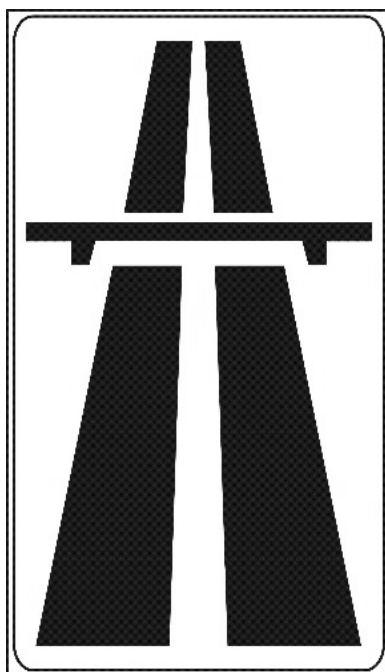


МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Автомобильные дороги»

УЛИЦЫ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов специальности
1-70 03 01 «Автомобильные дороги»
дневной и заочной форм обучения*



Могилев 2022

УДК 625.71
ББК 39.311
У 79

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Автомобильные дороги» «25» сентября 2022 г.,
протокол № 2

Составители: ст. преподаватель А. М. Сергеева;
ст. преподаватель Т. А. Полякова

Рецензент канд. техн. наук доц. С. В. Данилов

Методические рекомендации предназначены для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» при выполнении практических работ по дисциплине «Улицы населенных пунктов».

Учебно-методическое издание

УЛИЦЫ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Ответственный за выпуск	А. М. Брановицкий
Корректор	Т. А. Рыжикова
Компьютерная верстка	М. М. Дударева

Подписано в печать 29.11.2022 . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. 1,63. Уч. - изд. л. 1,69 . Тираж 36 экз. Заказ № 1102.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2022

Содержание

Введение.....	4
1 Практическая работа № 1. Проектирование плана улиц	5
2 Практическая работа № 2. Проектирование продольного профиля.....	9
3 Практическая работа № 3. Расчет транспортной нагрузки.....	11
4 Практическая работа № 4. Проектирование вертикальной планировки...	14
5 Практическая работа № 5. Определение прочности дорожной одежды.....	17
6 Практическая работа № 6. Составление ведомости на устройство автопавильона.....	21
7 Практическая работа № 7. Составление графика дислокации дорожных знаков.....	23
Список литературы.....	27

Введение

Целью учебной дисциплины «Улицы населенных пунктов» является формирование знаний, умений и навыков по проектированию городских улиц и дорог и их основных элементов, включая продольный профиль, вертикальную планировку, озеленение, водоотведение, подземные инженерные коммуникации и дорожные одежды с целью обеспечения надежного, удобного и безопасного транспортного сообщения в населенных пунктах.

Целью методических рекомендаций является углубление знаний, полученных при изучении материала дисциплины «Улицы населенных пунктов».

Минимум теоретического материала и методика решения конкретных задач позволят студентам достигнуть поставленной цели. Полученные знания необходимы будущим специалистам как на этапе проектирования улиц в населенных пунктах, так и при их строительстве.

Улицы населенных пунктов и прилегающих к ним территорий следует проектировать в виде единой системы с учетом функционального зонирования, архитектурно-планировочной организации территории и характера ее застройки, функционального назначения улиц, интенсивности транспортного, велосипедного и пешеходного движения, а также передвижения физически ослабленных лиц, в том числе использующих кресла-коляски, велоколяски и т. п.

В ходе выполнения практических работ студент научится:

- проектированию планов улиц;
- проектированию продольного профиля;
- расчету транспортной нагрузки;
- проектированию вертикальных планировок;
- определению прочности дорожной одежды;
- составлению ведомости на устройство автопавильона;
- составлению графика дислокации дорожных знаков.

1 Практическая работа № 1. Проектирование плана улиц

Цель работы: получить навыки в проектировании плана улиц населенных пунктов.

Улицей называют полосу территории города или населенного пункта, расположенную между застройкой или участками иного пользования и назначения. Пример участка плана улицы представлен на рисунке 1.1.

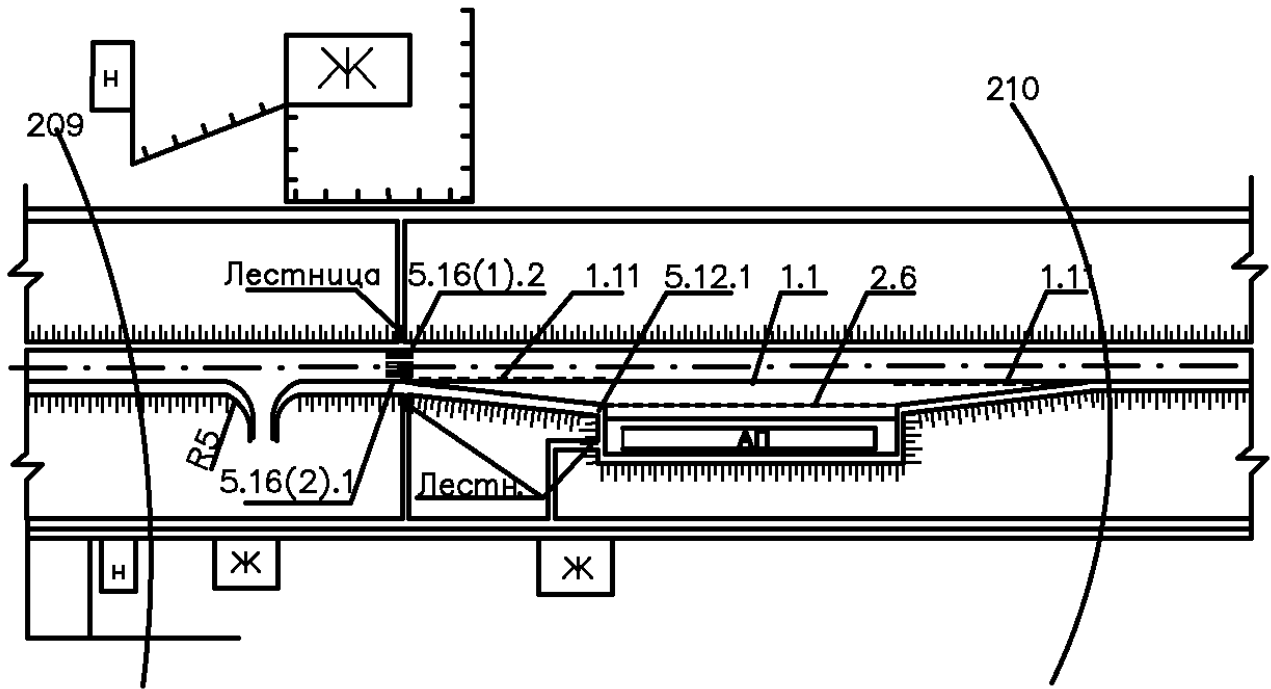


Рисунок 1.1 – Пример участка плана улицы

Общая ширина улицы определяется расстоянием между красными линиями и назначается в соответствии с [1]. В ее пределах размещают проезжую часть, тротуары и пешеходные дорожки, зеленые насаждения, полосы и островки, разделяющие движение по направлениям, полотно для рельсового транспорта, опоры для воздушных проводов различного назначения и для установки светильников, технические средства регулирования движения и другие элементы благоустройства.

В ходе выполнения практической работы необходимо на плане местности с горизонталями запроектировать участок плана улицы населенного пункта протяженностью 200 м в масштабе 1:500 с автобусной остановкой, пешеходными дорожками или тротуарами, примыканиями и пересечениями в соответствии с исходными данными, приведенными в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Варианты для проектирования

Вариант	1-4	5-6	7-10	11-14	15-18	19-22	23-25	26-30
Обозначение улиц (категория)	Б	Е	Ж	З	Г	П2	А	П1

Основные параметры улиц населенных пунктов принимают в соответствии с нормами, приведенными в таблице 1.2, в зависимости от категории улиц и с учетом интенсивности движения транспортных средств и пешеходов на 20-й год с момента окончания проектирования. Тупиковые проезды следует заканчивать разворотными площадками размером 12×12 м или кольцом с радиусом закругления по оси проезда не менее 5 м.

Ширину тротуаров и пешеходных дорожек устанавливают с учетом категорий улиц в зависимости от размеров пешеходного движения, а также размещения в пределах тротуаров и пешеходных дорожек опор, мачт освещения, деревьев и т. п. Ширину пешеходной части тротуаров следует принимать кратной ширине полосы пешеходного движения 0,75 м, но не менее указанной в таблице 1.2. Минимальная ширина пешеходной дорожки при самостоятельном трассировании должна составлять не менее 1,5 м.

Между тротуарами и боковыми канавами, откосами насыпи или выемки высотой от 1 до 2 м следует устраивать бермы шириной не менее 0,5 м. При высоте откосов насыпи или выемки более 2 м ширина бермы принимается не менее 1,5 м. На тротуарах, примыкающих к откосам насыпи или выемки высотой более 2 м, при ширине бермы менее 1,5 м следует предусматривать дорожные ограждения второй группы.

Велосипедные дорожки в поперечном профиле улицы могут размещаться на боковых разделительных полосах как самостоятельный элемент улицы. Велосипедные дорожки в виде полос могут примыкать к тротуару, проезжей части улицы, бокового (местного) проезда с выделением их разметкой.

Остановочные пункты автобусов и троллейбусов, как правило, размещают за перекрестками или пешеходными переходами. Расстояние от ближайшей границы наземного пешеходного перехода до ближайшего края посадочной площадки остановочного пункта должно быть не менее 5 м.

Длину остановочной площадки принимают из расчета 20 м на один автобус или троллейбус, но не более 60 м. Остановочные площадки маршрутных пассажирских транспортных средств на улицах с регулируемым режимом движения следует устраивать в уширениях проезжей части в виде открытых карманов. Глубину карманов следует принимать не менее 3 м, длину отгонов уширения – от 20 до 30 м. В стесненных условиях глубину карманов допускается уменьшать до 2,5 м, длину отгонов уширения – до 10...20 м.

Посадочные площадки следует размещать в пределах боковой разделительной полосы или тротуара. Ширину посадочной площадки следует принимать в зависимости от расчетного числа входящих и выходящих на остановочном пункте пассажиров исходя из нормы $0,5 \text{ м}^2$ на одного человека, но не менее 1,5 м. Ближайшая грань павильона должна быть удалена от бортового камня проезжей части остановочной площадки не менее чем на 3 м, а в стесненных условиях – не менее чем на 2 м.

Вопросы для контроля

- 1 Какие элементы улицы размещают в пределах красной линии?
- 2 От чего зависит длина посадочной площадки?
- 3 Как на плане заканчивают тупиковые проезды?

Таблица 1.2 – Основные параметры улиц населенных пунктов

Нормативный показатель, элемент плана и профиля улиц	Значение показателей для категорий												
	магистральных улиц						улиц местного назначения						проездов
	М	А	Б	В	Г	Е	Ж	З	П1	П2			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
Расчетная скорость движения, км/ч	$\frac{100}{80}$	$\frac{80}{60}$	$\frac{70}{50}$	$\frac{70}{50}$	$\frac{60}{40}$	$\frac{60}{40}$	$\frac{60}{30}$	$\frac{30}{20}$	Не нормируется				
Минимальное количество полос движения	4	4	4	$\frac{4}{2}$	2	2	2	2	2	2	2	1	
Ширина полосы движения, м	3,75	$\frac{3,75}{3,50}$	3,5	3,5	3,5	3,5	$\frac{3,5}{3,0}$	3,0	2,75	3,50			
Ширина краевой предохранительной полосы, м	0,75	0,5	$\frac{0,5}{0,0}$	—	—	—	—	—	—	—			
Минимальная ширина центральной разделительной полосы, м	$\frac{5,0}{3,0}$	$\frac{5,0}{2,0}$	2,0	2,0*	—	—	—	—	—	—			
Ширина обочины, м**	3,0	2,5	2,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0			
Наименьшие радиусы кривых в плане, м	$\frac{600}{400}$	$\frac{400}{250}$	$\frac{250}{150}$	$\frac{250}{150}$	$\frac{250}{150}$	$\frac{150}{100}$	$\frac{120}{60}$	$\frac{60}{30}$	$\frac{30}{20}$	$\frac{25}{15}$			
Наибольший продольный уклон, ‰	$\frac{40}{60}$	$\frac{60}{70}$	$\frac{70}{80}$	$\frac{70}{80}$	$\frac{80}{90}$	$\frac{80}{90}$	$\frac{80}{90}$	$\frac{80}{90}$	$\frac{80}{90}$	$\frac{80}{90}$	$\frac{80}{90}$	20	
Алгебраическая разность уклонов в продольном профиле, при которой и более устраивают вертикальные кривые, ‰	2	5	10	10	15	15	15	20	20	20			
Наименьшие радиусы вертикальных кривых	$\frac{6000}{4000}$	$\frac{4000}{2500}$	$\frac{4000}{1500}$	$\frac{4000}{1500}$	$\frac{2500}{1000}$	$\frac{2500}{1000}$	$\frac{2500}{600}$	$\frac{600}{600}$	300	300			
	$\frac{2500}{2000}$	$\frac{2000}{1500}$	$\frac{1500}{1200}$	$\frac{1500}{1000}$	$\frac{1000}{600}$	$\frac{1000}{600}$	$\frac{600}{3000}$	300	200	200			
Расстояние между пересечениями, м, не менее	1000	500	400	250	150	150	150	50	20	20			
Наименьшая ширина пешеходной части тротуара, м	3,0	4,5	3,0	3,0	2,25	2,25	2,25	1,5	1,2	1,2			
	2,25	2,25	2,25	2,25	1,5	1,5	1,5	1,2	1,2	1,2			
Ширина улицы в красных линиях, м	$70...100^{***}$	$50...80$	$30...60$	$30...50$	$25...30$	$25...40$	$20...30$	$15...20$	15...20	Не нормируется			

Окончание таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Примечания</i>										
1 * Для проезжей части улицы шириной четыре и более полос движения в обе стороны.										
2 ** В условиях проектирования улиц с применением поперечного профиля автомобильных дорог общего пользования.										
3 *** Ширина уточняется по условиям задания на проектирование.										
4 В числителе приведены показатели для условий нового строительства на свободных территориях с равнинным рельефом, в знаменателе – допустимое уменьшение показателей для условий реконструкции, капитального ремонта, на застроенных территориях (в стесненных условиях) и на пересеченной местности (с уклоном территории более 40 ‰); при этом следует учитывать требования разд. 5.										
5 Ширину улиц в красных линиях допускается увеличивать или уменьшать при соответствующем обосновании (условия прокладки инженерных сетей, интенсивность движения транспортных средств, стесненные условия, размещение застройки с одной стороны улицы и т. п.).										
6 В условиях реконструкции и капитального ремонта улиц, а также при новом строительстве в малых городах ширину проезжей части улиц категории В допускается уменьшать до двух полос движения.										
7 В условиях реконструкции и капитального ремонта (модернизации) на улицах категорий Б и В центральные разделительные полосы допускается не устраивать.										
8 Для улиц категорий Б, В, Г, Ж и З в условиях реконструкции и капитального ремонта на территориях со сложившейся застройкой при соответствующем обосновании допускается сохранять существующие продольные и поперечные уклоны и расстояния между перекрестками.										
9 На примыканиях улиц местного значения и съездов (въездов) транспортных развязок к магистральным улицам в стесненных условиях допускается перелом продольного профиля с алгебраической разностью уклонов до 20 ‰ включительно без сопряжения вертикальными кривыми.										
10 Расстояния между пересечениями измеряют от осей пересекающихся улиц										

2 Практическая работа № 2. Проектирование продольного профиля

Цель работы: получить навыки в проектировании продольного профиля улицы населенного пункта.

Проектная линия отдельных участков улицы населенного пункта характеризуется продольным уклоном i между двумя точками (рисунок 2.1), который определяют как отношение разности высот h между этими точками к горизонтальному расстоянию между ними:

$$i = \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{L_1}, \quad (2.1)$$

где α – угол наклона, град;

h – превышение (разность высот), м;

L_1 – длина рассматриваемого участка, м.

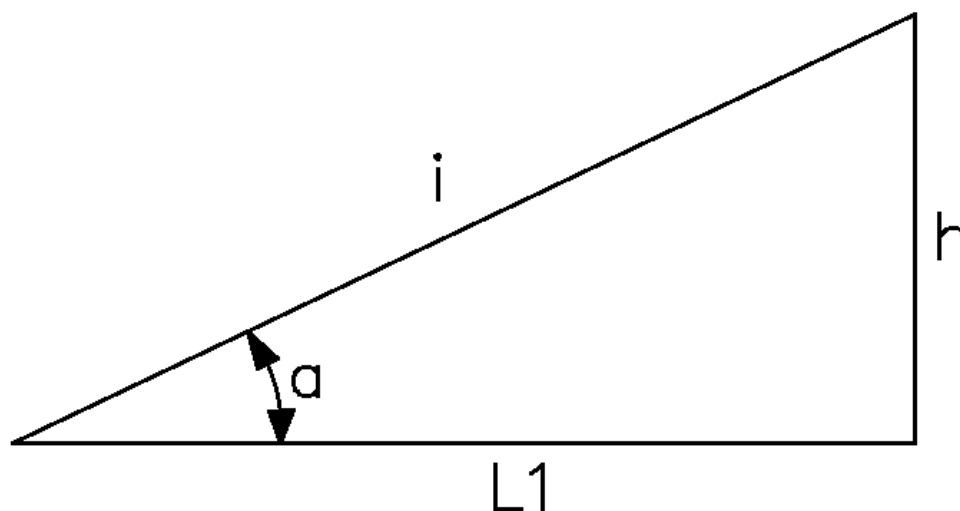


Рисунок 2.1 – Схема к определению продольного уклона проектной линии

Величина уклона выражается в процентах или промилле. Величина в тысячных показывает, на сколько метров повышается или понижается трасса улицы на протяжении 100 м. Подъемы считаются положительными, а спуски – отрицательными уклонами.

При проектировании продольного профиля улиц на соседних участках образуются переломы с разными уклонами. Их частое чередование или близкое расстояние между собой нарушают удобство движения транспорта.

Различают выпуклые и вогнутые переломы. Выпуклые ухудшают обзор дороги. Поэтому для удобства обзора и уменьшения толчков вводят вставки вертикальных кривых. Величину радиуса выпуклых вертикальных кривых определяют из условия видимости водителем препятствия, необходимого при экстренном торможении (таблица 2.1).

Таблица 2.1– Параметры при проектировании улиц населенных пунктов

Категория улиц и дорог	Наименьшая расчетная видимость, м		Наименьший радиус вертикальных кривых, м	
	поверхности проезжей части	встречного автомобиля	выпуклых	вогнутых
Магистральные	175	350	10000	2000
Общегородские	140	280	6000	1500
Районные	100	200	4000	1000
Жилые	75	150	2000	500
Промышленные и складские	75	150	2000	500
Проезды	40	80	600	200

Расстояние видимости принято из условия расположения глаз на высоте 1,2 м над осью крайней по ходу ленты движения транспорта на расстоянии 1,5 м от бортового края.

При выполнении практической работы необходимо запроектировать участок продольного профиля улицы населенного пункта на основании составленного в практической работе № 1 плана. Продольный уклон проектной линии принимают по таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Варианты для проектирования продольного профиля

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Уклон, ‰	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Продолжение таблицы 2.2

Вариант	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Уклон, ‰	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26

Пример – Определить уклон между двумя точками с разностью отметок $h = 0,5$ м и расстоянием между этими точками $L_1 = 100$ м.

Решение

Воспользуемся формулой (2.1): $i = \frac{0,5}{100} = 0,005$ или 5 ‰.

Вопросы для контроля

1 Как определяют продольный уклон проектной линии на продольном профиле и рабочие отметки?

3 Практическая работа № 3. Расчет транспортной нагрузки

Цель работы: получить навыки расчета величины транспортной нагрузки, действующей на конструкцию дорожной одежды улиц населенных пунктов.

При проектировании дорожных одежд улиц населенных пунктов в качестве расчетных принимают нагрузки, соответствующие предельной нагрузке на наиболее нагруженную ось расчетного двухосного транспортного средства. Схема расчетной нагрузки представлена на рисунке 3.1.

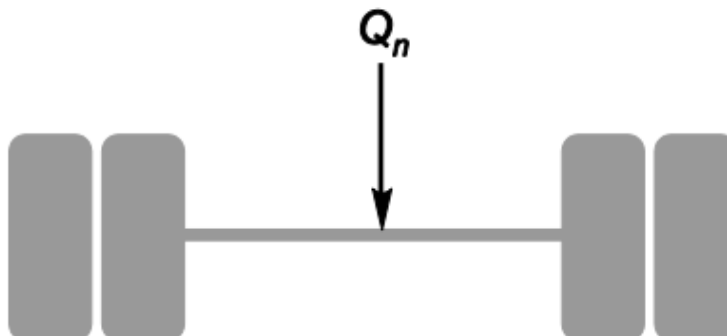


Рисунок 3.1 – Расчетная нагрузка

Если в задании на проектирование нормативная статическая нагрузка на ось Q_n не оговорена специально, за расчетную принимают следующие нагрузки:

- нагрузку $Q_n = 130$ кН – для расчетного уровня движения 1;
- нагрузку $Q_n = 115$ кН – для расчетного уровня движения 2–6;
- нагрузку $Q_n = 100$ кН – для расчетного уровня движения 7.

Характеристики нормативной статической нагрузки на ось Q_n приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Нормативная статическая нагрузка на ось расчетного автомобиля

Нормативная статическая нагрузка на ось Q_n , кН	Давление воздуха в шине p_w , МПа	Среднее контактное давление p_c , МПа		Эквивалентный диаметр следа колеса D , м	
		по контуру отпечатка	по выступам протектора	движущегося транспортного средства	неподвижного транспортного средства
100	0,7	0,6	0,75	0,37	0,33
115	0,8	0,7	0,90	0,38	0,34
130	0,9	0,85	1,0	0,39	0,36

В качестве расчетной схемы нагружения дорожной конструкции колесом автомобиля принимают нагружение гибким круглым штампом диаметром D , передающим равномерно распределенную нагрузку от удельного давления p_w воздуха в шине.

При определении расчетного значения нормативной статической нагрузки для многоосных автомобилей нормативную статическую нагрузку на колесо, определяемую по паспортным данным, следует умножать на коэффициент K_c , вычисляемый по формуле

$$K_c = a - b \cdot \sqrt{B_m - c}, \quad (3.1)$$

где B_m – расстояние между крайними осями автотранспортного средства, м;
 a, b, c – параметры, определяемые по таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Значение параметров a, b, c

Тележка	a	b	c
Двухосная	1,7	0,43	0,5
Трехосная	2,0	0,46	1,0

Суммарное число приложений расчетной нагрузки $\sum N_p$ к точке на поверхности дорожной конструкции за срок службы дорожной одежды определяют по формуле

$$\sum N_p = N_p \cdot T_{\text{рдог}} \cdot K_n \cdot T_{\text{сл}} \cdot q, \quad (3.2)$$

где N_p – приведенная к расчетному автомобилю интенсивность движения транспортных средств в первый год срока службы дорожной одежды, ед./сут;

$T_{\text{рдог}}$ – число расчетных дней в году, соответствующих определенному состоянию деформируемости дорожной конструкции, равное 145 дней;

K_n – коэффициент, учитывающий вероятность отклонения суммарного движения транспортных средств от среднего ожидаемого, принимаемый по таблице 3.3;

$T_{\text{сл}}$ – расчетный срок службы материала дорожной конструкции, принимаемый по таблице 3.4, лет;

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

Таблица 3.3 – Значение коэффициента K_n

Категория улиц и дорог	K_n
М, А, Д	1,4
Б, В	1,3
Г, Е, Ж, З, П	1,2

Таблица 3.4 – Значение расчетного срока службы материала покрытия

Материал верхнего слоя покрытия (слоя износа)	Материал нижнего слоя покрытия (несущего слоя)	Уровень надежности материала дорожной конструкции P	Расчетный срок службы материала покрытия $T_{сл}$, лет
6.1.4	6.2.3, 6.2.5	0,96...0,99	14...18
6.1.5	6.2.3, 6.2.5	0,92...0,97	9...14
6.1.6	6.2.3, 6.2.5,	0,91...0,96	8...12
6.1.7	6.2.1, 6.2.7–6.2.13	0,82...0,91	4...8
6.1.8	6.2.1, 6.2.7–6.2.13	0,82...0,94	4...10
6.1.2	6.2.4	0,90...0,96	7...12
6.1.1	6.1.7	0,90...0,96	7...12
6.1.3	6.1.7	0,90...0,94	7...10
<i>Примечание</i> – Код материала верхнего и нижнего слоя покрытия соответствует [2, разд. 6]			

При выполнении практической работы необходимо определить суммарное число приложений расчетной нагрузки $\sum N_p$ к точке на поверхности дорожной конструкции за срок службы дорожной одежды. Исходные данные представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Варианты для расчета транспортной нагрузки

Вариант	1–3	4–6	7–9	10–12	13–15	16–18	19–21	22–24
Обозначение улиц (категория)	Ж	Е	Б	В	Г	М	А	Д
Показатель изменения интенсивности движения, q	1,04	1,03	1,06	1,05	1,02	1,08	1,09	1,07

Пример – Число накопленных осей за расчетный срок службы определяют по формуле (3.2), принимая:

- категорию улицы – М;
- приведенную к расчетному автомобилю интенсивность движения транспортных средств в первый год срока службы дорожной одежды $N_p = 5000$ авт./сут;
- коэффициент, учитывающий вероятность отклонения суммарного движения транспортных средств от среднего ожидаемого, $K_n = 1,4$;
- расчетный срок службы для материала дорожной конструкции 6.1.4 составляет 14 лет;
- показатель изменения интенсивности движения автомобилей по годам – 1,08.

$$\sum N_p = 5000 \cdot 145 \cdot 1,4 \cdot 14 \cdot 1,08 = 15\,346\,800 \text{ шт.}$$

Вопросы для контроля

- 1 Какую функцию выполняет конструкция дорожной одежды?
- 2 От чего зависит суммарное число приложений расчетной нагрузки?
- 3 Каким образом определяют расчетное значение нормативной статической нагрузки для многоосных автомобилей?

4 Практическая работа № 4. Проектирование вертикальной планировки

Цель работы: получить навыки проектирования вертикальной планировки методом проектных горизонталей и определения объемов земляных работ.

Под вертикальной планировкой городской территории следует понимать планировочные земляные работы, связанные с приведением естественного рельефа к состоянию, удовлетворяющему требованиям городского строительства и благоустройства, позволяющему придать застройке наибольшую архитектурную выразительность.

Проектные горизонталы – это линии, соединяющие между собой точки поверхности с одинаковыми проектными отметками. Сечение рельефа горизонталями (шаг горизонталей) в зависимости от стадии проектирования и рельефа местности принимается 0,1; 0,2; 0,5 и 1,0 м.

Пример вертикальной планировки участка проезжей части улицы приведен на рисунке 4.1.

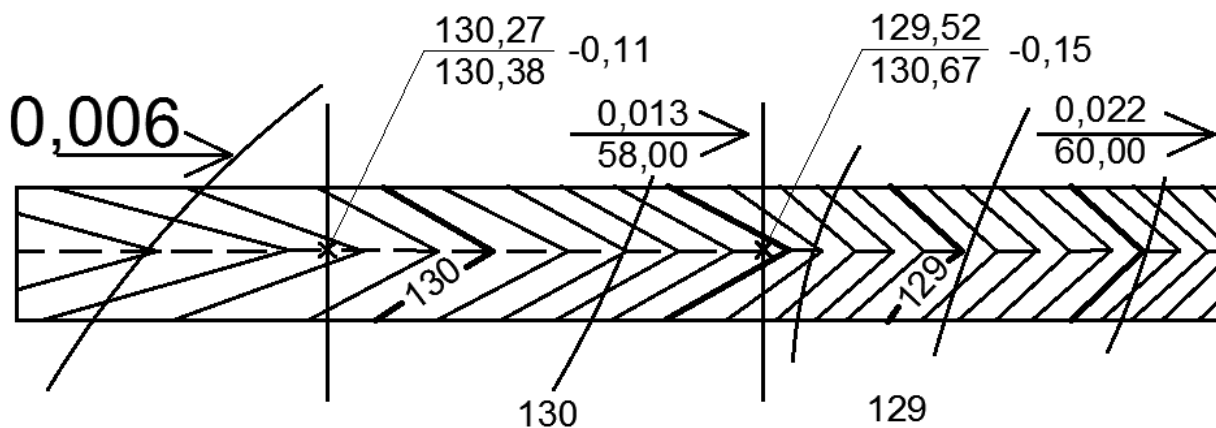


Рисунок 4.1 – Вертикальная планировка участка проезжей части улицы, выполненная методом проектных горизонталей

На плане показаны переломные точки продольного профиля и их отметки дробью: в числителе – проектная отметка, в знаменателе – отметка существующего рельефа, разность между этими отметками называется рабочей отметкой (со знаком «+» – насыпь, со знаком «-» – выемка). Расстояния между переломными точками показывают дробью со стрелкой в направлении уклона: в числителе – значения уклона, в знаменателе – расстояние в метрах.

Вычерчивается план перекрестка основной и пересекаемой улиц с отсту-

пом в каждую сторону от перекрестка по несколько пикетов (рекомендуемые масштабы: 1 : 200, 1 : 500).

Минимальные радиусы закруглений следует принимать на улицах не менее 12 м, а на транспортных площадях – не менее 15 м. В стеснённых условиях радиусы допускается уменьшать до 5 и 8 м соответственно.

Расстояние между проектными горизонталями в плане определяется по формуле

$$t = \frac{\Delta h}{i_{np}}, \quad (4.1)$$

где Δh – разность (превышение) отметок, м;
 i_{np} – продольный уклон.

Объемы земляных работ при вертикальной планировке, выполненной методом проектных горизонталей, определяются расчетом. На план участка наносят сетку квадратов с размером сторон 20 x 20, 10 x 10 м. Для каждой из фигур сетки вычисляется объем насыпи и выемки. В углах фигуры вписываются проектные отметки (сверху), отметки земли (снизу) и рабочие отметки. Если рабочие отметки по одной стороне фигуры имеют разные знаки, то на этой стороне находится точка с рабочей отметкой, равной нулю (точка нулевых работ).

Расстояние до точек нулевых работ определяется по формуле

$$X = \frac{H_1}{H_1 + H_2} \cdot L, \quad (4.2)$$

где H_1 – рабочая отметка со знаком «+» (насыпь), м;
 H_2 – рабочая отметка со знаком «-» (выемка), м;
 L – расстояние между точками с разноименными отметками, м.

Через точки нулевых работ проводят границу между выемкой и насыпью, называемую линией нулевых работ (рисунок 4.2).

Объем для каждой фигуры находят по формуле

$$V = F \cdot H_{cp}, \quad (4.3)$$

где F – площадь фигуры, м²;
 H_{cp} – средняя отметка, м.

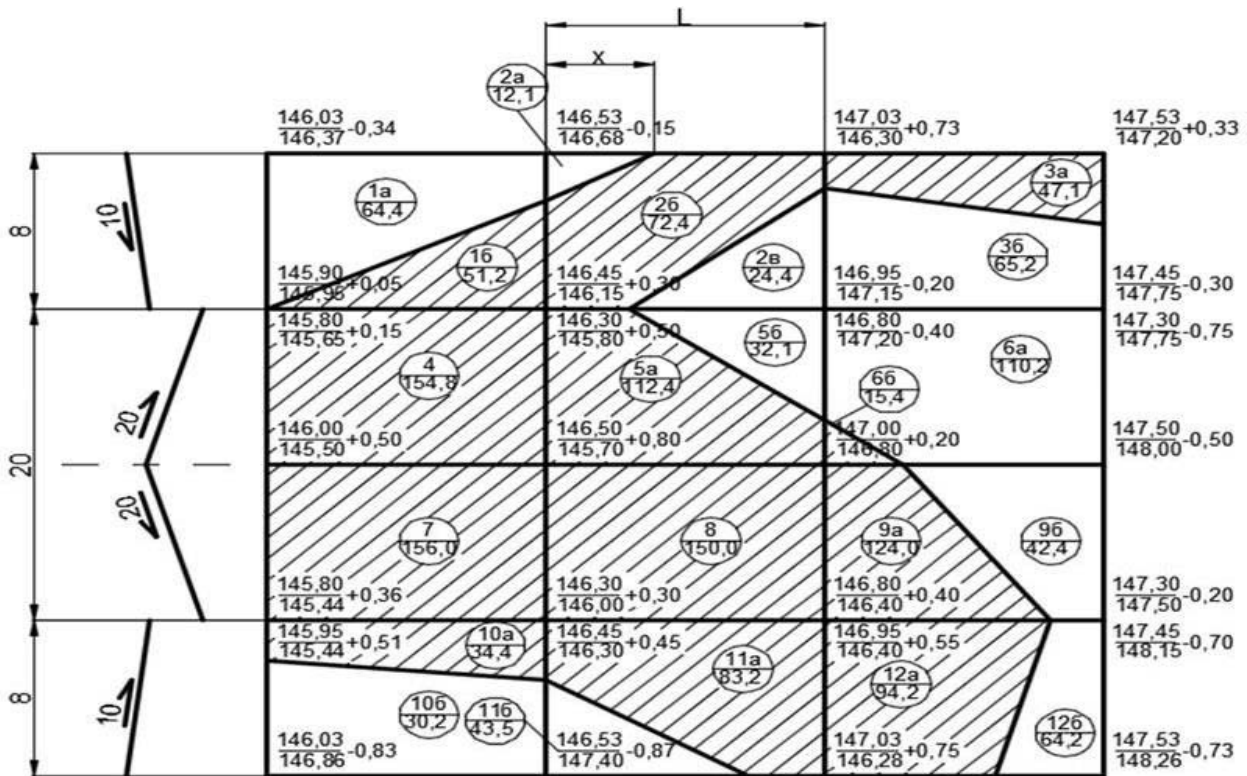


Рисунок 4.2 – Пример картограммы земляных работ участка улицы

Пример – Рассмотрим квадрат 5 на рисунке 4.2. В нем заштрихованной линией показана насыпь, а незаштрихованный участок – выемка. Воспользуемся формулой (4.2) и найдем местоположение выемки: $\frac{0,4}{0,6} \cdot 10 = 7\text{м}$.

Далее находим объем выемки: $7 \cdot \frac{7}{2} \cdot \frac{0,4}{3} = 39,2 \text{ м}^3$.

Для вычисления объема насыпи находим площадь квадрата 5: $10 \cdot 10 = 100 \text{ м}^2$. Площадь насыпи: $100 - 24,5 = 75,5 \text{ м}^2$.

Для вычисления объема земляных работ в квадрате 5 находим среднюю рабочую отметку: $\frac{(0,5 + 0,8 + 0,2 + 0,0 + 0,0)}{5} = 0,3\text{м}$. Объем находим по формуле (4.3): $75,5 \cdot 0,3 = 22,65\text{м}^3$.

При выполнении практической работы необходимо нанести проектные горизонталы на план участка улицы населенного пункта, запроектированного в практической работе № 1, и определить объемы земляных работ.

Вопросы для контроля

- 1 В чем суть вертикальной планировки участка?
- 2 Какие методы вертикальной планировки применялись в ходе выполнения работы?
- 3 Как определяют объемы земляных работ при вертикальной планировке?

5 Практическая работа № 5. Определение прочности дорожной одежды

Цель работы: рассчитать конструкцию дорожной одежды на прочность по критерию упругого прогиба.

Дорожной одеждой называют один или несколько конструктивных слоев из материалов различной прочности, воспринимающих воздействие нагрузок от движения транспорта и от климатических факторов. Ее устраивают на земляном полотне, в пределах ширины проезжей части улиц и площадей, она предназначена для обеспечения безопасного и бесперебойного движения всех видов безрельсового транспорта в любое время года, поэтому поверхность такой одежды должна быть ровной и шероховатой, обеспечивающей достаточное сцепление с колесом автомобиля.

По сопротивлению нагрузке и по реакции на климатические воздействия дорожные одежды подразделяют на одежды с жесткими покрытиями и слоями основания (жесткие дорожные одежды) и на одежды с нежесткими покрытиями и слоями основания (нежесткие дорожные одежды). К жестким дорожным одеждам следует относить одежды, имеющие цементобетонные монолитные и сборные покрытия и основания, к нежестким – включающие все остальные конструктивные слои.

В таблице 5.1 представлены основные виды покрытий для капитального типа дорожных одежд.

Таблица 5.1 – Основные виды покрытий

Тип дорожных одежд	Основной вид покрытия	Категория улицы
1	2	3
Капитальные	Цементобетонные монолитные из подвижных смесей. Цементобетонные монолитные из жестких смесей	Магистральные улицы всех категорий. Улицы категории Е
	Железобетонные или армобетонные сборные	Магистральные улицы, кроме категории М, улицы категории Е
	Асфальтобетонные	Магистральные улицы и улицы местного значения с суммарной приведенной интенсивностью движения к расчетному транспортному средству (осевая нагрузка 115 кН) свыше 50 в сутки
	Асфальтобетонные	Магистральные улицы и улицы местного значения с суммарной приведенной интенсивностью движения к расчетному транспортному средству (осевая нагрузка 115 кН) менее 50 в сутки.

Окончание таблица 5.1

1	2	3
	Мостовые из брусчатки и мозаики, сборные из мелкоформатных бетонных плит	Улицы местного значения, проезды, подъезды, тротуары, пешеходные и велосипедные дорожки, автостоянки, парковки. Участки остановочных пунктов маршрутных пассажирских транспортных средств магистральных улиц и улиц местного значения
	Щебеночные и гравийные, обработанные вяжущими. Из грунтов и местных малопрочных каменных материалов, обработанных вяжущими, из отходов и побочных продуктов промышленности	Улицы местного значения, кроме районов, пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Пешеходные дорожки при одиночных проездах автомобилей и легкой уборочной техники, автостоянки, парковки

Прочность конструкции дорожной одежды по допускаемому упругому прогибу будет обеспечена при выполнении условия

$$K_i \leq K_{np}, \quad (5.1)$$

где K_i – коэффициент запаса прочности, определяемый по [3];

K_{np} – коэффициент прочности,

$$K_{np} = \frac{E_{об}}{E_{об}^{mp}}, \quad (5.2)$$

где $E_{об}$ – общий модуль упругости, МПа, определяемый по номограмме, представленной на рисунке 5.1;

$E_{об}^{mp}$ – требуемый общий модуль упругости, МПа.

Требуемый общий модуль упругости определяют по формуле

$$E_{об}^{mp} = 1,3 \cdot P_p + 5,5 \cdot (\lg \Sigma N_p)^2 - 95, \quad (5.3)$$

где P_p – расчетная осевая нагрузка (таблица 5.2), кН;

ΣN_p – суммарное число приложений расчетной нагрузки за срок службы дорожной одежды (таблица 5.3).

Независимо от результата, полученного по формуле (5.3), требуемый общий модуль упругости $E_{об}^{mp}$ должен быть не менее указанного в таблице 5.2.

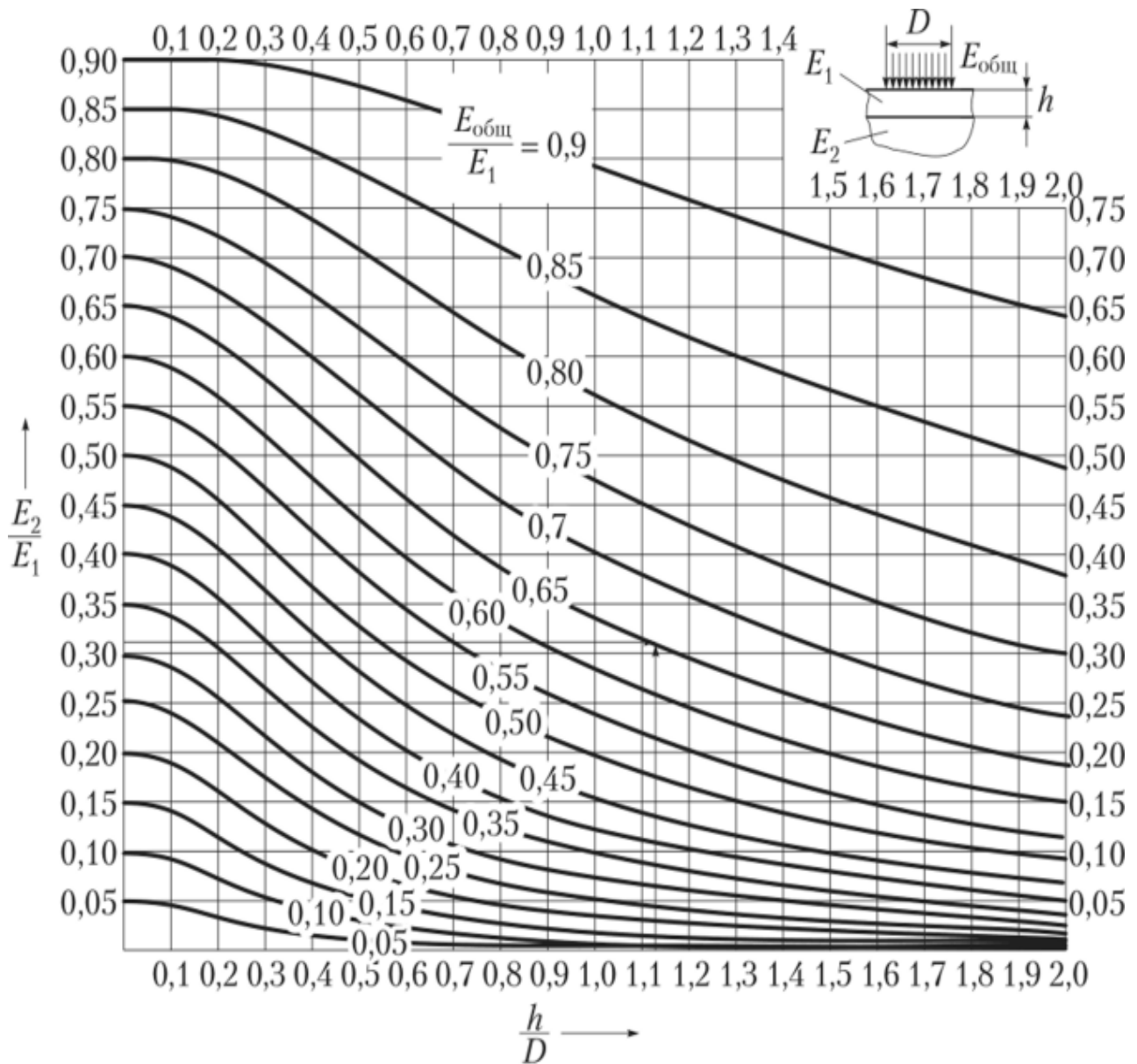


Рисунок 5.1 – Номограмма для определения расчетного общего модуля упругости $E_{об}$ двухслойной системы

Таблица 5.2 – Минимальное значение требуемого общего модуля упругости

Категория улицы	Расчетная нагрузка P_p , кН	Минимальное значение требуемого общего модуля упругости $E_{об}^{mp}$, МПа
М, А, Б	130	270
М, А, Б	115	250
М, А, Б	115	190
В, Е, Ж	115	195
В, Г, Е, Ж, З, П	115	160
В, Г, Е, Ж, З, П	110	130

В таблице 5.3 представлены варианты исходных данных для расчета конструкции дорожной одежды на прочность по критерию упругого прогиба.

Таблица 5.3 – Варианты исходных данных

Вариант	1-4	5-6	7-10	11-14	15-18	19-22	23-25	26-30
ΣN_p	1206856	911798	908123	815098	601765	507987	509017	413498
Категория улицы	А	Б	М	В	Е	Ж	Г	З

Пример – Требуется запроектировать дорожную одежду при следующих исходных данных:

- категория улицы – А;
- расчетный срок службы дорожной одежды $T_{сл}$, установленный заказчиком, – 12 лет;
- суммарное расчетное количество приложений расчетной нагрузки за срок службы $\Sigma N_p = 2\,484\,720$ ед./сут;
- грунт земляного полотна – песок пылеватый;
- уровень надежности $P = 0,96$.

Назначенная по [3] конструкция дорожной одежды:

- асфальтобетон щебеночно-мастичный по СТБ 1033 (толщина слоя $h_1 = 0,04$ м, модуль упругости $E_1 = 2750$ МПа);
- асфальтобетон мелкозернистый пористый марки I по СТБ 1033 ($h_2 = 0,07$ м, $E_2 = 2250$ МПа);
- асфальтобетон крупнозернистый пористый по СТБ 103 ($h_3 = 0,1$ м, $E_3 = 1700$ МПа);
- щебень оптимального состава с максимальным размером зерен 40 мм ($h_4 = 0,18$ м, $E_4 = 500$ МПа);
- песок природный по ГОСТ 8736 ($h_5 = 0,4$ м, $E_5 = 130$ МПа);
- грунт земляного полотна – песок пылеватый ($E_{сп} = 66$ МПа).

Решение

Расчет по допускаемому упругому прогибу ведем послойно, начиная с грунта земляного полотна, по номограмме на рисунке 5.1.

По номограмме находим:

$$1) \frac{h_5}{D} = \frac{0,40}{0,38} = 1,05; \quad \frac{E_{сп}}{E_5} = \frac{66}{130} = 0,51; \quad E_{об}^{\dots} = 101 \text{ МПа};$$

$$2) \frac{h_4}{D} = \frac{0,18}{0,38} = 0,47; \quad \frac{E_{обц}^{\dots}}{E_4} = \frac{101}{500} = 0,2; \quad E_{об}^{\dots} = 173 \text{ МПа};$$

$$3) \frac{h_3}{D} = \frac{0,10}{0,38} = 0,26; \quad \frac{E_{o\sigma}^{\bullet\bullet\bullet}}{E_3} = \frac{173}{1700} = 0,1; \quad E_{o\sigma}^{\bullet\bullet} = 258 \text{ МПа};$$

$$4) \frac{h_2}{D} = \frac{0,07}{0,38} = 0,18; \quad \frac{E_{o\sigma}^{\bullet\bullet}}{E_2} = \frac{258}{2250} = 0,11; \quad E_{o\sigma}^{\bullet} = 326 \text{ МПа};$$

$$5) \frac{h_1}{D} = \frac{0,04}{0,38} = 0,11; \quad \frac{E_{o\sigma}^{\bullet}}{E_1} = \frac{326}{2750} = 0,12; \quad E_{o\sigma} = 360 \text{ МПа}.$$

Требуемый общий модуль упругости определяем по формуле (5.3):

$$E_{o\sigma}^{mp} = 1,3 \cdot 115 + 5,5 \cdot \left(\lg \sum 2484720 \right)^2 - 95 = 236 \text{ МПа}.$$

Коэффициент запаса прочности составляет

$$K_{np} = \frac{360}{236} = 1,52.$$

Требуемый минимальный коэффициент запаса прочности K_i по [3] равен 1,23 для уровня надежности $P = 0,96$ и срока службы $T_{cl} = 12$ лет.

Следовательно, выбранная конструкция удовлетворяет условию прочности по допускаемому упругому прогибу.

Вопросы для контроля

1 При каком условии будет обеспечена прочность конструкции дорожной одежды по допускаемому упругому прогибу?

2 Как определяют величину общего модуля упругости конструкции дорожной одежды?

3 От чего зависит величина требуемого общего модуля упругости?

6 Практическая работа № 6. Составление ведомости на устройство автопавильона

Цель работы: получить навыки по расчету объемов работ и составлению ведомости на устройство автопавильона.

Для устройства автобусных остановок, посадочных и разворотных площадок необходимо определить:

- а) земляные работы (насыпь, выемка);
- б) площадь планировки верха земляного полотна;
- в) объемы на устройство кармана (рисунок 6.1):

- 1) устройство покрытия из мелкозернистого асфальтобетона марки П,

типа «Б»;

2) устройство покрытия из крупнозернистого высокопористого асфальтобетона марки II, типа «Б»;

3) устройство основания из песчано-гравийной смеси;

4) устройство дополнительного слоя из песка;

5) розлив битума на песчано-гравийное основание и верхний слой асфальтобетонного основания;

б) доставку битума на километр;

г) объемы на устройство посадочных площадок:

1) устройство покрытия из песчаного асфальтобетона марки III, типа «Д» (СТБ 1033–2016);

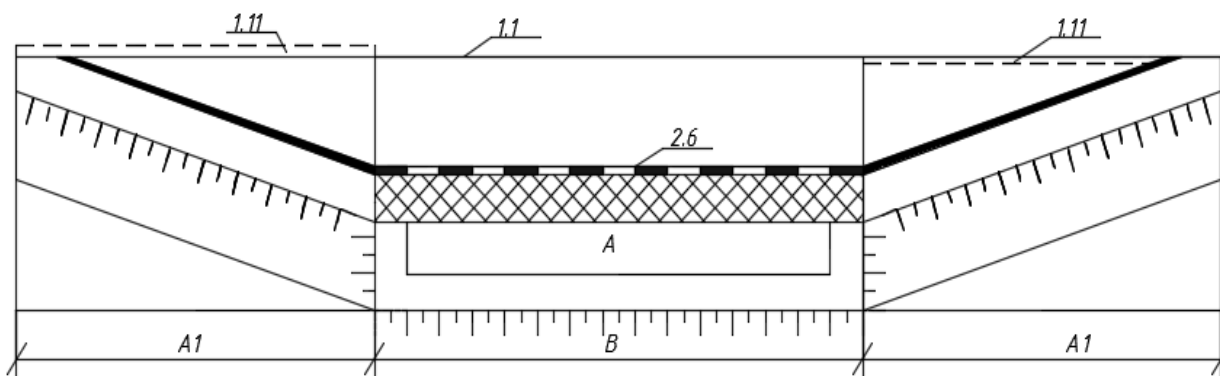
2) устройство основания из песчано-гравийной смеси (ГОСТ 23735–2014);

3) устройство дополнительного слоя из зернистого песка (ГОСТ 8736–2014);

д) устройство бортового камня БР100.30.15 (СТБ 1097–2012);

е) разметку пешеходного перехода, ширина полосы 4 м;

ж) устройство автопавильона.



A – автобусный павильон; A1 – отгон кармана; B – длина посадочной площадки

Рисунок 6.1 – План кармана с посадочной площадкой

Пример – Составление ведомости объемов работ и материалов для устройства автобусной остановки с автопавильоном на улице категории Ж. По [1] принимаем длину посадочной площадки 13 м, отгон кармана 15 м. Ведомость представлена в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Объемы работ на устройство автобусной остановки

Название работ	Единица измерения	Количество
1	2	3
Земляные работы:		
насыпь	м ³	–
выемка	м ³	20

Окончание таблицы 6.1

1	2	3
Планировка верха земляного полотна	м ²	85
Устройство покрытия из мелкозернистого асфальтобетона марки II, типа «Б»	м ²	85
Устройство покрытия из крупнозернистого высокопористого асфальтобетона марки II, типа «Б»	м ²	85
Устройство основания из песчано-гравийных смесей № 1, 2, 4	м ²	85
Устройство дополнительного слоя из песка толщиной 0,3 м	м ³	26
Устройство покрытия из песчаного асфальтобетона	м ²	26
Устройство основания из песчано-гравийных смесей № 3, 5 ГОСТ 23735–2014 – 0,1 см	м ²	26
Устройство дополнительного слоя из мелкозернистого песка – 0,1 см	м ³	2,6
Установка бортового камня БР100.30.15	п. м	13
Разметка пешеходного перехода, полосы 0,4 м	м ²	12
Устройство автопавильона на 10 чел.	шт.	1
Разлив битума на песчано-гравийное основание и верхний слой асфальтобетонного основания	м ²	170
Доставка битума на 1 км	т	0,08

При выполнении практической работы необходимо составить ведомость объемов работ и материалов на устройство автопавильона. В качестве исходных данных принять размеры, указанные на плане участка улицы, запроектированного в практической работе № 1.

Вопросы для контроля

- 1 В каких местах располагают автобусные остановки в населенных пунктах?
- 2 От чего зависит размер посадочной площадки?
- 3 На каком расстоянии от края посадочной площадки устанавливают автобусный павильон?
- 4 Какие материалы используют при устройстве автобусной остановки?

7 Практическая работа № 7. Составление графика дислокации дорожных знаков

Цель работы: определить местоположение и расстановку дорожных знаков.

Дорожные знаки служат для информации участников дорожного движения об условиях и режиме движения на дорогах и улицах.

В государственном стандарте [3] все знаки разделены на семь групп:

- 1) предупредительные;
- 2) приоритета;

- 3) запрещающие;
- 4) предписывающие;
- 5) информационно-указательные;
- 6) сервиса;
- 7) дополнительной информации.

Дорожные знаки 1, 2, 5-й групп частично представлены на рисунке 7.1.

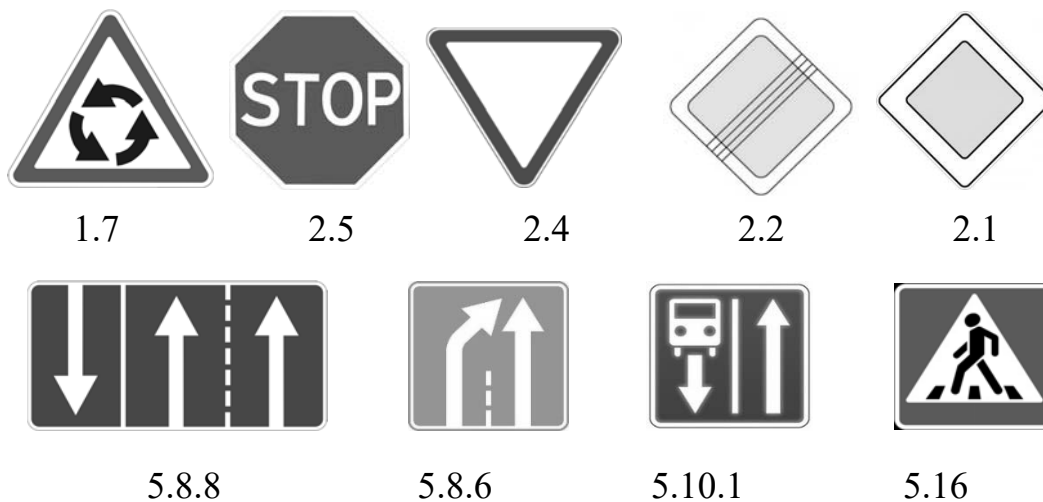


Рисунок 7.1 – Дорожные знаки 1, 2, 5-й групп

Главной дорогой следует назначить дорогу более высокой категории с большей интенсивностью движения. Если пересечение или примыкание расположено в населенном пункте, то ставят знак 2.1 непосредственно перед пересечением или примыканием (рисунок 7.2).

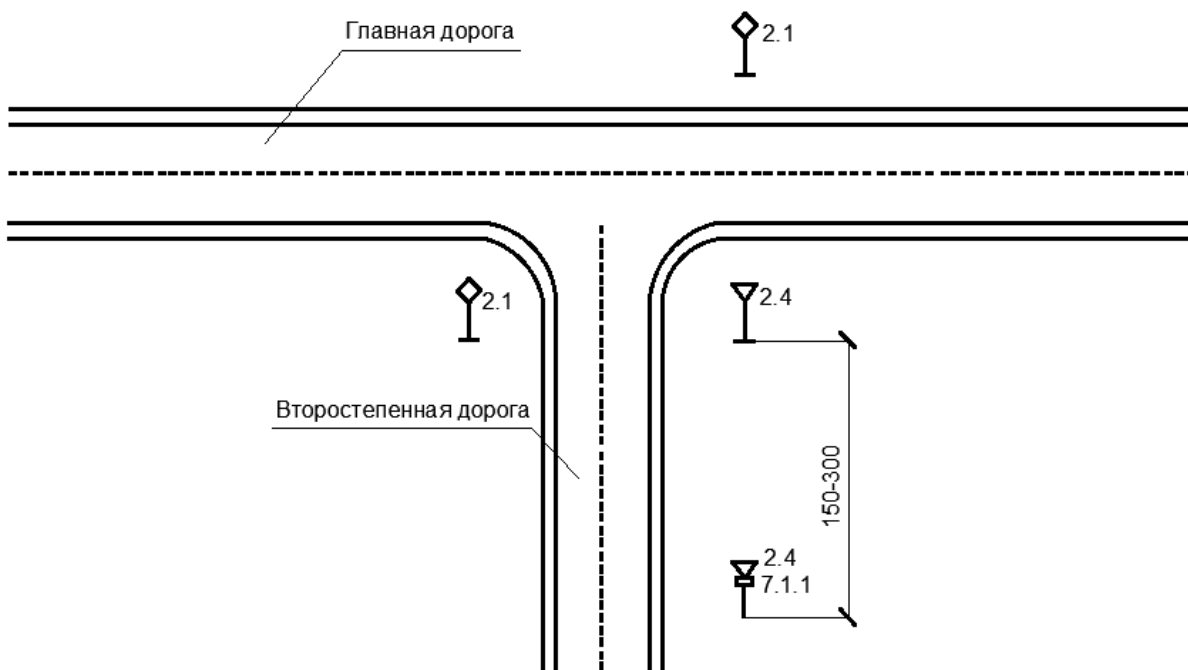


Рисунок 7.2 – Схема расстановки знаков на простом примыкании

Перед перекрестком, на котором главная дорога меняет направление, а также перед перекрестком со сложной планировкой знак 2.1 применяется с табличкой 7.13 «Направление главной дороги» (рисунок 7.3).

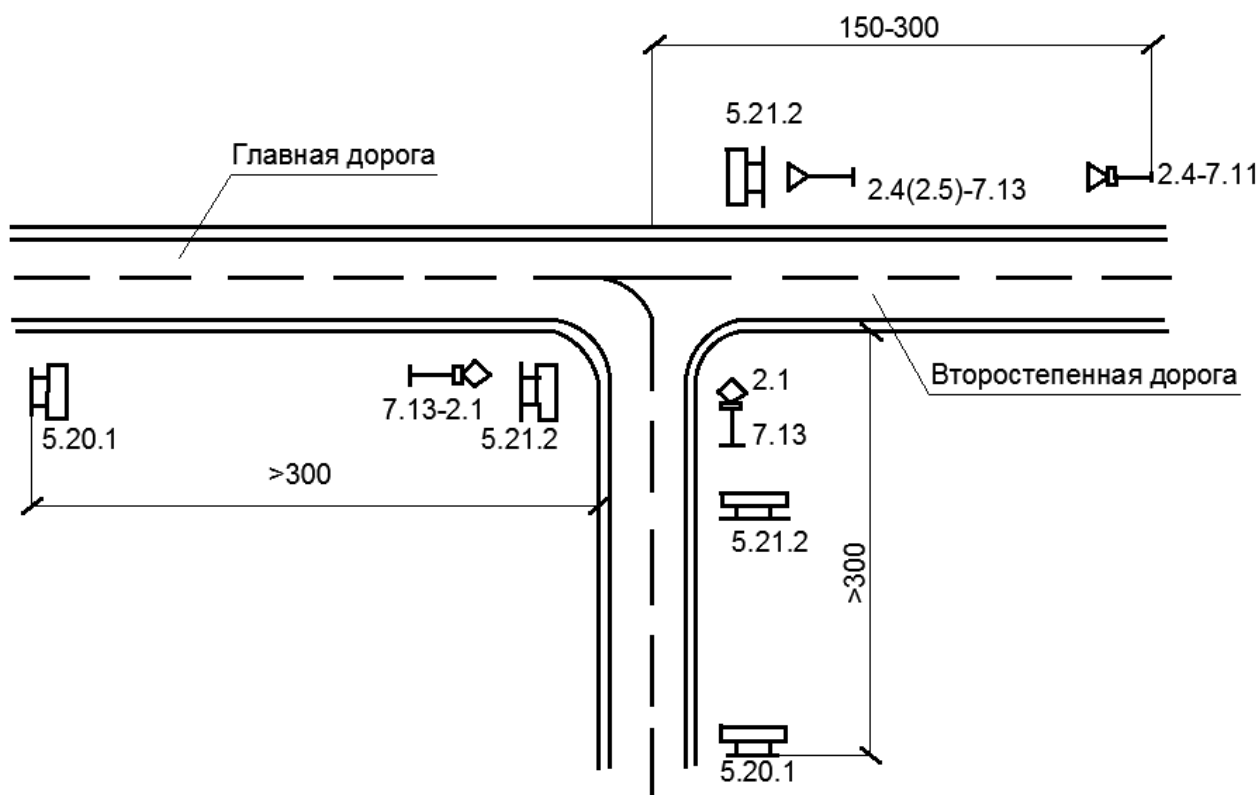


Рисунок 7.3 – Схема расстановки знаков при изменении направления главной дороги

Для обеспечения преимущества движения по главной дороге, на въездах со второстепенных направлений устанавливается знак 2.4 или 2.5.

Знак 2.5 устанавливается непосредственно перед пересечением. Вне населенных пунктов предшествует знак 2.4 «Уступите дорогу» с табличками 7.11 и 7.12 «Расстояние до объекта». Для информации водителей о направлении движения устанавливаются знаки 5.20.1; 5.2.2 «Предварительный указатель направления», указывающие направления движения к обозначенным на знаке населенным пунктам и другим объектам. На них могут быть нанесены изображения знака 5.29.1 «Номер маршрута», символы автомагистрали аэропорта, а также изображения других знаков, информирующих об особенностях движения.

Знак 5.20.2 устанавливается над проезжей частью на арочных или Г-образных опорах непосредственно перед началом полосы торможения, а если её нет, то на расстоянии не менее 50 м в населенных пунктах.

Знак 5.21.1 «Указатель направлений» указывает направление движения к населенным пунктам или другим объектам маршрута. На знаке могут быть приведены расстояния до обозначенных объектов, нанесены символы автомагистрали, аэропорта, применяется принцип цветного кодирования.

Знак 5.21.2 «Указатель направлений», как правило, следует располагать от дороги непосредственно перед перекрестком на стойках на каждом из подъез-

дов к перекрестку, а на перекрестках, где для одного направления имеется две и более полос движения (с учетом торможения и накопительных), такую установку нужно считать обязательной.

При наличии на пересечении дополнительных полос устанавливаются знаки 5.8.1–5.8.5, информирующие о направлении движения по полосам, о начале и конце дополнительных полос.

Знак 5.8.1 «Направление движения по полосам» применяется для указания количества полос и разрешенных направлений движения по каждой полосе, обозначенной дорожной разметкой. Знак 5.8.1, разрешающий поворот налево из крайней левой полосы, разрешает разворот из той же полосы. Знак устанавливается непосредственно перед перекрестком над проезжей частью дороги. При необходимости знак 5.8.1 может быть установлен предварительно на расстоянии 50...150 м от перекрестка.

При наличии на пересечении полос торможения в начале отгона ставится знак 5.8.3 «Начало полосы». При наличии полосы торможения, предназначенной для снижения скорости, водитель обязан своевременно перестроиться на эту полосу и только с неё осуществлять поворот.

Знак 5.8.4 «Начало полосы» применяется для обозначения начала участка средней полосы, предназначенной для движения в данном направлении на трёхполосных дорогах, размещённых таким образом, что две полосы поочередно выделяются для каждого из направлений.

Знак 5.8.5 «Конец полосы» применяется для обозначения конца дополнительной полосы разгона на пересечении в одном или разных уровнях. Он устанавливается на расстоянии 50 м от конца полосы.

Знак 5.8.6 «Конец полосы» применяется на трёхполосных дорогах для обозначения конца средней полосы, предназначенной для движения в данном направлении и обозначенной знаком 5.8.4. Знак устанавливается у начала переходной линии разметки.

Знаки 5.16.1 и 5.16.2 «Пешеходный переход» обозначают зону для перехода пешеходами проезжей части дороги.

Задание

При выполнении работы необходимо установить дорожные знаки на плане участка улицы населенного пункта, запроектированного в практической работе № 1.

Вопросы для контроля

- 1 Какой нормативный документ регламентирует правила установки дорожных знаков?
- 2 Какие знаки устанавливают на простом примыкании?
- 3 Какие знаки устанавливают при изменении направления главной дороги?

Список литературы

- 1 **СН 3.03.06–2022.** Улицы населенных пунктов. – Минск: Минстройархитектуры РБ, 2022. – 54 с.
- 2 **ТКП 45–3.03–3–2004.** Проектирование дорожных одежд улиц и дорог населенных пунктов. – Минск: Минстройархитектуры РБ, 2005. – 54 с.
- 3 **СТБ 1140–2013.** Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические условия. – Минск: Госстандарт, 2013. – 121 с.