Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт

Кафедра «Автомобильные дороги и городские сооружения»

КУРСОВАЯ РАБОТА

Дисциплина: «Транспортные системы при обеспечении строительных процессов»

Преподаватель _____ Т. В. Гавриленко
подпись, дата

Студент гр. СБ25-31Б, _____ _____ А. В. Иванов
№ зачетной книжки подпись, дата

Красноярск 2026

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»
Инженерно-строительный институт
Кафедра «Автомобильные дороги и городские сооружения»

З А Д А Н И Е

Студент СБ 25- 31Б *Иванов Александр Васильевич*

к курсовой работе по дисциплине
«**Транспортные системы при обеспечении строительных процессов**»
для студентов по направлению «Строительство»

Исходные данные

1. Карта городских улиц масштаба 1:10 000
2. Город для проектирования улицы *г. Смоленск*
3. Грунт земляного полотна *супесь пылеватая*

4. Сведения об интенсивности движения

Параметр	Главная улица	Пересекаемая (или примыкаемая) улица
Категория улицы	*МУР*	*УЖЗ*
Перспективная интенсивность движения в обоих направлениях в часы «пик», авт./час	*2560*	*790*
Интенсивность пешеходного движения, чел./час	*730*	*270*

5. Состав транспортного потока (одинаковый для обеих улиц):	%
Легковые автомобили и лёгкие фургоны	*86,5*
Двухосные грузовые автомобили	*5,4*
Трёхосные грузовые автомобили	*3,9*
Четырёхосные грузовые автомобили	*2,8*
Автобусы	*1,2*
Троллейбусы	*0,2*

6. Требуется разместить подземные инженерные сети:

7. Деталь проекта:

Задание выдано: 14 сентября 2026 г. Срок сдачи: 20 декабря 2026 г.

Руководитель работы  /Т. В. Гавриленко/

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
1 Природные условия района проектирования 5
1.1 Климат 5
1.2 Глубина сезонного промерзания грунта 7
1.3 Рельеф 7
1.4 Растительность и почвы 7
1.5 Сведения о наличии дорожно-строительных материалов 7
1.6 Заключение по природным условиям 7
2 Нормативные требования к элементам улицы 8
2.1 Основные технические показатели проектируемых улиц 8
2.2 Определение расчётных характеристик главной улицы (МУР) 9
2.2.1 Определение расчётной интенсивности движения на МУР 9
2.2.2 Определение количества полос движения на МУР 10
2.2.3 Определение ширины тротуара на МУР 11
2.3 Определение расчётных характеристик второстепенной улицы (УЖЗ) ... 11
2.3.1 Определение расчётной интенсивности движения на УЖЗ 11
2.3.2 Определение количества полос движения на УЖЗ 12
2.3.3 Определение ширины тротуара на УЖЗ 12
3 Характеристики улично-дорожной сети 13
3.1 Коэффициент непрямолинейности улично-дорожной сети 13
3.2. Коэффициент плотности улично-дорожной сети 14
4 Назначение подземных инженерных сетей 15
4.1 Общие требования к размещению сетей 15
4.2 Водопровод 16
4.3 Теплоснабжение 17
4.4 Водоотведение 17
4.5 Подземный кабель для наружного освещения улицы 18
5 Компоновка поперечных профилей улиц 18
5.1 Компоновка главной улицы (МУР) 18
5.1 Компоновка пересекаемой улицы (УЖЗ) 20
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 24

ВВЕДЕНИЕ

В курсовой работе изложены технические решения по проектированию улично-дорожной сети в г. Смоленске. Проанализированы природные условия района проектирования. Определена перспективная интенсивность движения в час-пик (в приведённых к легковому автомобилю единицах в час). В соответствии с категориями улиц в специальную таблицу выписаны основные нормативные технические показатели. Определено количество полос движения автомобильного транспорта и ширина тротуара.

1 Природные условия района проектирования

1.1 Климат

Климатическая характеристика района проектирования приводится по данным метеорологической станции г. Смоленска и климатическим показателям из перечисленных в СП 131.13330-2025 «Строительная климатология» [1].

В соответствии с картой дорожно-климатического районирования участок проектирования относится к II дорожно-климатической зоне, т.е. зоне избыточного увлажнения грунта вследствие значительного количества выпадающих осадков, малой испаряемости и высокого уровня горизонта грунтовых вод [2].

Климат района проектирования – умеренно континентальный. Он характеризуется холодной зимой и жарким летом. Необходимые для проектирования дороги данные приведены в ведомости климатических показателей (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Ведомость климатических показателей

Показатель		**Ед. изм.**	**Величина**
1 Средняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки вероятностью превышения	0,98	°С	-25
	0,92	°С	-23
2 Абсолютная температура воздуха	минимальная	°С	-40
	максимальная	°С	37
3 Среднемесячная относительная влажность воздуха наиболее	холодного месяца	%	85
	теплого месяца	%	75
4 Количество осадков за	ноябрь – март	мм	245
	апрель – октябрь	мм	490
5 Преобладающее направление ветра за	декабрь-февраль		В
	июнь-август		ЮЗ
6 Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь		м/с	3,8
7 Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль		м/с	2,6

В табл. 1.2 приведены данные для графиков «розы ветров» по интенсивности и средним скоростям для наиболее холодного (январь) и наиболее теплого (июль) месяцев. Данные приняты в соответствии с ведомостью преобладающих направлений и средних скоростей ветров в г. Смоленске.

Таблица 1.2 – Повторяемость и средняя скорость ветра по румбам

Параметр	январь								июль							
	с	св	в	юв	ю	юз	з	сз	с	св	в	юв	ю	юз	з	сз
Повторяе-мость,%	3	23	23	10	7	19	12	3	7	18	15	10	8	19	14	9
Скорость ветра, м/с	1,9	2,8	2,6	2,3	2,3	4,7	5,1	2,8	2,8	3,1	2,8	2,5	2,6	3,1	2,9	2,9

На основе данных табл. 1.2 построены «розы ветров» по интенсивности и средним скоростям ветра для наиболее холодного (январь) и наиболее теплого (июль) месяцев (рисунки 1.1 и 1.2).

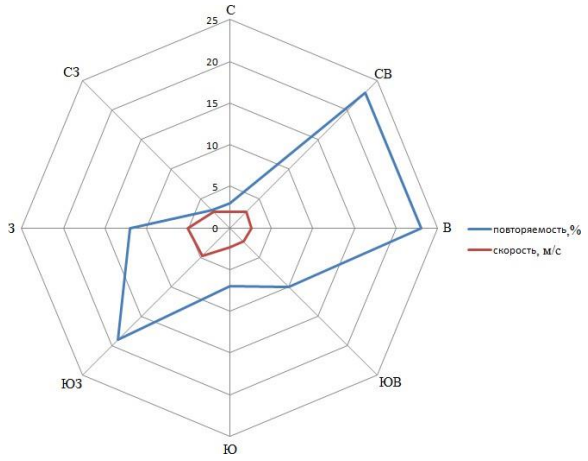


Рисунок 1.1 – «Роза ветров» для января

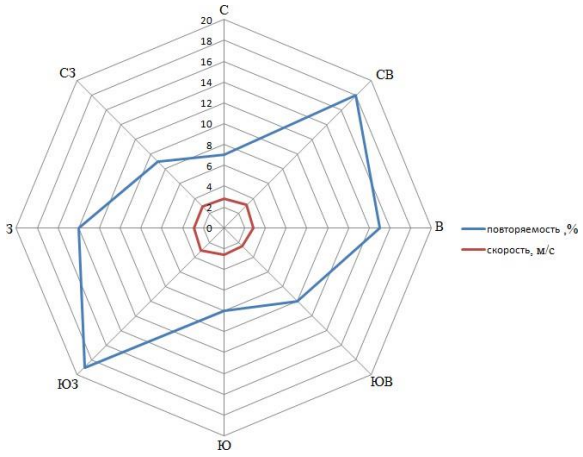


Рисунок 1.2 – «Роза ветров» для июля

1.2 Глубина сезонного промерзания грунта

Глубину сезонного промерзания грунта необходимо учитывать при проектировании выемок и фундаментов дорожных сооружений. Значения нормативной и расчётной глубины сезонного промерзания грунта приведены в таблице 1.4. Взяты с сайта [3].

Таблица 1.3 – Глубина сезонного промерзания грунта

Грунт	**Нормативная глубина сезонного промерзания грунта в г. Смоленске, м**
Глины и суглинки	1,0
Супеси и мелкие пылеватые пески	1,22
Пески средние, крупные и гравелистые	1,31
Крупнообломочные грунты	1,48

1.3 Рельеф

Район проектирования можно отнести к слабохолмистому с колебаниями отметок от 120 до 102 м. Наиболее высокие отметки местности находятся в северо-западной части района. Здесь уклоны местности обеспечивают естественный сток поверхностных вод от дождя и таяния снега. Наиболее низкие отметки находятся в юго-восточной части топоплана. Уклоны местности небольшие, поэтому поверхностный сток здесь не обеспечен.

1.4 Растительность и почвы

Район проектирования относится к лесостепной зоне. Непосредственно на участке проектирования улично-дорожной сети есть насаждения деревьев и кустарников. На территории г. Смоленска преобладают дерновые почвы.

1.5 Сведения о наличии дорожно-строительных материалов

В городе имеется асфальтобетонный завод, песчано-гравийный карьер, песчаный карьер, каменный карьер.

1.6 Заключение по природным условиям

Район проектирования в г. Смоленске благоприятен для строительства улично-дорожной сети, как по климатическим, так и инженерно-геологическим условиям.

Таблица 1.4 – Природные условия, учитываемые при проектировании дороги

Показатель	Ед. изм.	Величина
1 Дорожно-климатическая зона	-	II
2 Дорожно-климатическая подзона	-	II-4
3 Средняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки вероятностью превышения 0,92	°С	-23
8 Грунт земляного полотна	-	супесь пылеватая
9 Нормативная глубина промерзания супеси пылеватой	м	1,22

2 Нормативные требования к элементам улицы

2.1 Основные технические показатели проектируемых улиц

Городские и сельские населённые пункты в зависимости от общей численности постоянного населения подразделяют на группы в соответствии с таблицей 5.1 из СП 42.13330.2026 Градостроительство. Планировка и застройка территорий [5]. Население в г. Смоленске в 2026 году составляет 326 900 человек, следовательно, поселение относится к категории крупных городов (от 250 тыс. до 1 млн.).

В соответствии с заданием на курсовое проектирование проектируемая улично-дорожная сеть состоит из двух улиц: магистральной улицы районного значения (МУР) и улицы местного значения в жилой застройке (УЖЗ).

Магистральная улица районного значения (МУР) осуществляет. транспортную и пешеходную связь в пределах жилых районов с выходами на другие магистральные улицы. Обеспечивает выход на улицы и дороги межрайонного и общегородского значения. Движение регулируемое и саморегулируемое. Пропуск всех видов транспорта. Пересечение с дорогами и улицами в одном уровне. Пешеходные переходы устраиваются вне проезжей части и в уровне проезжей части.

Улица местного значения в зоне жилой застройки (УЖЗ) осуществляет транспортные и пешеходные связи на территории жилых районов (микрорайонов), выходы на магистральные улицы районного значения, улицы и дороги регулируемого движения. Обеспечивают непосредственный доступ к зданиям и земельным участкам. Движение общественного транспорта не предусматривается.

Основные технические показатели проектируемых улиц приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Основные технические показатели улицы в крупных и больших городах

Показатель	Категория улицы	
	МУР	**УЖЗ**
1 Расчётная скорость движения автомобиля, км/ч	70	50
2 Разрешённая скорость движения (устанавливается на 10 км/ч ниже расчётной), км/ч	60	40
3 Скорость движения транспортного потока, км/ч [6]	50	35
4 Ширина полосы движения, м	3,25–3,75	3,5
5 Ширина полосы, по которой допускается движение общественного транспорта, м	3,75	-
6 Число полос движения (суммарно в двух направлениях)	2-4	2-4
7 Центральная разделительная полоса, м	3,5	-
8 Между проезжей частью и тротуаром, м	2,0	-
9 Наименьшая ширина пешеходной части тротуара, м	2,25	2,25
10 Ширина улицы в красных линиях, м	40-100	15-30
11 Наибольший продольный уклон, ‰	60	80
12 Наименьший радиус вертикальной выпуклой кривой, м	2600	1000
13 Наименьший радиус вертикальной вогнутой кривой, м	800	400
14 Поперечный уклон проезжей части, ‰ - минимальный; - максимальный	 10 30	 10 30
15 Поперечный уклон тротуара, ‰ - минимальный; - максимальный	 5 20	 5 20

2.2 Определение расчётных характеристик главной улицы (МУР)

2.2.1 Определение расчётной интенсивности движения на МУР

Интенсивность движения при проектировании улиц измеряется в авт./ч. Т.к. на улицах наблюдается смешанное движение различных видов транспорта, то поток приводят к одному виду (легковым автомобилям) с помощью специальных коэффициентов $K_{пр}$ [6].

Вычислим расчётную интенсивность движения для магистральной улицы районного значения (МУР). Перспективная интенсивность движения автомобильного транспорта, в соответствии с заданием на курсовое проектирование, составляет 2560 авт./ч.

Таблица 2.2 – Состав потока и его интенсивность на МУР

Состав потока	**%**	**Перспективная интенсивность, авт./ч, N_i**	**Коэф-т приведения, $K_{пр,i}$**	**Приведенная интенсивность, прив. л. ед./ч, $N_{прив,\,i}$**
Легковые автомобили и лёгкие фургоны	86,5	2214,40	1,0	2214,40
Двухосные грузовые автомобили	5,4	138,24	1,5	207,36
Трёхосные грузовые автомобили	3,9	99,84	1,8	179,71
Четырёхосные грузовые автомобили	2,8	71,68	2,0	143,36
Автобусы	1,2	30,72	3,0	92,16
Троллейбусы	0,2	5,12	3,0	15,36
ВСЕГО	100	**2560**		**2852**

Таким образом, расчётная интенсивность движения автомобильного транспорта на магистральной улице районного значения составляет $N_{прив}$ = 2852 прив.л.ед./ч.

2.2.2 Определение количества полос движения на МУР

Определим число полос движения по формуле

$$n = \frac{N_{прив} / 2}{N_{пол} \cdot k_{п}}, \qquad (2.1)$$

где $N_{прив}$ – расчётная приведённая к легковому автомобилю интенсивность движения в обоих направлениях (прив. л.ед./ч), $N_{пол}$ – пропускная способность одной полосы движения, $k_{п}$ – коэффициент изменения пропускной способности, учитывающий перестроение транспортных средств.

Пропускная способность одной полосы движения при регулируемом движении (светофорами) составляет $N_{пол}$ = 800 прив. л.ед./ч [6, табл. 5.3].

При наличии двух полос движения в одном направлении коэффициент изменения пропускной способности $k_{п}$ = 0,95 [6, табл. 5.4].

$$n = \frac{N_{прив} / 2}{N \cdot k_{пр}} = \frac{2852/2}{800 \cdot 0{,}95} = 1{,}88.$$

Округляем число до целого значения в бóльшую сторону. Следовательно, требуется по 2 полосы движения в каждом направлении.

2.2.3 Определение ширины тротуара на МУР

Ширину пешеходной части тротуара определим по формуле

$$B_{\text{пеш}} = 0{,}75\frac{N_{\text{пеш}}}{N_0}, \qquad (2.2)$$

где 0,75 – ширина одной пешеходной полосы, м; $N_{\text{пеш}}$ – интенсивность пешеходного движения, чел./ч; N_0 – пропускная способность одной полосы пешеходного движения;

В соответствии с заданием на курсовое проектирование $N_{\text{пеш}}$ = 730 чел./ч. На проектируемой улице МУР должны быть тротуары с развитой торговой сетью, поэтому N_0 = 700 чел./ч. Подставим эти значения в формулу (2.2).

$$B_{\text{пеш}} = 0{,}75\frac{N_{\text{пеш}}}{N_0} = 0{,}75\frac{730}{700} = 0{,}78\text{ м}.$$

Полученное значение ширины пешеходной части тротуара меньше минимально допустимой для МУР (2,25 м), поэтому принимаем в качестве ширины пешеходной части тротуара $B_{\text{пеш}}$ = 2,25 м.

Общую ширину тротуара вычисляют по формуле

$$B_{\text{тр}} = B_{\text{пеш}} + a, \qquad (2.3)$$

где a – ширина дополнительной части тротуара, учитывающая расположение мачт с освещением, полосы у витрин магазинов, зелёные насаждения. Для МУР можно принять a = 1,25 м. Тогда ширина тротуара на МУР

$$B_{\text{тр}} = B_{\text{пеш}} + a = 2{,}25 + 1{,}25 = 3{,}5\text{ м}.$$

2.3 Определение расчётных характеристик второстепенной улицы (УЖЗ)

2.3.1 Определение расчётной интенсивности движения на УЖЗ

Вычислим расчётную интенсивность движения для УЖЗ. Перспективная интенсивность движения автомобильного транспорта, в соответствии с заданием на курсовое проектирование, составляет 790 авт./ч.

Таблица 2.3 – Состав потока и его интенсивность на УЖЗ

Состав потока	**%**	**Перспективная интенсивность, авт./ч, N_i**	**Коэф-т приведения, $K_{пр,i}$**	**Приведенная интенсивность, прив. л. ед./ч, $N_{прив,\,i}$**
Легковые автомобили и лёгкие фургоны	86,5	683,35	1,0	638,35
Двухосные грузовые автомобили	5,4	42,66	1,5	63,99
Трёхосные грузовые автомобили	3,9	30,81	1,8	55,46
Четырёхосные грузовые автомобили	2,8	22,12	2,0	44,24
Автобусы	1,2	9,48	3,0	28,44
Троллейбусы	0,2	1,58	3,0	4,74
ВСЕГО	100	**790**		**880**

Таким образом, расчётная интенсивность движения автомобильного транспорта на УЖЗ составляет $N_{прив}$ = 880 прив.л.ед./ч.

2.3.2 Определение количества полос движения на УЖЗ

Определим число полос движения по формуле (2.1). Пропускная способность одной полосы движения при регулируемом движении (светофорами) составляет $N_{пол}$ = 800 прив. л.ед./ч [6, табл. 5.3].

При наличии одной полосы движения в одном направлении коэффициент изменения пропускной способности $k_п$ = 1,0.

$$n = \frac{N_{прив} / 2}{N \cdot k_{пр}} = \frac{880/2}{800 \cdot 1} = 0{,}55.$$

Округляем число до целого значения в бóльшую сторону. Следовательно, требуется по 1 полосе движения в каждом направлении.

2.3.3 Определение ширины тротуара на УЖЗ

Ширину пешеходной части тротуара определим по формуле (2.2).

В соответствии с заданием на курсовое проектирование $N_{пеш}$ = 270 чел./ч. На проектируемой улице УЖЗ при отсутствии развитой торговой сети примем N_0 = 800 чел./ч. Подставим эти значения в формулу (2.2).

$$B_{\text{пеш}} = 0{,}75\frac{N_{\text{пеш}}}{N_0} = 0{,}75\frac{270}{700} = 0{,}25\,\text{м}\,.$$

Полученное значение ширины пешеходной части тротуара меньше минимально допустимой для УЖЗ в крупном городе (2,25 м), поэтому принимаем в качестве ширины пешеходной части тротуара $B_{\text{пеш}}$ = 2,25 м.

Общую ширину тротуара вычислим по формуле (2.3). Для УЖЗ можно принять a = 0,5 м. Тогда ширина тротуара на УЖЗ

$$B_{\text{тр}} = B_{\text{пеш}} + a = 2{,}25 + 0{,}5 = 2{,}75\,\text{м}\,.$$

3 Характеристики улично-дорожной сети

3.1 Коэффициент непрямолинейности улично-дорожной сети

Характеристикой улично-дорожной сети является *коэффициент непрямолинейности*, определяемый по формуле

$$K_{\text{нп}} = \frac{L_{\text{ф}}}{L_0}, \qquad (3.1)$$

где $L_{\text{ф}}$ – фактическая длина поездки между пунктами города, L_0 – расстояние между пунктами по воздушной линии [7].

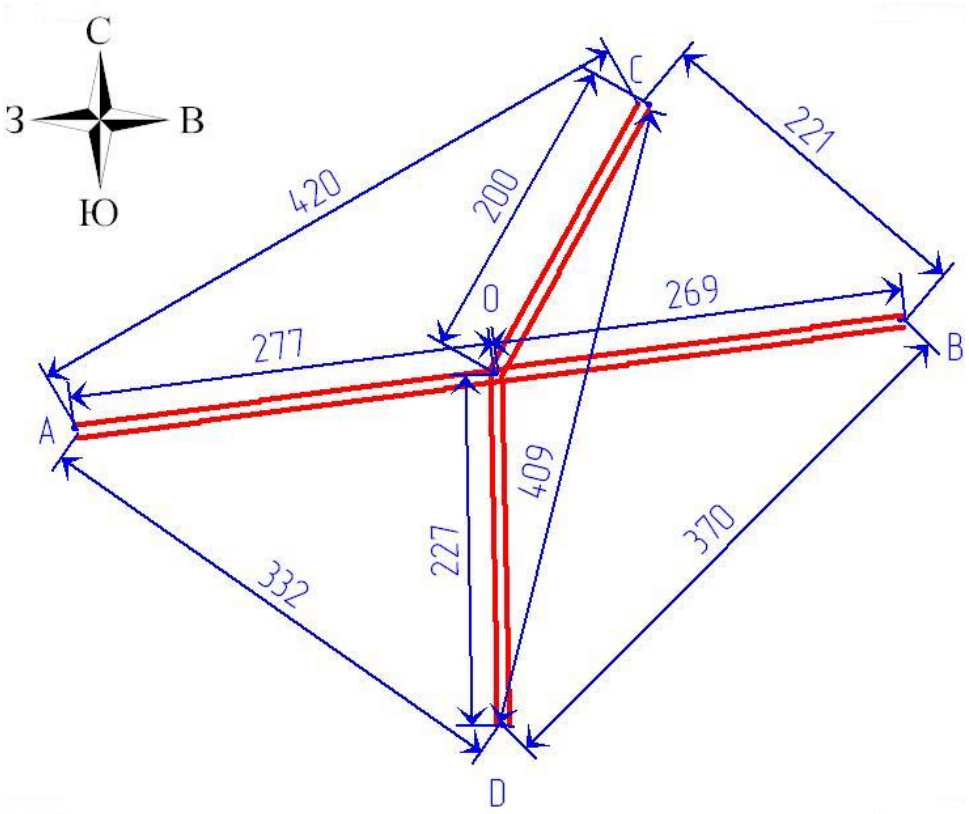


Рисунок 3.1 – Схема для определения коэффициента непрямолинейности

Степень непрямолинейности, характеризующаяся этим коэффициентом, приведена в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – Степень непрямолинейности

Коэффициент непрямолинейности	**Степень непрямолинейности**
Более 1,3	Исключительно высокая
1,25–1,3	Очень высокая
1,2–1,25	Высокая
1,15–1,2	Умеренная
1,1–1,15	Малая
Менее 1,1	Очень малая

Расчёты коэффициентов непрямолинейности поместим в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Характеристики улично-дорожной сети

i	**Пары точек**	**Фактическая длина**		**Длина по воздушной линии, м**	$K_{нп,i}$
		путь	**длина, м**		
1	A-O	AO	277	277	1
2	B-O	BO	269	269	1
3	C-O	CO	200	200	1
4	D-O	DO	227	227	1
5	A-B	AO + OB	546	546	1
6	A-C	AO + OC	477	420	1,14
7	A-D	AO + OD	504	332	1,52
8	B-C	BO + OC	469	221	2,12
9	B-D	BO + OD	496	370	1,34
10	C-D	CO + OD	427	409	1,04

Среднее значение коэффициента непрямолинейности составит:

$$K_{нп} = \frac{\sum_{i=1}^{n} K_{нп,i}}{n} = \frac{1+1+1+1+1+1{,}14+1{,}52+2{,}12+1{,}34+1{,}04}{10} = 1{,}12 \ . \qquad (3.2)$$

В соответствии с табл. 3.1 степень непрямолинейности малая.

3.2. Коэффициент плотности улично-дорожной сети

При разработке улично-дорожной сети также руководствуются зависимостью интенсивности пассажиропотоков от плотности сети линий наземного транспорта, оцениваемой *коэффициентом плотности*. Он определяется по формуле

$$\delta = \frac{\sum L}{F} \quad , \qquad (3.3)$$

где Σ L – суммарная протяжённость сети улиц, км; F – площадь района, км^2.

Суммарная протяжённость сети улиц

$$\Sigma L = AO + BO + CO + DO = 0{,}277 + 0{,}269 + 0{,}200 + 0{,}227 = 0{,}973 \text{ км}.$$

Площадь УДС была определена автоматизированным способом (рисунок 3.2) и составила 103892 м^2 = 0,104 км^2.

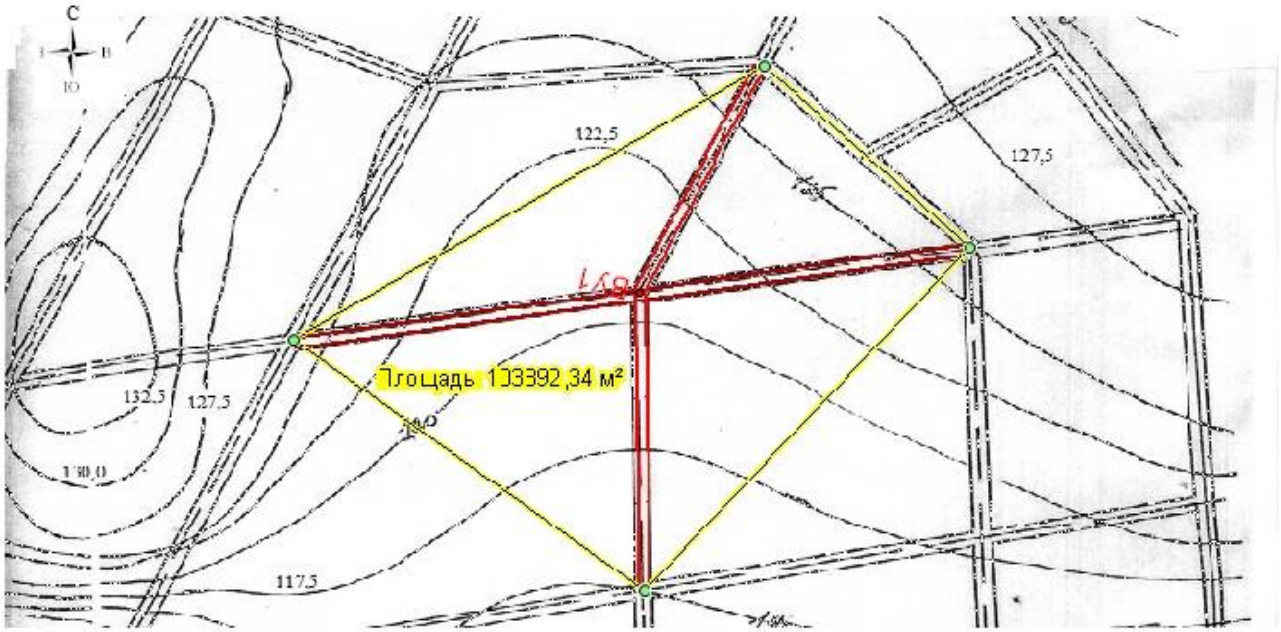


Рисунок 3.2 – Площадь фрагмента УДС

Тогда

$$\delta = \frac{\sum L}{F} = \frac{0{,}973}{0{,}104} = 9{,}36 \text{ км/км}^2.$$

Коэффициент δ должен быть, как правило, в пределах от 1,5 до 2,5 км/км^2. В центральных районах крупных и крупнейших городов (с населением свыше 250 тыс. чел.) он может достигать 4,5 км/км^2. Большое значение коэффициента говорит о том, что был вычислен лишь небольшой фрагмент запланированной УДС.

4 Назначение подземных инженерных сетей

4.1 Общие требования к размещению сетей

При прокладке подземных коммуникаций учитывают расстояние от них до линии застройки. В курсовом проектировании предполагаем, что расстояние от красной линии (границы улицы) до линии застройки составляет 1 м, что

позволяет нормативные требования к расстояниям до линии застройки перевести к расстояниям до красных линий, т.е. уменьшить их на 1 м.

Силовые электрокабели, предназначенные для снабжения населения и предприятий электроэнергией, трассируют на расстоянии 0,6 м от фундаментов зданий, т.е. они лежат за пределами красной линии и, следовательно, мы не рассматриваем их размещение на поперечном профиле улиц в пределах красных линий.

Инженерные сети глубокого заложения, которые нельзя переохлаждать (водопровод, канализация), располагаем ниже глубины промерзания. Тогда расстояние от поверхности земли до верха трубопровода должно быть не меньше 1,22 м (табл. 1.4).

Способ прокладки инженерных сетей – раздельный.

Подземные сети прокладываем за пределами проезжей части и зелёных насаждений, с соблюдением требований к расстояниям от сетей до красных линий, до кромки проезжей части и до фундаментов опор наружного освещения. На главной улице инженерные сети располагаем под техническими полосами и разделительными полосами и тротуарами. На пересекаемой – под техническими полосами и тротуарами.

Расстояние между стенками водопровода и стенками бытовой канализации по горизонтали должно быть не менее 1,5 м.

Расстояние между стенками водопровода и оболочкой теплосети по горизонтали должно быть не менее 1,5 м.

Расстояние между стенками трубопровода бытовой канализации и оболочкой теплосети по горизонтали должно быть не менее 1,0 м.

4.2 Водопровод

Главная улица (МУР) является магистральной улицей районного значения, следовательно, в соответствии с исходными данными на проектирование под ней прокладывают магистральный водопровод диаметром 500 мм. Пересекаемая улица является улицей жилой застройки (УЖЗ), следовательно, под ней прокладывают распределительный водопровод диаметром 150 мм.

Согласно нормативным требованиям расстояние от линии застройки до стенки водопровода должно быть не менее 5 м, поэтому расстояние от красной линии до стенки водопровода должно быть не меньше 4 м.

Расстояние от стенки водопровода до бордюрного камня, ограничивающего проезжую часть, должно быть не менее 2 м.

Расстояние от стенки водопровода до фундаментов опор наружного освещения, размещаемых на тротуарах или зелёных зонах, должно быть не менее 1 м.

Водопровод укладывают ниже границы промерзания, т. е. от линии рельефа до верха трубопровода должно быть не меньше 1,22 м.

4.3 Теплоснабжение

Для тепловой сети в проекте предусмотрена бесканальная прокладка.

Тепловую сеть проектируем двухтрубной, рассчитанной на подачу воды для отопления и горячего водоснабжения: одна труба – подающая, другая – обратная. Расстояние между трубами принимаем l = 0,5 м. На магистральной улице районного значения (МУР) трубы сети имеют диаметр d = 600 мм. На пересекаемой улице жилой застройки (УЖЗ) – диаметр d = 150 мм. Толщину теплоизоляционной оболочки примем равной a = 50 мм. Рассчитаем ширину двухтрубной системы с учётом диаметра труб, толщины теплоизоляционной оболочки и расстояния между трубами.

Ширина двухтрубной системы на МУР составит

$$L = 2(d + 2a) + l = 2(600 + 2 \cdot 10) + 500 = 1740 \text{ мм}.$$

Ширина двухтрубной системы на УЖЗ составит

$$L = 2(d + 2a) + l = 2(150 + 2 \cdot 10) + 500 = 840 \text{ мм}.$$

Минимальное расстояние от красной линии до оболочки теплосети – 1 м.

Минимальное расстояние от оболочки теплосети до бордюрного камня, ограничивающего проезжую часть, – 1,5 м.

Минимальное расстояние от оболочки теплосети до фундамента опор наружного освещения – 1,0 м.

Т.к. нормы проектирования разрешают размещать теплосети выше глубины промерзания, то разместим их на глубине 1 м от линии рельефа до верха оболочки теплосети.

4.4 Водоотведение

В проекте предусматривается раздельная самотечная система канализации, т.е. бытовая канализация осуществляется по трубопроводу диаметром 500 мм, а отвод дождевых стоков выполняется поверхностным способом, т.е. по проезжей части вдоль бортового камня. При этом продольный уклон улицы должен быть не менее 5 ‰.

Согласно нормативным требованиям расстояние от линии застройки до стенки трубопровода должно быть не менее 3 м, поэтому расстояние от красной линии до стенки трубопровода должно быть не меньше 2 м.

Расстояние от стенки трубопровода до бордюрного камня, ограничивающего проезжую часть, должно быть не менее 1,5 м.

Расстояние от стенки трубопровода до фундаментов опор наружного освещения, размещаемых на тротуарах, должно быть не менее 1 м.

Трубопровод бытовой канализации укладывают ниже границы промерзания, т. е. от линии рельефа до верха трубопровода должно быть не меньше 1,22 м.

4.5 Подземный кабель для наружного освещения улицы

Подземный электрокабель для наружного освещения проходит под тротуаром или зелёной зоной рядом с опорами, предназначенными для светильников и подвески линии контактной сети троллейбусов. Т.к. он не боится переохлаждения, то его укладывают непосредственно на грунт на глубине 0,7 м и расстоянии 0,5 м от ближайшей грани бордюрного камня.

5 Компоновка поперечных профилей улиц

5.1 Компоновка главной улицы (МУР)

Схема поперечного профиля улицы МУР показана на рисунке 5.1.

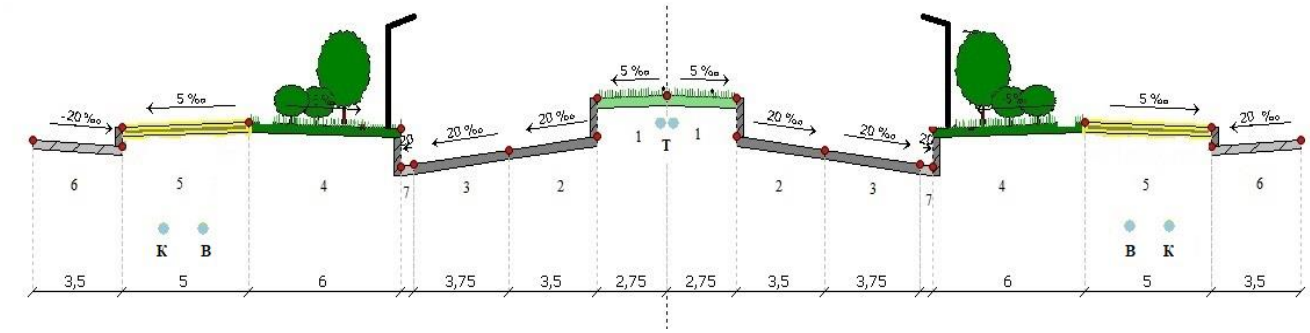


Рисунок 5.1 – Схема поперечного профиля главной улицы (МУР); 1 – разделительная полоса; 2 – полоса движения; 3 – полоса движения для общественного транспорта, 4 – зелёная полоса; 5 – коммуникационный коридор; 6 – тротуар; 7 – полоса безопасности; В – водопровод; К – канализация; Т – теплосеть

В данной схеме поперечного профиля улицы предусмотрены две проезжие части с двумя полосами движения, разделительная полоса, две зелёных полосы, два коммуникационных коридора и два тротуара. Ширина всех элементов назначена в соответствии с нормативными требованиями из таблицы 2.1 и требованиями к компоновке инженерных сетей.

Магистральная тепловая сеть располагается под разделительной полосой, тем самым не требуется её дублирование по двум сторонам улицы. Общая ширина разделительной полосы (2,75 + 2,75 = 5,5 м) обеспечивает расположение двухканальной теплотрассы шириной 1,74 м с требованиями к минимальному расстоянию от оболочки трубопровода до бортового камня проезжей части (1,5 м). Поперечный уклон разделительной полосы принят 5 ‰ для того, чтобы обеспечить сток дождевой и талой воды на проезжую часть при обильных осадках. Тепловая сеть расположена выше глубины промерзания на расстоянии 1 м от рельефа до оболочки трубопровода.

Каждая проезжая часть содержит две полосы движения. Вторая от оси улицы полоса предназначена для движения общественного транспорта, поэтому имеет ширину 3,75 м. Между полосой движения и зелёной полосой предусмотрена полоса безопасности шириной 0,5 м. Поперечный уклон проезжей части принят 20 ‰, который является нормативным для асфальтобетонных покрытий. Высота бортового камня, отделяющего проезжую часть от остальных элементов, составляет 0,2 м.

Зелёные полосы имеют ширину 6 м, что позволяет высадить растительность, снижающую распространение вредных выбросов от автотранспорта на тротуары и зону застройки. Кроме того, они являются резервными полосами, если в будущем при реконструкции может потребоваться увеличение числа полос движения. На зелёных полосах размещены опоры для освещения улицы и контактной сети троллейбусов. Подземный электрический кабель расположен рядом с опорами. Поперечный уклон принят в сторону проезжей части, т.к. поверхностный водоотвод предусматривается по полосе безопасности, вдоль бортового камня.

Коммуникационный коридор предназначен для прокладки водопровода и канализации. Их два, т. к. ширина улицы больше 22 м. Ширина коммуникационного коридора 5 м назначена в соответствии с диаметром водопровода (0,5 м) и канализации (0,5 м), а также с требованиями к минимальному расстоянию между трубопроводами (1,5 м) и возможностью вести земляные работы при ремонте сетей без обрушения стенок траншеи. Поперечный уклон поверхности коридора принят в сторону тротуара, по которому осуществляется поверхностный отвод дождевых и талых вод. Водопровод и канализация проложены ниже глубины промерзания, имеющей

место в данном районе проектирования (1,33 м), на глубине 1,5 м от рельефа до стенок трубопроводов.

Тротуары запроектированы шириной 3,5 м для того, чтобы обеспечить беспрепятственное движение пешеходов и соблюсти минимальное расстояние от красной линии улицы до стенок канализации (2 м) и водопровода (4 м). Поверхностный водоотвод дождевых и талых вод осуществляется вдоль бортового камня, отделяющего тротуар от коммуникационного коридора, поэтому поперечный уклон выполнен в его сторону. Высота бортового камня – 0,1 м. Величина поперечного уклона 20 ‰ назначена в соответствии с рекомендуемым значением.

5.1 Компоновка пересекаемой улицы (УЖЗ)

Схема поперечного профиля улицы жилой застройки показана на рисунке 5.2.

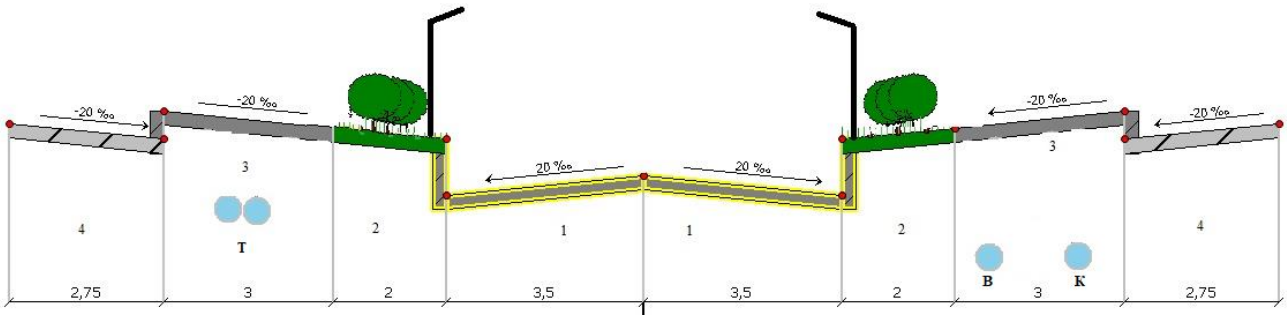


Рисунок 5.2 – Шаблон пересекаемой улицы (УЖЗ); 1 – проезжая часть; 2 – зелёная полоса; 3 – коммуникационный коридор; 4 – тротуар; Т – теплосеть; В – водопровод; К – канализация

В данной схеме поперечного профиля улицы предусмотрена одна проезжая часть с одной полосой движения в каждую сторону, две зелёных полосы, два коммуникационных коридора и два тротуара. Ширина всех элементов назначена в соответствии с нормативными требованиями из таблицы 2.1 и требованиями к компоновке инженерных сетей.

Полоса движения имеет ширину 3,5 м. Поперечный уклон проезжей части принят 20 ‰, который является нормативным для асфальтобетонных покрытий. Он обеспечивает поверхностный сток дождевых и талых вод вдоль бортового камня. Высота бортового камня – 0,2 м.

Зелёные полосы имеют ширину 2 м, что позволяет высадить растительность, снижающую распространение вредных выбросов от автотранспорта на тротуары и зону застройки. На зелёных полосах размещены опоры для освещения улицы. Подземный электрический кабель расположен

рядом с опорами. Поперечный уклон назначен в сторону проезжей части, т.к. поверхностный водоотвод предусматривается по проезжей части, вдоль бортового камня. Его величина принята рекомендуемой – 20 ‰.

Коммуникационный коридор слева от оси улицы предназначен для прокладки теплотрассы. Он имеет ширину 3 м, что обеспечивает расположение двухканальной теплотрассы шириной 0,84 м с требованиями к минимальному расстоянию от оболочки трубопровода до бортового камня проезжей части (1,5 м). Тепловая сеть расположена выше глубины промерзания на расстоянии 1 м от рельефа до оболочки трубопровода.

Коммуникационный коридор справа от оси улицы предназначен для прокладки водопровода и канализации. Ширина коммуникационного коридора 3 м назначена в соответствии с диаметром распределительного водопровода (0,15 м) и канализации (0,5 м), а также с требованиями к минимальному расстоянию между трубопроводами (1,5 м). Поперечный уклон поверхности коммуникационного коридора принят в сторону зелёной полосы. Водопровод и канализация проложены ниже глубины промерзания, имеющей место в данном районе проектирования (1,33 м), на глубине 1,5 м от рельефа до стенок трубопроводов.

Тротуары запроектированы шириной 2,75 м, чтобы обеспечить беспрепятственное движение пешеходов и соблюсти минимальное расстояние от красной линии улицы до стенок канализации (2 м) и водопровода (4 м). Поверхностный водоотвод дождевых и талых вод осуществляется вдоль бортового камня, отделяющего тротуар от коммуникационного коридора, поэтому поперечный уклон выполнен в его сторону. Величина поперечного уклона 20 ‰ назначена в соответствии с рекомендуемым значением.

6 Разбивка пикетажа плана улиц и вычисление руководящих отметок

6.1 Разбивка пикетажа плана улиц

На топоплане масштаба 1:10000 один пикет – это 1 см. Разбивку проводим с помощью линейки и циркуля. Разбивка улиц показана на рис. 6.1.

Пикет конца трассы главной улицы (МУР) составил ПК 5+40,07, т.е. длина улицы 540 м 7 см[1].

Пикет конца трассы пересекаемой улицы (УЖЗ) составил ПК 4+25,61, т.е. длина улицы 425 м 61 см.

[1] Такая точность разбивки может быть обеспечена при автоматизированном проектировании.

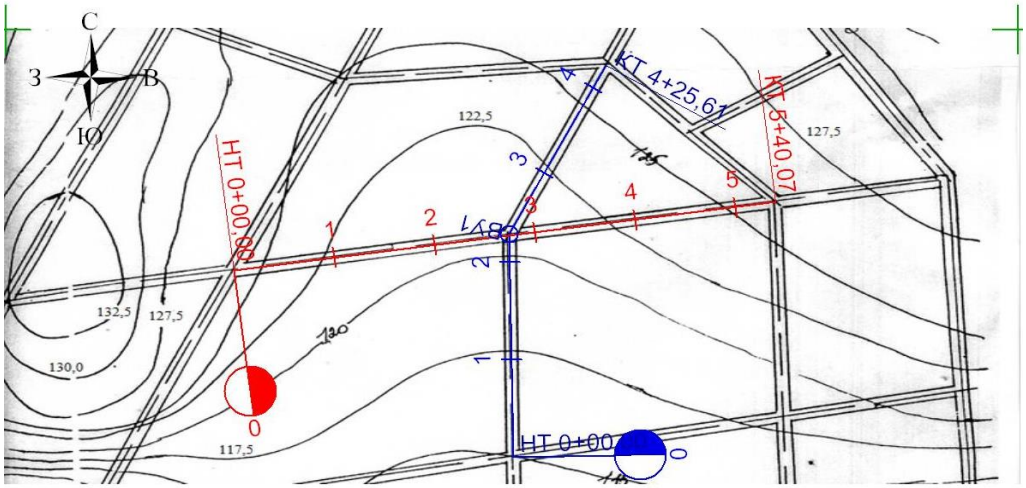


Рисунок 6.1 – Разбивка плана улиц на пикеты

6.2 Вычисление руководящих отметок

6.2.1 Вычисление руководящей отметки для МУР

При нанесении проектной линии ориентируются на руководящую отметку, которую определяют таким образом, чтобы обеспечить оптимальное заглубление проезжей части из условия обеспечения стока воды с застроенной территории при минимальных объёмах земляных работ. Для упрощения примем, что на границах «красных линий» проектная отметка равна отметке земли. Тогда

$$h_{\text{рук}} = \sum_j \left(\pm i_j \cdot l_j\right) \pm \sum_k \delta_k \ , \qquad (6.1)$$

где l_j, i_j – соответственно длина и уклон линии j-го участка; δ_k – превышение (высота бортового камня). Знак «-» – уклон и превышение вниз, знак «+» – уклон и превышение вверх.

Определим руководящую отметку ($h_{\text{рук}}$) для МУР, по поперечному профилю, представленному на рис. 6.2.

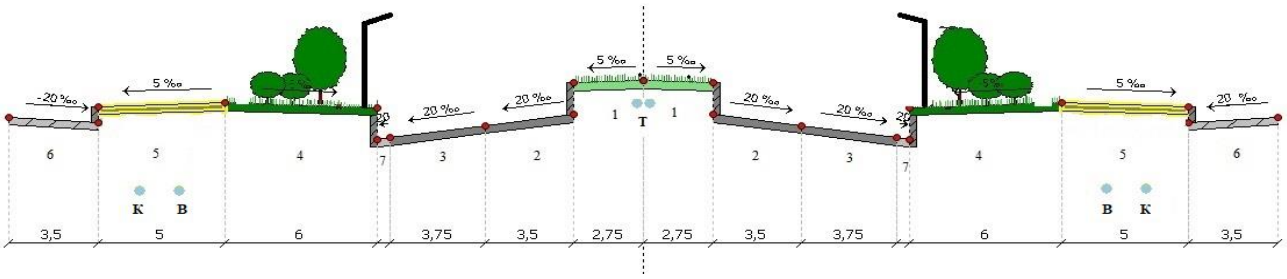


Рисунок 6.2 – Поперечный профиль МУР

Соберём элементы профиля в таблицу 6.1. Тогда руководящая отметка – итоговая сумма в столбце 5.

Таблица 6.1 – Данные для расчёта руководящей отметки по оси МУР

№	Элемент	Длина, м	Уклон, тысячные доли	Перепад высот, м
1	**2**	**3**	**4**	**5**
1	Тротуар	3,5	-0,02	-0,07
2	Бортовой камень			0,1
3	Коммуникационный коридор	5	0,005	0,025
4	Зелёная полоса	6	-0,02	-0,12
5	Бортовой камень			-0,2
6	Полоса № 2	3,75	0,02	0,075
7	Полоса № 1	3,5	0,02	0,07
8	Полоса безопасности	0,5	0,02	0,01
9	Бортовой камень			0,2
10	Разделительная полоса	2,75	0,005	0,2
Руководящая отметка для оси улицы				**0,29**

Просуммировав данные последнего столбца, получим величину руководящей отметки. Она составит 0,29 м, т.е. ось дороги будет располагаться выше красной линии на 29 см.

6.2.2 Вычисление руководящей отметки для УЖЗ

Определим руководящую отметку ($h_{рук}$) для УЖЗ, по поперечному профилю, представленному на рис. 6.3.

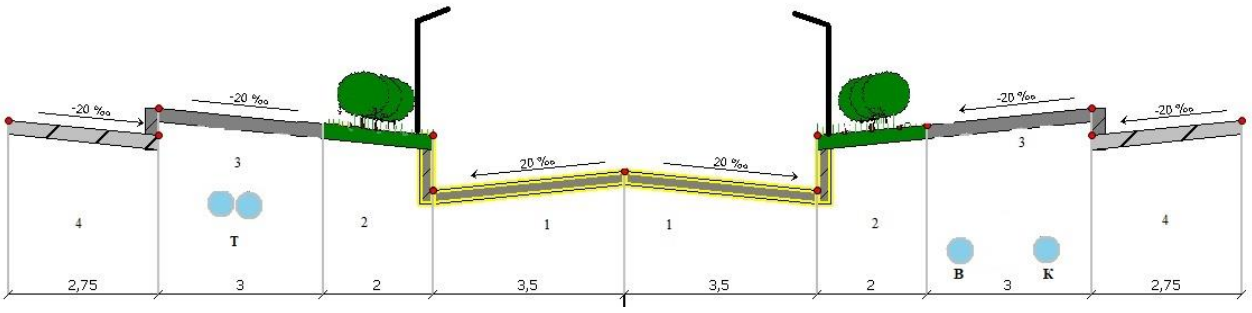


Рисунок 6.3 – Поперечный профиль УЖЗ

Соберём элементы профиля в таблицу 6.2. Тогда руководящая отметка – итоговая сумма в столбце 5.

Таблица 6.2 – Данные для расчёта руководящей отметки по оси УЖЗ

№	Элемент	Длина, м	Уклон, тысячные доли	Перепад высот, м
1	Тротуар	2,75	-0,02	-0,055
2	Бортовой камень			0,1
3	Коммуникационный коридор	3	-0,02	-0,06
4	Зелёная полоса	2	-0,02	-0,04
5	Бортовой камень			-0,2
7	Полоса движения	3,5	0,02	0,07
Руководящая отметка для оси улицы				**-0,185**

Просуммировав данные последнего столбца, получим величину руководящей отметки. Она составит -0,185 м, т.е. ось дороги будет располагаться ниже красной линии на 18,5 см.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 131.13330.2025. Строительная климатология / Минстрой России: дата введения 09-09-2025. – Москва, 2025. – 272 с.
2. СП 34.13330-2021. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* : дата введения 2021-08-10. – Москва: Минстрой России, 2021. – 99 с.
3. Центр проектирования (center-pss.ru) – URL: https://www.vo-da.ru/tool/freezing/338 . Дата обращения: 2026-09-25.
4. СТУ 7.5-07-2021 Стандарт университета. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности / Сиб. Федер. ун-т. – Красноярск, 2021. – 61 с.
5. СП 42.13330.2026 Градостроительство. Планировка и застройка территорий. Актуал. редакция СНиП 2.07.01-89* / Мин-во строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. – М., 2026. – 339 с.
6. СП 396.1325800.2018 Улицы и дороги населённых пунктов. Правила градостроительного проектирования. Введен впервые 02.02.2019 г. с изменен. № 1 от 25.06 2020 г. и № 2 от 28.01.2022 г. / Мин-во строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. – М, 2022. – 81 с.

7. Проектирование городских улиц и дорог: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / сост. В.И. Жуков, С.В. Копылов; под ред. В.И. Жукова. – Электрон. дан. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – 80 с.
8. СП 18.13330.2019 Производственные объекты. Планировочная организация земельного участка. Актуал. редакция СНиП П-89-80* / Мин-во строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. – М., 2019. – 54 с.