ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

Иркутский государственный университет путей сообщения

Сибирский колледж транспорта и строительства

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

По выполнению практических работ студентов

МДК 01.03. Изыскания и проектирование автомобильных дорог и аэродромов

программа подготовки специалистов среднего звена по специальности

08.02.05 Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов

Иркутск 2022

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.
00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00
Подпись соответствует файлу документа

Методические рекомендации разработаны в соответствии с ФГОС СПО по специальности 08.02.05 Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 25 от «11» января 2018 года на основе рабочей программы МДК 01.03. Изыскания и проектирование автомобильных дорог и аэродромов.

РАССМОТРЕНО: Цикловой методической комиссией специальности 08.02.05 Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов «08» июня 2022 г. Председатель:_____ Климова С.Н.	УТВЕРЖДАЮ: Заместитель директора по УВР _____ /А.П.Ресельс «09» июня 2022 г.

Разработчики: Белых Елизавета Сергеевна преподаватель профессиональных дисциплин Сибирский колледж транспорта и строительства ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения»

Разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 08.02.05 Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов на основе рабочей программы МДК 01.03. Изыскания и проектирование автомобильных дорог и аэродромов"

Содержание

Введение…… 3
1 Практическая работа 1. Определение категории …… 4
2 Практическая работа 2. Построение плана трассы……. 13
3 Практическая работа 3. Построение продольного профиля автомобильной дороги……. 17
4 Практическая работа 4. Построение типовых поперечных профилей автомобильной дороги…….. 22
5 Практическая работа 5. Отгон виража……. 25
6 Практическая работа 6. Схемы улично-дорожной сети……. 31
7 Практическая работа 7. Топографические условные знаки……. 32
8 Практическая работа 8. Построение поперечного профиля улицы.. 34
9 Практическая работа 9. Построение продольного профиля улицы.. 38
10 Практическая работа 10. Вертикальная планировка улицы……. 43
11 Практическая работа 11. Продольный профиль пешеходной дорожки……. 46
12 Практическая работа 12. Расстановка водоотводных колодцев на продольном профиле улицы…… 48
Список используемых источников……..... 49

Введение

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

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

В данном документе представлены методические рекомендации по выполнению практических работ в составе МДК 01.01. Изыскание и проектирование для подтверждения следующих компетенций:

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

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

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

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

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

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

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

ОК 08. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности;

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности;

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

ОК 11. Использовать знания по финансовой грамотности, планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере.

ПК 1.1. Проводить геодезические работы в процессе изыскания автомобильных дорог и аэродромов.

ПК 1.2. Проводить геологические работы в процессе изыскания автомобильных дорог и аэродромов.

ПК 1.3. Проектировать конструктивные элементы автомобильных дорог и аэродромов.

ПК 1.4. Проектировать транспортные сооружения и их элементы на автомобильных дорогах и аэродромах.

Практическая работа 1

Определение категории дороги

Цель работы: овладеть навыками работы с нораративно-технической документацией. Научится определять категорию автомобильной дороги и соответствующие ей технические параметры. Подтвердить компетенции ОК 1-5,8,9,10,11; ПК 1.1-1.4.

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

Основные понятия

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

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

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

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

Расчетная интенсивность движения

При проектировании дорог используют расчетную интенсивность движения. За расчетную интенсивность движения принимают среднегодовую суточную интенсивность движения за последний год

перспективного периода, выражаемую в единицах, приведенных к легковому автомобилю.

Порядок выполнения работы

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

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

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

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

   K_n – коэффициент приведения автомобилей типа n к легковому автомобилю.

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

Таблица 1 - Определение расчетной интенсивности движения

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

Ежегодный прирост автомобилей 3%

2) Определить категорию автомобильной дороги

Категорию автомобильной дороги определяют по приведенной перспективной суточной интенсивности движения Таблица 4.1 СП

34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02 -85*

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

Таблица 2 – Основные технические параметры автомобильной дороги IV категории

тип местности по рельефу	
дорожно-климатическая зона	
расчетная скорость, км/ч	
наименьший радиус кривой в плане, м;	
наибольший продольный уклон, ‰	
наименьший радиус выпуклой кривой в продольном профиле, м	
наименьший радиус вогнутой кривой в продольном профиле, м	
наименьшее расстояние видимости для остановки, м	
наименьшее расстояние видимости встречного автомобиля, м	
число полос движения	
ширина полосы движения, м	
ширина обочины, м	
ширина укрепленной части обочины (краевой полосы), м	
тип дорожной одежды проезжей части	
поперечный уклон проезжей части, ‰	
тип укрепления обочины	
поперечный уклон обочины, ‰	
нормативная нагрузка: • для расчета дорожной одежды – АК*;	
• для расчета конструкций мостовых сооружений и труб – АК, НК**.	

Таблица 4.1 СП 34.13330.2021 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02 -85*

Категория автомобильной дороги		Расчетная интенсивность движения, приведенных ед/сут
IA (автомагистраль)		Свыше 14000
IБ (скоростная дорога)		То же
Обычные дороги	IB	" 14000

	II	" 6000
	III	" 2000 до 6000
	IV	" 200 " 2000
	V	" 200
Примечания 1 При применении одинаковых требований для дорог IA, IБ, IВ категорий в настоящем своде правил они отнесены к категории 1. 2 Категорию дороги следует устанавливать в зависимости от ее значения в сети автомобильных дорог, а также требований заказчика.		

Таблица 4.2 СП 34.13330.2021 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02 -85*

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

Таблица 5.1 СП 34.13330.2021 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02 -85*

Категория дороги	Расчетные скорости, км/ч		
	Основные	Допускаемые на трудных участках местности	
		пересеченной	горной
IA	150	120	80
IБ	120	100	60
IВ	100	80	60

II	120	100	60
III	100	80	50
IV	80	60	40
V	60	40	30

Таблица 5.3 СП 34.13330.2021 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02 -85*

Расчетная скорость, км/ч	Наибольшие продольные уклоны, ‰	Наименьшие радиусы кривых, м				
		в плане		в продольном профиле		
				выпуклых	вогнутых	
		Основные	В горной местности		Основные	В горной местности
150	30	1200	1000	30000	8000	4000
120	40	800	600	15000	5000	2500
100	50	600	400	10000	3000	1500
80	60	300	250	5000	2000	1000
60	70	150	125	2500	1500	600
50	80	100	100	1500	1200	400
40	90	60	60	1000	1000	300
30	100	30	30	600	600	200

Таблица 5.9 СП 34.13330.2021 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02 -85*

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

Таблица 5.12 СП 34.13330.2021 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02 -85*

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

Примечания:

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

Нормативная осевая нагрузка принимается в зависимости от капитальности дорожной одежды:

при капитальной дорожной одежде (I-III категория) 115 кН;

при облегченном и переходном типах дорожной одежды(III-V категория) 110 кН;

для маршрутов (дорог), предназначенных для следования тяжеловесных транспортных средств, осуществляющих международные перевозки 130 кН.

Таблица 5.16 СП 34.13330.2021 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02 -85*

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

третья и последующие полосы	20	25	25	20
II-IV	15	20	20	15

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

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

Исходные данные для практической работы

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

Практическая работа 2

Построение плана трассы

Цель работы: овладеть навыками работы с нораративно-технической документацией. Научится определять положение вершин углов поворота, подбирать радиусы круговых и переходных кривых, разбивать пикетаж. Подтвердить компетенции ОК 1-5,8,9,10, 11; ПК 1.1-1.4.

Исходные данные: район предполагаемого строительства автомобильной дороги; топографическая карта в масштабе 1: 25000 с сечением горизонталей через 5 м с нанесенными на ней конечными пунктами; тип местности по рельефу.

Основные понятия

Положение геометрической оси дороги на местности называют ее *трассой*.

Обход различных препятствий, встречающихся при проложении дороги, приводит к увеличению длины трассы по сравнению с *«воздушной линией»*, под которой понимается прямая, соединяющая начальный и конечный пункты дороги.

Это увеличение характеризуется *коэффициентом удлинения*, т.е. отношением фактической длины дороги к ее «воздушной линии». Проекция трассы на горизонтальную плоскость в уменьшенном масштабе называется *планом трассы*.

Угол поворота – это угол между продолжением старого направления трассы и новым (рис.1).

Румб это угол, который измеряют от северного или южного направления оси (значение угла изменяется в пределах от 0 до 90°).

Переходные кривые характерны тем, что их кривизна плавно изменяется от нуля на прямом участке до 1/R в начальной точке круговой кривой.

Различают следующие геометрические элементы закруглений: угол α, радиус R, кривая K, тангенс T, биссектриса Б (см. рис. 1).

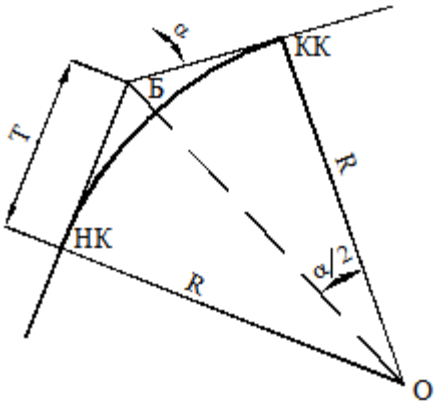


Рисунок 1 – Элементы круговой кривой

Порядок выполнения работы

1. Все данные по плану трассы вносим в «Ведомость расчета круговых и переходных кривых» (табл. 1).
2. Намечаем на карте положение дороги на местности (используем остро отточенный карандаш), первоначально прокладывая ее в виде ломаной линии, обходя препятствия (болота, овраги, населенные пункты и т.п.). Пересечение автомобильных и железных дорог, больших водотоков желательно производить под углами, близкими к прямому. Если в данной местности наблюдаются снежные или песчаные заносы, то трасса прокладывается с учетом направления ветров.
3. Трассу разбивают на пикеты. Пикет равен 100 м.
   Пример: Трасса длиной 2135 м в пикетах будет равна ПК 21+35.
4. Определяем положение вершины угла поворота (ВУ). Записываем в «Ведомость расчета круговых и переходных кривых».
5. Вычисляем расстояние между началом трассы и вершиной угла поворота, вершиной угла поворота и концом трассы. Записываем в «Ведомость расчета круговых и переходных кривых».
6. Транспортиром измеряем угол поворота.
   Угол поворота может быть левым и правым по ходу трассы. Записываем в «Ведомость расчета круговых и переходных кривых».
7. Чтобы запроектированную трассу можно было воспроизвести на местности, ее ориентируют относительно сторон света. Для этого вычисляют румбы прямых участков трассы. Записываем в «Ведомость расчета круговых и переходных кривых».
8. В углы пересечения ломаная линия для удобства и безопасности движения вписываются дуги окружности. Радиус круговой кривой принимают в зависимости от категории дороги и рельефа местности.

При радиусе круговой кривой 2000 м и менее на дорогах II-V категорий предусматривают переходные кривые. Длина переходной кривой зависит от радиуса круговой кривой.

Минимально допустимая величина переходной кривой может быть принята по табл.5.5 СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги

9. Проектируя трассу дороги по карте с горизонталями, руководствуются ландшафтом местности, рекомендуемыми величинами радиусов кривых и продольных уклонов. Длина прямых участков трассы ограничивается 4-6 км. Если односторонние кривые сопрягаются прямыми вставками, то их длина должна быть не менее 300 - 450 м. Для смежных обратных кривых длина прямой вставки должна быть не менее 200 м либо ее заменяют переходной кривой.
10. Для удобства определения длин кривых и разбивки их на местности имеются специальные таблицы (Митин Н.А. «Таблицы для разбивки кривых на автомобильных дорогах»). По таблицам в зависимости от угла поворота определяем значения Т, Б, К и Д. Значения, взятые в таблицах, умножаем на величину радиуса и записываем в «Ведомость расчета круговых и переходных кривых».
11. В зависимости от радиуса круговой кривой определяемся с длиной переходной кривой, записываем в «Ведомость расчета круговых и переходных кривых».
12. По таблицам в зависимости от угла поворота определяем значения ΔT, $\Delta Б$, записываем в «Ведомость расчета круговых и переходных кривых».
13. Вычисляем параметры

$$Т_{об} = \Delta Т + Т, \quad (1)$$

$$К_{об} = L + К \quad (2)$$

$$Б_{об} = Б + \Delta Б \quad (3)$$

$$Д_{об} = 2Т_{об} - К_{об} \quad (4)$$

14. Рассчитываем конец трассы (КТ):

$$КТ = АВУ + ВУБ - Д_{общ} \quad (5)$$

15. На карте по данным табл. 1 вычерчиваем круговые и переходные кривые, заново разбиваем трассу по кривым на пикеты. Вычисляем длину прямых вставок (расстояние от начала трассы до НПК и от КПК до конца трассы), записываем в «Ведомости расчета круговых и переходных кривых».
16. По всей длине трассы проставляются пикеты и километры, причем каждый пятый пикет и все углы поворота нумеруется.

Таблица 1 - Ведомость расчета круговых и переходных кривых

Положение вершины угла ВУ		Величина угла		Элементы круговой кривой, м					Элементы переходной кривой							НПК= ВУ-$Т_{об}$		НКК= НПК+L без переходной кривой НКК= ВУ-Т		ККК= КПК-L без переходной кривой ККК= НКК+К		КПК= НПК+$К_{об}$		Расстояние между ВУ, м	Длина прямых вставок, м	Румбы
ПК	+	влево	вправо	R	Т	Б	К	Д	ΔТ	Δ́А	L,м	$Т_{об}$=ΔТ+Т	$К_{об}$=L+К	$Б_{об}$=Б+ΔБ	$Д_{об}$=2$Т_{об}$-$К_{об}$	ПК	+	ПК	+	ПК	+	ПК	+			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27

Контроль: Трасса с переходной кривой
($ВУ+Т_{об}-Д_{об}$) = ($ВУ-Т_{об}+К_{об}$)

Контроль: Трасса без переходной кривой
ККК=НКК+2Т-Д

Содержание отчета: приводятся цель работы, исходные данные, категория дороги, таблица «Ведомость расчета круговых и переходных кривых», план трассы в масштабе 1 : 25000

Практическая работа 3

Построение продольного профиля автомобильной дороги

Цель работы: овладеть навыками работы с нораративно-технической документацией. Научится строить черный и проектный профиль, подбирать радиусы вогнутых и выпуклых кривых. Рассчитывать продольные уклоны и руководящую отметку. Подтвердить компетенции ОК 1-5,8,9,10,11; ПК 1.1-1.4.

Исходные данные: данные практических работ 1 и 2.

Основные понятия

Продольным профилем дороги называют развернутую в плоскости чертежа проекцию оси дороги на вертикальную плоскость.

По продольному профилю можно определять величину продольного уклона отдельных участков дороги, высоту насыпи и глубину выемки.

Исходными данными для проектирования продольного профиля служат материалы подробных технических изысканий (журналы угломерной съемки, пикетажный журнал, журналы продольного нивелирования, нивелирования поперечников и геологического обследования грунтов).

Контрольная отметка – это отметка, через которую проектная линия должна пройти обязательно. Контрольной отметкой являются: начало трассы, конец трассы, начало и конец мостов, места пересечения с коммуникациями, железными дорогами, автомобильными дорогами высокой категории (I, II, III).

Полуфиксированной контрольной отметкой является отметка бровки земляного полотна над водопропускными трубами. Бровка земляного полотна должна возвышаться над трубой на высоту не менее 0,5 м.

Порядок выполнения работы

Продольный профиль вычерчивается на миллиметровой бумаге в масштабах: горизонтальный – 1: 5000; вертикальный – 1:500.

Профиль вычерчивается участками, на листах высотой 297 мм. Наименование граф сетки продольного профиля показаны на рис. 3.

На продольном профиле отображаются отметки земли по оси дороги – *черные отметки*. Линию, соединяющую черные отметки, называют линией поверхности земли или *черный профиль*.

Вычерчиваем линию поверхности земли по оси дороги и линию кровли слоев грунта (ниже линии поверхности земли на 2 см). Отметки земли записываем в графу «Отметки земли, м».

Продольный уклон является одной из важнейших характеристик транспортных качеств автомобильной дороги. Уклон измеряется в промилле

(‰). Промилле – тысячная часть от целого; 1 ‰ = 0,001. Определить уклон (см. рис. 1) можно по формуле (1), то есть

$$i = \frac{h}{l} = tg\alpha, \qquad (1)$$

где h – превышение, м;
l – горизонтальное проложение, м.

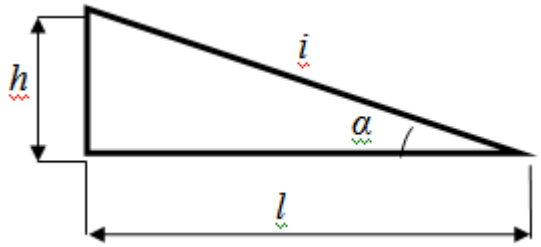


Рисунок 1 –Определение продольного кулона

Естественные уклоны местности часто превышают допустимые для эффективного использования автомобилей. В таких случаях уклон дороги делают более пологим, чем уклон поверхности земли, срезая часть на подъемах на возвышенность или, наоборот, подсыпая его в местах перехода через пониженные участки рельефа.

Определение руководящей и контрольных отметок

При проектировании продольного профиля дороги необходимо назначить руководящую рабочую отметку. Под этой отметкой понимают минимальную высоту насыпи земляного полотна.

Руководящую рабочую отметку определяют из условия снегонезаносимости насыпи в открытых местах и из условия обеспечения возвышения поверхности покрытия над источниками увлажнения.

Руководящую отметку принимают большую из определенных по этим двум условиям.

- Руководящая рабочая отметка из условия снегонезаносимости:

$$h = h_s + \Delta h, \qquad (2)$$

где h_s – высота снегового покрова 5%-ной вероятности превышения, м;
Δh – возвышение бровки насыпи над расчетным уровнем снегового покрова, необходимое для ее незаносимости, м (определяется по СП 34.13330.2012 в зависимости от категории дороги).

- Руководящую рабочую отметку для обеспечения возвышения поверхности покрытия над источниками увлажнения определяют по табл. 1, в зависимости от грунта и дорожно-климатической зоны.

Таблица 1 – Значение рабочей отметки для обеспечения возвышения поверхности покрытия над источниками увлажнения определяют

Грунт рабочего слоя	Наименьшее возвышение поверхности покрытия (м) в пределах дорожно- климатических зон			
	II	III	IV	V
Песок мелкий Супесь легкая крупная Супесь легкая	1,1 / 0,9	0,9 / 0,7	0,75 / 0,65	0,5 / 0,3
Песок пылеватый Супесь пылеватая	1,5 / 1,2	1,2 / 1,0	1,1 / 0,8	0,8 / 0,5
Суглинок легкий Суглинок тяжелый Глины	2,2 / 1,6	1,8 / 1,4	1,5 / 1,1	1,1 / 0,8
Супесь тяжелая пылеватая Суглинок легкий пылеватый Суглинок тяжелый пылеватый	2,4 / 1,8	2,1 / 1,5	1,8 / 1,3	1,2 / 0,8

Примечание. В числителе - возвышение поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод или длительно (более 30 сут) стоящих поверхностных вод, в знаменателе - то же, над поверхностью земли на участках с необеспеченным поверхностным стоком или над уровнем кратковременно (менее 30 сут) стоящих поверхностных вод.

Существует несколько методов нанесения проектной линии. Продольный профиль проектируется либо по обертывающей, т.е. повторяя линию земли, либо по секущей – срезая возвышенные участки и досыпая пониженные.

Места, где поверхность, дороги в результате срезки грунта расположена ниже поверхности земли, называют *выемками*, а участки, где дорога проходит выше поверхности земли, по искусственно насыпанному грунту – *насыпями*.

В выемках уклон проектной линии должен быть не менее 5 ‰, а устройство вогнутых кривых или горизонтальных участков в них недопустимо.

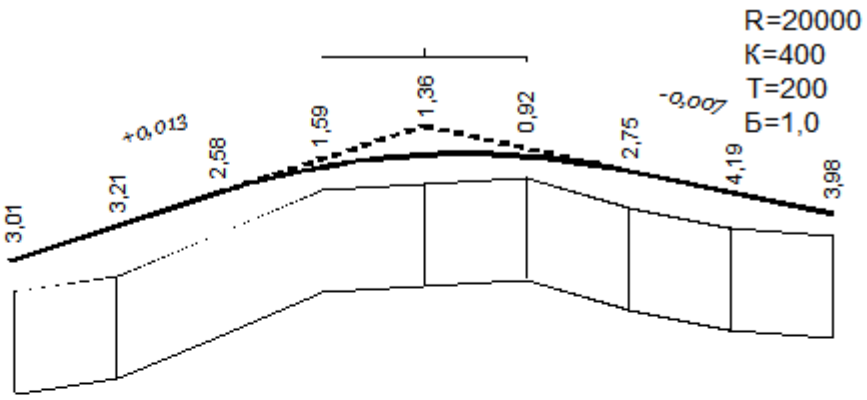
Проектирование вертикальных кривых методом тангенсов

1. прокладываем проектную линию в продольном профиле в виде прямых линий;
2. определяем уклоны прямых линий, значения уклонов записываем в графу «Уклон, ‰ вертикальная кривая, м»;
3. зная отметку на ПК 0 (назначенная контрольная отметка начала трассы), вычисляем проектные отметки на каждом пикете и плюсовых точках. Отметки записываем в графу «Отметки бровки земляного полотна»;
4. если алгебраическая разность уклонов смежных прямых более 5 ‰ для дорог I - II категорий и более 10 ‰ для III категории в переломы проектной линии вписываем вертикальные кривые. Радиус

вертикальной кривой зависит от категории дороги и рельефа местности.

- длина кривой $K = R(I_1 - I_2)$,
- алгебраическая разность уклонов в тысячных долях $I_1 - I_2 = \Delta I$,
- тангенс $T = K/2$,
- биссектриса $Б = T^2/2R$,
- ордината Y любой промежуточной точки на расстоянии X от начала вертикальной кривой (конца вертикальной кривой) $Y = X^2/2R$.

5. уклоны на подъемах принимают со знаком «+», а на спусках – со знаком «-». Если ΔI со знаком «-», то кривая будет вогнутая; если со знаком «+», то кривая выпуклая;



Уклон и вертикальные кривые	13				400	400				7
Отметка бровки земляного полотна, м	178,70	180,00	181,30	(182,60) 182,35	(183,90) 182,90	(183,20) 182,95	182,50	181,80	181,10
Отметка земли, м	175,69	176,79	178,72	180,76	181,54	182,03	179,75	177,61	177,12

Рисунок 2 – Разбивка выпуклой кривой

Проектные отметки берут по бровке земляного полотна (называются они *красными отметками)*.

Проектные отметки берут по бровке земляного полотна (называются они *красными отметками)*. Разница между отметкой поверхности земли по оси дороги и отметкой бровки дороги, определяющая высоту насыпи или глубину выемки, называется *рабочей отметкой*.

Рабочие отметки в пределах кривой определяют как разность между откорректированными проектными отметками и отметками земли по оси дороги. Рабочие отметки записывают над проектной линией в пределах насыпи и под проектной линией в пределах выемки.

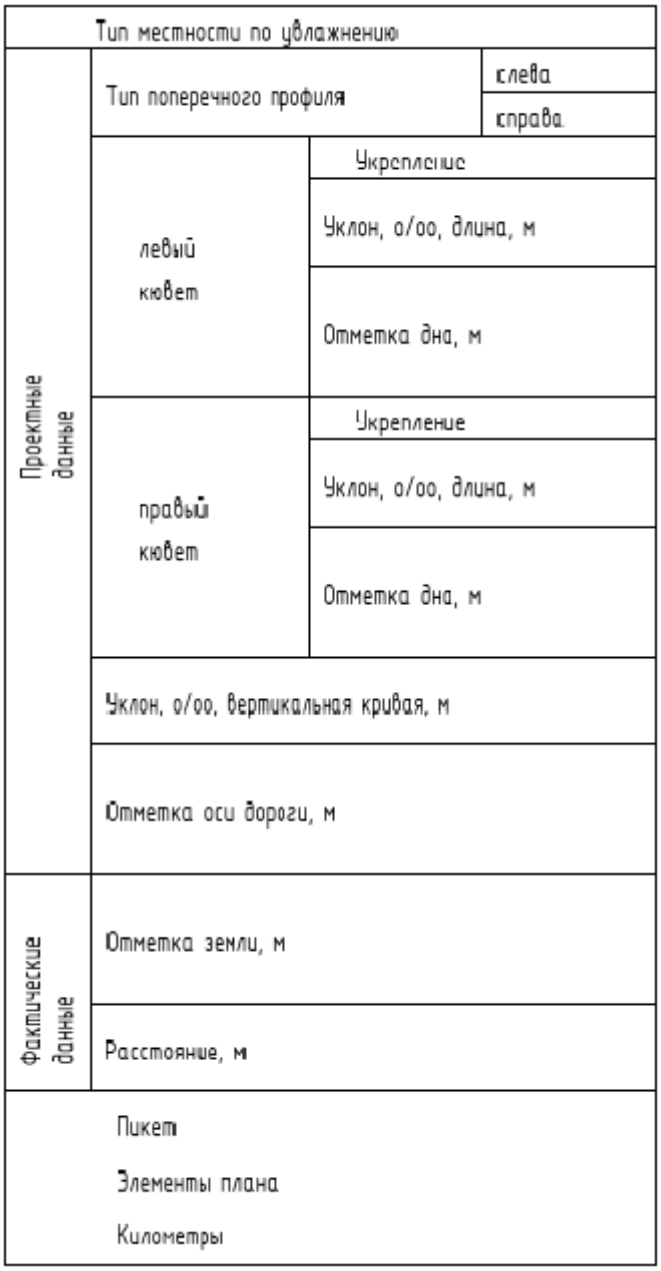


Рисунок 3 – Сетка продольного профиля

Содержание отчета: приводятся цель работы, исходные данные, категория дороги, чертеж продольного профиля автомобильной дороги.

Практическая работа 4

Построение типовых поперечных профилей автомобильной дороги

Цель работы: овладеть навыками работы с нораративно-технической документацией. Научится строить типовые поперечные профили автомобильной дороги, рассчитывать поперечные. Подтвердить компетенции ОК 1-5,8,9,10,11; ПК 1.1-1.4.

Исходные данные: данные практических работ 1 - 3.

Основные понятия

Полосу местности, выделяемую для расположения на ней дороги, разработки грунта, предназначенного для отсыпки насыпей, постройки вспомогательных сооружений и посадки зеленых насаждений, называют *дорожной полосой* или *полосой отвода*.

Изображение в уменьшенном масштабе сечения дороги вертикальной плоскостью, перпендикулярной к оси дороги, называют *поперечным профилем*.

Полоса поверхности дороги, в пределах которой происходит движение автомобилей, представляет собой *проезжую часть*. На проезжей части устраивают дорожную одежду из прочных материалов, верхний слой которой называют *покрытием*. Дороги I категории имеют самостоятельные проезжие части для движения в каждом направлении. Между ними для безопасности оставляют разделительную полосу, на которую запрещается заезд автомобилей. Сбоку от проезжей части расположены обочины. Обочины используются для временной стоянки автомобилей и размещения дорожно-строительных материалов при ремонте. Наличие обочины способствует безопасности движения автомобилей и устойчивости земляного полотна. Вдоль проезжей части на обочинах и разделительных полосах укладывают укрепительные краевые полосы, повышающие прочность края дорожной одежды и обеспечивающие безопасность при случайном съезде колеса автомобиля с покрытия.

Для расположения проезжей части на необходимом уровне от поверхности грунта сооружают земляное полотно (насыпь или выемку) с боковыми канавами (кюветами), предназначенными для осушения дороги и отвода от нее воды. В полосу отвода дороги входят также резервы - неглубокие выработки вдоль дороги, из которых был взят грунт для отсыпки насыпи, и кавальеры - параллельные дороге валы, в которые укладывают грунт из выемок.

Проезжая часть и обочины отделяются от прилегающей местности правильно спланированными наклонными плоскостями – *откосами*.

Линия сопряжения поверхностей обочины и откоса насыпи образует *бровку земляного полотна*.

Расстояние между бровками условно называют *шириной земляного полотна*.

Крутизну откосов характеризуют коэффициентом заложения, который определяется отношением высоты откоса к его горизонтальной проекции – заложению. Заложение откосов зависит от высоты насыпи и назначается из условий устойчивости насыпи, исходя из того, из какого грунта отсыпано земляное полотно.

Кромка проезжей части – линия сопряжения плоскости обочины с плоскостью проезжей части.

Подошва насыпи – линия сопряжения плоскости откоса с примыкающей местностью или плоскостью дна кювета.

Порядок выполнения работы

Крутизна откосов земляного полотна из песчаных и глинистых грунтов в зависимости от высоты насыпи и категории дороги принимается при:

- высоте насыпи до 3 м на дорогах I и III категорий – 1: 4;
- высоте насыпи от 3 до 6 м на дорогах I и III категорий – 1:1,5;
- высоте насыпи от 6 до 12 м верхняя часть земляного полотна (более 6 м) имеет уклон 1:1,5 , а нижняя – 1:1,75.

Для выемок внутренний откос имеет уклон 1:3, а для внешнего откоса величина уклона зависит от глубины:

- при глубине выемки менее 1 м обтекаемого очертания раскрытые или разделанные под насыпь от 1:4 до 1:10; при необтекаемом очертании от 1:1,5 до 1:3;
- при глубине выемки от 1 до 5 м на снегозаносимых участках от 1:4 до 1:6; на снегонезаносимых – 1:1,5;
- при глубине выемки от 5 до 12 м – 1:1,5.

Для выемок глубиной до 1 м при достаточной ширине полосы отвода характерна разделка под насыпь.

Боковые канавы (кюветы) устраивают в выемках и у насыпей высотой до 1-1,2 м. Они служат для отвода воды, стекающей во время дождя и таяния снега с поверхности дороги и прилегающей ей местности. Минимальный продольный уклон дна канавы – 5‰, что предотвращает их заиливание.

При водонепроницаемых грунтах и необеспеченном поверхностном водоотводе канавы устраивают трапециидальной формы с шириной по дну

0,4 м и глубиной 0,7-0,8 м. Заложение откосов: внешнего 1:1,5; внутреннего 1:3, 1:4.

При обеспеченном поверхностном водоотводе применяют кюветы треугольного сечения с глубиной не менее 0,3 м от уровня земли. Заложение откосов: внешнего 1:1,5; внутреннего 1:3, 1:4.

Грунт выемок обычно используется для отсыпки насыпи на прилегающих к выемке участках или им заполняют расположенные поблизости пониженные участки местности. При нецелесообразности такого использования грунта выемок его укладывают на обрезе дороги параллельно бровке выемки на расстоянии не ближе 3 м в *кавальер* высотой не более 3 м, которому придают правильное геометрическое очертание.

На дорогах I – IV категорий вдоль кромок проезжей части устраиваются укрепительные полосы. На дорогах I – II категорий ширина укрепительной полосы равна 0,75 м, на дорогах III категории – 0,5 м.

Наряду с разработанными поперечными профилями применяются и типовые поперечники, которые необходимо привязать к конкретным условиям проектируемой дороги.

Вычерчивают поперечные профили в масштабе 1:200, с указанием:

- номера типа конструкции земляного полотна по типовому проекту;
- основных размеров земляного полотна;
- поперечных уклонов проезжей части и обочин, резервов и кюветов.

Контур поперечных профилей вычерчивают сплошной линией. Пунктирной линией обозначают снимаемый слой растительного грунта и верх выемок. Слева и справа показывают границу полосы отвода.

Содержание отчета: приводятся цель работы, исходные данные, категория дороги, чертежи типовых поперечных профилей автомобильной дороги.

Практическая работа 5

Отгон виража

Цель работы: овладеть навыками работы с нормативно-технической документацией. Научится строить поперечные и продольные профили на участке отгона виража. Подтвердить компетенции ОК 1-5,8,9,10,11; ПК 1.1-1.4.

Исходные данные: категория дороги; ширина проезжей части, м; поперечный уклон проезжей части, ‰; поперечный уклон обочины, ‰; поперечный уклон проезжей части на вираже, ‰; шаг вычерчивания поперечных профилей; способ отгона виража.

Основные понятия

При прохождении автомобилем кривых малого радиуса особенно неблагоприятные условия создаются для транспортных средств следующих по внешней полосе проезжей части, имеющей уклон от центра кривой.

Для повышения устойчивости автомобиля и большей уверенности управления на кривых устраивают односкатный поперечный профиль с уклоном проезжей части и обочин к центру кривой – *вираж*.

Виражи устраивают на всех кривых с радиусами менее 3000 м на дорогах I категории и 2000 м и менее на дорогах остальных категорий.

Уклон проезжей части на вираже назначают исходя из условия обеспечения безопасности движения автомобилей с наибольшими скоростями при данных радиусах кривых.

Переход от двускатного профиля дороги на прямом участке к односкатному профилю на вираже осуществляется плавно в пределах участка, называемого *отгоном виража*.

Отгон виража следует осуществлять на протяжении переходной кривой, а при отсутствии ее (при реконструкции дорог) – на прилегающем к кривой прямом участке, равном длине переходной кривой.

Отгон виража может осуществляться двумя способами:

1. *при уклоне виража равном уклону проезжей части* происходит вращение внешней стороны проезжей части относительно оси. Продольный уклон по внутренней кромки проезжей части сохраняет значение, а по наружной кромке увеличивается на дополнительный уклон.
2. *при уклоне виража превышающем уклон проезжей части* производят поворот внешней половины вокруг оси проезжей части до тех пор, пока уклон внешней полосы не сравняется с уклоном внутренней части. Затем возможны два варианта:

- всю проезжую часть вращаем относительно внутренней кромки.

Продольный уклон по внутренней кромке проезжей части сохраняется. При этом одновременно ось проезжей части смещается внутрь на половину уширения покрытия (рис.1).

- всю проезжую часть вращаем относительно оси проезжей части, поднимая внешнюю кромку и опуская внутреннюю кромку проезжей части.

Продольный уклон по оси дороги сохраняется. При этом одновременно ось проезжей части смещается внутрь на половину уширения покрытия (рис. 2).

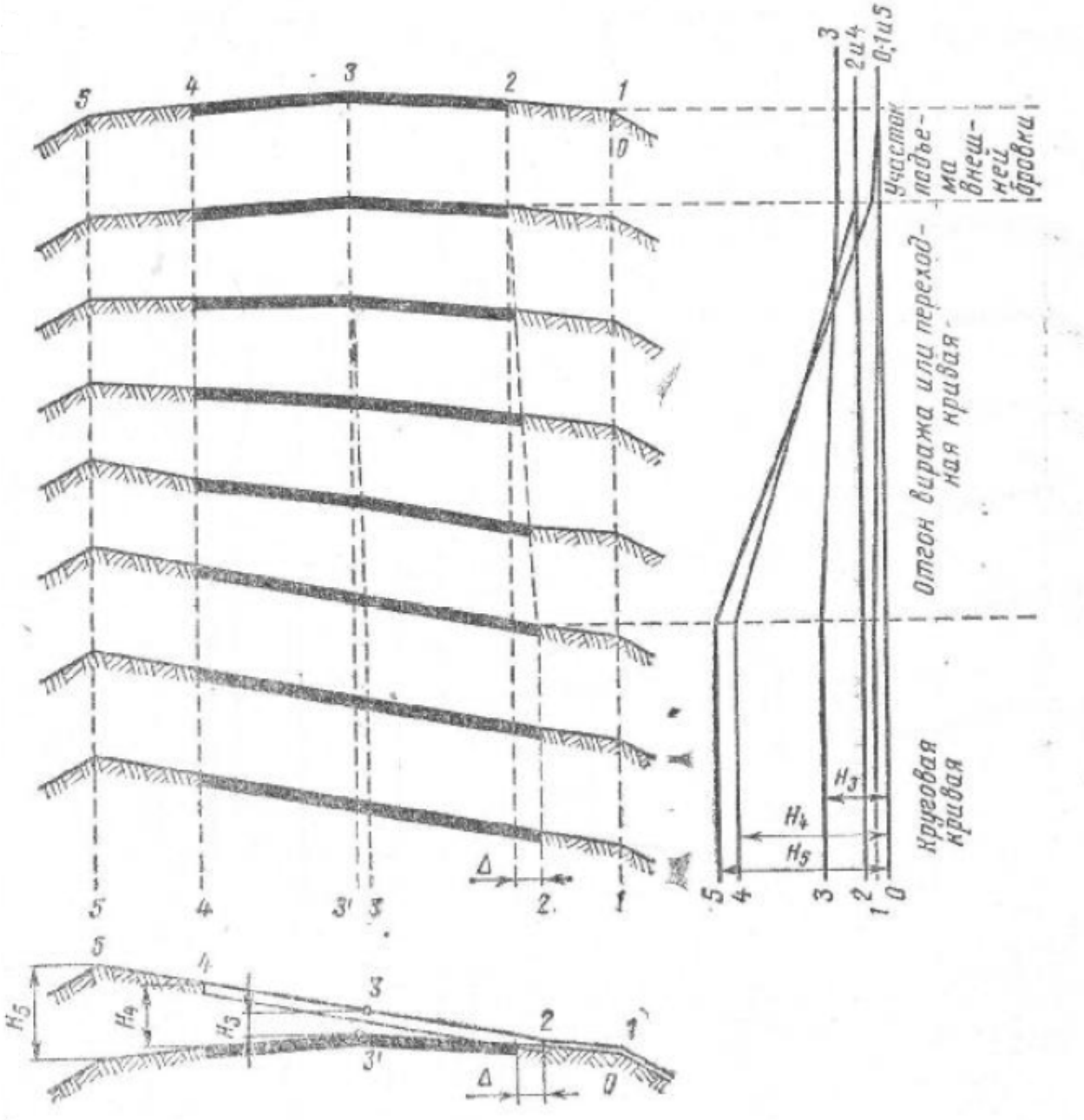
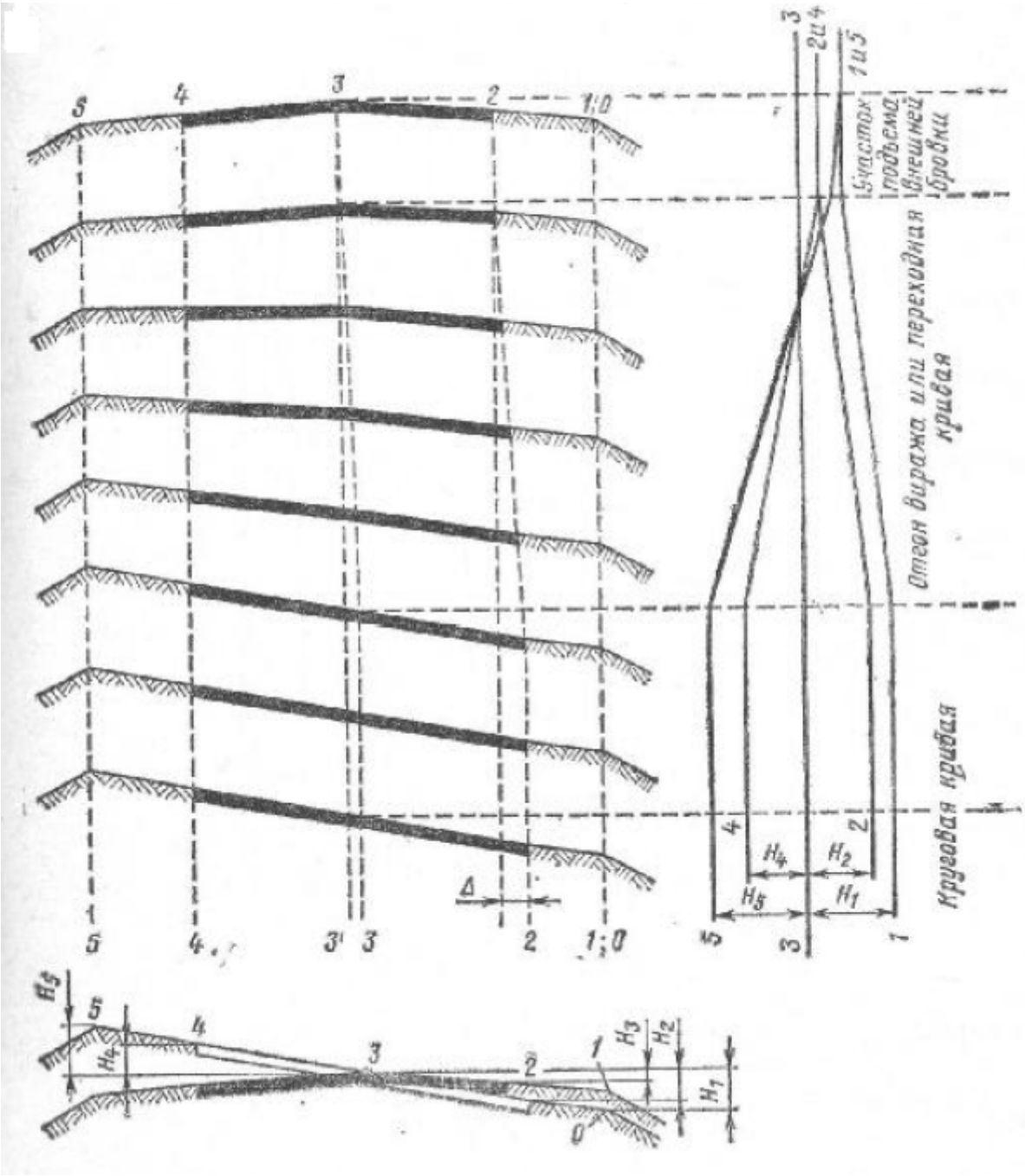


Рисунок 1 - Переход от двускатного поперечного профиля к односкатному. Поворот поперечного профиля относительно оси проезжей части



Поперечный уклон обочин на вираже следует принимать одинаковым с уклоном проезжей части дороги. Переход от нормального уклона обочин при двускатном профиле к уклону проезжей части следует производить, как правило, на протяжении 10 м до начала отгона виража.

Дополнительный продольный уклон наружной кромки проезжей части по отношению к проектному продольному уклону на участках отгона виража не должен превышать, ‰, для дорог:

- I и II категорий 5
- III - V категорий в равнинной местности 10
- III - V категорий в горной местности 20

Дополнительной уклон кромки проезжей части определяется по формуле (1).

$$i_{доп} = \frac{B \cdot i_{вир}}{L_{отг}}, \qquad (1)$$

где B – ширина проезжей части, м;

$i_{вир}$ – поперечный уклон проезжей части на вираже;

$L_{отг}$ – длина отгона виража, м (120 м).

Порядок выполнения работы

1. Начертить поперечные профили на участке отгона виража с заданным шагом. На чертеже указать:
   - ширину полос движения и обочин;
   - величину превышения над внутренней бровкой земляного полотна (при способе отгона виража относительно кромки проезжей части);
   - величину превышения над осью проезжей части (при способе отгона виража относительно оси проезжей части).
2. Начертить продольные профили по оси проезжей части, по кромкам проезжей части, по бровкам земляного полотна (все профили показать на одном чертеже).
3. Определить дополнительный уклон (формула 1) и сравнить с максимально допустимым уклонам.

Содержание отчета: приводятся цель работы, исходные данные, приводятся чертежи и расчет дополнительного уклона.

Исходные данные для практической работы

Варианты	Категория дороги	Ширина проезжей части, м	Поперечный уклон проезжей части, ‰	Поперечный уклон обочины, ‰	Поперечный уклон проезжей части на вираже, ‰	Шаг вычерчивания поперечных профилей	Способ отгона виража
1.	II	2×3,75	15	40	20	5	относительно внутренней кромки проезжей части
2.	II	2×3,75	20	40	50	10	относительно внутренней кромки проезжей части
3.	II	2×3,75	20	50	25	5	относительно внутренней кромки проезжей части
4.	II	2×3,75	15	50	50	10	относительно внутренней кромки проезжей части
5.	III	2×3,5	15	40	20	5	относительно внутренней кромки проезжей части
6.	III	2×3,5	20	40	50	10	относительно внутренней кромки проезжей части
7.	III	2×3,5	20	50	25	5	относительно внутренней кромки проезжей части
8.	III	2×3,5	15	50	50	10	относительно внутренней кромки проезжей части
9.	IV	2×3,0	15	40	20	5	относительно внутренней кромки проезжей части.
10.	IV	2×3,0	20	40	50	10	относительно внутренней кромки проезжей части
11.	IV	2×3,0	20	50	25	5	относительно внутренней кромки проезжей части
12.	IV	2×3,0	15	50	50	10	относительно внутренней кромки проезжей части
13.	II	4×3,75	15	40	20	5	относительно внутренней кромки проезжей части
14.	II	4×3,75	20	40	50	10	относительно внутренней кромки проезжей части
15.	II	4×3,75	20	50	25	5	относительно внутренней кромки проезжей части
16.	II	4×3,75	15	50	50	10	относительно внутренней кромки проезжей части

Варианты	Категория дороги	Ширина проезжей части, м	Поперечный уклон проезжей части, ‰	Поперечный уклон обочины, ‰	Поперечный уклон проезжей части на вираже, ‰	Шаг вычерчивания поперечных профилей	Способ отгона виража
17.	II	4×3,5	15	40	20	5	относительно внутренней кромки проезжей части
18.	II	4×3,5	20	40	50	10	относительно внутренней кромки проезжей части
19.	II	4×3,5	20	50	25	5	относительно внутренней кромки проезжей части
20.	II	4×3,5	15	50	50	10	относительно внутренней кромки проезжей части
21.	II	2×3,75	15	40	20	5	относительно оси проезжей части
22.	II	2×3,75	20	40	50	10	относительно оси проезжей части
23.	II	2×3,75	20	50	25	5	относительно оси проезжей части
24.	II	2×3,75	15	50	50	10	относительно оси проезжей части
25.	III	2×3,5	15	40	20	5	относительно оси проезжей части
26.	III	2×3,5	20	40	50	10	относительно оси проезжей части
27.	III	2×3,5	20	50	25	5	относительно оси проезжей части
28.	III	2×3,5	15	50	50	10	относительно оси проезжей части
29.	IV	2×3,0	15	40	20	5	относительно оси проезжей части
30.	IV	2×3,0	20	40	50	10	относительно оси проезжей части

Практическая работа 6

Схемы улично-дорожной сети

Цель работы: овладеть навыками работы с нормативно-технической документацией. Научится различать схемы улично-дорожной сети. Подтвердить компетенции ОК 1-5,8,9, ПК 1.1-1.4.

Основные понятия

Улично-дорожная сеть (УДС) - совокупность городских дорог, улиц, проездов, включая основную проезжую часть, газоны, тротуары, наружное освещение и другие элементы благоустройства, а также дорожные покрытия инженерных сооружений (мостов, путепроводов).

Многообразие схем улично-дорожной сети определяется исторически сложившимся образованием города, климатическими и топографическими условиями, а так же размерами города.

Порядок выполнения работы

1. Привести классификацию схем УДС.
2. Привести примеры городов (с изображением), где данные схемы используются.

Содержание отчета: приводятся цель работы, классификация схем УДС и места их применения.

Практическая работа 7

Топографические условные знаки

Цель работы: овладеть навыками работы с нормативно-технической документацией. Научится различать топографические условные знаки. Подтвердить компетенции ОК 1-5,8,9, ПК 1.1-1.4.

Исходные данные: топографические условные знаки.

Основные понятия

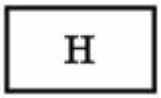
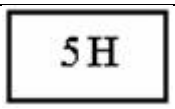
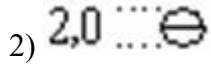
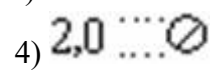
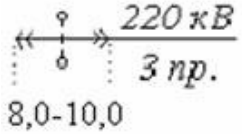
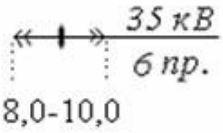
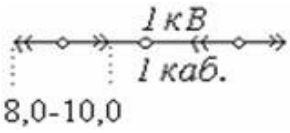
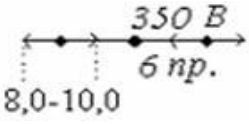
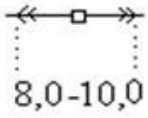
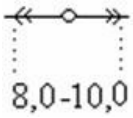
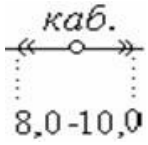
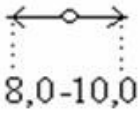
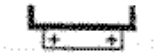
Топографические условные знаки — это символические условные обозначения объектов местности, применяемые для их изображения на топографических картах и планах. Топографические условные знаки передают облик, местоположение и некоторые качественные и количественные характеристики воспроизводимых на картах и планах предметов, контуров и элементов рельефа.

Порядок выполнения работы

Заполнить таблицу 1.

Таблица 1 – Топографические условные знаки

Обозначение	Наименование
1) КЖ 2) 5КЖ	
1) КН 2) 5КН	
1) Ж 2) 5Ж	

1)  2) 	
1) 2)  3) 4) 	
1)  2)  3)  4) 	
1)  2)  3)  4) 	
	

Содержание отчета: приводятся цель работы, исходные данные, заполненная табл. 1.

Практическая работа 8

Построение поперечного профиля улицы

Цель работы: овладеть навыками работы с нормативно-технической документацией. Научится строить поперечный профиль улицы. Подтвердить компетенции ОК 1-5,8,9, ПК 1.1-1.4.

Исходные данные: фактическая интенсивность движения, авт/сут

Порядок выполнения работы

1. Расчет интенсивности движения

Таблица 1 - Определение расчетной интенсивности движения

Автомобили	Коэффициент приведения K	$N_{факт}$		$N_{персп}^{10}$	$N_{персп}^{12}$	Приведенная перспективная суточная интенсивность движения $N_{прив}^{10}$, авт./сут
		авт./сут	%	авт./сут		
Легковые	1		65			
Грузовые 2 т	1,3		2			
5 т	1,4		5			
8 т	1,6		2			
Автопоезда 12 т	1,8		1			
Автобусы	2,5		10			
Троллейбусы	3		5			
Сочлененные автобусы и троллейбусы	4,6		10			
Всего:			100			

Ежегодный прирост автомобилей 3%

Производим расчет приведенной интенсивности движения $N_{прив}^{10}$ по формуле:

$$N_{прив}^{10} = N_1K_1 + N_2K_2 + \ldots + N_nK_n = 1662 \text{ авт./сут}, \quad (1)$$

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

K_n – коэффициент приведения автомобилей типа n к легковому автомобилю.

2. Определение основных технических параметров

Таблица 2 - Основные технические параметры

Тип местности по рельефу	
Дорожно-климатическая зона	
Расчетная скорость, км/ч	
Рекомендуемая скорость, км/ч	

Ширина улицы в красных линиях, м	
Наименьший радиус кривой в плане, м;	
Наибольший продольный уклон, ‰	
Наименьший радиус выпуклой кривой в продольном профиле, м	
Наименьший радиус вогнутой кривой в продольном профиле, м	
Число полос движения	
Ширина полосы движения, м	
Ширина пешеходной части тротуара, м	
Ширина краевой полосы у бордюрного камня, м	
Тип дорожной одежды проезжей части	
Поперечный уклон проезжей части, ‰	
Нормативная статическая нагрузка - АК	

3. Расчет ширины проезжей части

- Количество полос движения

$$n = N_{прив} / Z_р \cdot P, \quad (2)$$

где $N_{прив}$ – интенсивность движения приведенная к легковому автомобилю, авт/час;

P – пропускная способность, авт/час;

$Z_р$ – коэффициент загрузки, зависит от вида потока движения:

< 0,3 свободный поток

0,3 – 0,45 частично связный

0,45 – 0,7 связный поток

0,7 – 1 насыщенный поток

- Пропускная способность

$$P = 1000 \cdot V_{реком} / d, \quad (3)$$

где $V_{реком}$ – рекомендуемая скорость движения, км/час;

d – динамический габарит, м

- Динамический габарит

$$d = \frac{V_{tp}}{3,6} + \frac{(k_1 - k_2) \cdot V^2}{254\,(\varphi \pm i + f)} + L_a + L, \quad (4)$$

где $L_а$ – длина автомобиля, м;

L – зазор безопасности, м

- Ширина проезжей части

$$B_{п.ч.} = n \cdot B_{п.д.} + 2B_{к.п.}, \quad (5)$$

где $B_{п.д.}$ – ширина полосы движения, м

$B_{к.п.}$ – ширина краевой полосы, м

4. Построение поперечного профиля улицы (рис. 1)

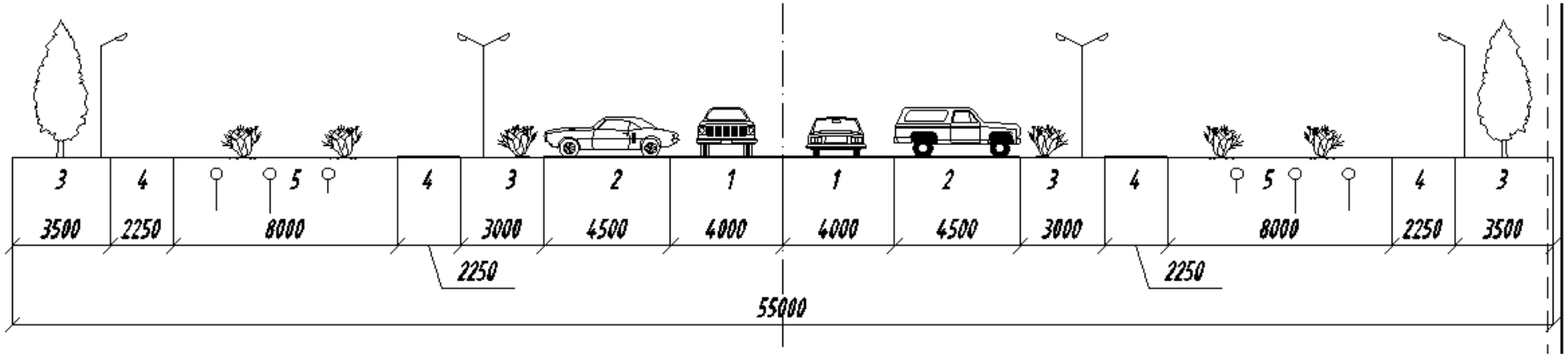


Рисунок 1 – Поперечный профиль улицы

1 – проезжая часть, 2 – остановочная полоса, 3 – полоса озеленения, 4 – тротуар, 5 – техническая полоса

Содержание отчета: приводятся цель работы, исходные данные, чертеж поперечного профиля улицы.

Исходные данные для практической работы

Варианты	Район строительства (город)	Фактическая интенсивность движения фактическая, авт./сут.	Тип местности по рельефу
1	2	3	4
1	Иркутск	1000	Равнинная
2	Томск	700	Равнинная
3	Архангельск	600	Равнинная
4	Ростов-на-Дону	500	Равнинная
5	Омск	400	Равнинная
6	Чита	300	Равнинная
7	Якутск	200	Равнинная
8	Благовещенск	1000	Равнинная
9	Пермь	700	Равнинная
10	Сыктывкар	600	Равнинная
11	Ульяновск	500	Равнинная
12	Петрозаводск	400	Равнинная
13	Шелехов	300	Равнинная
14	Магадан	200	Равнинная
15	Хабаровск	1000	Равнинная
16	Краснодар	700	Равнинная
17	Астрахань	600	Равнинная
18	Оренбург	500	Равнинная
19	Южно-Сахалинск	400	Равнинная
20	Красноярск	300	Равнинная
21	Махачкала	700	Равнинная
22	Нарьян-Мар	200	Равнинная
23	Петропавловск-Камчатский	1000	Равнинная
24	Курган	600	Равнинная

Практическая работа 9

Построение продольного профиля улицы

Цель работы: овладеть навыками работы с нораративно-технической документацией. Научится строить продольный профиль улицы. Подтвердить компетенции ОК 1-5,6,8,9, ПК 1.1-1.4.

Исходные данные: данные практической работы 8.

Основные понятия

Продольным профилем дороги называют развернутую в плоскости чертежа проекцию оси дороги на вертикальную плоскость.

По продольному профилю можно определять величину продольного уклона отдельных участков дороги, высоту насыпи и глубину выемки.

Исходными данными для проектирования продольного профиля служат материалы подробных технических изысканий (журналы угломерной съемки, пикетажный журнал, журналы продольного нивелирования, нивелирования поперечников и геологического обследования грунтов).

Контрольная отметка – это отметка, через которую проектная линия должна пройти обязательно. Контрольной отметкой являются: начало трассы, конец трассы, начало и конец мостов, места пересечения с коммуникациями, железными дорогами, автомобильными дорогами высокой категории (I, II, III).

Полуфиксированной контрольной отметкой является отметка бровки земляного полотна над водопропускными трубами. Бровка земляного полотна должна возвышаться над трубой на высоту не менее 0,5 м.

Порядок выполнения работы

Продольный профиль вычерчивается на миллиметровой бумаге в масштабах: горизонтальный – 1: 5000; вертикальный – 1:500.

Профиль вычерчивается участками, на листах высотой 297 мм. Наименование граф сетки продольного профиля показаны на рис. 3.

На продольном профиле отображаются отметки земли по оси дороги – *черные отметки*. Линию, соединяющую черные отметки, называют линией поверхности земли или *черный профиль*.

Вычерчиваем линию поверхности земли по оси дороги и линию кровли слоев грунта (ниже линии поверхности земли на 2 см). Отметки земли записываем в графу «Отметки земли, м».

Продольный уклон является одной из важнейших характеристик транспортных качеств автомобильной дороги. Уклон измеряется в промилле (‰). Промилле – тысячная часть от целого; 1 ‰ = 0,001. Определить уклон (см. рис. 1) можно по формуле (1), то есть

$$i = \frac{h}{l} = tg\alpha, \qquad (1)$$

где h – превышение, м;
l – горизонтальное проложение, м.

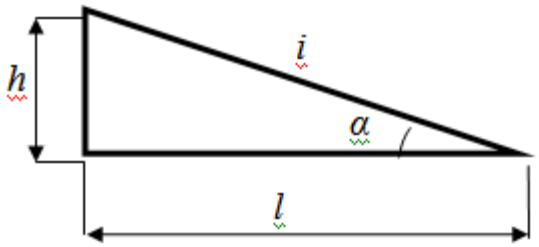


Рисунок 1 –Определение продольного кулона

Естественные уклоны местности часто превышают допустимые для эффективного использования автомобилей. В таких случаях уклон дороги делают более пологим, чем уклон поверхности земли, срезая часть на подъемах на возвышенность или, наоборот, подсыпая его в местах перехода через пониженные участки рельефа.

Определение руководящей и контрольных отметок

При проектировании продольного профиля дороги необходимо назначить руководящую рабочую отметку. Под этой отметкой понимают минимальную высоту насыпи земляного полотна.

Руководящую рабочую отметку определяют из условия снегонезаносимости насыпи в открытых местах и из условия обеспечения возвышения поверхности покрытия над источниками увлажнения.

Руководящую отметку принимают большую из определенных по этим двум условиям.

- Руководящая рабочая отметка из условия снегонезаносимости:

$$h = h_s + \Delta h, \qquad (2)$$

где h_s – высота снегового покрова 5%-ной вероятности превышения, м;
Δh – возвышение бровки насыпи над расчетным уровнем снегового покрова, необходимое для ее незаносимости, м (определяется по СП 34.13330.2012 в зависимости от категории дороги).

- Руководящую рабочую отметку для обеспечения возвышения поверхности покрытия над источниками увлажнения определяют по табл. 1, в зависимости от грунта и дорожно-климатической зоны.

Таблица 1 – Значение рабочей отметки для обеспечения возвышения поверхности покрытия над источниками увлажнения определяют

Грунт рабочего слоя	Наименьшее возвышение поверхности покрытия (м) в пределах дорожно- климатических зон			
	II	III	IV	V

Песок мелкий Супесь легкая крупная Супесь легкая	$\frac{1,1}{0,9}$	$\frac{0,9}{0,7}$	$\frac{0,75}{0,65}$	$\frac{0,5}{0,3}$
Песок пылеватый Супесь пылеватая	$\frac{1,5}{1,2}$	$\frac{1,2}{1,0}$	$\frac{1,1}{0,8}$	$\frac{0,8}{0,5}$
Суглинок легкий Суглинок тяжелый Глины	$\frac{2,2}{1,6}$	$\frac{1,8}{1,4}$	$\frac{1,5}{1,1}$	$\frac{1,1}{0,8}$
Супесь тяжелая пылеватая Суглинок легкий пылеватый Суглинок тяжелый пылеватый	$\frac{2,4}{1,8}$	$\frac{2,1}{1,5}$	$\frac{1,8}{1,3}$	$\frac{1,2}{0,8}$

Примечание. В числителе - возвышение поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод или длительно (более 30 сут) стоящих поверхностных вод, в знаменателе - то же, над поверхностью земли на участках с необеспеченным поверхностным стоком или над уровнем кратковременно (менее 30 сут) стоящих поверхностных вод.

Существует несколько методов нанесения проектной линии. Продольный профиль проектируется либо по обертывающей, т.е. повторяя линию земли, либо по секущей – срезая возвышенные участки и досыпая пониженные.

Места, где поверхность, дороги в результате срезки грунта расположена ниже поверхности земли, называют *выемками*, а участки, где дорога проходит выше поверхности земли, по искусственно насыпанному грунту – *насыпями*.

В выемках уклон проектной линии должен быть не менее 5 ‰, а устройство вогнутых кривых или горизонтальных участков в них недопустимо.

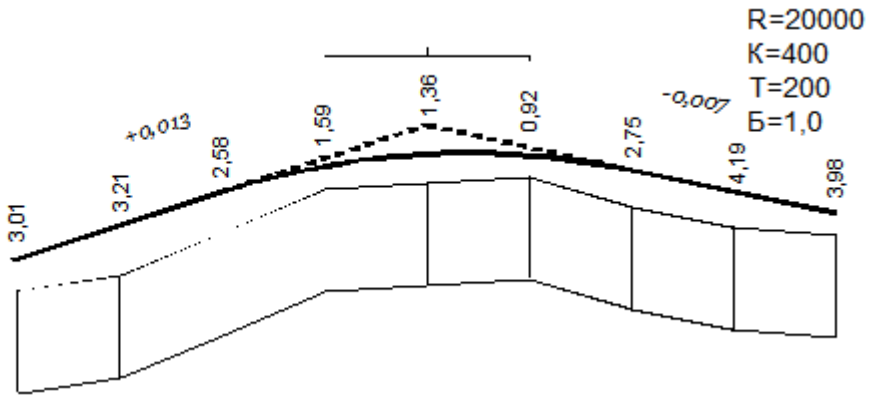
Проектирование вертикальных кривых методом тангенсов

6. прокладываем проектную линию в продольном профиле в виде прямых линий;
7. определяем уклоны прямых линий, значения уклонов записываем в графу «Уклон, ‰ вертикальная кривая, м»;
8. зная отметку на ПК 0 (назначенная контрольная отметка начала трассы), вычисляем проектные отметки на каждом пикете и плюсовых точках. Отметки записываем в графу «Отметки бровки земляного полотна»;
9. если алгебраическая разность уклонов смежных прямых более 5 ‰ для дорог I - II категорий и более 10 ‰ для III категории в переломы проектной линии вписываем вертикальные кривые. Радиус вертикальной кривой зависит от категории дороги и рельефа местности.

- длина кривой $K = R(I_1 - I_2)$,
- алгебраическая разность уклонов в тысячных долях $I_1 - I_2 = \Delta I$,

- тангенс $T = K/2$,
- биссектриса $Б = T^2/2R$,
- ордината Y любой промежуточной точки на расстоянии X от начала вертикальной кривой (конца вертикальной кривой) $Y = X^2/2R$.

10. уклоны на подъемах принимают со знаком «+», а на спусках – со знаком «-». Если ΔI со знаком «-», то кривая будет вогнутая; если со знаком «+», то кривая выпуклая;



Уклон и вертикальные кривые	13				400	400				7
Отметка бровки земляного полотна, м	178,70	180,00	181,30	(182,60) 182,35	(183,90) 182,90	(183,20) 182,95	182,50	181,80	181,10
Отметка земли, м	175,69	176,79	178,72	180,76	181,54	182,03	179,75	177,61	177,12

Рисунок 2 – Разбивка выпуклой кривой

Проектные отметки берут по бровке земляного полотна (называются они *красными отметками)*.

Проектные отметки берут по бровке земляного полотна (называются они *красными отметками)*. Разница между отметкой поверхности земли по оси дороги и отметкой бровки дороги, определяющая высоту насыпи или глубину выемки, называется *рабочей отметкой*.

Рабочие отметки в пределах кривой определяют как разность между откорректированными проектными отметками и отметками земли по оси дороги. Рабочие отметки записывают над проектной линией в пределах насыпи и под проектной линией в пределах выемки.

М 1:5000 по горизонтали

М 1:500 по вертикали

М 1:50 грунты

Тип местности по увлажнению		
Проектные данные	Тип поперечного профиля	слева
		справа
	Уклон, о/оо, вертикальная кривая, м	
	Отметка оси дороги, м	
Фактические данные	Отметка земли, м	
	Расстояние, м	
	Пикет	
	Элементы плана	
	Километры	

Рисунок 3 – Сетка продольного профиля улицы

Содержание отчета: приводятся цель работы, исходные данные, категория дороги, чертеж продольного профиля автомобильной дороги.

Практическая работа 10

Вертикальная планировка улицы

Цель работы: овладеть навыками работы с нораративно-технической документацией. Научится разбивать вертикальную планировку улицы. Подтвердить компетенции ОК 1-5,7,9,10, ПК 1.1-1.4.

Исходные данные: данные практических работ 8 и 9.

Основные понятия

Вертикальная планировка - это инженерное мероприятие по искусственному изменению, преобразованию и улучшению существующего рельефа местности для использования его в градостроительных целях. Она является обязательным и одним из важнейших мероприятий по инженерной подготовке и благоустройству территорий.

Основная цель вертикальной планировки заключается в создании спланированных поверхностей, удовлетворяющих требованиям застройки и инженерного благоустройства территории. Вертикальная планировка территории призвана создать благоприятные условия для размещения зданий и сооружений, прокладки улиц, проездов, подземных инженерных коммуникаций и пр. Все эти мероприятия связаны с работами по срезке, подсыпке и перемещению земляных масс. Поскольку земляные работы в комплексе строительства занимают важное место, как по объему, так и по стоимости, то при вертикальной планировке стремятся более рационально использовать существующий рельеф местности.

Все земельные работы на территории непосредственно связаны с организацией стока поверхностных (ливневых и талых) вод, которая осуществляется при помощи общетерриториальной закрытой водосточной системы. Она проектируется таким образом, чтобы собрать весь сток поверхностных вод с территории и отвести в места возможного сброса или на очистные сооружения, не допустив при этом затопления улиц, пониженных мест и подвалов зданий и сооружений.

Организацию поверхностного водоотвода осуществляют со всех городских территорий. Для этой цели используют открытую и закрытую водосточную системы города, которые выводят поверхностный сток за городскую территорию или на очистные сооружения.

К основным задачам вертикальной планировки относятся:

1. *инженерные*:
    - организация стока поверхностных вод (дождевых, ливневых и талых) с городских территорий;

- обеспечение допустимых уклонов улиц, площадей и перекрестков для безопасного и удобного движения всех видов городского транспорта и пешеходов;
- создание благоприятных условий для размещения зданий и прокладки подземных инженерных сетей;
- организация рельефа при наличии неблагоприятных физико-геологических процессов (затопление территории, подтопление ее грунтовыми водами, оврагообразование и т.д.);
- решение задач при сооружении крупных и уникальных плоскостных сооружений (спортивного центра, аэродрома и пр.).

2. *архитектурно - планировочные*:
   - придание рельефу наибольшей архитектурной выразительности;
   - придание ансамблю (территории микрорайона, парка, зоны отдыха) пространственной композиции путем перемещения грунта в границах проектируемой территории;
   - создание в необходимых случаях искусственного рельефа.

Порядок выполнения работы

Вертикальная планировка магистралей методом красных горизонталей начинается с определения положения проектных горизонталей по оси улицы (рис. 1).

При постоянном продольном уклоне и неизменяемом поперечном профиле, на протяжении всей улицы или ее участка, все проектные горизонтали не меняют своего очертания и остаются параллельными. Поэтому, достаточно построить одну красную горизонталь по всей ширине улицы в красных линиях и провести другие горизонтали параллельно ей через точки, полученные при градуировании оси улицы.

Для построения красных горизонталей необходимо провести дополнительные вычисления по формулам:

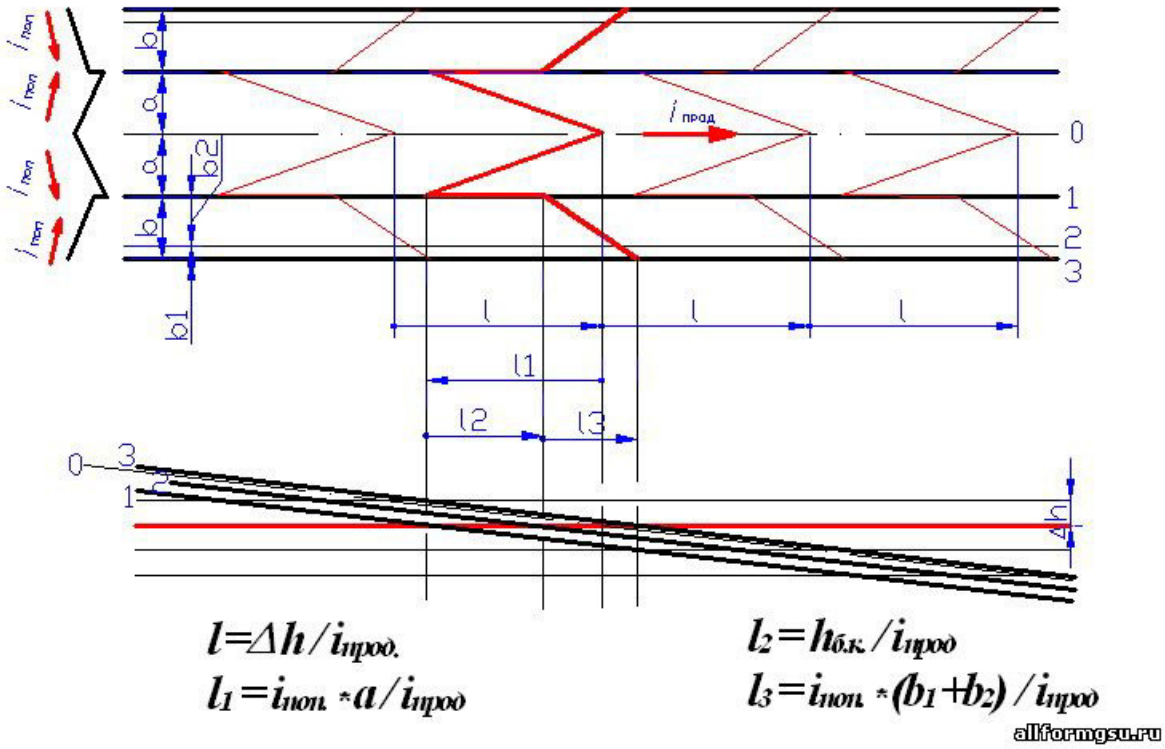


Рисунок 1 - Построение вертикальной планировки улицы

где iпрод. - продольный уклон магистрали, в долях ед.;
iпоп. - поперечные уклоны магистрали и тротуара, в долях ед.;
a - ширина проезжей части магистрали;
b1 ,b2 - ширина полосы зеленых насаждений и тротуара;
l - расстояние между проектными горизонталями с шагом h;
l_1 - величина сдвига проектной горизонтали от оси к лотку магистрали;
l_2 - скачок горизонтали за счет бортового камня, высотой hб.к;
l_3 - величина сдвига красной горизонтали к красной линии магистрали.

Поскольку исходные отметки, как правило, не кратны шагу горизонталей, то необходимо в первую очередь определить точку расположения ближайшей по значению проектной горизонтали.

На равнинном рельефе при проложении улиц и дорог по безуклонным участкам (менее 0.004) их проезжие части проектируют по лотку пилообразного продольного профиля с размещением в пониженных местах дождеприемных колодцев водосточной сети.

Продольный уклон по лотку создают за счет попеременного изменения поперечного профиля дороги. В сечении по водоразделам уклон назначают в пределах 1 - 1.5%, в сечениях по колодцам- 3%.

Содержание отчета: приводятся цель работы, исходные данные, категория дороги, чертеж вертикальной планировки улицы.

Практическая работа 11

Продольный профиль пешеходной дорожки

Цель работы: овладеть навыками работы с нораративно-технической документацией. Научится разбивать вертикальную планировку улицы. Подтвердить компетенции ОК 1-5,8,9, ПК 1.1-1.4.

Исходные данные: данные практической работы 8.

Основные понятия

Ширину тротуаров следует устанавливать с учетом категорий улиц и дорог и в зависимости от размеров пешеходного движения, а также размещения в пределах тротуаров, опор, мачт, деревьев и т.п. Ширину пешеходной части тротуаров следует принимать по расчету и кратной 0,75 м - ширине одной полосы пешеходного движения, но не менее указанной в СП42.13330.2011

ПРИМЕЧАНИЕ. Тротуары для пешеходного движения в составе магистральных автомобильных дорог устраиваются только в зоне застройки, прилегающей к дороге. Вне застройки устраиваются технические тротуары вдоль борта проезжей части шириной 0,75 м.

Порядок выполнения работы

Пропускную способность одной полосы движения следует принимать с учетом назначения и месторасположения пешеходных путей, а также условий пешеходного движения согласно табл. 1 .

Таблица 1 – Пропускная способность тротуара в зависимости от его назначения и месторасположения

Пешеходные пути	Плотность пешеходного движения, чел./м^3	Пропускная способность одной полосы движения, чел./ч
Тротуары вдоль жилых зданий	0,22	700
Тротуары вдоль общественных зданий и сооружений	0,27	800
Тротуары, обособленные разделительными полосами	0,2	600
Пешеходные улицы и дороги	0,16	500
Пешеходные дорожки	0,1	400
Пешеходные переходы через проезжую часть	0,4	1200
Подземные пешеходные переходы	0,5	2000

Продольные уклоны тротуаров и пешеходных дорожек следует принимать не более 60 ‰, а в горных условиях и в районах с сильно

пересеченной местностью - не более 100 ‰ при протяженности этого уклона не более 300 м.

При больших уклонах или большей протяженности участков следует предусматривать устройство лестниц (не менее трех и не более 12 ступеней в одном марше). Высоту ступеней следует принимать не более 12 см, ширину - не менее 38 см; после каждого марша необходимо устраивать площадки длиной не менее 1,5 м.

В районах с частыми гололедами, продольный уклон тротуаров и пешеходных дорожек не должен превышать 40 ‰; при продольных уклонах тротуаров более 60 ‰ и устройстве лестниц их следует оборудовать поручнями.

Поперечный уклон тротуаров следует принимать 10 - 15 ‰, в стесненных условиях и при реконструкции до 25 ‰.

Содержание отчета: приводятся цель работы, исходные данные, категория дороги, чертеж продольного профиля пешеходной дорожки.

Практическая работа 12

Расстановка водоотводных колодцев на продольном профиле улицы

Цель работы: овладеть навыками работы с нораративно-технической документацией. Научится расставлять водоотводные колодцы на продольном профиле улицы. Подтвердить компетенции ОК 1-5,9, ПК 1.1-1.4.

Исходные данные: данные практической работы 9.

Основные понятия

Закрытая система водоотвода состоит из подземной сети водосточных труб – коллекторов с водоприемными колодцами. Такая система принимает поверхностные воды и направляет их в водосточную сеть населенного пункта.

Основной принцип применения закрытой системы должен заключаться в минимальной длине сети коллекторов при максимально полном обслуживании всей территории зеленых насаждений.

Порядок выполнения работы

Водоприемные колодцы предназначены для приема поверхностных вод, стекающих с территории кварталов и улиц. Для приема воды на колодцах установлены водоприемные решетки.

Водоприемные колодцы помещаются на улицах и площадях:

а) в пониженных местах, не имеющих стока;

б) на перекрестках улиц в лотках проезжей части;

в) у въездов и выездов в кварталы и микрорайоны;

г) в лотках проезжей части между перекрестками.

В этом случае расстояние между колодцами назначается по нормам (от 50 до 80 м, в зависимости от уклона) или определяется расчетом.

Первый водоприемный колодец устанавливается от водораздельной линии на удалении 50…200 м. Расстояние между дождеприемными колодцами легко определить на основании гидравлического расчета лотка проезжей части.

Содержание отчета: приводятся цель работы, исходные данные, категория дороги, чертеж продольного профиля улицы с расставленными водоотводными колодцами.

Список используемых источников

1. СП 34.13330.2021 Автомобильные дороги
2. Федотов Г.А., Изыскания и проектирование автомобильных дорог. В 2 кн.: учебник для студ. учреждений высш. Образования / Г.А. Федотов, П.И. Поспелов - М.: Издательский центр «Академия», 2015. - 496 с.