. Федер. ун-т, 2014. – 144 с.
2. Федотов, Г.А. Изыскания и проектирование автомобильных дорог. В 2 кн. Кн.1: Учебник. / Г.А. Федотов, П.И. Поспелов. – М.: Высш. шк., 2009. – 646 с.
3. СП 131.13330.2025. Строительная климатология / Минстрой России: дата введения 09-09-2025. – Москва, 2025. – 272 с.
4. СП 34.13330-2021. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* : дата введения 2021-08-10. – Москва: Минстрой России, 2021. – 99 с.

5. ВСН 84-89. Изыскания, проектирование и строительство автомобильных дорог в районах распространения вечной мерзлоты / Минтранстрой СССР. – М., 1990.
6. ОДМ 218.5.001-2008. Методические рекомендации по защите и очистке автомобильных дорог от снега. – Введ. с 01.02.2008. – М.: Росавтодор, 2008. – 99 с.
7. СП 22.13330.2016. Свод правил. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83. : дата введения 2017-07-01. Москва: Мин-во строительства и ЖКХ России, с изм. 2020. – 204 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Дорожно-климатическое районирование

