

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Л. И. САМОЙЛОВА Г. В. ПРОВАТОРОВА

ИНЖЕНЕРНЫЙ ПРОЕКТ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Учебное пособие
к курсовому и дипломному проектированию

В двух частях

Часть 1

Под редакцией Л. И. Самойловой

*Допущено УМО вузов РФ по образованию в области
железнодорожного транспорта и транспортного строительства
в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по
специальности «Автомобильные дороги и аэродромы» направления
подготовки «Транспортное строительство» и направлению
подготовки бакалавров «Строительство» (профиль подготовки
«Автомобильные дороги»)*



Владимир 2014

УДК 625.7/8.05(075.8)

ББК 39.311 : 26.22

С17

Рецензенты:

Кандидат технических наук зам. главного инженера,
начальник дорожно-мостового отдела Проектного института

«Владимиравтодорпроект»

А. А. Лебедев

Кандидат технических наук, доцент

декан автомобильно-дорожного факультета

Института транспорта и транспортных технологий

Ивановского государственного политехнического университета

В. В. Кузьмин

Печатается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

Самойлова, Л. И.

С17

Инженерный проект автомобильной дороги : учеб. пособие к курсовому и дипломному проектированию. В 2 ч. Ч. 1 / Л. И. Самойлова, Г. В. Проваторова ; под ред. Л. И. Самойловой ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2014. – 114 с. – ISBN 978-5-9984-0438-2 (ч. 1). – ISBN 978-5-9984-0475-7.

Содержит необходимые сведения по организации и современной технологии проектирования автомобильных дорог. Приведены порядок работы и состав курсовых проектов по дисциплине «Изыскание и проектирование автомобильных дорог».

Предназначено для очной, заочной форм обучения бакалавров по направлению 270800 – Строительство профиль "Автомобильные дороги", специалитета направления 271502 – Строительство, эксплуатация, восстановление и техническое покрытие автомобильных дорог, мостов и тоннелей. Может быть также использовано широким кругом инженерно-технических работников и специалистов дорожного хозяйства, занятых изысканиями и проектированием автомобильных дорог.

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС 3-го поколения.

Табл. 43. Ил. 18. Библиогр.: 48 назв.

УДК 625.7/8.05(075.8)

ББК 39.311 : 26.22

ISBN 978-5-9984-0438-2 (ч. 1)

ISBN 978-5-9984-0475-7

© ВлГУ, 2014

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильные дороги – весьма капиталоемкие инженерные сооружения и в то же время одни из наиболее рентабельных.

Основными задачами инженерного проекта являются:

- обоснование оптимальных технических решений для строительства или реконструкции автомобильной дороги;
- определение объемов работ;
- разработка материалов для отвода земель под автодорогу.

Правильно запроектированная дорога обеспечивает безопасность движения как одиночных автомобилей с расчетными скоростями, так и транспортных потоков с высокими уровнями удобства даже в самые напряженные периоды работы дорог, надежность и долговечность земляного полотна, дорожных одежд, искусственных сооружений и т.д.

Технические решения по проектированию автомобильных дорог должны обеспечить рост производительности труда, экономию основных строительных материалов и топливно-энергетических ресурсов, достижение высоких транспортно-эксплуатационных качеств дороги.

При оценке вариантов проектных решений предпочтение отдадут не только самым экономичным инженерным решениям, но и чаще всего тем, которые обеспечивают наиболее гармоничное вписывание полотна дорог в окружающий ландшафт и оказывают наименее отрицательное воздействие на окружающую среду.

В 1-й части учебного пособия рассмотрены вопросы выполнения 1-го курсового проекта по дисциплине «Изыскание и проектирование автомобильных дорог» на тему «Инженерный проект автомобильной дороги», во 2-й части будет представлен 2-й курсовой проект на тему «Вариантное проектирование в CREDO».

Цель – помочь студентам, инженерам и техническим работникам в разработке проектов с использованием современной технологии и методов проектирования автомобильных дорог.

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

В настоящее время существуют следующие стадии проектирования автомобильных дорог, назначаемые в зависимости от полноты информации и требований заказчика:

1. Обоснование инвестиций.
2. Технико-экономическое обоснование.
3. Инженерный проект.
4. Рабочий проект.
5. Проект.
6. Рабочая документация.

Инженерный проект на автомобильную дорогу разрабатывает проектная организация по результатам инженерно-геодезических, геологических, гидрометеорологических, экономических, экологических изысканий, проведенных изыскательской партией в соответствии со СНиП 11.02, СНиП 11-103, СНиП 11-104, СНиП 11-105.

Исходными данными для разработки инженерного проекта служат:

1. Задание на производство проектных работ.
2. Архитектурно-планировочное задание.
3. Карта района строительства масштабом М 1:10 000, М 1:1 000.
4. Данные инженерных изысканий автомобильной дороги: геодезических, геологических, гидрометеорологических, экологических, экономических.
5. Результаты поиска местных грунтовых и дорожно-строительных материалов.
6. Согласованный акт выбора земельного участка и отвода земель под строительство автомобильной дороги.
7. Сведения об экономическом обосновании автомобильной дороги: грузообороте, грузонапряженности и интенсивности движения.
8. Технические условия заинтересованных организаций (ГИБДД, главного архитектора области, управлений: охраны окружающей сре-

ды и природных ресурсов, теплосетей, газовых и электрических сетей, водоканала и т.д.).

Инженерный проект состоит из трех частей:

- обосновывающие материалы и сметный расчет, предназначенные для заказчика и экспертизы инженерного проекта;
- контрактные материалы для конкурса подряда в виде рабочих чертежей и ведомостей объемов работ;
- материалы для оформления отвода и рекультивации земель.

Проект автомобильной дороги составляют с соблюдением правил безопасности жизнедеятельности, а также охраны окружающей среды, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов.

Проекты автомобильных дорог I – IV категорий в части безопасности движения должны быть согласованы с органами ГИБДД и органами управления по делам ГО и ЧС соответствующего уровня.

Состав курсового проекта

По дисциплине “Изыскание и проектирование автомобильных дорог” выполняют 2 курсовых проекта: “Инженерный проект автомобильной дороги”, “Вариантное проектирование в CREDO”. Последовательность их выполнения соответствует табл. 1.

Представленные примеры чертежей, ведомостей разработаны с использованием компьютерной техники. При выполнении чертежей, ведомостей должны соблюдаться требования действующих ГОСТ СПДС.

Курсовой проект включает расчетно-пояснительную записку на 25 – 35 страниц и графическую часть в объеме 6 – 8 листов форматом А1 – А4, выполненных в программном комплексе AutoCAD. Перечень чертежей проекта: план автомобильной дороги, продольный и поперечные профили, график занимаемых земель, эпюры ТЭО развития дороги и экологические.

Оформление расчетно-пояснительной записки в электронном варианте Microsoft Word должно соответствовать следующим требованиям:

Таблица 1

Структура проектов

№ п/п	Наименование раздела	Трудоемкость раздела, %	
		Инженерный проект АД	Проектирование в CREDO
1	Технические нормативы автомобильной дороги	5	–
2	Социально-экономическая характеристика района строительства	5	–
3	Природно-климатические условия района строительства	5	–
4	Создание цифровой модели местности (ЦММ)	–	10
5	Проектирование плана автомобильной дороги	5	5
6	Ведомость углов, прямых, круговых и переходных кривых	5	5
7	Проектирование продольного профиля автомобильной дороги	15	10
8	Ведомость искусственных сооружений	3	5
9	Ведомость пересечений и примыканий	2	-
10	Проектирование поперечных профилей автомобильной дороги	5	5
11	Ведомость привязки поперечных профилей	3	–
12	Ведомость устройства виражей и уширения	2	–
13	Попикетная ведомость объемов земляных работ	10	5
14	Покилометровая ведомость земляных работ	5	–
15	Ведомость планировки и укрепления кюветов	5	5
16	Ведомость планировки и укрепления откосов земляного полотна	5	5
17	Ведомость укрепления обочин земляного полотна	5	5
18	Ведомость использования растительного слоя	5	–
19	Ведомость дорожной одежды	–	5
20	Ведомость отвода и график занимаемых земель	10	5
21	Детализация рабочих чертежей	–	5
22	Технико-экономическое сравнение вариантов АД	–	10
23	Обустройство автомобильной дороги	–	5
24	Ведомость дорожных знаков, разметки, ограждений	–	5
25	Сводная ведомость объемов основных работ	–	5

1. Лист форматом А4 (210×297 мм).
2. Поля по 20 мм.
3. Шрифт Times New Roman.
4. Размер основного шрифта 14-й, в таблицах и рисунках – 12-й.
5. Междустрочный интервал одинарный.
6. Выравнивание по ширине.
7. Абзац 10 мм.
8. Десятичный разделитель – запятая (0,52).

Оформление графической части в программном комплексе AutoCAD (*.dwg) должно соответствовать следующим требованиям:

1. Лист форматом А1 (841×594 мм) – продольный профиль, А3 (420×297 мм) – план трассы; А4 (297×210 мм) – поперечные профили, график занимаемых земель;
2. Формат текста Standart.
3. Размер шрифта 2,5.
4. Коэффициент сжатия 1,0.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМАТИВЫ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Основным нормативным документом на проектирование автомобильных дорог является Свод правил Российской Федерации (СП 34.13330.2012 – актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги).

Автомобильные дороги подразделяют на пять категорий в зависимости от интенсивности движения согласно СП 34.13330 (табл. 2); по условиям движения и доступа на них транспортных средств согласно ГОСТ Р 52398 разделяют на три класса (табл. 3): автомагистраль, скоростная дорога, дорога обычного типа (не скоростная).

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

Таблица 2

Категории автомобильных дорог

Категория дороги		Расчетная интенсивность движения, прив. ед./сут	Функциональное назначение в сети дорог		
IA автомагистраль		Свыше 14 000	Федеральные	—	—
IB скоростная		Свыше 14 000			
Обычная	IV	Свыше 14 000	Федеральные	Региональные или межмуниципальные	Местные
	II	Свыше 6 000			
	III	2 000 – 6 000			
	IV	200 – 2 000	—	—	
	V	До 200			

Расчетные скорости движения автомобиля для проектирования элементов плана, продольного и поперечного профилей принимают по ГОСТ Р 52399 и СП 34.13330 (табл. 4). Расчетная скорость движения – это наибольшая возможная скорость одиночного автомобиля по условиям устойчивости и безопасности при нормальных условиях погоды и сцепления шин автомобиля с поверхностью проезжей части.

Предельно допустимые нормы элементов плана и продольного профиля дороги принимают по ГОСТ Р 52399 и СП 34.13330 (табл. 5), исходя из расчетной скорости движения.

Основные параметры поперечного профиля проезжей части и земляного полотна автомобильных дорог в зависимости от их категории принимают по ГОСТ Р 52399 (табл. 6).

Таблица 3

Классы автомобильных дорог

Класс дороги	Категория дороги	Количество полос движения	Ширина полосы, м	Разделительная полоса	Пересечения		Примыкания
					с автодорогами	с железными дорогами	
Автомостраль	IA	4; 6; 8	3,75	Обязательно	В разных уровнях	В разных уровнях	В разных уровнях
Скоростная дорога	IB	4; 6; 8	3,75				В одном уровне со светофором**
Дорога обычного типа	IV	4; 6; 8*	$\frac{3,75}{3,5}$	Не требуется	В одном уровне	В одном уровне	
	II	2; 4	$\frac{3,75}{3,5}$				
	III	2	3,5				
	V	1	4,5				

* 8 полос допускается только на существующих автомобильных дорогах.

** Пересечение IB, II (4-полосной) категории с аналогичными дорогами осуществляется в разных уровнях.

Таблица 4

Расчетные скорости

Категория дороги	Расчетные скорости, км/ч		
	Основные	Допускаемые на трудных участках местности	
		пересеченной	горной
IA	150	120	80
IB	120	100	60
IV	100	80	60
II	120	100	60
III	100	80	50
IV	80	60	40
V	60	40	30

Таблица 5

Допустимые параметры плана и продольного профиля дороги

Расчетная скорость км/ч	Наибольшие продольные уклоны, ‰	Наименьшие расстояния видимости, м		Наименьшие радиусы кривых, м		
				в плане	в продольном профиле	
		для остановки	встречного автомобиля		выпуклых	вогнутых
150	30	300	–	1 200	30 000	8 000
120	40	250	450	800	15 000	5 000
100	50	200	350	600	10 000	3 000
80	60	150	250	300	5 000	2 000
60	70	85	170	150	2 500	1 500
50	80	75	130	100	1 500	1 200
40	90	55	110	60	1 000	1 000
30	100	45	90	30	600	600

Примечание. Наименьшее расстояние видимости для остановки должно обеспечивать видимость любых предметов, имеющих высоту 0,2 м и более, находящихся на середине полосы движения, с высоты глаз водителя автомобиля 1,2 м от поверхности проезжей части.

Таблица 6

Параметры поперечного профиля автодорог

Параметры элементов дорог	Категории дорог							
	IA	IB	IV	II		III	IV	V
Число полос движения, шт.	4; 6; 8	4; 6; 8	4; 6; 8	4 ^{***}	2	2	2	1
Ширина полосы движения, м	3,75	3,75	3,5	3,5	3,75	3,5	3	4,5
Ширина проезжей части, м	2×7,5; 2×11,25; 2×15	2×7,5; 2×11,25; 2×15	2×7,0; 2×10,5; 2×14	7	7,5	7	6	4,5
Ширина обочины, м	3,75	3,75	1,5 [*]	2,5	3,75	2,5	2	1,75
Ширина укрепленной полосы обочины, м	0,75	0,75	0,5	0,5	0,75	0,5	0,5	–
Ширина остановочной полосы, м	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	–	–	–
Ширина разделительной полосы, м	6	5	4 ^{**}		–	–	–	–

Окончание табл. 6

Параметры элементов дорог	Категории дорог							
	IA	IB	IB	II	III	IV	V	
Ширина укрепленной полосы на разделительной полосе, м	1	1	1		–	–	–	–
Ширина земляного полотна, м	28,5; 36; 43,5	27,5; 35; 42,5	21; 28; 35	19	15	12	10	8

На дороге IB категории, проложенной по ценным землям, в трудной горной местности, на больших мостах, в застроенных районах:

* Ширину обочин дорог допускается уменьшать до 1,5 м.

** Ширину разделительной полосы принимают с ограждением.

*** На дороге II категории допускается устройство 4 полос проезжей части при расчетной скорости движения 100 км/ч.

Число полос движения на дорогах I категории устанавливаются в зависимости от интенсивности движения и рельефа местности по СП 34.13330 (табл. 7).

Таблица 7

Число полос движения на дорогах I категории

Рельеф местности	Интенсивность движения, прив. ед./сут	Число полос движения
Равнинный и пересеченный	Свыше 14 000 до 40 000	4
	Свыше 40 000 до 80 000	6
	Свыше 80 000	8
Горный	Свыше 14 000 до 34 000	4
	Свыше 34 000 до 70 000	6
	Свыше 70 000	8

Задание

Назначить технические нормативы для проектируемой автомобильной дороги в соответствии с расчетной интенсивностью движения по ГОСТ Р 52398 и СП 34.13330 и занести в табл. 8.

Пример 1

Автомобильная дорога федерального значения в соответствии с расчетной интенсивностью движения 8 000 прив.ед./сут назначена II технической категории. Технические нормативы проектируемой ав-

томобильной дороги приняты согласно ГОСТ Р 52399, СП 34.13330 и приведены в табл. 8.

Таблица 8

Технические нормативы

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Количество
1	Техническая категория	-	II
2	Расчетная интенсивность движения	прив.ед./сут	8 000
3	Расчетная скорость движения	км/ч	100
4	Число полос движения	—	2
5	Ширина полосы движения	м	3,75
6	Ширина проезжей части	То же	7,5
7	Ширина земляного полотна	”	15
8	Ширина обочины	”	3,75
9	Ширина укрепленной полосы обочины	”	0,75
10	Наибольший продольный уклон	‰	50*
11	Поперечные уклоны: — проезжей части — обочин, земляного полотна	То же	20 40
12	Наименьший радиус кривых: в плане в продольном профиле: выпуклых вогнутых	м То же ”	600* 10 000* 3 000*
13	Наименьшие расстояния видимости: — для остановки — встречного автомобиля	” ”	200* 350*

* – Приведены данные для пересеченной местности.

Автомобильная дорога по условиям движения и доступа на нее транспортных средств согласно ГОСТ Р 52398 отнесена к классу обычного типа (не скоростная).

Согласно ГОСТ Р 52398 допускаются пересечения и примыкания автомобильной дороги федерального значения II технической категории с другими автомобильными дорогами в одном уровне со светофорным регулированием, а пересечения с дорогами II и III категорий могут осуществляться как в разных уровнях, так и в одном. Пересечения с железными дорогами осуществляют только в разных уровнях.

3. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА

Социально-экономическую характеристику района строительства автомобильной дороги можно найти на сайте в Интернете или в справочной энциклопедии.

В разделе анализируют динамику и осуществляют прогноз основных показателей социально-экономического развития региона, в котором намечена реализация проекта: валового регионального продукта, численности населения, объемов пассажирских и грузовых перевозок (пассажиры- и грузооборота), объемов инвестиций и жилищного строительства, характеристику существующего парка автомобилей.

В раздел включают описание существующих планов перспективного развития транспортных магистралей областей, районов, городов и пригородных зон.

Пример 2

Владимирская область образована 14 августа 1944 г. Она расположена в центре Европейской части России, в Волжско-Окском междуречье. Входит в центральный экономический район. Площадь 29 тыс. км². Население 1644,7 тыс. человек (1996 г).

Петушинский район – один из шестнадцати районов, составляющих Владимирскую область, ее западный форпост, вплотную примыкающий к Московской области. Он расположен на полпути между двумя русскими столицами: современной – Москвой и древней - Владимиром. Дата рождения Петушинского района – 12 июля 1929 года в составе Орехово-Зуевского округа Московской области. В связи с воссозданием Владимирской области 14 августа 1944 года Петушинский район был передан в ее состав.

Население Петушинского района составляет 75 тыс. жителей, площадь территории – 1692 км². Это сельский район, в котором большую часть занимают леса, и в то же время промышленно развитый, обладающий уникальными предприятиями. По объему промыш-

ленного производства Петушинский район занимает пятое место среди всех городов и районов Владимирской области.

Через Петушинский район Владимирской области проходят оживленные транспортные артерии, соединяющие столицу России с восточными регионами нашего обширного государства. Нетронутые леса, составляющие Крутовский заповедник, с их прекрасными богатыми рыбой озерами сохранили уникальный животный и растительный мир российской средней полосы.

На этих землях, обильных озерами, реками и лесами, люди селились с давних пор, еще в доисторические времена. Об этом свидетельствуют стоянки эпохи неолита и более поздние, древние славянские могильники, обнаруженные археологами на берегах реки Клязьмы, а также реки Киржач и других ее притоков.

В Петушинском районе 24 промышленных предприятия семи основных отраслей народного хозяйства: электроэнергетики, химической, металлообработки, деревообработки, производства стройматериалов, легкой и пищевой. На территории Петушинского района 35 памятников археологии, 97 градостроительства и архитектуры, 32 памятника истории.

Во Владимирской области в большом количестве имеются залежи известняков, кирпичных, огнеупорных и белых глин, фосфоритов, мергелей, кварцевых песков, много гипса, гравия, бутового камня. Наличие указанных ископаемых позволяет широко развернуть производство строительных материалов: кирпича, цемента, извести, алебаstra, облицовочных плит, керамических и других изделий.

4. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА

Природные условия района строительства характеризуются комплексом погодно-климатических факторов с учетом деления территории Российской Федерации на дорожно-климатические зоны в соответствии с СП 34.13330 табл. 9 и рис. 1.

Дорожно-климатические зоны (ДКЗ)

ДКЗ	Примерные географические границы
I	Севернее линии Нивский-Новый Бор-Сыня-Белоярский-Ларьяк-Ярцево-Канск- Выезжий Лог-Сарыч-Сеп-Новоселово-Артыбаш-Иню-госграница-Биробиджан- Болонь-Многовершинный. Включает зоны тундры, лесотундры и северо-восточную часть лесной зоны с распространением вечномерзлых грунтов
II	От границы I зоны до линии Львов-Житомир-Тула-Н.Новгород-Ижевск-Томск-Канск до госграницы. Включает зону лесов с избыточным увлажнением грунтов
III	От границы II зоны до линии Кишинев-Кировоград-Белгород-Самара-Магнитогорск- Омск-Бийск-Туран. Включает лесостепную зону со значительным увлажнением грунтов в отдельные годы
IV	От границы III зоны до линии Джульфа-Степанакерт-Кизляр-Волгоград, далее южнее на 200 км линии Уральск-Актюбинск-Караганда. Включает степную зону с недостаточным увлажнением грунтов
V	К юго-западу и югу от границы IV зоны. Включает пустынную и пустынно-степную зоны с засушливым климатом и распространением засоленных грунтов

Примечание. Кубань и западную часть Северного Кавказа относят к III ДКЗ.

Метеорологические данные, характеризующие климат района, приводят по многолетним наблюдениям из СП 131.13330.

По условиям увлажнения верхней толщии грунтов согласно СП 34.13330 различают три типа местности:

1-й – сухие участки;

2-й – сырые участки с избыточным увлажнением в отдельные периоды года;

3-й – мокрые участки с постоянным избыточным увлажнением.

Глубину промерзания суглинистых грунтов определяют по карте (рис. П1). Среднюю высоту снежного покрова, а также дату образования и разрушения устойчивого снежного покрова находят по СНиП 2.01.01 или табл. П1 и рис. П2.

Данные для построения розы ветров – повторяемости направлений ветра, в %, приведены в СП 131.13330 для января и июля.

Описание рельефа, растительности и животного мира района строительства автомобильной дороги можно найти на сайте в Итернете. Грунты по трассе, уровень грунтовых и поверхностных вод принимают по заданию.

Задание

Указать, в какой дорожно-климатической зоне расположена проектируемая автомобильная дорога и тип местности по условию увлажнения. Дать общую климатическую характеристику района строительства: температуру воздуха, глубину промерзания грунтов, высоту снежного покрова, дату образования и разрушения снежного покрова, повторяемость направлений, скорость ветра и т. д. Данные представляют в таблицах.

Рельеф: категория сложности рельефа; гидрографическая сеть, наличие озер и болот; условия формирования и регулирования поверхностного стока.

Растительность и животный мир: наличие особо охраняемых природных территорий, парков и земель, занятых ценными угодьями (садов, пашен), категория лесов, виды животных и растений, занесенных в Красную книгу России. Характеристика растительного покрова.

Инженерно-геологические условия: глубина залегания и характеристика грунтов, наличие оползней, карстовых грунтов, устойчивость склонов, глубина залегания грунтовых вод. Типы почв, мощность плодородного слоя. Сведения об эрозии почв.

Пример 3

Климат, дорожно-климатическая зона

Район строительства – Владимирская область, относится ко II дорожно-климатической зоне. Климат Владимирской области в основном умеренно-континентальный с тёплым летом и умеренно холодной зимой. Поверхностный сток не везде обеспечен, согласно СП 34.13330 основной тип местности по условию увлажнения – 2-й.

Метеорологические данные, характеризующие климат района, приводятся по средним значениям многолетних наблюдений бли-

жайшей метеостанции, расположенной в г. Владимир (СП 131.13330).

Массы морского полярного воздуха, приходящие с наиболее частыми западными ветрами, обычно достигают Владимирской области уже преобразованными в континентальные массы.

Годовые изменения среднемесячной температуры наружного воздуха по месяцам приведены в табл. 10.

Таблица 10

Среднемесячная температура воздуха

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T, °C	-11,4	-10,6	-5,1	3,8	11,6	15,8	18,1	16,2	10,4	3,4	-3,1	-8,8

Средняя годовая температура на севере области +3,3 °С, на юге +3,8 °С. Самый холодный месяц – январь, со среднесуточной температурой воздуха –11 °С и абсолютным минимумом –41 °С. Самый теплый месяц – июль, со среднесуточной температурой воздуха +18,2 °С и абсолютным максимумом +38 °С. Продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха менее 0 °С составляет 156 суток. В мае наблюдаются заморозки, приносящие вред посевам.

Годовое количество осадков составляет от 500 до 550 мм в год, из них наибольшее количество приходится на июль – 68 мм, наименьшее – 35 мм – на апрель. В вегетационный период с мая по сентябрь выпадает 300 мм осадков, что вполне достаточно для роста культурных растений. Распределены осадки неравномерно: мало выпадает их в весенние месяцы, когда потребность в них наибольшая.

Глубина сезонного промерзания суглинистых грунтов для Владимирской области составляет 146 см. По данным метеонаблюдений дата образования снежного покрова – 24 ноября, дата схода снежного покрова – 6 апреля, окончательно снежный покров сходит в середине апреля.

Наибольшая высота снежного покрова с повторяемостью 20 лет ($p = 5\%$) приходится на конец февраля и составляет 76 см, средняя высота снежного покрова – 44 см. Один раз в 20 лет наименьшая высота снежного покрова может быть менее 23 см. Метели наблюдаются ежегодно с ноября по март. Среднегодовое количество дней с метелью – 24, наибольшее – 31.

Наибольшая облачность бывает в ноябре и декабре, наименьшая – в мае. Среднегодовое количество дней с туманами – 27, наибольшее – 33. Влажность воздуха имеет отчетливо выраженный годовой ход, сход-

ный с изменением температуры. Относительная влажность в границах изучаемого района колеблется в пределах 54 – 85 %, наибольшее ее значение приходится на зиму.

Преобладающими ветрами в области в течение года являются юго-западные, реже дуют восточные. Средняя скорость ветра составляет 3,2 м/с. Наибольшее число дней с сильным ветром и скоростью более 15 м/с наблюдается в марте, ветер со скоростью более 20 м/с характерен для марта и апреля. Данные для построения розы ветров приведены в табл. 11.

Таблица 11

Данные для построения розы ветров

Месяц	Повторяемость направлений ветра, %							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Июль	13	8	4	12	21	23	7	12
Январь	17	13	8	6	9	14	14	19

Рельеф

Владимирская область расположена в центральной части Русской равнины в понижении между Среднерусской и Приволжской возвышенностями.

Поверхность Владимирской области – слабохолмистая равнина. На северо-западе – Смоленско-Московская возвышенность, в междуречье Нерли и Киржача – Владимирское ополье высотой до 236 м над уровнем моря, на юге – Мещерская низменность.

Главными реками Владимирской области являются Ока, протекающая по юго-восточной границе области, и левый приток Оки – Клязьма, пересекающая область с запада на восток. Реки носят равнинный характер. Они имеют медленное течение, широкие долины и сильно извилистые русла.

Питание осуществляется за счёт таяния снега весной, летних осадков и грунтовых вод. С декабря по март реки покрываются льдом. Весной на них наблюдаются сильные половодья, во время которых заливаются обширные пространства долины-поймы, являющиеся сенокосными и пастбищными угодьями области. Наиболее крупными притоками Клязьмы в пределах области являются Киржач, Пекша, Колокша, Нерль, Уводь, Лух, Судогда, Нерехта, Тара, Суворощь.

Растительность и животный мир

Владимирская область расположена в зоне смешанных лесов. Лес занимает 42 % площади области. Часть земель распахана под сельскохозяйственные угодья. Преобладающей породой является сосна, образующая чистые насаждения на песчаных почвах юго-запада и северо-востока области. Ель встречается в сырых низких местах, чаще вместе с сосной или лиственными породами – березой и осиной. Из лиственных пород встречается дуб, растущий по долинам крупных рек.

Животный мир Владимирской области разнообразен. На территории её встречается до 40 видов млекопитающих. Из пушных животных наиболее многочисленными являются белка, лисица, заяц-беляк, заяц-русак; реже встречаются куница, норка, барсук, горностай, хорь, выдра, ласка. В лесах, главным образом на юге области, есть лоси и медведи. Кроме того, водятся волки и 7 видов грызунов. Обитают около 230 видов птиц.

Инженерно-геологические условия

Владимирская область входит в зону подзолистых почв. Все эти почвы бедны перегноем, особенно песчаные. Среднее содержание перегноя в этих почвах около 6 – 8 %. По долинам рек вытянуты полосы плодородных аллювиальных почв.

В геологическом строении основания автомобильной дороги принимают участие техногенные, аллювиальные и водно-ледниковые образования. По трассе автомобильной дороги развиты дерново-подзолистые почвы песчаного состава мощностью 0,15 – 0,25 м.

Грунты на всем протяжении участка дороги представлены в основном суглинками легкими, которые пригодны для возведения земляного полотна.

Грунтовые воды в пониженных местах находятся на глубине 2,5 – 5 м. Поверхностный сток не везде обеспечен. Питание горизонта осуществляется за счет атмосферных осадков, паводковых вод и путем подпитывания водами надпойменных террас. Также источниками снабжения водой являются местные реки. Территория хорошо дренирована при сравнительно неглубоком залегании подземных вод, пригодных для водоснабжения.

5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Принципы трассирования автомобильной дороги

Автомобильную дорогу прокладывают по кратчайшему направлению по малоценным землям, пустырям, опушкам леса в обход болота, карстовых и оползневых мест. Трассу автодороги I – III категорий можно запроектировать через болота I типа (строительные).

Автомобильную дорогу I – II категорий прокладывают в обход населенных пунктов с устройством подъездов к ним по возможности с подветренной стороны, ориентируясь на направление ветра в осенне-зимние периоды года в целях защиты населения от транспортного шума и вредных выбросов автомобилей. Для обеспечения в дальнейшем реконструкции дороги расстояние от бровки земляного полотна до линии застройки населенных пунктов принимают в соответствии с их генеральным планом, но не менее 200 м.

В районах размещения курортов, домов отдыха, пансионатов, пионерских лагерей трассу проектируют за пределами установленных вокруг них санитарных зон или в проектах разрабатывают защитные мероприятия.

Проектирование плана автомобильной дороги выполняют с учетом сохранения ценных природных ландшафтов, лесных массивов, а также мест размножения, питания и путей миграции диких животных, птиц и обитателей водной среды. Не допускается прокладывать трассу по государственным заповедникам и заказникам, охраняемым урочищам и зонам, отнесенным к памятникам природы и культуры. На сельскохозяйственных угодьях трассу прокладывают по границам полей севооборотов или хозяйств.

Вдоль рек, озер и других водоемов трассу прокладывают за пределами защитных зон (табл. 12).

По лесным массивам трассу автомобильной дороги прокладывают по возможности с использованием просек и противопожарных разрывов, границ предприятий и лесничеств с учетом категории защитности лесов и данных экологических обследований.

Таблица 12

Водоохранные зоны рек и озер

Длина реки, км	10	50	100	200	500	Больше 500	–	–
Площадь озера, м ²	–	–	–	–	–	–	Меньше 2	Больше 2
Ширина зоны, м	15	100	200	300	400	500	300	500

Направление трассы автомобильной дороги I – III категорий по лесным массивам по возможности должно совпадать с направлением господствующих ветров в целях обеспечения естественного проветривания и уменьшения снегозаносимости дорог.

Трассу автодороги при входе и выходе в лес целесообразно устраивать на кривых, так как сквозные прямые через лесные массивы некрасивы. Лесные массивы при проектировании автодорог следует обходить только в степных районах.

Элементы плана автомобильной дороги

План трассы автомобильной дороги – это горизонтальная проекция оси дороги на плоскость. При проектировании плана автодороги используют метод ”полигонального трассирования”, при котором на карту наносят ломаную линию, вписывая в углы поворота круговые и переходные кривые.

При назначении элементов плана в качестве основных параметров принимают:

- радиусы кривых в плане не менее 3 000 м;
- расстояние видимости для остановки автомобиля не менее 450 м;
- расстояние видимости встречного автомобиля не менее 750 м.

Минимально допустимые значения радиусов кривых и расстояние видимости в плане принимать согласно СП 34.13330 (табл. 5).

Следует избегать использования предельно допустимых норм на элементы плана. Необходимо всегда стремиться применять максимально возможные по местным условиям радиусы кривых в плане.

Во всех случаях, где по местным условиям возможно попадание на дорогу с придорожной полосы людей и животных, следует обеспечивать боковую видимость прилегающей к дороге полосы на расстоянии 25 м от кромки проезжей части для дорог I – III категорий и 15 м для дорог IV и V категорий.

Радиусы смежных кривых в плане должны различаться не более чем в 1,3 раза. При малых углах поворота дороги в плане применяют следующие радиусы круговых кривых (табл. 13).

Таблица 13

Радиусы в плане при малых углах поворота

Угол поворота, град	1	2	3	4	5	6	7 – 8
Наименьший радиус кривой, м	30 000	20 000	10 000	6 000	5 000	3 000	2 500

Переходные кривые предусматривают при радиусах кривых в плане менее 2 000 м, а на подъездных дорогах всех категорий – менее 400 м. Наименьшие длины переходных кривых принимают по СП 34.13330 (табл.14).

Таблица 14

Длины переходных кривых

Радиус круговой кривой, м		30	50	60	80	100	150	200	250	300	400	500	600 – 1 000	1 000 – 2 000
Длина переходной кривой, м	СП	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120	100
	Рекомендуют	55	65	70	80	90	110	125	140	155	170	180	–	–

Параметры смежных переходных кривых при сопряжении кривых назначают одинаковыми. При длине прямой вставки менее 100 м рекомендуют две кривые заменять одной кривой большего радиуса, при длине 100 – 300 м рекомендуется прямую вставку заменять переходной кривой большего параметра. Длину прямых в плане ограничивают согласно СП 34.13330 (табл. 15).

Минимальная прямая допускается для дорог I и II категорий – 700 м, для дорог III и IV категорий – 300 м.

В равнинной местности рекомендуемые соотношения между прямыми и горизонтальными кривыми приведены в табл. 16.

При проложении трассы автодороги не рекомендуют проектировать:

- короткую прямую вставку между двумя кривыми в плане, направленными в одну сторону;
- короткую кривую в плане, располагаемую между длинными прямыми, так как водителю издали видится резкий перелом дороги, что вызывает необоснованное снижение скорости движения;
- резкие переходы от кривых большого радиуса в плане к кривым малого радиуса;
- кривую малого радиуса на затяжном спуске.

Таблица 15

Допустимая длина прямых в плане

Категория дороги	Максимальная длина прямой в плане, м, на местности	
	равнинной	пересеченной
I	3 500 – 5 000	2 000 – 3 000
II, III	2 000 – 3 500	1 500 – 2 000
IV, V	1 500 – 2 000	1 500

Примечание. Большие длины прямых допустимы при преимущественно легковом движении, меньшие – при грузовом.

Таблица 16

Кривые при малых углах поворота между длинными прямыми

Длина меньшей из двух прямых, м	Наименьшая длина кривой, м	Наименьший радиус кривой
2 000	500	$2R_{\min}$
1 000	400	$1,2R_{\min}$
500	350	R_{\min}

Примечание. R_{\min} – минимальный радиус по СП 34.13330.

Оформление плана автомобильной дороги

План трассы автомобильной дороги разрабатывают в программе AutoCAD, используя в качестве подосновы топографическую карту местности в масштабе М 1:10 000 согласно ГОСТ Р 21.1701.

Необходимо отсканировать карту района строительства масштабом 1:10000. Увеличить резкость изображения рисунка отсканированной карты (*.ipg, *.bmp) в программе Microsoft Office Picture Manager. При необходимости можно обрезать и повернуть рисунок так, чтобы меридианы и параллели были вертикальны и горизонтальны границам чертежа.

Рисунок (*.ipg, *.bmp) отсканированной карты необходимо вставить в программу AutoCAD как растровую подложку в масштабе 1:1. Перевести картографический материал в цифровой формат, т.е. в программе AutoCAD провести векторизацию топографических элементов на основе растровой подложки согласно ГОСТ 21.204, ГОСТ Р 21.1207.

На плане автодороги отражают:

- ситуацию притрассовой полосы по 100 м в обе стороны;
- реперы;
- ось трассы автодороги;
- вершины углов поворота;
- пикеты через 100 м и указатели километров;
- начало и конец переходных и круговых кривых;
- искусственные сооружения (трубы, мосты, путепроводы, коммуникации);
- указатель направления на север стрелкой с буквой «С» у острия в левом верхнем углу чертежа;
- розу ветров для зимы и лета.

План автомобильной дороги дополняют ведомостью углов, прямых, круговых и переходных кривых согласно ГОСТ Р 21.1701 (табл. 17).

Условные обозначения подземных коммуникаций на плане приведены в табл. П2.

Таблица 17

Ведомость углов, прямых, круговых и переходных кривых

Точка	Местопо- ложение, ПК	Величина угла поворота		Радиус, м	Элементы круговой кривой, м				Элементы закругления с переходной кривой, м						Положение закругления		Расстояние между вершинами, м	Длина прямой, м	
		влево	вправо		Тангенс	Кривая	Дюмер	Биссектриса	Переходная кривая	Поправка	Тангенс	Кривая	Дюмер	Биссектриса	Начало, ПК	Конец, ПК			
НТ	0 + 00			R	Т	К	Д	Б	ℓ	ΔТ	ΔБ	Т _п	К _п	Д _п	Б _п	НЗ	КЗ	S	L
ВУ1	16 + 90	21°36'		1600	304, 98	602, 72	7, 232	28, 80	100	50, 05	0, 26	355, 02	702, 72	7, 322	29, 06	13+35	20+38	1690	1335
ВУ2	31 + 45		73°28'	1400	1044, 80	1795, 14	294, 45	346, 88	100	50, 21	0, 36	1095, 0	1895, 14	294, 87	347, 24	20+50	39+44		
КТ	39 + 78																	1129	34
ИТОГО													2597, 86	302, 19				4281	1381

Проверка расстояний:

$$D_1 = 2 T_1 - K_1 = 2 \cdot 304,98 - 602,72 = 7,232; D_2 = 2 T_2 - K_2 = 2 \cdot 1044,80 - 1795,14 = 294,448;$$

$$D_{1п} = 2 T_{1п} - K_{1п} = 2 \cdot 355,021 - 702,72 = 7,322; D_{2п} = 2 T_{2п} - K_{2п} = 2 \cdot 1095,002 - 1895,14 = 294,868;$$

$$\sum S - \sum D_{п} = 4281 - 302,19 = 3978,81; \sum L + \sum K_{п} = 1380 + 2597,86 = 3977,86$$

Ведомость углов, прямых, круговых и переходных кривых

Ведомость углов, прямых, круговых и переходных кривых разрабатывают по таблицам Н.А. Митина [32] для разбивки кривых на автомобильных дорогах или по таблицам В.И. Ксенодохова [34] для клотоидного трассирования.

Ниже приведен алгоритм вычислений по таблицам для разбивки кривых на автомобильных дорогах Н.А. Митина [32]:

1. По величине угла для радиуса $R = 1$ м по таблицам [32] определить элементы круговой кривой: тангенс T , кривая K , биссектриса B , домер D .

2. Элементы круговой кривой: тангенс T , кривая K , биссектриса B , домер D умножить на величину принятого радиуса.

3. Выполнить проверку:

$$D = 2T - K.$$

4. Назначить длину переходной кривой по СП 34.13330 (см. табл. 14) и определить по таблицам [32] поправку для тангенса ΔT и биссектрисы ΔB .

5. Определить поправку для домера ΔD :

$$\Delta D = 2\Delta T - L,$$

где L – длина переходной кривой.

6. Рассчитать с учетом поправок элементы закругления с переходной кривой (рис. 2): тангенс $T_{\text{п}}$, биссектрису $B_{\text{п}}$, кривую $K_{\text{п}}$, домер $D_{\text{п}}$:

$$\begin{aligned} T_{\text{п}} &= T + \Delta T; & B_{\text{п}} &= B + \Delta B; \\ K_{\text{п}} &= K + L; & D_{\text{п}} &= 2T_{\text{п}} - K_{\text{п}}. \end{aligned}$$

При устройстве переходных кривых сокращается длина круговой кривой и происходит смещение кривой в сторону ее центра.

7. Выполнить проверку:

$$D = 2T_{\text{п}} - K_{\text{п}}.$$

8. Определить пикетажное положение начала НЗ и конца закругления КЗ с учетом переходной кривой (см. рис. 2):

$$\text{НЗ} = \text{ВУ} - T_{\text{п}}; \quad \text{КЗ} = \text{НЗ} + K_{\text{п}} \quad \text{или} \quad \text{КЗ} = \text{ВУ} + T_{\text{п}} - D_{\text{п}},$$

где ВУ – пикетажное положение вершины угла.

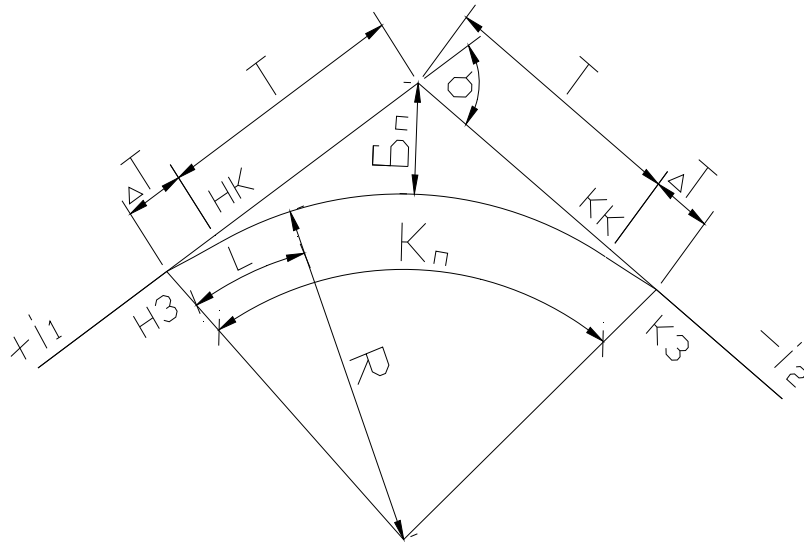


Рис. 2. Элементы закругления:

α – угол поворота, R ; T – радиус и тангенс круговой кривой; ΔT – поправка для тангенса; L – длина переходной кривой; $K_{п}$, $B_{п}$ – длина и биссектриса круговой с переходной кривой; НК, КК – пикетажное положение начала и конца круговой кривой; НЗ, КЗ – пикетажное положение начала и конца закругления;

i_1, i_2 – продольные уклоны линий

9. Определить расстояния между вершинами углов S_i .

Расстояние от начала до вершины угла $BУ_1$, между вершинами углов, от последней вершины угла $BУ_i$ до конца трассы измеряют по плану трассы масштаба 1:10 000 в программе AutoCAD.

10. Рассчитать длину прямой вставки ℓ_i

$$\ell_1 = НЗ_1 - НТ ; \ell_2 = НЗ_2 - КЗ_1 ; \ell_3 = КТ - КЗ_2 ,$$

где $НЗ_i$ и $КЗ_i$ – пикетажное положение начала и конца закругления с учетом переходной кривой; НТ, КТ – пикетажное положение начала и конца трассы.

11. Выполнить проверку расстояний, чтобы выполнялось условие

$$\sum S_i - \sum D_{\text{п}i} = \sum \ell_i + \sum K_{\text{п}i} = L_{\text{т}},$$

где S_i – расстояние между вершинами углов, м; $K_{\text{п}i}$, $D_{\text{п}i}$ – кривая, домер с учетом поправок на устройство переходной кривой, м; ℓ_i – длина прямой вставки, м; $L_{\text{т}}$ – длина трассы, м.

12. Расчет свести в ведомость углов, прямых, круговых и переходных кривых, приведенную согласно ГОСТ Р 21.1701 в табл. 17.

Задание

Запроектировать план автомобильной дороги в программе AutoCAD в соответствии с ГОСТ Р 52399 и СП 34.13330.

Автомобильная дорога должна быть кратчайшей по длине с соблюдением норм проектирования, а также хорошо вписываться в ландшафт (рис. 3).

На плане автомобильной дороги отобразить ситуацию на местности, проектируемую автомобильную дорогу, розу ветров, направление на север, пикеты, километры, вершины углов поворота, начало и конец закруглений, объекты энерго-, водо-, газоснабжения, водопропускные сооружения, мосты и путепроводы, постоянные и временные дороги по ГОСТ 21.204, ГОСТ Р 21.1207, ГОСТ Р 21.1701, указать масштаб плана.

Разработать ведомость углов, прямых, круговых и переходных кривых (см. табл. 17) по ГОСТ Р 21.1701.

Пример 4

План автомобильной дороги (рис. 4) запроектирован в программе AutoCAD в масштабе 1 : 10 000 с соблюдением требований ГОСТ Р 52399 и СП 34.13330 к параметрам автодороги II технической категории. Протяженность трассы составила 3,978 км. Длина воздушной линии – 3,763 км. Основное направление трассы северо-восточное по направлению господствующих ветров в зимний период, что обеспечит снегонезаносимость трассы.

Дорога проходит по пашне в обход населенных пунктов, имеются вдоль трассы участки леса, кустарника, лугов.

На плане трассы запроектировано 2 угла поворота: на ПК 16 + 90 влево $21^{\circ}36'$ с радиусом круговой кривой 1600 м и на ПК 31 + 45 вправо $73^{\circ}28'$ с радиусом круговой кривой 1 400 м и переходными кривыми по 100 м.

На кривых радиусом 1 400 и 1 600 м предусмотрено устройство виражей с поперечным уклоном 30 %.

Отгон виража – переход от двускатного профиля дороги к односкатному – осуществляют на протяжении переходных кривых. Уширение проезжей части и земляного полотна не требуется.

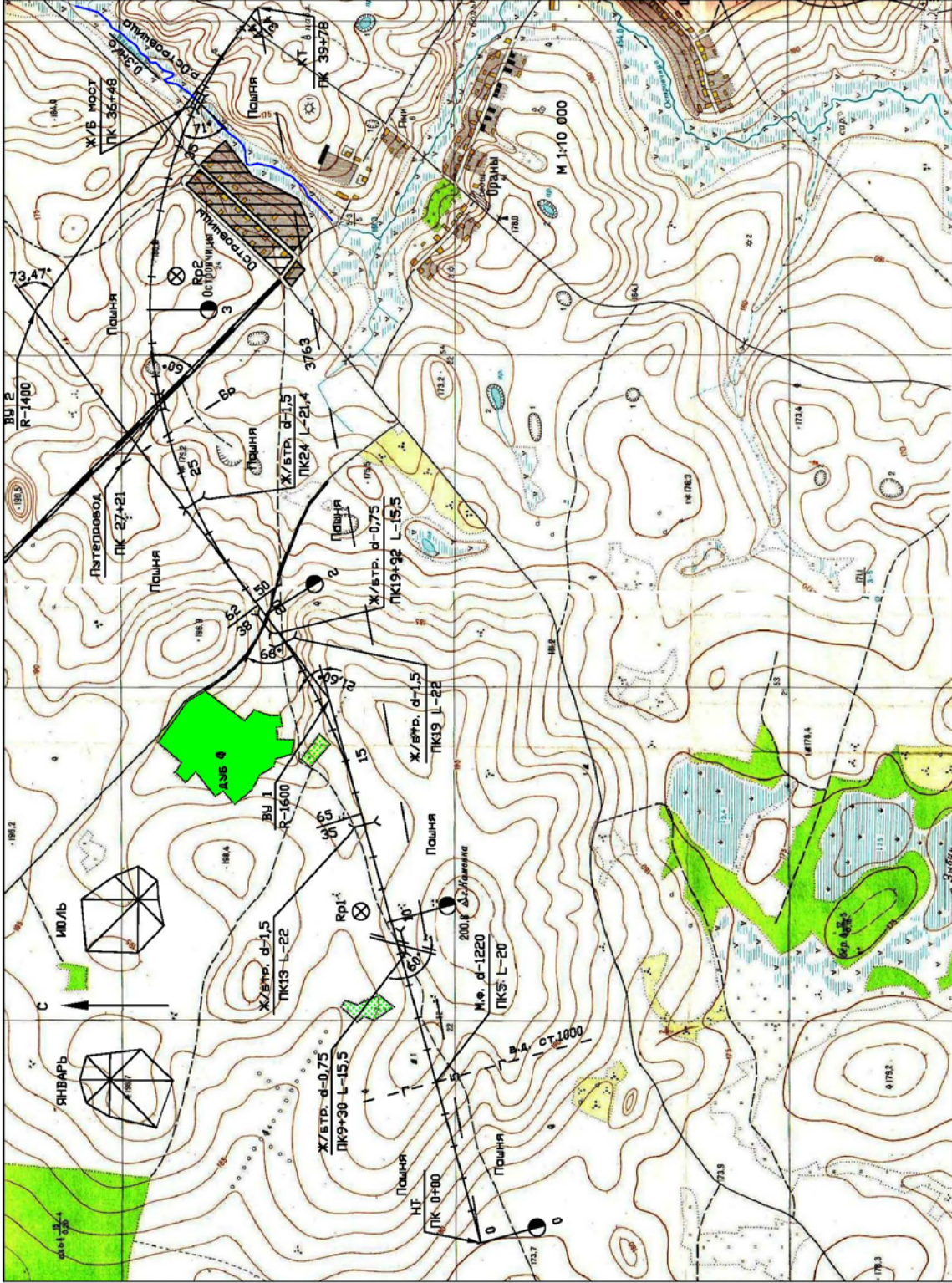


Рис. 3. План автомобильной дороги с подосновой – картой местности М1:10 000

Пересечение с железной дорогой под углом 60° выполнено на ПК 27 + 21 в двух уровнях, и запроектирован железобетонный путепровод габаритом Г-11,5 длиной 42 м.

Трасса пересекает несудоходную реку Островчица на ПК 36 + 48 под углом 71° , где устраивают железобетонный мост габаритом Г-11,5 длиной 40 м под углом 90° . Расчетный уровень высоких вод 169,0 м определен для вероятности превышения 1 %, уровень меженных вод (строительный уровень) составляет 165,3 м.

Через суходол и овраг запроектированы 3 железобетонные водопропускные трубы отверстием $d = 1,5$ м на ПК 13 + 00 длиной 22 м, на ПК 19 + 00 длиной 22 м и на ПК 24 + 00 длиной 21,4 м.

Пересечение с автомобильной дорогой IV технической категории выполнено в одном уровне на ПК 9 + 30 под углом 60° и ПК 19 + 92 под углом 66° . Предусмотрено устройство дорожной одежды по типу основной дороги на съезде с проектируемой дороги длиной 100 м. Наименьший радиус кривых при сопряжениях дорог принят 25 м.

На съездах в кюветах устраивают железобетонные водопропускные трубы отверстием $d = 0,75$ м на ПК 9 + 30 слева длиной 15,5 м, на ПК 19 + 92 справа длиной 15,5 м.

Пересечение автомобильной дороги с подземной инженерной коммуникацией – газопроводом высокого давления 3 МПа диаметром 1000 мм – запроектировано на ПК 5 под углом 90° . Бронированный кабель связи пересекает автомобильную дорогу на ПК 26 + 20 под углом 80° .

Репер расположен слева от трассы 80 м на ПК 10 + 50 и справа от оси дороги 50 м на ПК 31 + 00.

Расчет по таблицам для разбивки кривых на автомобильных дорогах Н.А. Митина [32] сведен в ведомость углов, прямых, круговых и переходных кривых согласно ГОСТ Р 21.1701 (см. табл. 17).

6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Продольный профиль дороги – это вертикальный разрез по оси дороги в отметках бровки земляного полотна, развернутый в плоскость чертежа. Участки, где поверхность автомобильной дороги проходит выше окружающей местности по искусственно насыпанному грунту, называют насыпями. Трасса проходит в выемке, если в результате срезки грунта располагается ниже поверхности земли.

Руководящая рабочая отметка

Рабочей отметкой называют разницу между отметкой поверхности земли по оси дороги и отметкой бровки земляного полотна, определяющей высоту насыпи или глубину выемки.

Руководящую рабочую отметку насыпи автомобильной дороги назначают максимальной из трех условий:

1. Возвышение поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод.
2. Возвышение поверхности покрытия над уровнем поверхностных вод.
3. Снегонезаносимости.

Возвышение поверхности покрытия автомобильной дороги над уровнем грунтовых и поверхностных вод должно быть более требований СП 34.13330 (табл. 18).

Высоту насыпи h_1 на участках дорог из условия возвышения поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод определяют:

$$h_1 = h^T - h_{ГВ},$$

где h^T – данные табл. 18 над чертой, м; $h_{ГВ}$ – уровень грунтовых вод, м.

Таблица 18

Возвышение над уровнем грунтовых и поверхностных вод

Грунт рабочего слоя	Наименьшее возвышение поверхности покрытия, м, в дорожно-климатической зоне			
	II	III	IV	V
Песок мелкий, супесь легкая крупная, супесь легкая	<u>1,1</u>	<u>0,9</u>	<u>0,75</u>	<u>0,5</u>
	0,9	0,7	0,55	0,3
Песок пылеватый, супесь пылеватая	<u>1,5</u>	<u>1,2</u>	<u>1,1</u>	<u>0,8</u>
	1,2	1,0	0,8	0,5
Суглинок легкий, суглинок тяжелый, глины	<u>2,2</u>	<u>1,8</u>	<u>1,5</u>	<u>1,1</u>
	1,6	1,4	1,1	0,8
Супесь тяжелая пылеватая, суглинок легкий пылеватый, суглинок тяжелый пылеватый	<u>2,4</u>	<u>2,1</u>	<u>1,8</u>	<u>1,2</u>
	1,8	1,5	1,3	0,8

Примечания. 1. Над чертой – возвышение поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод, под чертой – над поверхностью земли на участках с необеспеченным поверхностным стоком или над уровнем поверхностных вод.

2. За расчетный уровень грунтовых вод принимают максимально возможный осенний (перед промерзанием) уровень.

Высоту насыпи h_2 на участках дорог из условия возвышения поверхности покрытия над уровнем поверхностных вод определяют по формуле

$$h_2 = h_T \pm h_{пв},$$

где h_T – данные табл. 18 под чертой, м; $h_{пв}$ – уровень поверхностных вод, м.

Высоту насыпи h_3 на участках дорог, проходящих по открытой местности, по условию снегонезаносимости во время метелей определяют по формуле

$$h_3 = h_s + \Delta h,$$

где h_s – высота снегового покрова с повторяемостью 20 лет, вероятностью превышения 5 %, м; Δh – возвышение бровки насыпи над уровнем снегового покрова, необходимое для ее незаносимости, м.

Высоту снегового покрова с повторяемостью 20 лет, вероятностью превышения 5 % можно ориентировочно назначить $h_s = 1,7 h_{ср}$, где $h_{ср}$ – средняя высота снежного покрова.

Возвышение бровки насыпи над уровнем снегового покрова Δh назначают по табл. 19.

Таблица 19

Возвышение бровки насыпи над уровнем снегового покрова

Категория дороги	I	II	III	IV	V
Δh , м	1,2	0,7	0,6	0,5	0,4

Минимальная контрольная отметка у сооружения

Пересечения с железными и автомобильными дорогами, реками

Пересечения и примыкания автомобильных дорог в разных уровнях с устройством путепроводов принимают на дорогах:

- категорий IA, IB с автодорогами всех категорий;
- категории IB с дорогами, на которых интенсивность движения более 1 000 прив. ед./сут;
- категорий II, III между собой при суммарной интенсивности на пересечении более 12 000 прив. ед./сут.

Пересечения и примыкания на дорогах IA, IB категорий вне населенных пунктов предусматривают не чаще, чем через 10 км, на дорогах IB и II категорий – 5 км, а на дорогах III категории – 2 км.

Съезды с дорог I – III категорий и въезды на них осуществляют с устройством переходно-скоростных полос.

Пересечения и примыкания дорог выполняют под прямым или близким к нему углом. Острый угол между пересекающимися дорогами в одном уровне не должен быть менее 60° . Наименьший радиус горизонтальных кривых при сопряжениях дорог в одном уровне принимают: при съездах с дорог I, II категорий не менее 25 м, с дорог III категории – 20 м и с дорог IV, V категорий – 15 м.

Продольные уклоны дорог на подходах к пересечениям на протяжении расстояний видимости для остановки автомобиля не должны превышать 40 ‰. Расположение примыканий на участках выпуклых кривых в продольном профиле и с внутренней стороны закруглений в плане не допускается.

Все съезды и въезды на подходах к дорогам I – III категорий должны иметь покрытия по типу основной дороги:

- при песчаных, супесчаных и легких суглинистых грунтах 100 м;
- глинистых, тяжелых и пылеватых суглинистых грунтах 200 м.

Протяженность покрытий въездов на дороги IV категории предусматривают в 2 раза меньшей, чем въездов на дороги I – III категорий.

Пересечения железных дорог проектируют в разных уровнях с автомобильными дорогами I – III категорий, IV – V категорий при интенсивности движения более 100 поездов в сутки, при пересечении более трех железнодорожных путей и со скоростным железнодорожным движением свыше 120 км/ч.

Длину путепровода $L_{\text{п}}$ определяют по приближенной формуле

$$L_{\text{п}} = B_{\text{зп}} + 2 m H_{\text{п}},$$

где $B_{\text{зп}}$ – ширина земляного полотна автомобильной или железной дороги, м; $H_{\text{п}}$ – высота путепровода, м; m – крутизна откоса конусов у путепровода, $m = 1,5$.

Ширину земляного полотна железной дороги назначают по СП 119.13330 от 7,6 м для однопутной дороги до 12 м для двух путей. В расчете рекомендуется принимать ширину земельного участка полосы отвода железных дорог с учетом охранных зон от 24 до 34 м.

Мосты устраивают в местах пересечения автомобильной дороги с рекой (постоянно действующим водотоком), когда трубы не могут обеспечить пропуск воды.

Согласно СП 35.13330 принято:

- малые мосты длиной до 25 м;
- средние мосты длиной свыше 25 м до 100 м;
- большие мосты длиной свыше 100 м.

Расположение малых и средних мостов подчиняют общему направлению трассы автомобильной дороги. Малые и средние мосты, расположенные на горизонтальных и вертикальных кривых, неизбежно более сложной конструкции, чем на прямом участке.

Прямолинейные мосты небольшой длины, расположенные между кривыми в плане, или горизонтальные мосты в пределах вертикальной кривой резко нарушают зрительную плавность полотна дороги, ухудшают условия и безопасность движения. Недопустимо устройство кривых малых радиусов перед въездами на мост.

Большие мосты через судоходные реки являются дорогами и уникальными сооружениями, поэтому расположение трассы автодороги подчиняют рационально выбранному створу мостового перехода. Мост располагают перпендикулярно к направлению потоков воды (с углом не более 10°) на прямолинейном участке с устойчивым руслом и не широкой (мало затопляемой) поймой.

Подходы автомобильной дороги к пересечению с реками и железными дорогами проектируют с уклоном в продольном профиле не более 30 ‰. Профиль моста и путепровода проектируют так, чтобы алгебраическая разность сопрягаемых продольных уклонов в местах сопряжения пролетных строений между собой и с подходами не превышала значений, приведенных в табл. 20.

Таблица 20

Сопрягаемые уклоны продольного профиля на мосту

Расчетные скорости движения на подходах к мосту, км/ч	Алгебраическая разность сопрягаемых уклонов продольного профиля, ‰
150 – 100	8
80	9
70	11
60	13
40	17

Примечание. Если расстояния между местами сопряжения пролетных строений между собой или с подходами превышают 50 м, предельные значения алгебраической разности сопрягаемых уклонов продольного профиля могут быть увеличены в 1,2 раза.

Длину моста L_M (рис. 5) определяют по приближенной формуле

$$L_M = B_M + \alpha B_{\Pi} + 2 m H_M + 1 ,$$

где B_M – ширина реки по уровню меженных вод (строительный уровень), м; B_{Π} – ширина поймы, м; H_M – высота моста, м; $\alpha = 0,05 - 0,1$ для пойм шириной более 200 м и узких менее 200 м соответственно; m – крутизна откоса конусов у моста, $m = 1,5$.

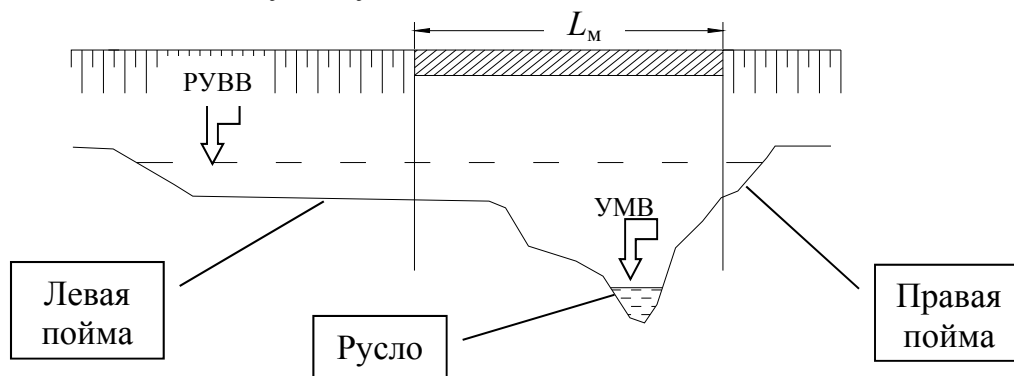
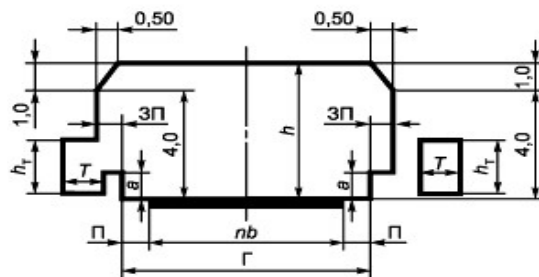


Рис. 5. Схема к расчету длины моста

Габарит моста или путепровода по ширине (рис. 6) – расстояние между ограждениями проезда или очертание, внутрь которых не должны заходить какие-либо элементы сооружения.

а)



б)

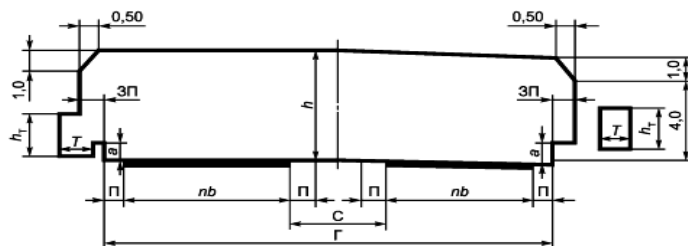


Рис. 6. Схема габарита автодорожного моста:

a – без разделительной полосы; b – с разделительной полосой без ограждения; nb – ширина проезжей части; Π – полоса безопасности; $ЗП$ – защитная полоса, $ЗП = 0,5$ м; Γ – габарит по ширине; h – габарит по высоте; T – тротуар; a – высота ограждения проезда; C – разделительная полоса

Габарит автодорожных мостов принимают по СП 35.13330 (табл. 21).

Таблица 21

Габарит автодорожных мостов

Категория дороги	Число полос движения	Ширина, м		Габарит*
		проезжей части	полос безопасности	
I	8	15 × 2	2,0	$\frac{\Gamma-(17+C+17)}{2(\Gamma-19)}$
	6	11,25 × 2	2,0	$\frac{\Gamma-(13,25+C+13,25)}{2(\Gamma-15,25)}$
	4	7,5 × 2	2,0	$\frac{\Gamma-(9,5+C+9,5)}{2(\Gamma-11,5)}$
II	4	7,0 × 2	2,0	$\frac{\Gamma-(9+C+9)}{2(\Gamma-11)}$
	2	7,5	2,0	$\Gamma-11,5$
III	2	7,5	2,0	$\Gamma-10$
IV	2	7,0	1,5	$\Gamma-8$
V	1	4,5	1,0	$\Gamma-6,5$

*В числителе – при отсутствии ограждений на разделительной полосе, в знаменателе – при наличии ограждений или при отдельных пролетных строениях под каждое направление движения.

Подмостовой габарит путепровода – расстояние по высоте от поверхности проезжей части автомобильных дорог до линии очерта-ния – принимают по ГОСТ Р 52748, он должен быть не менее:

- 5,0 м на автомобильных дорогах категорий IA, IB, IB, II, III;
- 4,5 м на автомобильных дорогах категорий IV, V.

Подмостовые габариты судоходных пролетов на реках принимают в соответствии с ГОСТ 26775 (рис. 7, табл. 22).

Для несудоходных рек минимальную отметку продольного профиля на мосту h_m определяют по формуле

$$h_m = H + h_o + h_k,$$

где H – отметка расчетного уровня высоких вод (РУВВ), м; h_o – запас, расстояние от низа пролетного строения до уровня воды, м; h_k – конструктивная высота пролетного строения, м.

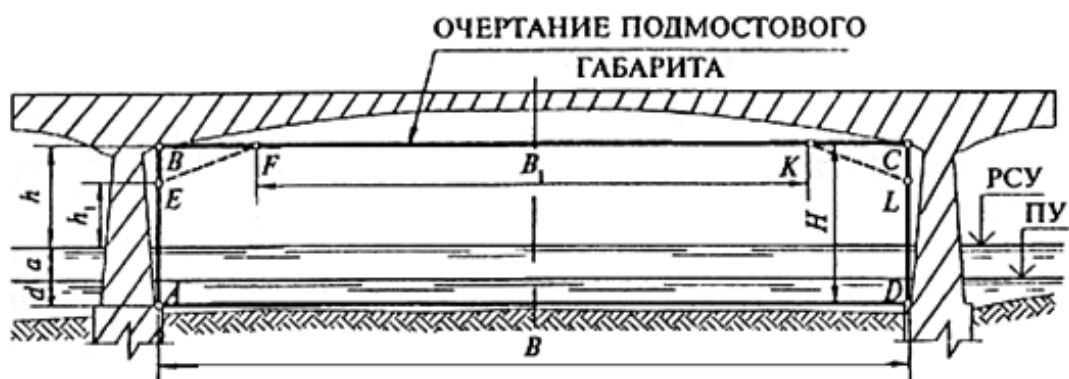


Рис. 7. Подмостовой габарит судоходного пролета моста: РСУ – расчетный высокий судоходный уровень воды; ПУ – проектный уровень воды; H – общая высота подмостового габарита; h – высота подмостового габарита над РСУ; B – ширина подмостового габарита; d – гарантированная глубина судового хода на перспективу; α – амплитуда колебаний уровней воды между РСУ и ПУ

Таблица 22

Подмостовой габарит судоходных пролетов моста

Класс водного пути	Высота подмостового габарита h , м, не менее	Ширина подмостового габарита B , м, не менее
1 – сверхмагистральные	17,0	140
2 – сверхмагистральные	15,0	140
3 – магистральные	13,5	120
4 – магистральные	12,0	120
5 – местного значения	10,5	100 / 60
6 – местного значения	9,5	60 / 40
7 – местного значения	7,0	40 / 30

Примечание. В знаменателе приведена ширина для второго и последующих судоходных пролетов.

На несудоходных реках низ пролетных строений согласно СП 35.13330 должен возвышаться над расчетным уровнем высоких вод для большого моста на $h_0 = 0,5$ м; при ледоходе $h_0 = 0,75$ м; при корчеходе $h_0 = 1$ м; для малого и среднего моста $h_0 = 0,25$ м.

Конструктивную высоту пролетного строения ориентировочно принимают для малых и средних мостов 1 м, для больших мостов – $1/15 \ell$ (длины пролета моста $\ell = 24 - 63$ м).

Минимальную контрольную отметку на подходах к мосту для

подтопляемой насыпи $h_{\text{пн}}$ автомобильной дороги определяют по формуле

$$h_{\text{пн}} = H + 0,5 + h_{\text{нв}},$$

где H – отметка расчетного уровня высоких вод (РУВВ), м; $h_{\text{нв}}$ – высота набега волны, м.

Высоту набега волны $h_{\text{нв}}$ определяют по формуле

$$h_{\text{нв}} \approx v^2 / g,$$

где v – средняя скорость движения воды в реке, $v = 0,2 - 4$ м/с; g – ускорение свободного падения, $g = 9,81$ м/с².

Расчетный уровень высоких вод на реках определяют по статистическим данным многолетних гидрометеорологических наблюдений за 20 лет половодий или 50 лет паводков с расчетной вероятностью превышения для автомобильных дорог I – III категорий – 1 %, IV – V категорий – 2 %.

Водопропускные трубы

Водопропускные трубы располагают перпендикулярно оси дороги под насыпями в пониженных местах продольного профиля с целью пропустить поверхностную воду от снеготаяния, ливней и дождей с верховой стороны дороги на другую низовую сторону. Среднее количество труб на 1 км дороги составляет в пустынях 0,3 шт., горах - 2 шт., в остальных местах – 1 шт.

Отверстие водопропускных труб определяют из условия пропуск расчетного расхода воды, притекающего к трубе во время снеготаяния, ливней. За расчетный расход принимают большее из найденных значений максимального расхода ливневого стока и талых вод с вероятностью превышения для дорог I категории 1 %, II и III категории – 2 %, IV и V категорий – 3 %.

Для водопропускных труб предусматривают безнапорный режим работы.

Согласно СП 35.13330 допускается назначать на автомобильных дорогах I – II категорий трубы с отверстием 1,0 м при длине трубы до 20 м, 1,25 м – при длине трубы более 20 м, так как при их большой длине и малом диаметре затруднены работы по ремонту и содержанию. Отверстия труб на автомобильных дорогах III – V категорий до-

пускается принимать равными 1,0 м при длине трубы до 30 м; 0,75 при длине трубы до 15 м, 0,5 м на съезде (табл. 23).

Таблица 23

Параметры водопропускных труб

Отверстие трубы, м	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	2,00
Толщина стенки, см	8	8	10	12	14	20

Минимальную высоту насыпи у трубы определяют по формуле

$$H_{\text{тр}} = h_{\text{т}} + \delta_{\text{т}} + h_{\text{п}} + h_{\text{до}},$$

где $H_{\text{тр}}$ – контрольная отметка насыпи у трубы, м; $h_{\text{т}}$ – высота или диаметр трубы, м; $\delta_{\text{т}}$ – толщина стенки трубы, м; $h_{\text{п}}$ – засыпка песком или грунтом, $h_{\text{п}} = 0,5$ м; $h_{\text{до}}$ – толщина дорожной одежды, $h_{\text{до}} = 0,3 - 0,6$ м для дорог IV – I технических категорий соответственно.

Длину трубы с оголовками $L_{\text{тр}}$ определяют ориентировочно по формуле

$$L_{\text{тр}} = B_{\text{зп}} + 2 m h_{\text{н}},$$

где $B_{\text{зп}}$ – ширина земляного полотна, м; m – заложение откосов насыпи, $m = 1,5$; $h_{\text{н}}$ – проектная высота насыпи у трубы, м.

Уклон лотка трубы $i_{\text{тр}}$ определяют по карте в горизонталях на участке между точками, расположенными на 200 м выше и 100 м ниже пересечения трубы с дорогой, по формуле

$$i_{\text{тр}} = (H_{200} - H_{100}) / 300,$$

где H_{200} , H_{100} – отметки у трубы на расстоянии выше 200 м и ниже 100 м соответственно, м. Уклон лотка трубы проектируют не менее 5‰, чтобы не происходило заиливания и застоя воды.

Пересечения с инженерными коммуникациями

Инженерные сети подразделяют по функциональному назначению:

- Водопровод напорный с давлением 0,5 – 1,5 МПа.
- Канализация самотечная.
- Теплосеть с давлением 2,5 МПа и температурой 200 °С.
- Газопровод:
 - высокого давления 2,5 – 10 МПа;
 - среднего давления 1,2 – 2,5 МПа;
 - низкого давления до 1,2 МПа.

- Электрокабель высоковольтный напряжением более 1 кВ.
- Кабель линии связи (телефонный, телеграфный).
- Специальные трубопроводы (нефтепровод, бензопровод и др.).

Автомобильные дороги общего пользования пересекают в основном магистральные (транзитные) трубопроводы с трубами диаметром от 600 до 1 400 мм.

Пересечения инженерных коммуникаций с автомобильными дорогами проектируют под прямым углом. Прокладка подземных коммуникаций под насыпями дорог не допускается, кроме мест пересечений.

Переходы трубопроводов под автомобильными дорогами осуществляют в футлярах. Футляр – это труба для защиты основного трубопровода от повреждений, земляного полотна – от размыва при аварии трубопроводов на участках перехода под автомобильными дорогами, а также для защиты от проникновения газа и вредных веществ при пересечении с инженерными сетями и сооружениями.

Расстояние в плане от обреза футляра принимают при пересечении с автомобильной дорогой 3 м до бровки земляного полотна или подошвы насыпи. Внутренний диаметр футляра принимают на 20 см больше наружного диаметра трубопровода. Расстояние по вертикали (в свету) с учетом требований СП 42.13330 должны быть не менее 0,6 м от верха покрытия автомобильной дороги до верха трубы (футляра).

Длину футляра $L_{\text{ф}}$ определяют по формуле

$$L_{\text{ф}} = B_{\text{зп}} + 2 m h_{\text{н}} + 2 \cdot 3 ,$$

где $B_{\text{зп}}$ – ширина земляного полотна, м; m – заложение откосов насыпи, $m = 1,5$; $h_{\text{н}}$ – высота насыпи над футляром, м; 3 м – расстояние от подошвы насыпи до обреза футляра.

При назначении глубины заложения подземных инженерных сетей учитывают глубину промерзания грунта, внешние нагрузки от транспорта, условия пересечения с другими подземными сооружениями и коммуникациями.

Ближе к поверхности земли на глубине от 0,5 до 1,5 м находится то, что называют «сухим» снабжением: газопровод, электрокабель, телефон и другие кабельные сети. На глубине более 2 м ниже того слоя, что замерзает зимой, находятся пути «влажного» снабжения: водопровод, канализация.

Газопроводы, нефтепроводы укладывают на глубине до 1,5 м, а

транспортирующие осушенный газ – на глубине до 1 м. Заглубление магистральных трубопроводов до верха трубы принимают не менее: для труб диаметром 1000 мм 0,8 м, 1400 мм 1 м.

Электрокабели напряжением до 10 кВ прокладывают на глубине 0,7 м, а большего напряжения – на глубине 1 – 1,5 м. Глубина заложения кабелей связи не превышает 0,7 – 1 м. Кабели часто прокладывают в керамической или асбестоцементной трубе. В одной трубе размещают от 1 до 8 кабелей. Бронированный кабель, имеющий покрытие от химической коррозии, укладывают непосредственно в грунт, накрывая сверху кирпичом, предохраняя от механического повреждения.

Применяют следующие способы прокладки трубопроводов "открытым" способом:

- бесканальный (в траншее);
- в каналах;
- тоннелях;
- коллекторах.

Коллекторы, каналы, тоннели устанавливают не глубже 0,3 – 0,5 м от поверхности земли до верха коллектора.

Минимальная глубина заложения лотка труб водопроводной и канализационной сети должна быть на 0,5 м ниже глубины промерзания грунта для труб диаметром более 500 мм.

Расстояние от бровки земляного полотна до основания опор воздушных телефонных и телеграфных линий, расположенных параллельно автомобильным дорогам, принимают не менее высоты опор, а до опор высоковольтных линий электропередачи – не менее высоты опор плюс 5 м.

Водоотводные сооружения

Для предохранения от переувлажнения и размыва земляного полотна поверхностными водами во время снеготаяния, ливней и дождей предусматривают систему поверхностного водоотвода, в которую включают планировку территории, устройство кюветов, лотков, быстротоков, испарительных бассейнов, поглощающих колодцев и т.д.

Боковые кюветы устраивают вдоль невысоких насыпей высотой до 1,5 м в условиях равнинной местности и до 2 м в условиях пересеченной местности, а также в выемках. Они обеспечивают минимально

необходимое возвышение поверхности покрытия над уровнем поверхностных вод и предназначены для осушения земляного полотна и быстрого отвода воды в пониженные места рельефа или к водопропускным трубам.

Дно кюветов должно иметь продольный уклон не менее 5 ‰ и в исключительных случаях – не менее 3 ‰. Боковые кюветы проектируют треугольного или трапецеидального очертания с двух сторон земляного полотна на местности с поперечным уклоном менее 20 ‰, в противном случае – односторонние с верховой стороны земляного полотна автодороги.

Воду из боковых кюветов сбрасывают в пониженные места через каждые 500 м с помощью водоотводных канав. Запрещается пропускать воду через выемку из кюветов вышележащего участка насыпи.

При водонепроницаемых связных грунтах и неудовлетворительных условиях поверхностного стока боковым кюветам придают форму трапецеидального сечения с шириной дна кювета 0,4 м заложением внешнего откоса кювета 1 : 1,5 и внутренним откосом соответствующим заложению откоса насыпи, 1 : 4 или 1 : 3.

Если земляное полотно устраивают на 1-м типе местности по условиям увлажнения с быстрым стоком поверхностных вод и грунтовые воды расположены глубоко, то боковые кюветы проектируют треугольного сечения.

При водопроницаемых песчаных, крупнообломочных и гравелистых грунтах, обеспечивающих быстрое впитывание воды в любое время года, боковые кюветы не устраивают.

Глубину кюветов назначают из условия пропуска расчетного расхода воды, притекающей к земляному полотну во время снеготаяния и ливней. За расчетный расход принимают большее из найденных значений максимального расхода ливневого стока и талых вод с вероятностью превышения для дорог I и II категорий 2 ‰, III категории 3 ‰, IV и V категорий 4 ‰.

Ориентировочно глубину кюветов принимают 0,4 – 1,5 м в насыпи и 1,2 – 1,5 м от бровки в выемке. Дно кювета проектируют с продольным уклоном не менее 5 ‰, чтобы не происходило заиливания и застоя воды. Наибольший продольный уклон водоотводных устройств назначают в зависимости от вида грунта, типа укрепления откосов и дна

канавы с учетом допускаемой по размыву скорости течения.

Неразмывающая скорость потока воды составляет для песка $v \approx 0,2 - 0,3$, для связных грунтов и укрепления засевам трав $v \approx 1 - 1,5$, для щебня М600 фр. 20 – 40 мм $v \approx 2 - 4$, для сборного, монолитного бетона $v \approx 5 - 9$ м/с.

Ориентировочно при укреплении откосов и дна кюветов с целью предохранения их от эрозии используют засевам трав по растительному слою грунта и геотекстильные материалы при продольном уклоне дна кюветов 10 – 20 ‰; щебень или грунт, обработанный битумом, при 20 – 30 ‰, цементобетон или асфальтобетон по щебеночному слою при 30 – 50 ‰.

Минимальные уклоны соответствуют несвязным грунтам, максимальные – связным. Толщину слоя щебня или грунта, обработанного битумом, принимают 10 – 15 см.

При продольных уклонах кюветов более 50 ‰ устраивают быстротоки, перепады с водобойными колодцами.

Геологические выработки

Согласно СНиП 11.02 и СП 11-105 при инженерных изысканиях по трассе автомобильной дороги закладывают геологические выработки (шурфы) глубиной до 2 м через 100 – 500 м в зависимости от вида, состояния грунта и предполагаемой высоты насыпи.

На участке, где предполагают устройство выемки, производят бурение скважин через 50 – 300 м глубиной 8 – 15 м или на 1 – 3 м ниже проектной отметки дна выемки. Минимальные расстояния принимают в сложных условиях, а максимальные – в простых инженерно-геологических условиях.

При пересечении железных и автомобильных дорог в двух уровнях закладывают скважины глубиной 15 – 30 м в местах устройства проектируемых опор ниже глубины погружения на 2 – 10 м в зависимости от вида и состояния грунта.

При устройстве водопропускных труб и подземных инженерных коммуникаций скважины бурят глубиной 8 м в точке пересечения.

В местах перехода через водотоки в русле и по берегам рек закладывают 3 – 9 скважин глубиной более 15 м в зависимости от сложности инженерно-геологических условий и длины моста (25 – 200 м).

Шурфы прямоугольной формы копают вручную размерами: ширина 1 м, длина 1,5 м и глубина до 2 м в количестве от 2 до 5 шт. на 1 км. Бурение скважин диаметром до 35 см и глубиной до 30 м осуществляют буровыми установками или самоходными буровыми машинами пневмо- или гидроударного действия.

Устройство геологических выработок выполняют с целью:


- определения условий, мощности залегания грунтов;
- установления положения уровня грунтовых вод;
- отбора образцов грунта для определения их состояния и свойств.

Все горные выработки после окончания работ должны быть ликвидированы: шурфы – обратной засыпкой грунтов с трамбованием; скважины и шпуры – тампонажем глиной или цементно-песчаным раствором с целью исключения загрязнения природной среды и активизации геологических процессов.

Условные графические обозначения консистенции и степени влажности грунтов, применяемые на инженерно-геологических разрезах, приведены по ГОСТ 21.302 в табл. 24.

Таблица 24

Графические обозначения влажности грунтов

Наименование грунта	Консистенция	Степень влажности	Обозначение
Супесь, суглинок, глина	Твердая	–	
Песок	–	Маловлажный	
Суглинок, глина	Полутвердая	–	
Суглинок, глина	Тугопластичная	–	
Супесь	Пластичная	–	
Песок	–	Влажный	
Суглинок, глина	Мягкопластичная, текучепластичная	–	
Суглинок, глина	Текучая	–	
Песок	–	Насыщенный водой	

Классификацию и группу грунта по трудности разработки определяют по ГЭСН-2001. Сб. 1. «Земляные работы» или по табл. П4 и отображают на геологическом разрезе.

При изысканиях автомобильных дорог применяют георадарные технологии, которые позволяют установить грунтово-гидрогеологические условия местности: геологический разрез, положение уровня грунтовых вод; глубину водоемов или рек в местах будущих мостовых переходов; место размещения и размеры инженерных коммуникаций; запасы полезных ископаемых и песков в карьерах и т.д.

Метод обертывающей и секущей линии

Проектную линию продольного профиля представляют сопряженными между собой вертикальными кривыми и прямыми в точках с одинаковыми продольными уклонами.

На участках равнинной местности с плавными формами рельефа и продольными уклонами земли меньше предельно допустимых норм проектную линию в продольном профиле прокладывают, следуя очертанию земли, по *"обертывающей"* с невысокими насыпями. Основное требование при проектировании продольного профиля – обеспечить минимальные объемы земляных работ.

Обертывающая проектная линия, проходящая параллельно поверхности земли, нерациональна, так как часто приводит к получению участков с недостаточной видимостью или неприятной для взгляда волнистой поверхностью. Частые переломы продольного профиля на длинных прямых в плане создают при обертывающем проектировании проектной линии беспокойную волнистую поверхность проезжей части.

На участках с пересеченным рельефом местности проектную линию проектируют по *"секущей"* с устройством чередующихся насыпей и выемок, обеспечивая баланс объемов земляных работ. Но длинные участки с постоянными продольными уклонами нерациональны при пересеченном рельефе, поскольку их устройство связано с необходимостью строительства высоких насыпей и глубоких выемок.

Для обеспечения водоотвода проектную линию в выемке наносят с уклоном не менее 5 ‰, проектирование горизонтальных участков в выемках не допускается. Не следует проектировать выемки глубиной менее 1 м большой протяженности, такие выемки обычно сне-

гозаносимые. При нанесении "секущей" проектной линии избегают устройства "мокрых" выемок при близком расположении уровня грунтовых вод, чтобы избежать в дальнейшем сползания откосов, образования наледей и устройства дорогостоящих дренажей.

Элементы продольного профиля

Переломы проектной линии продольного профиля при алгебраической разности уклона более 5 ‰ на дорогах I, II категорий, более 10 ‰ на дорогах III категории, более 20 ‰ на дорогах IV и V категорий сопрягают вертикальными кривыми.

При назначении элементов продольного профиля в качестве основных параметров принимают:

- продольные уклоны менее 30 ‰;
- радиусы кривых в продольном профиле, м:
 - выпуклых – более 70 000;
 - вогнутых – более 8 000;
- длины вертикальных кривых в продольном профиле, м:
 - выпуклых – более 300;
 - вогнутых – более 100.

В продольном профиле минимально допустимые значения радиусов вертикальных кривых и наибольшие продольные уклоны принимать согласно СП 34.13330 (табл. 5).

Следует избегать использования предельно допустимых норм на элементы продольного профиля. Необходимо всегда стремиться применять максимально возможные по местным условиям радиусы вертикальных кривых, минимальные продольные уклоны. Чем меньше разность смежных уклонов, тем большими должны быть радиусы вертикальных кривых.

Для дорог I и II категорий не допускают сочетание продольных уклонов, кривых в плане и продольном профиле с такими величинами, при которых создается впечатление провалов. Количество переломов в плане и продольном профиле должно быть одинаковым.

Трассу предусматривают в виде плавной линии в пространстве.

Наибольшую плавность трассы обеспечивают при совпадении вертикальных и горизонтальных кривых, т.е. кривые в плане и продольном профиле совмещают. Длина кривой в плане должна превышать

длину вертикальной кривой в продольном профиле на 100 – 150 м, а смещение вершин кривых должно быть не более 0,25 длины вертикальной кривой. Избегают сопряжения концов кривых в плане с началом вертикальных кривых в продольном профиле. Расстояние между ними должно быть не менее 150 м.

Радиус вертикальной выпуклой кривой должен превышать радиус кривой в плане не менее чем в 8 раз, а радиус вертикальной вогнутой кривой – в 6 раз.

Если кривая в плане расположена в конце спуска длиной свыше 500 м и с уклоном более 30 %, радиус ее должен быть увеличен не менее чем в 1,5 раза по сравнению с допустимой, с совмещением кривой в плане и вертикальной вогнутой кривой в продольном профиле в конце спуска.

Наибольшая плавность в продольном профиле достигается при проектировании его из вертикальных вогнутых и выпуклых кривых, непосредственно сопрягающихся друг с другом без промежуточных прямых вставок.

Не допускают длинные прямые вставки в продольном профиле. Предельные длины их приведены в табл. 25.

Для обеспечения на дороге видимости на большом расстоянии следует избегать сочетания элементов трассы и продольного профиля, в результате которых для водителя остается неопределенным дальнейшее направление дороги.

Таблица 25

Допустимые прямые вставки в продольном профиле

Радиус вогнутой кривой в продольном профиле, м	Алгебраическая разность продольных уклонов, ‰						
	20	30	40	50	60	80	100
	Наибольшая длина прямой вставки в продольном профиле, м						
	Для дорог I и II категорий						
4 000	150	100	50	–	–	–	–
8 000	360	250	200	170	140	110	–
12 000	680	500	400	350	250	200	–
20 000	–	–	850	700	600	550	–
25 000	–	–	–	–	900	800	–
	Для дорог III и IV категорий						
2 000	120	100	50	–	–	–	–
6 000	550	440	320	220	140	60	–
10 000	–	–	680	600	420	300	200
15 000	–	–	–	–	–	800	600

К недостаткам проектирования относят:

- короткие вогнутые участки в продольном профиле на прямых и кривых в плане большого радиуса, которые создают впечатление карманов или просадок;
- резкие снижения продольного уклона на подъемах, при которых нарушается видимость проезжей части на большом расстоянии;
- крутые выпуклые участки, как бы упирающиеся в небо, на вершинах выпуклых кривых малого радиуса или на путепроводах при пересечении дорог в разных уровнях.

Нанесение проектной линии методом тангенсов

Существует два метода нанесения проектной линии продольного профиля: метод тангенсов и графоаналитический метод по шаблонам.

На продольный профиль линии земли по оси дороги наносят контрольные точки. Намечают ломаную линию, придерживаясь руководящей рабочей отметки и ориентируясь на допускаемые значения уклонов прямых, радиусов кривых. Проектная линия должна пройти не ниже контрольных точек.

Продольный уклон i проектной линии вычисляют с точностью 0,001 по формуле

$$i = \frac{H_1 - H_2}{L},$$

где H_1, H_2 – проектная отметка начала и конца проектной линии, м; L – расстояние между началом и концом проектной линии, м.

Проектные отметки пикетажных и промежуточных точек проектной линии H_i с точностью 0,01 рассчитывают по формуле

$$H_i = H_1 + h = H_1 + i \ell,$$

где h – превышение, м; ℓ – расстояние от пикета или промежуточной точки до начала проектной линии, м.

Переломы проектной линии продольного профиля сопрягают вертикальными кривыми. Элементы вертикальных кривых: Т – тангенс, К – кривая, Б – биссектриса определяют по таблицам Н.А. Митина [32] для разбивки кривых на автомобильных дорогах в зависимости от разницы уклонов смежных проектных линий ($i_1 - i_2$).

Графоаналитический метод по шаблонам

Проектную линию графоаналитическим методом по шаблонам наносят на продольном профиле автомобильной дороги в виде сопрягающихся между собой смежных вертикальных кривых или кривой с прямыми вставками. Вертикальные кривые имеют параболическое очертание.

На первом этапе проектирования наносят прямые линии и вписывают вертикальные кривые по шаблонам. На чертеж продольного профиля местности с нанесенной линией фактической поверхности земли накладывают шаблоны (рис. 8) вертикальных кривых разных радиусов, выполненные в масштабе продольного профиля: горизонтальный М 1:5 000, вертикальный М 1:500.

На шаблоне нанесены штрихи с указанием уклонов (в промилле) касательных линий в точке пересечения с вертикальной кривой, значение радиуса кривой. Также на шаблоне имеются горизонтальная и вертикальная линии для ориентирования шаблона на продольном профиле.

В вершине вертикальной кривой, которую принимают за начало координат, уклон равен нулю. Каждая точка шаблона имеет свой уклон касательной к ней линии и координаты: расстояние и превышение относительно вершины кривой.

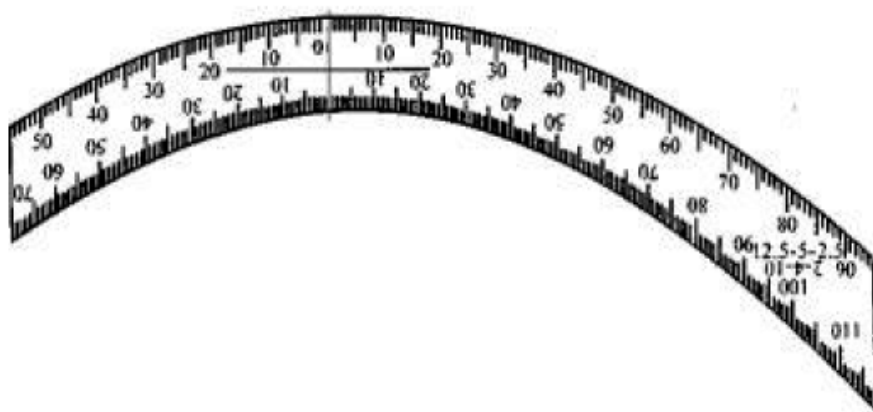


Рис. 8. Шаблон для проектирования вертикальных кривых

Проектные участки в виде прямых линий наносят с помощью треугольника уклонов от 0 до 100 ‰ (рис. 9), лучи которого расположены под углом.

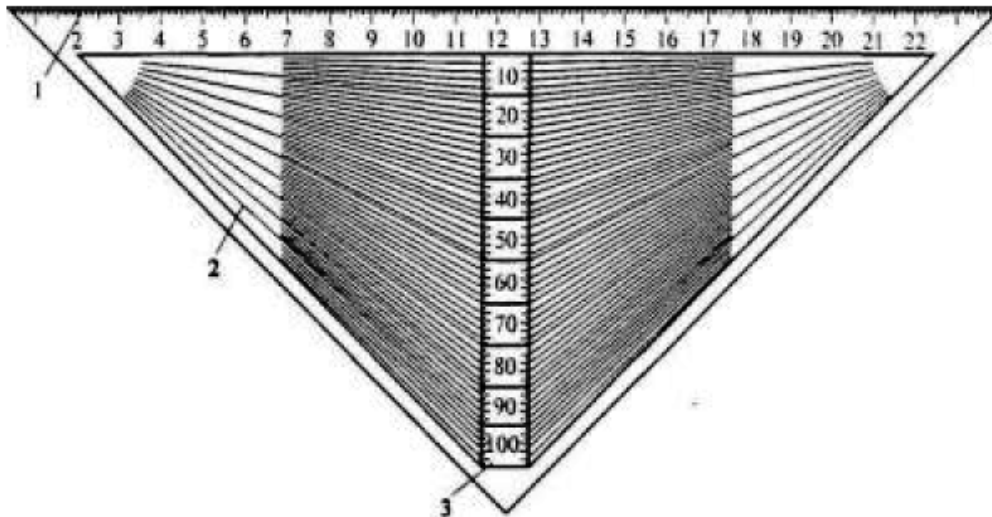


Рис. 9. Треугольник уклонов:
 1 – рабочая сторона треугольника; 2 – лучи-уклоны;
 3 – вертикальная шкала

Смежные вертикальные кривые или кривая с прямой вставкой должны в связующей точке иметь одинаковый уклон касательных линий. Связующая точка – это точка перехода из выпуклой вертикальной кривой в смежную вогнутую кривую или прямую вставку, и наоборот.

Использование шаблонов при проектировании проектной линии продольного профиля позволяет наглядно подобрать радиус вертикальной кривой и уклон прямой вставки.

На втором этапе определяют уклон касательной линии в связующей точке, ее пикетажное положение и проектную отметку. Затем вычисляют отметки пикетов и всех промежуточных точек в пределах вертикальной кривой.

Вертикальные вогнутые кривые имеют уклон касательных линий положительный, а вертикальные выпуклые кривые – отрицательный. Вершину или начало вертикальной кривой принимают за нулевую точку. В вершине вертикальной кривой касательная линия располагается горизонтально и уклон ее равен нулю.

Для вычисления проектных отметок в пределах вертикальной кривой используют таблицы Н.М. Антонова [35] (табл. ПЗ). Применяют две схемы расчета (рис. 10).

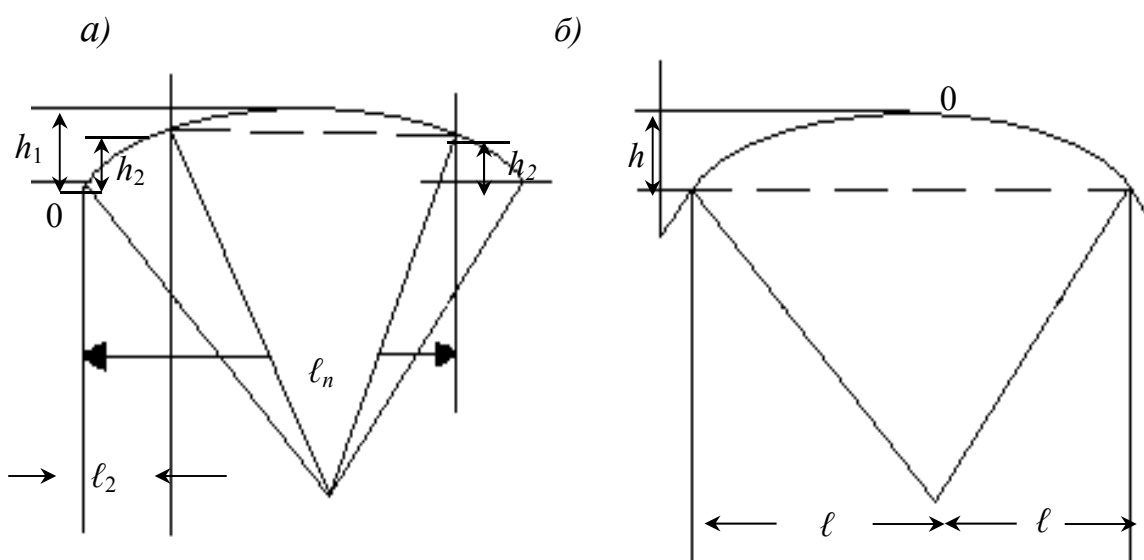


Рис. 10. К расчету по методу Н.М. Антонова:
a – схема № 1; *б* – схема № 2; ℓ – расстояние; h – превышение

В расчетной схеме № 1 за нулевую точку принимают начало вертикальной кривой. Все расстояния ℓ и превышения h определяют по отношению к этой точке слева направо, когда применяют последовательное проектирование от начала трассы к концу, или наоборот.

В расчетной схеме № 2 за нулевую точку принимают вершину вертикальной кривой, а все расстояния ℓ и превышения h определяют по отношению к вершине вертикальной кривой. Схема № 2 применима при проектировании от контрольных точек, например от моста, путепровода, трубы в обе стороны.

Проектную отметку по бровке земляного полотна $H_{бр}$ определяют по формуле

$$H_{бр} = H_0 \pm h_\ell,$$

где H_0 – отметка нулевой точки; h_ℓ – превышение для точки на расстоянии ℓ по таблице Н.М. Антонова [35] (см. табл. ПЗ).

Оформление продольного профиля

Продольный профиль автомобильной дороги разрабатывают в программе AutoCAD в масштабе согласно ГОСТ Р 21.1701: горизонтальный М 1:5 000, вертикальный М 1:500 и для грунтов М 1:100. Назначают условный горизонт ниже наименьшей фактической отметки земли на 40 – 60 м.

Исходные данные для выполнения продольного профиля автодороги получают с топографического плана автодороги с горизонталями через 2,5 м. Графы продольного профиля автодороги заполняют в соответствии с их наименованиями по ГОСТ Р 21.1701.

Фактические отметки земли указывают по оси дороги относительно условного горизонта. Проектные отметки дороги указывают на пикетах, в промежуточных точках и в точках перелома поверхности земли по бровке земляного полотна. На продольном профиле автомобильной дороги показывают:

- линию фактической поверхности земли по оси дороги и линию проектируемой поверхности по бровке земляного полотна дороги;
- линии ординат от точек переломов фактической поверхности земли и точек сопряжения элементов проектной линии продольного профиля;
- геологический разрез с шурфами и скважинами.

Выше проектной линии показывают:

- реперы;
- наземные инженерные коммуникации;
- наименование проектируемых искусственных сооружений;
- транспортные развязки, пересечения и примыкания;
- переезды через железнодорожные пути;
- нагорные и водоотводные каналы, сбросы воды;
- рабочие отметки (высоты) насыпи на пикетах, в промежуточных точках и в точках перелома продольного профиля.

Ниже проектной линии показывают:

- рабочие отметки (глубины) выемки на пикетах, в промежуточных точках и в точках перелома продольного профиля;
- проектируемые искусственные сооружения с указанием отметок уровня (горизонтов) воды;
- подземные инженерные коммуникации;
- пикеты, элементы плана, указатели километров.

Красным цветом можно показать проектную линию продольного профиля. Фактическую отметку земли по оси дороги, проектную отметку по бровке земляного полотна дороги, рабочую отметку насыпи и выемки определяют с точностью до 0,01 м. Продольный уклон проектной линии заносят в продольный профиль с точностью $1\text{‰} = 0,001$.

Рабочую отметку (высоту) насыпи или выемки $h_{н(в)}$ рассчитывают по формуле

$$h_{н(в)} = H_{п} - H_{з},$$

где $H_{п}$ – проектная отметка по бровке земляного полотна дороги; $H_{з}$ – фактическая отметка земли по оси дороги.

Определяют расстояние ℓ_1 от пикета до точки перехода из насыпи в выемку, и наоборот (рис. 11), из соотношения

$$\frac{h_1}{\ell_1} = \frac{h_2}{100 - \ell_1},$$

$$\ell_1 = \frac{100 h_1}{h_1 + h_2},$$

где h_1 – рабочая отметка (высота) насыпи, м; h_2 – рабочая отметка (глубина) выемки, м; 100 – расстояние между пикетами, м.

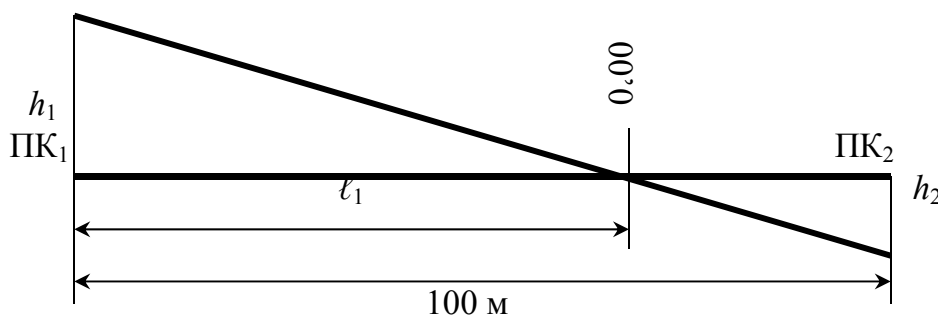


Рис. 11. Схема к определению расстояния до нулевых точек

Ниже линии поверхности земли на 2 см и параллельно наносят геологический разрез с шурфами и скважинами.

Указывают наименование и номер грунта по трудности разработки, определенный по ГЭСН-2001. Сб. 1 (табл. П4), консистенцию грунтов при помощи условных обозначений по ГОСТ 21.302 или в табл. 24 и отметки уровня грунтовых вод.

Продольный профиль дополняют ведомостями водоотводных сооружений, искусственных сооружений, пересечений и примыканий.

Задание

Назначить руководящую рабочую отметку насыпи, контрольные отметки у путепровода, моста, водопропускных труб, подтопленной насыпи.

Запроектировать продольный профиль автомобильной дороги в программе AutoCAD с наименьшими объемами земляных работ в соответствии с ГОСТ Р 52399 и СП 34.13330. Применять для проектирования метод тангенсов (рис. 12) или метод Н.М. Антонова (рис. 13).

На продольном профиле автомобильной дороги отобразить по ГОСТ Р 21.1701 проектную линию, заполнить графы в соответствии с их наименованиями, указать репер, объекты энерго-, водо-, газоснабжения, водопропускные трубы, мосты и путепроводы, пересечения и примыкания, сбросные водоотводные каналы, геологический разрез с шурфами, скважинами, указать вид грунтов.

Определить приближенно длину путепровода, моста, труб с оголовками. Разработать ведомости искусственных сооружений (табл. 26), пересечений и примыканий (табл. 27).

Пример 5

Продольный профиль автомобильной дороги разработан в программе AutoCAD в масштабе: горизонтальный М 1:5 000, вертикальный М 1:500 и для грунтов М 1:100.

Расчет руководящей рабочей отметки насыпи

Высота насыпи h_1 определена из условия возвышения поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод для легкого суглинка:

$$h_1 = h^T - h_{гв} = 2,2 - 2,5 = -0,3 \text{ м,}$$

где h^T – данные табл. 18 над чертой, $h^T = 2,2$ м; $h_{гв}$ – уровень грунтовых вод, $h_{гв} = 2,5$ м.

Высота насыпи h_2 определена из условия возвышения поверхности покрытия над уровнем поверхностных вод для легкого суглинка на участках без устройства боковых кюветов:

$$h_2 = h_T + h_{пв} = 1,6 + 0,2 = 1,8 \text{ м,}$$

где h_T – данные табл. 18 под чертой, $h_T = 1,6$ м; $h_{пв}$ – уровень поверхностных вод, $h_{пв} = 0,2$ м.

На участках с устройством боковых кюветов глубиной 0,4 м высота насыпи h_2 определена из условия возвышения поверхности покрытия над уровнем поверхностных вод:

$$h_2 = h_T - h_{пв} = 1,6 - 0,2 = 1,4 \text{ м.}$$

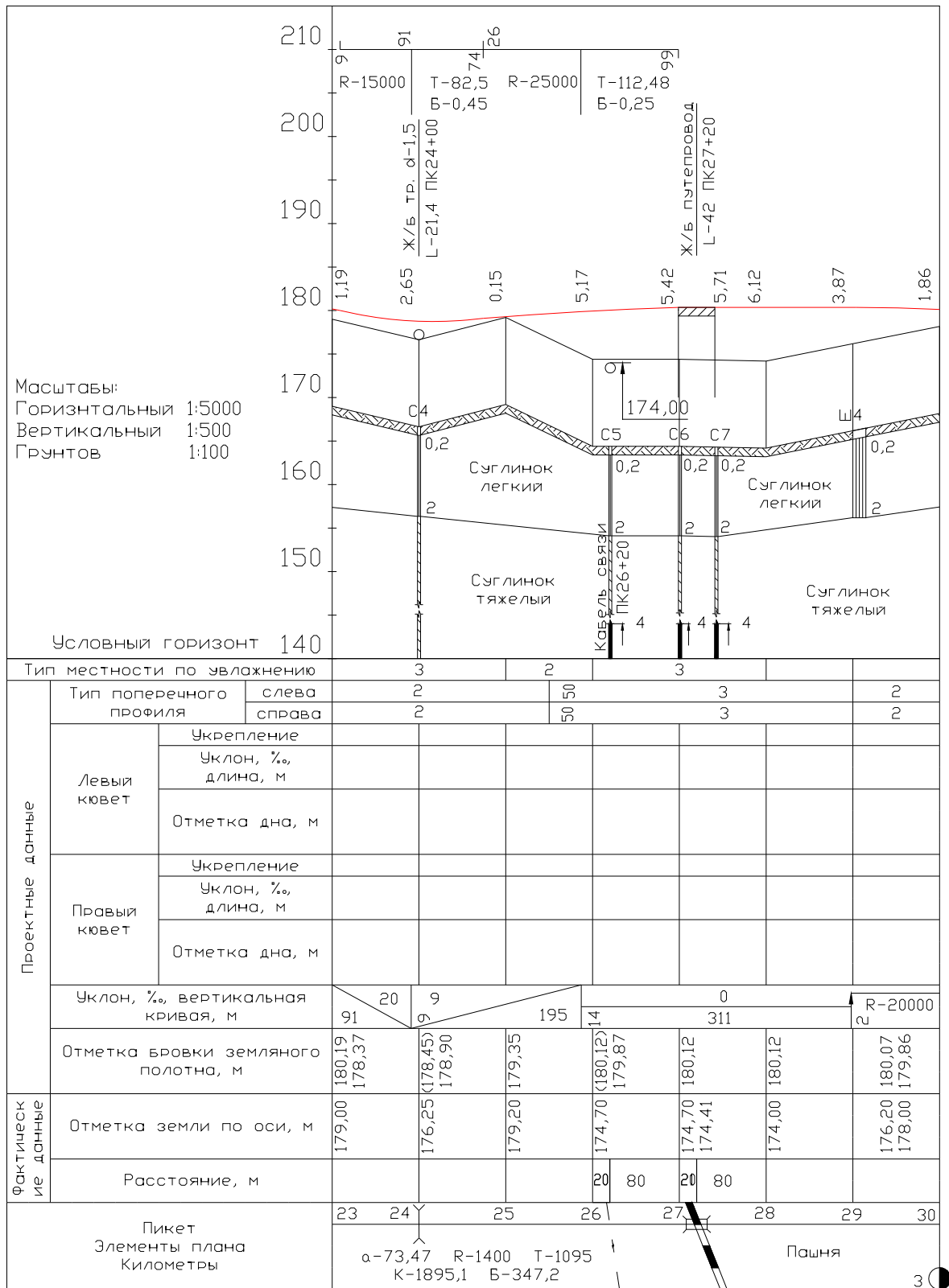


Рис. 12. Продольный профиль автомобильной дороги по методу тангенсов

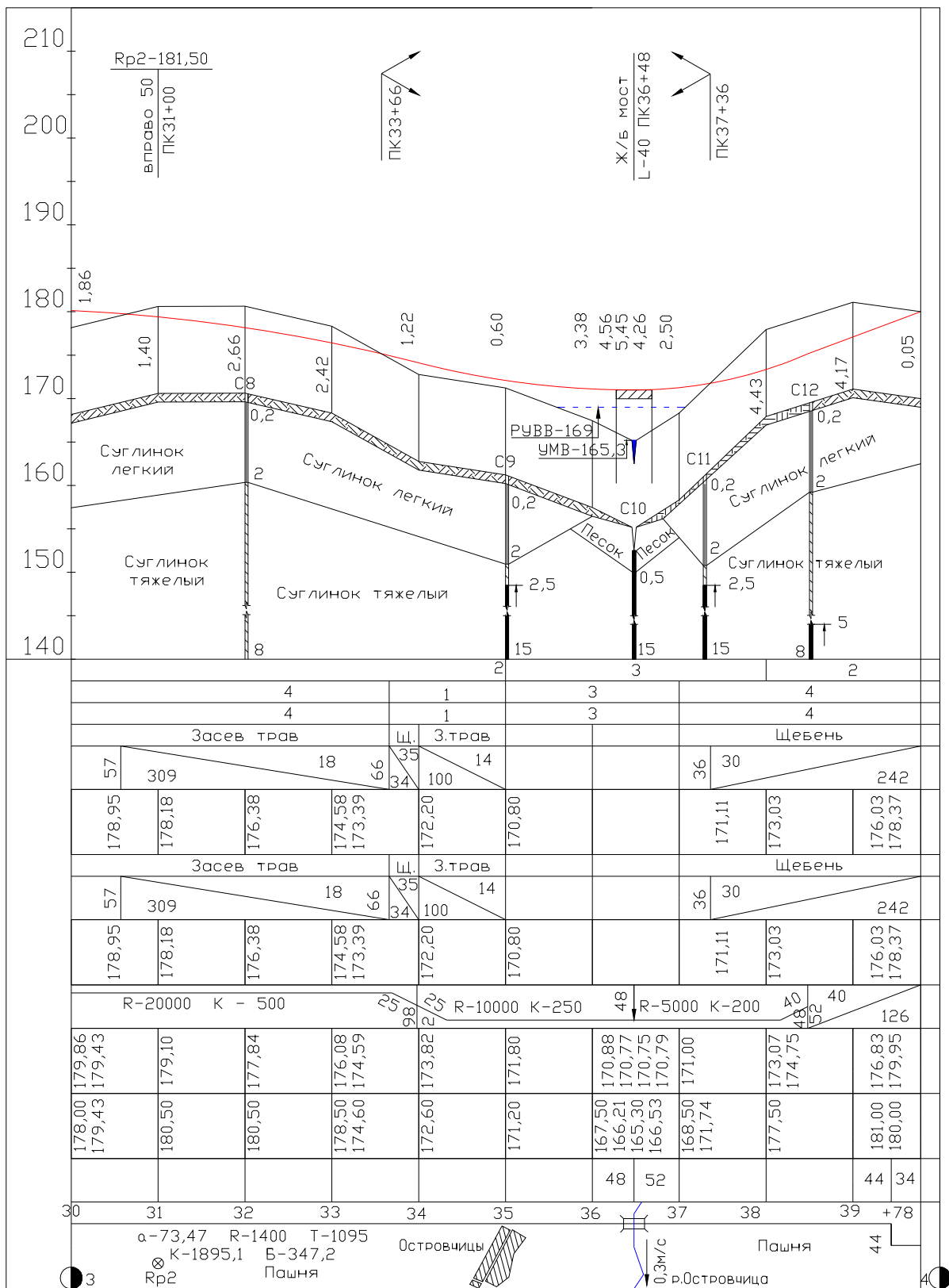


Рис. 13. Продольный профиль автомобильной дороги по методу Н.М. Антонова

Высота насыпи h_3 определена по условию снегонезаносимости во время метелей для участков, проходящих по открытой местности:

$$h_3 = h_s + \Delta h = 0,76 + 0,7 = 1,46 \text{ м},$$

где h_s – высота снегового покрова с повторяемостью 20 лет, вероятностью превышения 5 %, $h_s = 0,76$ м; Δh – возвышение бровки насыпи над уровнем снегового покрова, необходимое для ее снегонезаносимости, $\Delta h = 0,7$ м.

Вывод. Руководящая рабочая отметка насыпи автомобильной дороги II категории во II дорожно-климатической зоне для легкого суглинка при уровне грунтовых вод 2,5 м и уровне поверхностных вод 0,2 м назначена 1,8 м из условия возвышения поверхности покрытия над уровнем поверхностных вод для участков дороги без устройства боковых кюветов.

На участках дороги с устройством боковых кюветов руководящая рабочая отметка насыпи автомобильной дороги назначена 1,46 м из условия снегонезаносимости.

Минимальная контрольная отметка у сооружения

Автомобильная дорога пересекает железную дорогу на ПК 27 + 21, где запроектирован железобетонный путепровод габаритом Г-11,5 длиной 42 м с подмостовым габаритом 5 м, конструктивной высотой 1 м.

Длина путепровода $L_{\text{п}}$ определена приближенно по формуле

$$L_{\text{п}} = B_{\text{зп}} + 2 m H_{\text{п}} = 24 + 2 \cdot 1,5 \cdot 6 = 42 \text{ м},$$

где $B_{\text{зп}}$ – ширина земляного участка железной дороги с учетом охранной зоны, $B_{\text{зп}} = 24$ м; $H_{\text{п}}$ – высота путепровода, $H_{\text{п}} = 6$ м; m – крутизна откоса конусов у путепровода, $m = 1,5$.

Автомобильная дорога пересекает несудоходную реку Островчица на ПК 36 + 48 под углом 71° , где устраивается железобетонный мост габаритом Г-11,5 длиной 40 м.

Для моста минимальная отметка продольного профиля $h_{\text{м}}$ определена по формуле

$$h_{\text{м}} = H + h_0 + h_{\text{к}} = 169,0 + 0,75 + 1,0 = 170,75 \text{ м},$$

где H – отметка расчетного уровня высоких вод (РУВВ), $H = 169,0$ м; h_0 – запас, расстояние от низа пролетного строения до уровня воды при ледоходе $h_0 = 0,75$ м; $h_{\text{к}}$ – конструктивная высота пролетного строения, $h_{\text{к}} = 1,0$ м.

Длина моста $L_{\text{м}}$ назначена (см. рис. 5) по приближенной формуле

$$L_{\text{м}} = B_{\text{м}} + \alpha B_{\text{п}} + 2 m H_{\text{м}} + 1 = 5 + 0,1 \cdot 200 + 2 \cdot 1,5 \cdot 4,6 + 1 = 40 \text{ м},$$

где B_m – ширина реки по уровню меженных вод (строительный уровень), $B_m = 4,6$ м; B_n – ширина двух пойм, $B_n = 200$ м; H_m – высота моста, $H_m = 5$ м; $\alpha = 0,1$ соответственно для пойм шириной 200 м.

Минимальная руководящая рабочая отметка на подходах к мосту $h_{пн}$ для подтопляемой насыпи автомобильной дороги определена по формуле

$$h_{пн} = H + 0,5 + h_{нв} = 169,0 + 0,5 + 0,01 = 169,51 \text{ м,}$$

где H – отметка расчетного уровня высоких вод (РУВВ), $H = 169,0$ м; $h_{нв}$ – высота набега волны, м.

Высота набега волны $h_{нв}$ определена по формуле

$$h_{нв} \approx v^2 / g = (0,3)^2 / 9,81 = 0,01 \text{ м,}$$

где v – средняя скорость движения воды в реке, $v = 0,3$ м/с; g – ускорение свободного падения, $g = 9,81$ м/с².

На участке дороги запроектированы 3 круглые водопропускные железобетонные трубы диаметром 1,5 м.

Минимальная высота насыпи у труб $H_{тр}$ определена по формуле

$$H_{тр} = h_t + \delta_t + h_n + h_{до} = 1,5 + 0,14 + 0,5 + 0,5 = 2,64 \text{ м,}$$

где h_t – высота или диаметр трубы, $h_t = 1,5$ м; δ_t – толщина стенки трубы, $\delta_t = 0,14$ м; h_n – засыпка песком, грунтом, $h_n = 0,5$ м; $h_{до}$ – толщина дорожной одежды, $h_{до} = 0,5$ м.

Длина трубы с оголовками $L_{тр}$ определена ориентировочно по формуле

$$L_{тр} = B_{зп} + 2 m h_n = 13,5 + 2 \cdot 1,5 \cdot 2,65 = 21,36 \text{ м,}$$

где $B_{зп}$ – ширина земляного полотна, $B_{зп} = 13,5$ м; m – заложение откосов насыпи, $m = 1,5$; h_n – проектная высота насыпи у трубы, $h_n = 2,65$ м.

Расположение труб на автомобильной дороге и их тип указан в табл. 26.

Пересечение с автомобильной дорогой IV технической категории выполнено в одном уровне на ПК 9 + 30 под углом 60° и ПК 19 + 92 под углом 66°. Предусмотрено устройство дорожной одежды по типу основной дороги на съезде с проектируемой дороги длиной 100 м. Наименьший радиус кривых при сопряжениях дорог принят 25 м.

На съездах в кюветах устраивают железобетонные водопропускные трубы отверстием $d = 0,75$ м на ПК 9 + 30 слева длиной 15,5 м, на ПК 19 + 92 справа длиной 15,5 м.

Пересечение автомобильной дороги с подземной инженерной коммуникацией – газопроводом высокого давления 3 МПа диаметром 1000 мм – осуществлено на ПК 5 под прямым углом. Газопровод под

автомобильной дорогой размещен в футляре диаметром 1220 мм. Заглубление магистрального газопровода от поверхности земли до верха трубы выполнено на 1,0 м.

Длина футляра $L_{ф1}$ для газопровода определена по формуле

$$L_{ф1} = B_{зп} + 2 m h_n + 2 a = 13,5 + 2 \cdot 1,5 \cdot 0,3 + 6 = 20,4 \text{ м,}$$

где $B_{зп}$ – ширина земляного полотна, $B_{зп} = 13,5$ м; m – заложение откосов насыпи, $m = 1,5$; h_n – высота насыпи над футляром, $h_n = 0,3$ м; a – расстояние от подошвы насыпи до обреза футляра, $a = 3$ м.

Бронированный кабель связи пересекает автомобильную дорогу на ПК 26 + 20 под углом 80° . Заглубление футляра с бронированным кабелем выполнено от поверхности земли до верха трубы на 0,7 м.

Длина футляра $L_{ф2}$ для кабеля связи определена по формуле

$$L_{ф} = B_{зп} + 2 m h_n + 2 a = 13,5 + 2 \cdot 1,5 \cdot 5,2 + 6 = 35,1 \text{ м,}$$

где $B_{зп}$ – ширина земляного полотна, $B_{зп} = 13,5$ м; m – заложение откосов насыпи, $m = 1,5$; h_n – высота насыпи над футляром, $h_n = 5,2$ м; a – расстояние от подошвы насыпи до обреза футляра, $a = 3$ м.

Сводная ведомость искусственных сооружений приведена в табл. 26.

Таблица 26

Ведомость искусственных сооружений

№ п/п	Местоположение, ПК	Наименование водотока, сооружения	Вид и материал сооружения	Угол пересечения, град.	Гидравлический режим	Длина, м
1	5 + 00	Газопровод в.д.	Мет. футляр d 1 220 мм	90	–	20,4
2	9 + 30 справа	Кювет, съезд	Ж/б труба d 0,75 м	90	Безнапорный	15,5
3	13 + 00	Суходол	Ж/б труба d 1,5 м	90	То же	22*
4	19 + 00	Суходол	Ж/б труба d 1,5 м	60	”	22*
5	19 + 92 слева	Кювет, съезд	Ж/б труба d 0,75 м	90	”	15,5
6	24 + 00	Суходол	Ж/б труба d 1,5 м	90	”	21,4*
7	26 + 20	Кабель связи	Мет. футляр	80	–	35,1
8	27 + 21	Железная дорога	Ж/б путепровод Г-11,5	60	–	42
9	36 + 48	р. Островчица	Ж/б мост Г-11,5	71	–	40

* – Длина трубы приведена с раструбным оголовком.

Проектная линия продольного профиля нанесена методом тангенсов с ПК 10 по ПК 30 (см. рис. 12), а на остальных участках – графоаналитическим методом по шаблонам (см. рис. 13) по бровке земляного полотна.

Поверхность Владимирской области – слабохолмистая равнина высотой до 236 м над уровнем моря. Условный горизонт принят 140 м.

Автомобильная дорога проходит с ПК 10 по ПК 17 по равнинной местности с плавными формами рельефа и продольными уклонами земли меньше предельно допустимых норм.

Проектная линия в продольном профиле с ПК 0 по ПК 30 запроектирована по "обертывающей" с невысокими насыпями, следуя очертанию земли, с соблюдением минимально допустимых контрольных отметок у труб, путепровода и руководящей рабочей отметки насыпи из условия возвышения поверхности покрытия над уровнем поверхностных вод. Основное требование при проектировании продольного профиля – обеспечение минимальных объемов земляных работ – выполнено.

Проектная линия в продольном профиле на участке с пересеченным рельефом местности с ПК 30 и далее запроектирована по "секущей" с устройством чередующихся насыпей и выемок. Обеспечены баланс объемов земляных работ и водоотвод в выемках за счет устройства боковых кюветов.

Переломы проектной линии продольного профиля при алгебраической разности уклона более 5 ‰ на дороге II категории сопряжены вертикальными кривыми.

Продольный профиль не имеет резких переломов, вследствие чего видимость обеспечена на всем протяжении трассы.

Основные радиусы выпуклых кривых 20 000 – 25 000 м, вогнутых кривых – 5 000 – 15 000 м, продольные уклоны менее 40 ‰.

Грунты по трассе – суглинок легкий. Уровень грунтовых вод в пониженных местах составляет 2,5 м, уровень поверхностных вод – 0,2 м. Поперечный уклон поверхности земли менее 20 ‰.

По плану и продольному профилю разработана ведомость пересечений и примыканий (табл. 27).

Ведомость пересечений и примыканий

Местоположение		Категория дороги		Угол пересечения, град		Длина, м		Железобетонная труба отв., м	
Км	ПК	Влево	Вправо	Влево	Вправо	Влево	Вправо	Слева	Справа
1	9 + 30	IV	IV	60	60	100	100	–	0,75
2	19+92	IV	IV	66	66	100	100	0,75	–

7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Элементы поперечного профиля

Поперечный профиль – это сечение автомобильной дороги вертикальной плоскостью, перпендикулярной ее оси (рис. 14).

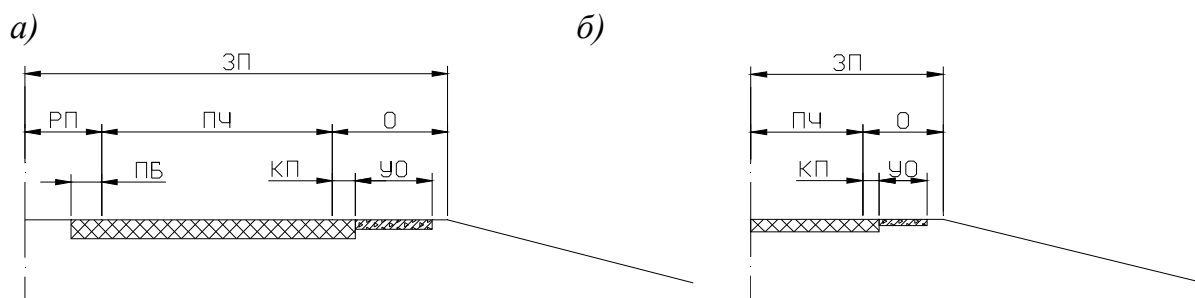


Рис. 14. Поперечный профиль верхней части земляного полотна автомобильной дороги: а – IА, IБ, IВ категорий; б – II – IV категорий: ЗП – земляное полотно; ПЧ – проезжая часть; О – обочина; РП – разделительная полоса; ПБ – полоса безопасности на разделительной полосе; КП – краевая полоса у обочины, УО – укрепленная часть обочины

Проезжая часть (ПЧ) – полоса в верхней части земляного полотна, на которой устраивается дорожная одежда и осуществляется непосредственное движение автотранспорта. На автомагистралях проезжую часть устраивают отдельно для обеспечения движения автомобилей в каждом направлении с разделительной полосой (РП) между ними.

По бокам к проезжей части примыкают обочины (О) – полосы земляного полотна, предназначенные для временной стоянки автомо-

билей и способствующие безопасности движения. Вдоль проезжей части на обочинах предусматривают краевые полосы (КП), предотвращающие разрушение кромок проезжей части. Проезжая часть и обочины примыкают к прилегающей местности откосами.

Краевые полосы (КП) у обочин и полосы безопасности (ПБ) на разделительной полосе должны иметь дорожную одежду такой же прочности, что и проезжая часть.

Укрепленная часть обочины (УО) за пределами краевой полосы на дорогах категорий I – IV должна иметь дорожную одежду с покрытием из каменного материала, обработанного вяжущим материалом.

Грунтовая разделительная полоса между полосами безопасности планируется горизонтально, чтобы поверхность земли была на 3 – 6 см ниже полос безопасности. Разделительной полосе из щебня или гравия, обработанного вяжущими, придают выпуклое очертание с поперечным уклоном к проезжей части.

Основные параметры поперечного профиля проезжей части и земляного полотна автомобильных дорог в зависимости от их категории назначают по ГОСТ Р 52399 или по табл.6.

Для обеспечения стока проезжей части и обочинам придают поперечный уклон от оси дороги к бровке земляного полотна. На автомобильных дорогах I категории, расположенных на одном земляном полотне, проезжую часть для разных направлений движения устраивают с односкатным профилем относительно разделительной полосы.

Поперечные уклоны проезжей части автомобильной дороги назначают в зависимости от категории дороги, дорожно-климатической зоны района проектирования, типа покрытия по СП 34.13330 (табл. 28).

Поперечные уклоны обочин принимают на 10 – 30 ‰ больше поперечных уклонов проезжей части. В зависимости от климатических условий и типа укрепления обочин назначают поперечные уклоны:

- 30 – 40 ‰ – при укреплении с применением вяжущих;
- 40 – 60 ‰ – при укреплении гравием, щебнем, шлаком, мощении каменными материалами и бетонными плитами;
- 50 – 60 ‰ – при укреплении дерном или засевом трав.

При устройстве земляного полотна из крупно- и среднезернистых песков, а также из тяжелых суглинистых грунтов и глин уклон обочин, укрепленных засевом трав, принимают равным 40 ‰.

Поперечные уклоны проезжей части

Категория дороги	Поперечный уклон, ‰			
	Дорожно-климатическая зона			
	I	II, III	IV	V
IA, IB, IB:				
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

Примечание. На гравийных и щебеночных покрытиях поперечный уклон принимают 25 – 30 ‰, а на покрытиях из грунтов, укрепленных местными материалами, и на мостовых из колотого и булыжного камня – 30 – 40 ‰.

На кривой в плане с радиусом менее 3 000 м для I категории дорог и радиусом менее 2 000 м для других категорий дорог предусматривают устройство виража. На вираже верхней части земляного полотна автомобильных дорог придают односторонний поперечный уклон, направленный в сторону центра закругления.

Поперечные уклоны на виражах назначают в зависимости от радиусов кривых в плане по СП 34.13330 (табл. 29).

Отгон виража – переход от двускатного профиля дороги к односкатному – осуществляют на протяжении переходной кривой. Переход от уклона обочин при двускатном профиле к уклону проезжей части производят на протяжении 10 м до начала отгона виража.

При радиусах кривых в плане менее 1 000 м предусматривают уширение проезжей части с внутренней стороны за счет обочин так, чтобы ширина обочин была не менее 1,5 м для дорог I и II категорий и не менее 1 м для дорог остальных категорий.

Величины полного уширения двухполосной проезжей части дорог на закруглениях принимают по СП 34.13330 (табл. 30).

Таблица 29

Поперечные уклоны на виражах

Радиусы кривых в плане, м	Поперечный уклон на виражах, %, на дорогах		
	I - V категорий	к промышленным предприятиям	с частым гололедом
От 3 000 до 1 000 для дорог I категории	20 – 30	–	20 – 30
От 2 000 до 1 000 для дорог II – V категорий	20 – 30	–	20 – 30
От 1 000 до 800	30 – 40	–	30 – 40
" 800 " 700	30 – 40	20	30 – 40
" 700 " 650	40 – 50	20	40
" 650 " 600	50 – 60	20	40
" 600 " 500	60	20 – 30	40
" 500 " 450	60	30 – 40	40
" 450 " 400	60	40 – 60	40
" 400 и менее	60	60	40

Примечание. Меньшие значения поперечных уклонов на виражах соответствуют большим радиусам кривых, а большие – меньшим.

Таблица 30

Уширение двухполосной проезжей части дорог на кривых

Радиусы кривых в плане, м	Величина уширения, м, для автомобилей и автопоездов с расстоянием от переднего бампера до задней оси автомобиля, м			
	7 и менее	13	15	18
1 000	–	–	–	0,4
850	–	0,4	0,4	0,5
650	0,4	0,5	0,5	0,7
575	0,5	0,6	0,6	0,8
425	0,5	0,7	0,7	0,9
325	0,6	0,8	0,9	1,1
225	0,8	1,0	1,0	1,5
140	0,9	1,4	1,5	2,2
95	1,1	1,8	2,0	3,0
80	1,2	2,0	2,3	3,5
70	1,3	2,2	2,5	–
60	1,4	2,8	3,0	–
50	1,5	3,0	3,5	–
40	1,8	3,5	–	–
30	2,2	–	–	–

Уширение проезжей части устраивают пропорционально расстоянию от начала переходной кривой до начала круговой кривой.

Величину полного уширения проезжей части для дороги с четырьмя и более полосами движения увеличивают соответственно числу полос, а для однополосной дороги уменьшают в 2 раза по сравнению с нормами.

Крутизна откосов – отношение высоты к горизонтальной проекции откоса. Крутизну откосов назначают в зависимости от высоты насыпи или глубины выемки из условий снегонезаносимости, гармоничного сочетания их с прилегающим ландшафтом, обеспечения безопасности движения, устойчивости откосов, а также с учетом экономических требований.

Откосы могут иметь переменную крутизну, при этом для обеспечения устойчивости на откосах высоких насыпей и глубоких выемок нередко устраивают бермы-полки шириной 1 – 4 м.

Крутизну откоса насыпей высотой до 3 м на дорогах I – III категорий принимают 1 : 4, для IV – V категорий, не круче – 1 : 3.

Для насыпей высотой более 3 м крутизну откоса назначают 1:1,5 или 1 : 1,75; при насыпях высотой более 6 м до 12 м проектируют откосы переменной крутизны 1 : 1,5 и 1 : 1,75; 1 : 1,75 и 1 : 2.

Выемки глубиной до 1 м проектируют раскрытыми или разделанными под насыпь с крутизной откосов от 1 : 5 до 1 : 10, для выемки глубиной от 1 до 5 м крутизну откоса назначают 1 : 1,5 или 1 : 2.

Оформление поперечного профиля

Поперечные профили автомобильной дороги разрабатывают в программе AutoCAD в масштабе 1:200 согласно ГОСТ Р 21.1701. Исходные данные для выполнения поперечных профилей автодороги получают с продольного профиля автодороги. Графы поперечного профиля автодороги заполняют в соответствии с их наименованиями по ГОСТ Р 21.1701.

Поперечные профили автомобильной дороги выполняют по направлению возрастания указателей километров. На поперечном профиле земляного полотна автомобильной дороги показывают:

- ось проектируемого земляного полотна;
- линию фактической поверхности земли и линии ординат от точек ее переломов;

- контур проектируемого земляного полотна с указанием крутизны откосов;
- контур водоотводных сооружений, линии ординат от точек их переломов;
- контур проектируемой поверхности дорожного покрытия и отметки уровней (высоты, глубины) в точках ее переломов;
- ширину земляного полотна и его элементов;
- ширину проезжей части, разделительной полосы, обочин и укрепительных полос;
- направление и величину уклонов верха земляного полотна и поверхности дорожной одежды;
- конструкцию дорожной одежды (схематично);
- контур и величину срезки плодородного слоя, удаления торфа и замены непригодного грунта;
- инженерные коммуникации, их обозначение, наименование и отметки уровней, на которых они проложены;
- привязку поперечного профиля к пикету;
- рабочие отметки земляного полотна.

Поперечные профили конструкций земляного полотна, различающиеся конфигурацией, высотой насыпи или глубиной выемки, крутизной откосов и т.д., обозначают следующим образом: тип 1, тип 2 и т.д. На поперечных профилях соответствующего типа указывают условия применения данного типа.

Фактическую отметку земли по оси $H_з$ и проектную отметку бровки земляного полотна $H_{бр}$ получают с продольного профиля автодороги (см. рис. 13, 14).

Рабочую отметку (высоту) насыпи или выемки $h_{н(в)}$ рассчитывают по формуле

$$h_{н(в)} = H_з - H_{бр} .$$

Проектную отметку проезжей части по оси $H_{пр}$ определяют по формуле (рис. 15)

$$H_{пр} = H_{бр} + i_0 B_0 + i_{пр} B_{пр} / 2 ,$$

где B_0 – ширина обочины, м; $B_{пр}$ – ширина проезжей части, м; $i_{пр}$, i_0 – поперечный уклон проезжей части и обочины $i_{пр} = 0,02$, $i_0 = 0,04$.

Проектную отметку земляного полотна по оси $H_{зп}$ рассчитывают по формуле

$$H_{зп} = H_{пр} - h_{до},$$

где $h_{до}$ – толщина дорожной одежды, м.

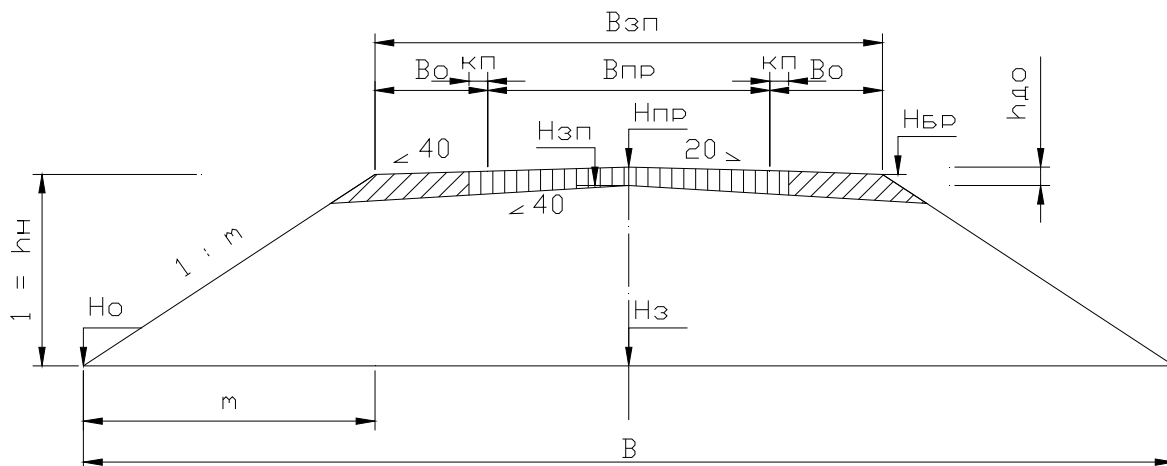


Рис. 15. Схема к расчету отметок поперечного профиля:

$B_{зп}$, $B_{пр}$, B_o – ширина земельного полотна, проезжей части и обочины; КП – краевая полоса; $H_{зп}$, $H_{бр}$, $H_{пр}$ – проектная отметка земельного полотна по оси, бровки земельного полотна и проезжей части по оси; $H_з$ – фактическая отметка земли по оси; h_n – рабочая отметка (высота) насыпи; $h_{до}$ – толщина дорожной одежды; B , H_o – ширина и отметка основания земельного полотна; m – заложение крутизны откоса земельного полотна

Отметку основания земельного полотна у подошвы насыпи определяют по выражению

$$H_o = H_{бр} + m h_n,$$

где m – заложение крутизны откоса земельного полотна.

Ширину основания земельного полотна рассчитывают:

для насыпи

$$B = 2 B_o + B_{пр} + 2 m h_n = B_{зп} + m (h_1 + h_2),$$

для выемки

$$B = 2 B_o + B_{пр} + 2 m h_b + 2 b = B_{зп} + m (h_1 + h_2) + 2 m (h^1 + h^2),$$

где $B_{зп}$ – ширина земельного полотна, м; b – ширина кювета, м; h^1 , h^2 – глубина кювета в начале и конце участка, м.

Ширину верха земельного полотна определяют по формуле

$$B_b = B_{зп} + 2 m h_{до}.$$

Задание

Запроектировать поперечные профили автомобильной дороги в соответствии с ГОСТ Р 52399 и СП 34.13330 в программе AutoCAD в масштабе 1:200. Поперечные профили обозначить: тип 1, тип 2 и т.д., различающиеся конфигурацией, высотой насыпи или глубиной выемки, крутизной откосов, наличием кюветов или виража.

Графы поперечного профиля автодороги заполнить в соответствии с их наименованиями по ГОСТ Р 21.1701. Разработать ведомости привязки поперечных профилей (см. табл. 31) и устройства виражей с уширением (см. табл. 32).

Пример 6

В программе AutoCAD запроектированы 4 типа поперечных профилей автомобильной дороги в масштабе 1:200 согласно ГОСТ Р 21.1701. Разработаны поперечные профили для насыпи (рис. 16, а, б, в) высотой:

- тип 1 – до 1,5 м с кюветами крутизной откосов 1 : 4;
- тип 2 – от 1,5 до 3 м без кюветов с крутизной откосов 1 : 4;
- тип 3 – от 3 до 6 м с крутизной откосов 1 : 1,5.

Таблица 31
Ведомость привязки поперечных профилей

Тип профиля	Местоположение	
	от ПК	до ПК
1	33 + 66	35 + 00
2	23 + 00	25 + 50
	29 + 00	30 + 00
3	25 + 50	29 + 00
	35 + 00	37 + 00
4	30 + 00	33 + 66
	37 + 00	39 + 78

Разработан поперечный профиль для выемки – тип 4 глубиной свыше 1 м с крутизной откосов 1 : 1,5 (рис. 16, г).

Ширина земляного полотна принята 15 м, ширина укрепленной обочины – по 2,25 м, поперечный уклон обочины и земляного полотна – 40 ‰. Ширина проезжей части назначена 7,5 м и краевой полосы – по 0,75 м, толщина дорожной одежды – 0,5 м, поперечный уклон проезжей части – 20 ‰.

Предусмотрена срезка почвенно-растительного слоя грунта толщиной 0,2 м на ширину основания земляного полотна, а при высоте насыпи до 1,5 м и в выемке – с учетом устройства треугольных кюветов.

Ведомость привязки поперечных профилей приведена в табл. 31. Ведомость устройства виражей и уширения разработана в табл. 32.

Таблица 32
Ведомость устройства виражей и уширения

№ ВУ	Местоположение		Расстояние, м	Радиус, м	Поперечный уклон, ‰	Уширение, м	Площадь уширения, м ²
	от ПК	до ПК					
1	13 + 35	20 + 38	702,72	1 600	20	–	–
2	20 + 50	39 + 44	1895,14	1 400	20	–	–

a)

Тип 1
Насыпь высотой до 1,5 м

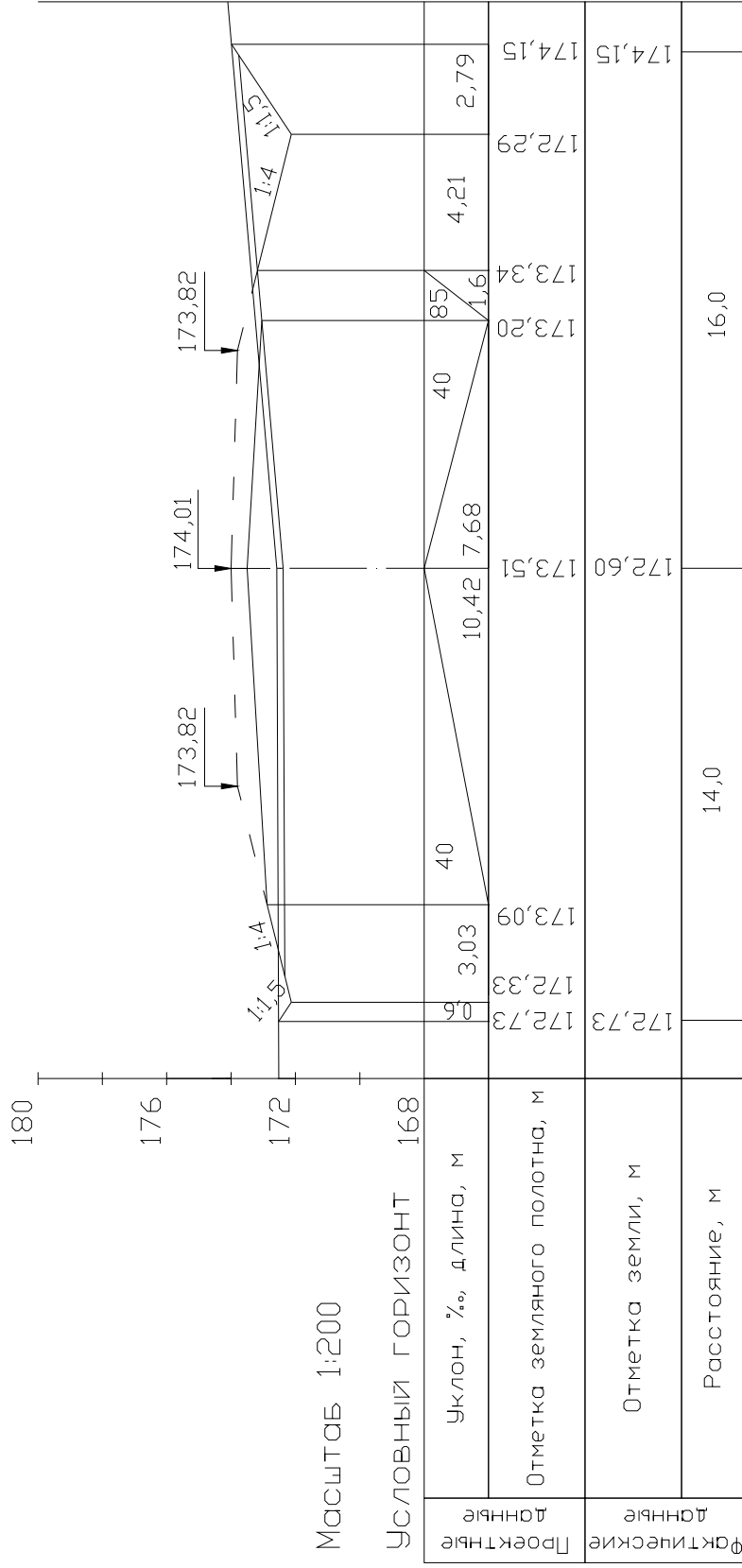


Рис. 16. Поперечный профиль автомобильной дороги: а – тип 1 – насыпь высотой до 1,5 м

б)

ТИП 2
НАСЫПЬ ВЫСОТОЙ ДО 3 м

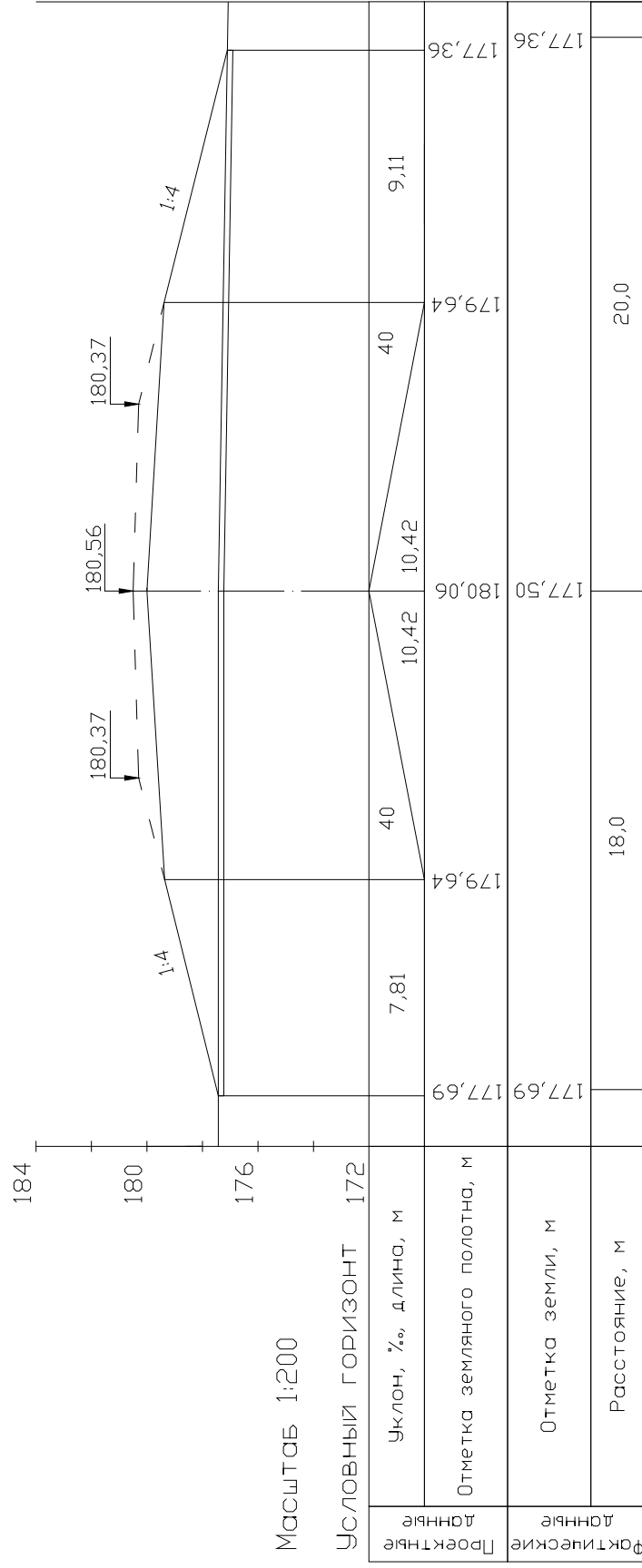


Рис. 16. Поперечный профиль автомобильной дороги: б – тип 2 – насыпь высотой до 3 м

6)

ТИП 3
НАСЫПЬ ВЫСОТОЙ СВ. 3 М

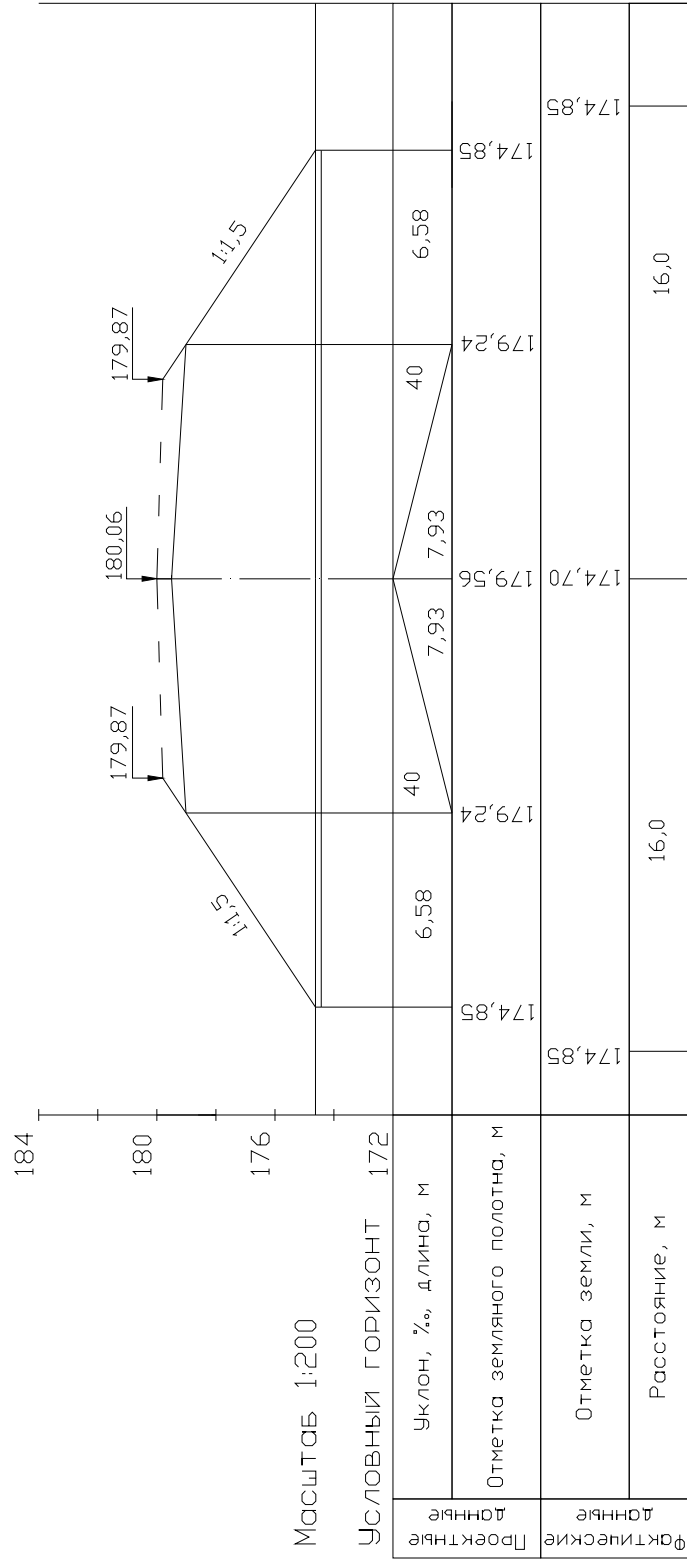


Рис. 16. Поперечный профиль автомобильной дороги: в – тип 3 – насыпь высотой свыше 3 м

2)

Тип 4
Выемка глубиной св. 1 м

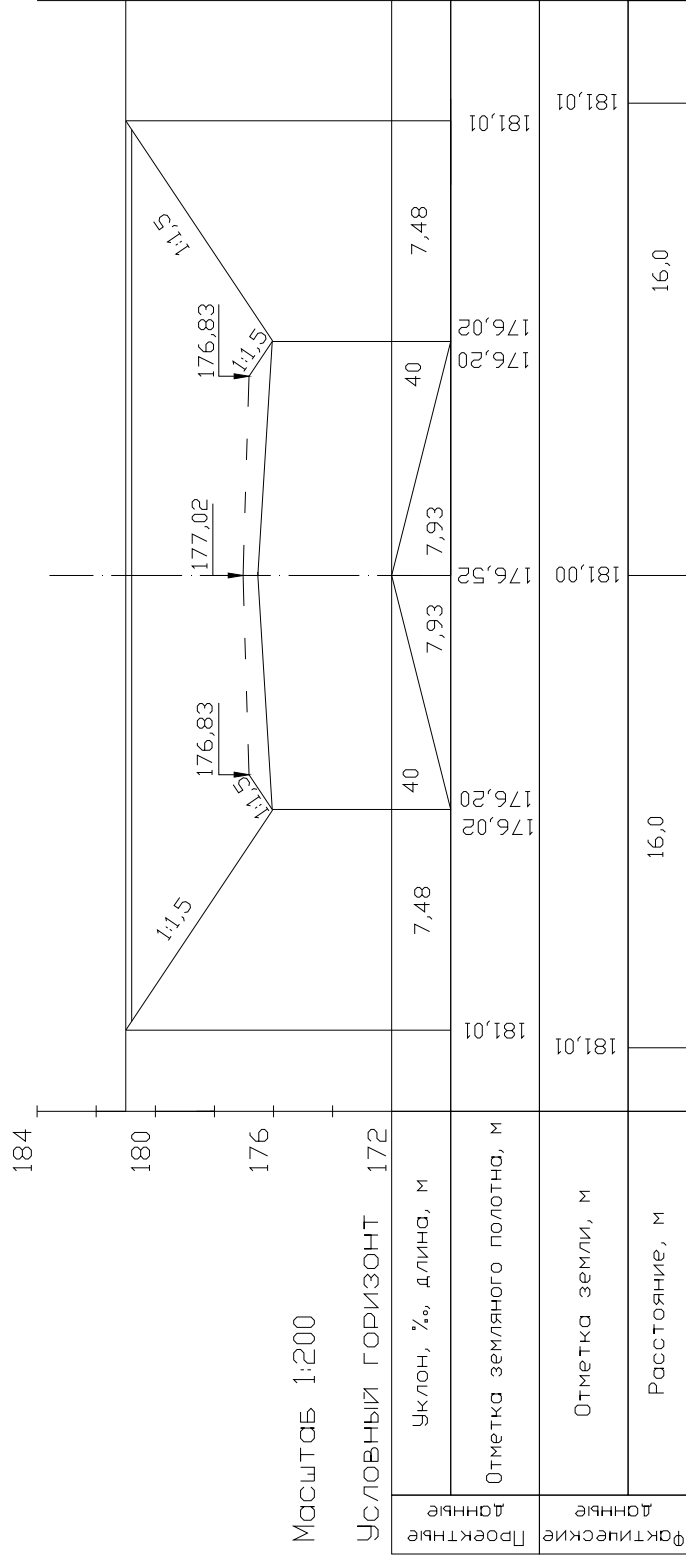


Рис. 16. Поперечный профиль автомобильной дороги: 2 – тип 4 – выемка глубиной свыше 1 м

8. РАСЧЕТ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Попикетная ведомость объемов земляных работ

Попикетную ведомость объемов земляных работ разрабатывают на основе продольного и поперечных профилей автомобильной дороги в программе Microsoft Office Excel.

Земляное полотно автомобильной дороги можно представить в виде геометрической фигуры – трапецеидальной призмы. Существуют аналитический, графоаналитический и табличный методы подсчета объемов земляных работ.

Расчет *профильного* объема V земляного полотна автомобильной дороги аналитическим методом осуществляют по формуле Винклера и Мурзо

$$V = [1/2 B (h_1 - h_2) + 1/3 m (h_1^2 + h_2^2 + h_1 h_2)] L,$$

где B – ширина земляного полотна, м; h_1, h_2 – рабочие отметки в начале и конце участка (высота, глубина), м; m – заложение крутизны откоса; L – длина участка, м.

Ширину земляного полотна принимают по ГОСТ Р 52399 или по табл. 6, рабочие отметки берут с продольного профиля.

Попикетный объем V_i земляных работ в соответствии с принятым типом поперечного профиля рассчитывают по преобразованной формуле Мурзо:

для насыпи высотой

- до 3 м и крутизной откоса 1 : 4

$$V_1 = 1/6 L [h_1 (8 h_1 + 3 B) + h_2 (8 h_2 + 3 B) + 8 h_1 h_2];$$

- до 3 м и крутизной откоса 1 : 3

$$V_2 = L [h_1 (h_1 + B / 2) + h_2 (h_2 + B / 2) + h_1 h_2];$$

- свыше 3 м и крутизной откоса 1 : 1,5

$$V_3 = 1/2 L [h_1 (h_1 + B) + h_2 (h_2 + B) + h_1 h_2];$$

для выемки глубиной

- до 1 м и крутизной откоса 1 : 4

$$V_4 = 1/6 L [h_1 (8 h_1 + 3 B) + h_2 (8 h_2 + 3 B) + 8 h_1 h_2 + 2 m h (h_1 + h_2 + h)];$$

- свыше 1 м и крутизной откоса 1 : 1,5

$$V_5 = 1/2 L [h_1 (h_1 + B + 2 b) + h_2 (h_2 + B + 2 b) + h_1 h_2 + 4 b h] = \\ = 1/2 L [h_1 (h_1 + B + 2 m h) + h_2 (h_2 + B + 2 m h) + h_1 h_2 + 4 m h^2],$$

где b, h – ширина и глубина кювета соответственно, м.

Объем двустороннего кювета V_6 при устройстве насыпи высотой до 1,5 м определяют по формуле

$$V_6 = \frac{1}{2} L (m + n) (h^1 + h^2)^2,$$

где h^1, h^2 – глубина кювета в начале и в конце участка, м; n – заложение крутизны внешнего откоса.

На землях, отводимых под постоянное пользование, при строительстве автомобильной дороги плодородный почвенно-растительный слой снимают и складывают в штабеля в отведенных проектом местах (отвале, кавальере).

Толщину срезки слоя почвы 0,1 – 0,5 м назначают по данным изысканий и технических условий землепользователей. Плодородный почвенный грунт используют в дальнейшем для укрепления откосов земляного полотна, а также при рекультивации временно занимаемых при строительстве земель. Объем снятого дерна (почвенно-растительного слоя) $V_{\text{прс}}$ рассчитывают по формуле

$$V_{\text{прс}} = B h_{\text{прс}} L,$$

где B – ширина основания земляного полотна, м; $h_{\text{прс}}$ – толщина почвенно-растительного слоя, м.

Поправки ΔV_i к профильному объему земляного полотна автомобильной дороги определяют по формулам:

- призматоидальная учитывается, если $(h_1 - h_2) \geq 0,5\text{м}$:

$$\Delta V_{\text{п}} = 1/12 L m (h_1 - h_2)^2;$$

- на устройство дорожной одежды:

$$\Delta V_{\text{до}} = (B_{\text{пр}} + \text{КП}) h_{\text{до}} L ;$$

- на устройство сточной призмы (рис. 17):

$$\Delta V_{\text{ст}} = L [(B_0 - \text{КП})^2 i_0 + (B_{\text{пр}} / 2 + \text{КП})^2 i_{\text{пр}}] ;$$

- на устройство укрепленной обочины:

$$\Delta V_0 = 2 (B_0 - \text{КП}) h_0 L ,$$

где $B_{\text{пр}}$ – ширина проезжей части, м; КП – ширина краевой полосой, м; $h_{\text{до}}$ – толщина дорожной одежды, м; B_0, h_0 – ширина и толщина укрепления обочины соответственно, м; $i_{\text{пр}}, i_0$ – поперечный уклон проезжей части и обочины соответственно, $i_{\text{пр}} = 0,02, i_0 = 0,04$.

Поперечный уклон проезжей части автомобильной дороги назначают по СП 34.13330 (см. табл. 28). Поперечный уклон обочины принимают на 10 – 30 % больше поперечного уклона проезжей части.

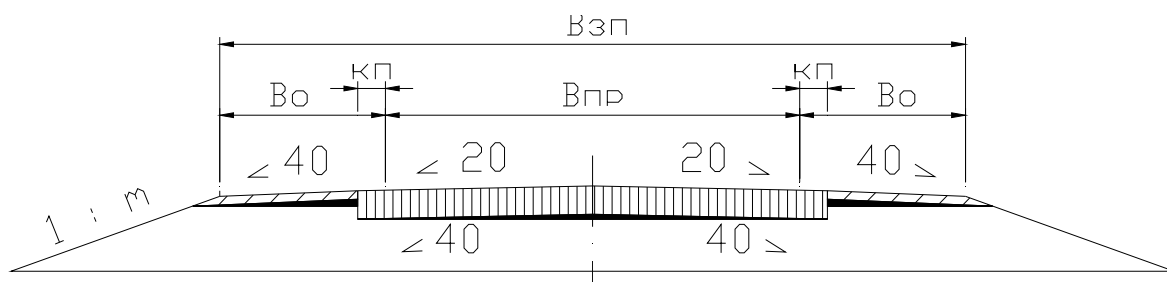


Рис. 17. К расчету поправки на сточную призму

Объем насыпи V_n определяют с учетом всех поправок, объема снятого дерна и коэффициента относительного уплотнения $K_y^{от}$

$$V_n = (V_i + V_{прс} + \Delta V_{п} - \Delta V_{до} + \Delta V_{ст} - \Delta V_o) K_y^{от}.$$

Коэффициент относительного уплотнения грунта – отношение плотности скелета грунта в земляном полотне к плотности скелета того же грунта в карьере, выемке или кювете. Коэффициент относительного уплотнения грунта определяют по СП 34.13330 (табл. 33) в зависимости от вида грунта и требуемого коэффициента стандартного уплотнения грунта.

Таблица 33

Коэффициент относительного уплотнения грунта

Требуемый коэффициент уплотнения грунта	Коэффициент относительного уплотнения для грунтов						
	пески, супеси, пылеватые	суглинки, глины	лессы	скальные при плотности, г/см ³			шлаки, отходы промышленности
				1,9 – 2,2	2,2 – 2,4	2,4 – 2,7	
1,00	1,10	1,05	1,30	0,95	0,89	0,84	1,26 – 1,47
0,95	1,05	1,00	1,15	0,90	0,85	0,80	1,20 – 1,40
0,90	1,00	0,95	1,10	0,85	0,80	0,76	1,13 – 1,33

Коэффициент стандартного уплотнения грунта – отношение плотности скелета грунта в земляном полотне к максимальной плотности скелета того же грунта при стандартном уплотнении по ГОСТ 22733, назначаемый по СП 34.13330 (табл. 34).

Объем выемки V_v определяют с учетом всех поправок и объема снятого дерна

$$V_v = V_i - V_{прс} + \Delta V_{п} + \Delta V_{до} - \Delta V_{ст} + \Delta V_o.$$

Таблица 34

Требуемый коэффициент стандартного уплотнения грунта

Элементы земляного полотна	Глубина от поверхности покрытия, м	Наименьший коэффициент стандартного уплотнения грунта при типе дорожной одежды					
		капитальном			облегченном и переходном		
		в дорожно-климатической зоне					
		I	II, III	IV, V	I	II, III	IV, V
Рабочий слой	До 1,5	0,98 – 0,96	1,0 – 0,98	0,98 – 0,95	0,95 – 0,93	0,98 – 0,95	0,95
Неподтопляемая часть насыпи	Свыше 1,5 до 6	0,95 – 0,93	0,95	0,95	0,93	0,95	0,90
	Свыше 6	0,95	0,98	0,95	0,93	0,95	0,90
Подтопляемая часть насыпи	Свыше 1,5 до 6	0,96 – 0,95	0,98 – 0,95	0,95	0,95 – 0,93	0,95	0,95
	Свыше 6	0,96	0,98	0,98	0,95	0,95	0,95
Выемки ниже промерзания	До 1,2	–	0,95	–	–	0,95 – 0,92	–
	До 0,8	–	–	0,95 – 0,92	–	–	0,90

Примечание. Большие значения коэффициента уплотнения грунта следует принимать при цементобетонных покрытиях и цементогрунтовых основаниях, а также при дорожных одеждах облегченного типа, меньшие значения – во всех остальных случаях.

Объем кювета V_k определяют с учетом объема снятого дерна

$$V_k = V_6 - V_{\text{прс}}^k = V_6 - 2 b h_{\text{прс}} L = V_6 - (m + n)(h^1 + h^2) h_{\text{прс}} L.$$

При расположении земляного полотна на косогоре крутизной 1:3 – 1:10 или при поперечном уклоне местности более 100 ‰ объемы земляных работ определяют графоаналитическим способом. Для этого вычерчивают поперечные профили земляного полотна по пикетам в программе AutoCAD и определяют площадь насыпи и выемки. Расчет профильных объемов земляных работ ведут по формуле

$$V = \frac{1}{2} (F_1 + F_2) L = F_{\text{ср}} L,$$

где F_1, F_2 – площадь поперечных профилей земляного полотна, м^2 ; L – расстояние между поперечниками, м; $F_{\text{ср}}$ – средняя площадь поперечного сечения на участке, м^2 .

При табличном методе подсчета объемов земляного полотна автомобильных дорог используют таблицы Н.А. Митина [33].

Задание

Рассчитать попикетный профильный объем земляного полотна автомобильной дороги аналитическим методом в программе Microsoft Office Excel. Определить объем срезки почвенно-растительного слоя грунта. Учесть призматоидальную поправку и поправки на устройство проезжей части, укрепленной обочины, сточной призмы, коэффициент относительного уплотнения в насыпи. Точность расчета 1 м^3 .

Разработать попикетную и покилометровую ведомости объемов земляных работ (табл. 35, 36), ведомости планировки и укрепления кюветов (табл. 37), планировки и укрепления откосов, укрепления обочин земляного полотна (табл. 38, 39), ведомость использования почвенно-растительного слоя (табл. 40).

Пример 7

Расчет профильного объема земляного полотна автомобильной дороги осуществлен аналитическим методом в программе Microsoft Office Excel.

Поправки к профильному объему земляного полотна автомобильной дороги определены по формулам:

- на устройство дорожной одежды:

$$\Delta V_{\text{до}} = B_{\text{пр}} h_{\text{до}} L = 8,5 \cdot 0,5 \cdot 100 = 425 \text{ м}^3;$$

- на устройство сточной призмы:

$$\begin{aligned} \Delta V_{\text{ст}} &= L [(B_0 - \text{КП})^2 i_0 + B_0 B_{\text{пр}} i_{\text{пр}} + (B_{\text{пр}} / 2 + \text{КП})^2 i_{\text{пр}}] = \\ &= 100 (2,5^2 \cdot 0,04 + 4,25^2 \cdot 0,02) = 61 \text{ м}^3; \end{aligned}$$

- на устройство укрепленной обочины:

$$\Delta V_0 = 2 B_0 h_0 L = 2 \cdot 2,5 \cdot 0,15 \cdot 100 = 75 \text{ м}^3.$$

Требуемый коэффициент стандартного уплотнения грунта принят по СП 34.13330 для II дорожно-климатической зоны при капитальном типе дорожной одежды:

- 0,98 при глубине слоя от поверхности покрытия до 1,5 м;
- 0,95 при глубине слоя от поверхности покрытия от 1,5 до 6 м.

Коэффициент относительного уплотнения грунта определен по СП 34.13330 для суглинка:

- 1,03 для рабочего слоя насыпи до 1,5 м;
- 1,0 для насыпи ниже 1,5 м от поверхности покрытия.

Данные расчета занесены в попикетную ведомость объемов земляных работ табл. 35.

Таблица 35

Попикетная ведомость объемов земляных работ

Местоположение, ПК	Рабочие отметки, м		Глубина кювета, м	Расстояние, м	Профильный объем, м ³			Объем снятого дерна, м ³	Поправка на устройство, м ³				Итого земляных работ, м ³					
	Насыпь	Выемка			Насыпь	Выемка	Кювет		V_i	$V_{прс}$	$\Delta V_{п}$	$\Delta V_{до}$	$\Delta V_{ст}$	ΔV_o	Насыпь	Выемка	Кювет	В отвал
20+00	2,59			100	4602		604	33	425	61	75	4945				604		
21+00	1,59			100	2901		508		425	61	75	3060				508		
22+00	1,39			100	2408		476		425	61	75	2519				476		
23+00	1,19			100	4138		577	71	425	61	75	4477				577		
24+00	2,65			100	2882		494	208	425	61	75	3240				494		
25+00	0,15			100	7261		696	840	425	61	75	8609				696		
26+00	5,17			100	11355		588		425	61	75	11503				588		
27+00	5,42			42	Мост													

Окончание табл. 35

Местоположение, ПК	Рабочие отметки, м		Глубина кювета, м	Расстояние, м	Профильный объем, м ³			Объем снятого дерна, м ³	Поправка на устройство, м ³				Итого земляных работ, м ³				
	Насыпь	Выемка			Насыпь	Выемка	Кювет		Призменная	Дорожной одежды	Сточной призмы	Обочины	Насыпь с К _{от}	Выемка	Кювет	В отвал	
37+00	2,50			32	2021			151	12	136	20	24	2044				151
37+36	0,00		0,63	36	908			169	75	153	22	27	1024				169
38+00		4,43	0,04	64		2727		284	157	272	39	48		2882			284
39+00		4,17	0,80	100		9227		578		425	61	75		9087			578
39+78		0,05	1,58	78		4159		421	166	332	48	59		4246			421
Итого на трассу													78341	31002	268		10594

Покилометровая ведомость объемов земляных работ

Покилометровую ведомость объемов земляных работ (см. табл. 36) разрабатывают на основе попикетной ведомости объемов земляных работ. Объемы земляного полотна в насыпи, выемке и кювете суммируют по каждому километру, а затем по всей трассе и отражают в строке "Итого на трассу".

Грунт для отсыпки насыпи может быть получен от нарезки боковых кюветов, разработки выемки и сосредоточенного карьера. Пригодность грунта в насыпь определяют в зависимости от группы грунта по степени пучинистости по СП 34.13330. Грунты I – II степеней пучинистости (песок) пригодны в насыпь без ограничения.

Грунты III – V степеней пучинистости (супесь, суглинок, глина, пылеватые грунты) рекомендуют применять в нижней части насыпи. В верхней части на всю ширину земляного полотна устраивают дренарующий слой из песка с коэффициентом фильтрации более 2 м/сут для насыпи, более 1 м/сут – для выемки.

Распределение земляных работ осуществляют с учетом нулевого баланса земляных масс. Нулевой баланс земляных работ по пикетам, а также общий объем на трассу определяют из соотношения

$$V_{\text{н}} = V_{\text{к}} + V_{\text{в}} + V_{\text{с}},$$

где $V_{\text{н}}$ – объем грунта для отсыпки насыпи, м³; $V_{\text{к}}$ – объем грунта из боковых кюветов, м³; $V_{\text{в}}$ – объем грунта от разработки выемки, м³; $V_{\text{с}}$ – объем грунта из сосредоточенного карьера, м³.

Машины для разработки и транспортировки грунта назначают по СП 78.13330. Грунт кюветов нарезают автогрейдером и укладывают в насыпь на том участке, где его разрабатывают. Грунт выемки разрабатывают бульдозером и перемещают в расположенную рядом насыпь на расстояние до 150 м.

При дальности транспортирования грунта из выемки в насыпь свыше 150 м применяют для разработки грунта экскаватор, а перемещение осуществляют автосамосвалами.

Недостающий грунт для отсыпки насыпей, в том числе дренарующий песок, может быть получен при разработке грунта экскаватором в сосредоточенном карьере. Расстояние транспортирования грунта автосамосвалами из карьера в насыпь назначают от 1 до 5 км.

Таблица 36

По километровой ведомость объемов земляных работ

Местоположение	Итого земляных работ, м ³			Распределение по видам разработки и транспортировки, м ³						Опла- чи- ваемые, м ³		
	Км	от ПК	до ПК	Кюветы	Выемка		Карьер				В отвал	
					бульд- зер	экскаватор с автосамосвалами	До 2 км	До 3 км	До 4 км			
				автогрейдер	бульд- зер	300 м				400 м	До 2 км	До 3 км
3	20+00	30+00		–	–	7941	9810	–	47071	–	5604	70427
4	30+00	39+78		268	6243	7008	–	–	–	–	4989	18507
Итого на трассу				268	6243	14949	9810	–	47071	–	10594	88934

Таблица 37

Ведомость планировки и укрепления кюветов

Местоположение	Расстояние, м		Глубина, м	Заложение откоса 1 : m		Уклон, %	Площадь планировки, м ²	Площадь укрепления, м ²	
	Км	от ПК до ПК		внутренне-го	внешнего			Засев трав	Щебень
Слева треугольные кюветы									
4	30+57	31+00	43	0,70	4	18	248,21	248,21	
4	31+00	32+00	100	1,19	1,5	18	429,06	429,06	
4	32+00	33+00	100	1,48	1,5	18	533,62	533,62	
4	33+00	33+66	66	1,35	1,5	18	321,25	321,25	
4	33+66	34+00	34	0,80	1,5	35	161,18		161,18
4	34+00	35+00	100	0,40	1,5	14	237,04	237,04	
4	37+36	38+00	64	0,34	1,5	30	78,46		78,46

4	38+00	39+00	100	0,42	1,5	1,5	1,5	4	4	18	248,21	248,21	151,43	151,43
4	39+00	39+78	78	1,19	1,5	1,5	1,5	4	4	18	429,06	429,06	334,67	334,67
Итого слева											1769,18	1769,18	725,74	725,74
Справа треугольные кюветы														
4	30+57	31+00	43	0,70	4	4	4	4	4	18	248,21	248,21		
4	31+00	32+00	100	1,19	1,5	1,5	1,5	4	4	18	429,06	429,06		
4	32+00	33+00	100	1,48	1,5	1,5	1,5	4	4	18	533,62	533,62		
4	33+00	33+66	66	1,35	1,5	1,5	1,5	4	4	18	321,25	321,25		
4	33+66	34+00	34	0,80	4	4	4	4	4	35	161,18	161,18		161,18
4	34+00	35+00	100	0,40	4	4	4	4	4	14	237,04	237,04		
4	37+36	38+00	64	0,34	1,5	1,5	1,5	4	4	30	78,46	78,46		78,46
4	38+00	39+00	100	0,42	1,5	1,5	1,5	4	4	30	151,43	151,43		151,43
4	39+00	39+78	78	1,19	1,5	1,5	1,5	4	4	30	334,67	334,67		334,67
Итого справа											1769,18	1769,18	725,74	725,74
Итого на трассу											4989,85	4989,85	3538,37	1451,48

Таблица 38

Ведомость планировки и укрепления откосов земляного полотна

Местоположение		Расстояние, м	Средняя, м		Заложение откоса 1 : m	Ширина верха земполотна, м	Площадь планировки, м ²			Площадь укрепления откосов, м ²	
Км от ПК	до ПК		высота насыпи	глубина выемки			Верх	Насыпь	Выемка	Насыпь	Засев трав
3	20 + 00	21 + 00	2,09		4	17,5	1723,46	1723,46	1723,46		
3	21 + 00	22 + 00	1,49		4	17,5	1228,69	1228,69	1228,69		
3	22 + 00	23 + 00	1,29		4	17,5	1063,76	1063,76	1063,76		
3	23 + 00	24 + 00	1,92		4	17,5	1583,27	1583,27	1583,27		
3	24 + 00	25 + 00	1,40		4	17,5	1154,47	1154,47	1154,47		
3	25 + 00	26 + 00	2,66		4	17,5	2193,49	2193,49	2193,49		
3	26 + 00	27 + 00	5,30		1,5	15	1909,14	1909,14	1909,14		
3	27 + 42	28 + 00	5,92		1,5	15	1236,96	1236,96	1236,96		
3	28 + 00	29 + 00	5,00		1,5	15	1800,97	1800,97	1800,97		
3	29 + 00	30 + 00	2,87		4	17,5	2362,54	2362,54	2362,54		
4	30 + 00	30 + 57	0,93		4	17,5	437,13	437,13	437,13		
4	30 + 57	31 + 00		0,7	4	17,5	752,5	752,5	248,21		248,21
4	31 + 00	32 + 00		2,03	1,5	15	1500	1500	731,93		731,93
4	32 + 00	33 + 00		2,54	1,5	15	1500	1500	915,81		915,81
4	33 + 00	33 + 66		1,21	1,5	15	990	990	287,94		287,94
4	33 + 66	34 + 00	0,61		4	17,5	595	595	171,03		171,03
4	34 + 00	35 + 00	0,91		4	17,5	1750	1750	750,41		750,41
4	35 + 00	36 + 00	1,99		4	17,5	1641,00	1641,00	1641,00		
4	36 + 00	36 + 28	3,97		1,5	15	420	420	400,79		400,79
4	36 + 68	37 + 00	3,38		1,5	15	480	480	389,98		389,98
4	37 + 00	37 + 36	1,25		4	17,5	630	630	371,08		371,08
4	37 + 36	38 + 00		2,22	1,5	15	960	960	511,12		511,12
4	38 + 00	39 + 00		4,30	1,5	15	1500	1500	1550,39		1550,39
4	39 + 00	39 + 78		2,11	1,5	15	1170	1170	593,40		593,40
Итого на трассу						31115	20418,2	20418,2	4838,8	20418,2	4838,8

Таблица 39

Ведомость укрепления обочин земляного полотна

Км	Местоположение		Расстояние, м	Ширина обочин с учетом уширения, м						Площадь укрепления обочин, м ²					
	от ПК	до ПК		Слева			Справа			Слева			Справа		
				Щебень	Засев трав	Щебень	Засев трав	Щебень	Засев трав	Щебень	Засев трав	Щебень	Засев трав	Щебень	Засев трав
3	20 + 00	21 + 00	100	2	0,5	2	0,5	2	0,5	200	50	200	50		
3	21 + 00	22 + 00	100	2	0,5	2	0,5	2	0,5	200	50	200	50		
3	22 + 00	23 + 00	100	2	0,5	2	0,5	2	0,5	200	50	200	50		
3	23 + 00	24 + 00	100	2	0,5	2	0,5	2	0,5	200	50	200	50		
3	24 + 00	25 + 00	100	2	0,5	2	0,5	2	0,5	200	50	200	50		
3	25 + 00	26 + 00	100	2	0,5	2	0,5	2	0,5	200	50	200	50		
3	26 + 00	27 + 00	100	2	0,5	2	0,5	2	0,5	200	50	200	50		
3	27 + 42	28 + 00	58	2	0,5	2	0,5	2	0,5	116	29	116	29		
3	28 + 00	29 + 00	100	2	0,5	2	0,5	2	0,5	200	50	200	50		
3	29 + 00	30 + 00	100	2	0,5	2	0,5	2	0,5	200	50	200	50		
4	30 + 00	30 + 57	57	2	0,5	2	0,5	2	0,5	114	28,5	114	28,5		
4	30 + 57	31 + 00	43	2	0,5	2	0,5	2	0,5	86	21,5	86	21,5		
4	31 + 00	32 + 00	100	2	0,5	2	0,5	2	0,5	200	50	200	50		
4	32 + 00	33 + 00	100	2	0,5	2	0,5	2	0,5	200	50	200	50		
4	33 + 00	33 + 66	66	2	0,5	2	0,5	2	0,5	132	33	132	33		
4	33 + 66	34 + 00	34	2	0,5	2	0,5	2	0,5	68	17	68	17		
4	34 + 00	35 + 00	100	2	0,5	2	0,5	2	0,5	200	50	200	50		
4	35 + 00	36 + 00	100	2	0,5	2	0,5	2	0,5	200	50	200	50		
4	36 + 00	36 + 28	28	2	0,5	2	0,5	2	0,5	56	14	56	14		
4	36 + 68	37 + 00	32	2	0,5	2	0,5	2	0,5	64	16	64	16		
4	37 + 00	37 + 36	36	2	0,5	2	0,5	2	0,5	72	18	72	18		
4	37 + 36	38 + 00	64	2	0,5	2	0,5	2	0,5	128	32	128	32		
4	38 + 00	39 + 00	100	2	0,5	2	0,5	2	0,5	200	50	200	50		
4	39 + 00	39 + 78	78	2	0,5	2	0,5	2	0,5	156	39	156	39		
Итого на трассу										3792	948	3792	948		

Таблица 40

Ведомость использования почвенно-растительного слоя

Км	Местоположение		Расстояние, м	Объем снятого дерна, м ³	Распределение почвенно-растительного слоя, м ³						Возврат	
	от ПК	до ПК			На укрепление		Рекультивация временно занимаемых земель		Карьер			
					откосов	обочин	кюветов	Строй- площадка		Склад щебня	Временная дорога	
3	20+00	21+00	100	604	259	15						
3	21+00	22+00	100	508	184	15						
3	22+00	23+00	100	476	160	15						
3	23+00	24+00	100	577	237	15						
3	24+00	25+00	100	494	173	15						
3	25+00	26+00	100	696	329	15						
3	26+00	27+00	100	588	286	15						
3	27+42	28+00	58	362	186	9						
3	28+00	29+00	100	570	270	15						
3	29+00	30+00	100	728	354	15						
4	30+00	30+57	57	239	66	9	74					
4	30+57	31+00	43	261	37	6	129					
4	31+00	32+00	100	535	110	15	160					
4	32+00	33+00	100	600	137	15	96					
4	33+00	33+66	66	333	43	10						
4	33+66	34+00	34	185	26	5	71					
4	34+00	35+00	100	504	113	15						
4	35+00	36+00	100	588	246	15						
4	36+00	36+28	28	142	60	4						
4	36+68	37+00	32	151	58	5						
4	37+00	37+36	36	169	56	5						
4	37+36	38+00	64	284	77	10						
4	38+00	39+00	100	578	233	15						
4	39+00	39+78	78	421	89	12						
Итого на трассу				10594	3789	284	531	100	300	1200	3000	1390

Почвенно-растительный грунт срезают бульдозером и перемещают в отвал (вдоль земляного полотна) на расстояние 10 – 30 м. непригодный или излишний грунт выемки разрабатывают экскаватором и складировывают в отвал (в овраг или карьер) с перемещением автосамосвалами на расстояние от 1 до 5 км.

Объем оплачиваемых земляных работ $V_{\text{опл}}$ определяют по формуле

$$V_{\text{опл}} = V_{\text{н}} + V_{\text{отв}},$$

где $V_{\text{н}}$ – объем грунта для отсыпки насыпи, м^3 ; $V_{\text{отв}}$ – объем грунта, идущего в отвал (почвенно-растительный грунт и непригодный излишний грунт выемки), м^3 .

9. ОТВОД ЗЕМЕЛЬ

Отвод земель осуществляют на основании Постановления правительства Российской Федерации «О нормах отвода земель для размещения автомобильных дорог и объектов дорожного сервиса» [12]. Существует постоянный и временный отвод земель под проектируемую автомобильную дорогу и дорожные сооружения.

Постоянные границы полосы отвода автомобильной дороги устанавливаются в зависимости от категории автомобильной дороги, количества полос движения, поперечного уклона местности, наличия кюветов и боковых резервов, крутизны откосов земляного полотна, высоты насыпей по табл. П5 или глубины выемок по табл. П6.

Дополнительный постоянный отвод требуется для устройства транспортных развязок, водопропускных труб, струенаправляющих дамб и траверсов, спрямлений и укреплений русел, берм на откосах земляного полотна и устанавливается по индивидуальным проектным решениям.

Для защитных и декоративных лесных насаждений, противоползневых, противоселевых, противолавинных, противозумовых защитных сооружений, закюветных полок, элементов обустройства автомобильных дорог, зданий и сооружений линейной дорожной службы, объектов дорожного сервиса необходим постоянный отвод земель шириной более 4 м. Границы полосы отвода указанных земельных участков определяют расчетным путем при обработке результатов инженерных изысканий и разработке проектной документации.

Временная граница полосы отвода. Дополнительно с каждой стороны автомобильной дороги предусматривают участки шириной 3 м для производства работ по содержанию и ремонту автомобильных дорог: рубки леса, обеспечения видимости, устройства испарительных бассейнов, автобусных остановок, съездов, примыканий, временных дорог, пешеходных и велосипедных дорожек, переходно-скоростных полос движения, раскрытия выемок глубиной более 1 м.

На период строительства автомобильной дороги и дорожных сооружений отводят временно занимаемые земли и возвращают землепользователю после их рекультивации: сосредоточенные грунтовые и песчаные карьеры, временные склады щебня, временные дороги, строительные площадки.

Местоположение карьера грунта и песка определяют при инженерных изысканиях автомобильной дороги. Площадь сосредоточенного карьера составляет 0,1 – 1 га.

Строительную площадку площадью 50 – 100 м² размещают в середине трассы на неудобных землях. На площадке устанавливают вагончики для ИТР и рабочих, контейнер для мусора, туалет. Рядом со стройплощадкой размещают площадку для стоянки техники площадью 50 – 100 м².

Временный притрассовый склад щебня организуют в зимний период на неудобных землях вблизи строительной площадки в середине трассы, чтобы уменьшить дальность транспортирования. Склад щебня предусматривают открытого типа в виде штабеля площадью 0,05 – 0,15 га.

Для складирования почвенно-растительного грунта отводят временную полосу вдоль дороги слева и справа шириной по 3 – 5 м.

Автомобильная дорога проходит по территории разных административных районов, землепользователей и собственников земли, отчуждаемые земли имеют различную ценность, поэтому для расчетов платежей за использование земли необходимо учитывать границы землевладений и определять виды угодий каждого землепользователя и административного района отдельно.

При отводе земель учитывают виды угодий: пашня, лес (гослесфонд РФ), луг, вырубка, кустарник, неудобные земли (болота, овраги). В табл. 41 приведена ценность земель по отношению к неудобным землям.

Категория земель или землепользователи:

- земли промышленного назначения, транспорта, обороны и специального назначения (полоса отвода автодорог, железных дорог, полигон ТБО, АЗС, завод, фабрика, электроподстанция);
- земли сельскохозяйственного назначения (ЗАО «Агрофирма», ОАО «Агрокомплекс», фермерские хозяйства, птицефабрика);
- земли поселений (город, деревня, село, поселок);
- земли лесного фонда (гослесфонд, лесничество, леспромхоз);
- земли водного фонда (канал им. Москвы);
- земли рекреационные (санаторий, пансионат, оздоровительный лагерь);
- земли особо охраняемых природных территорий (заповедник, заказник, национальный парк);
- земли историко-культурного назначения (усадьба, музей);
- садоводческие объединения (садовое товарищество, СНТ).

Таблица 41

Ценность земель

№ п/п	Территория	Относительный коэффициент ценности
1	Особо охраняемые природные территории (ООПТ)	7
2	Пашни, сады	3,5
3	Лес 1-й группы, населенные пункты	2,5
4	Лес 3-й группы	1,9
5	Луг, пойма рек	1,5
6	Кустарник, болото, овраг	1,0

Леса 1-й группы занимают 20 % территории Российской Федерации. К ним относят заповедные, водоохранные, защитные леса, где запрещена вырубка, и их стоимость в 3 раза выше, чем стоимость лесов 2 – 3-й групп. Леса 2-й группы занимают 10 % территории России и расположены в промышленной зоне Европейской части России с высокой плотностью населения. Данные леса запрещены к вырубке, за исключением санитарных рубок. Леса 3-й группы занимают 70 % территории России и расположены за Уралом, в Сибири, где разрешено промышленное освоение лесных территорий.

При отводе земель под строительство в Европейской части Российской Федерации лес 2-й группы должен быть переведен в лес 3-й группы Постановлением правительства Российской Федерации и разрешен к вырубке.

Отвод земель в постоянное пользование для размещения автомобильной дороги и искусственных сооружений, под временно занимаемые земли на период строительства с их последующей рекультивацией оформляют в ведомости отвода земель (табл. 42, 43), график занимаемых земель (рис. 18) и проект рекультивации временно занимаемых земель.

Задание

Определить по табл. П5 и П6 ширину постоянного отвода земель под проектируемую автомобильную дорогу, располагаемую на насыпи и в выемке в соответствии с Постановлением правительства Российской Федерации «О нормах отвода земель для размещения автомобильных дорог и объектов дорожного сервиса» [12].

Попикетную ведомость отвода земель разработать на основе продольного и поперечных профилей проектируемой автомобильной дороги с использованием программы Microsoft Office Excel.

Оформить результаты расчета площади постоянного и временного отвода земель в ведомости (табл. 42, 43) и график занимаемых земель (рис. 18) для каждого землепользователя и административного района отдельно.

Пример 8

Ширина постоянного отвода земель под автомобильную дорогу определена в соответствии с Постановлением правительства Российской Федерации «О нормах отвода земель для размещения автомобильных дорог и объектов дорожного сервиса».

Расчет площади постоянно и временно занимаемых земель произведен на основе продольного и поперечных профилей проектируемой автомобильной дороги.

Таблица 42

Попикетная ведомость отвода земель

ПК +	Рабочие отметки, м		Ширина отвода земель, м				Площадь отвода земель, м ²			
			постоянного		временного		постоянного		временного	
	насыпь	выемка	слева	справа	слева	справа	слева	справа	слева	справа
0	1,5		8,6	8,87	11,6	11,87	891	941	300	300
1	2,09		9,22	9,94	12,22	12,94	920	1006	300	300
2	2,13		9,18	10,17	12,18	13,17	967	929	300	300
3	1,05		10,16	8,4	13,16	11,4	1090	956	300	300
4		0,17	11,64	10,71	14,64	13,71	1307	1200	300	300
5		2,07	14,49	13,29	17,49	16,29	1415	1355	300	300
6		2,06	13,8	13,8	16,8	16,8	1188	1199	300	300
7	0,31		9,95	10,17	12,95	13,17	1033	965	300	300
8	2,03		10,7	9,12	13,7	12,12	999	880	300	300
9	1,6		9,28	8,47	12,28	11,47	905	836	300	300
10	1,36		8,81	8,25	11,81	11,25	936	872	300	300
11	2,04		9,9	9,19	12,9	12,19	1027	971	300	300
12	2,64		10,63	10,22	13,63	13,22	1070	1032	300	300
13	2,7		10,76	10,41	13,76	13,41	979	946	300	300
14	1,24		8,81	8,51	11,81	11,51	923	926	300	300
15	0		9,65	10,01	12,65	13,01	1154	1212	300	300
16		2,68	13,42	14,22	16,42	17,22	1334	1486	300	300
17		3,13	13,25	15,49	16,25	18,49	1149	1242	300	300
18	1,08		9,72	9,34	12,72	12,34	1026	996	300	300
Итого							21428	20940	6 000	6 000
Всего							42 367		12 000	

Таблица 43

Сводная ведомость отвода земель

Землепользователь	Вид отвода	Площадь, га					Итого
		Пашня	Луг	Лес	Кустарник	Неудобные земли	
ЗАО «Агрофирма»							
Земли сельскохозяйственного назначения	Постоянный	9,2	-	-	-	-	9,2
	Временный	4	0,5	-	0,3	0,1	4,9
	Итого	13,2	0,5	-	0,3	0,1	14,1

Разработана попикетная (см. табл. 42) и сводная ведомость отвода земель (табл. 43), построен график занимаемых земель (см. рис. 18) с использованием программы Microsoft Office Excel с учетом границ землевладений и видов отчуждаемых угодий для каждого землепользователя и административного района отдельно.

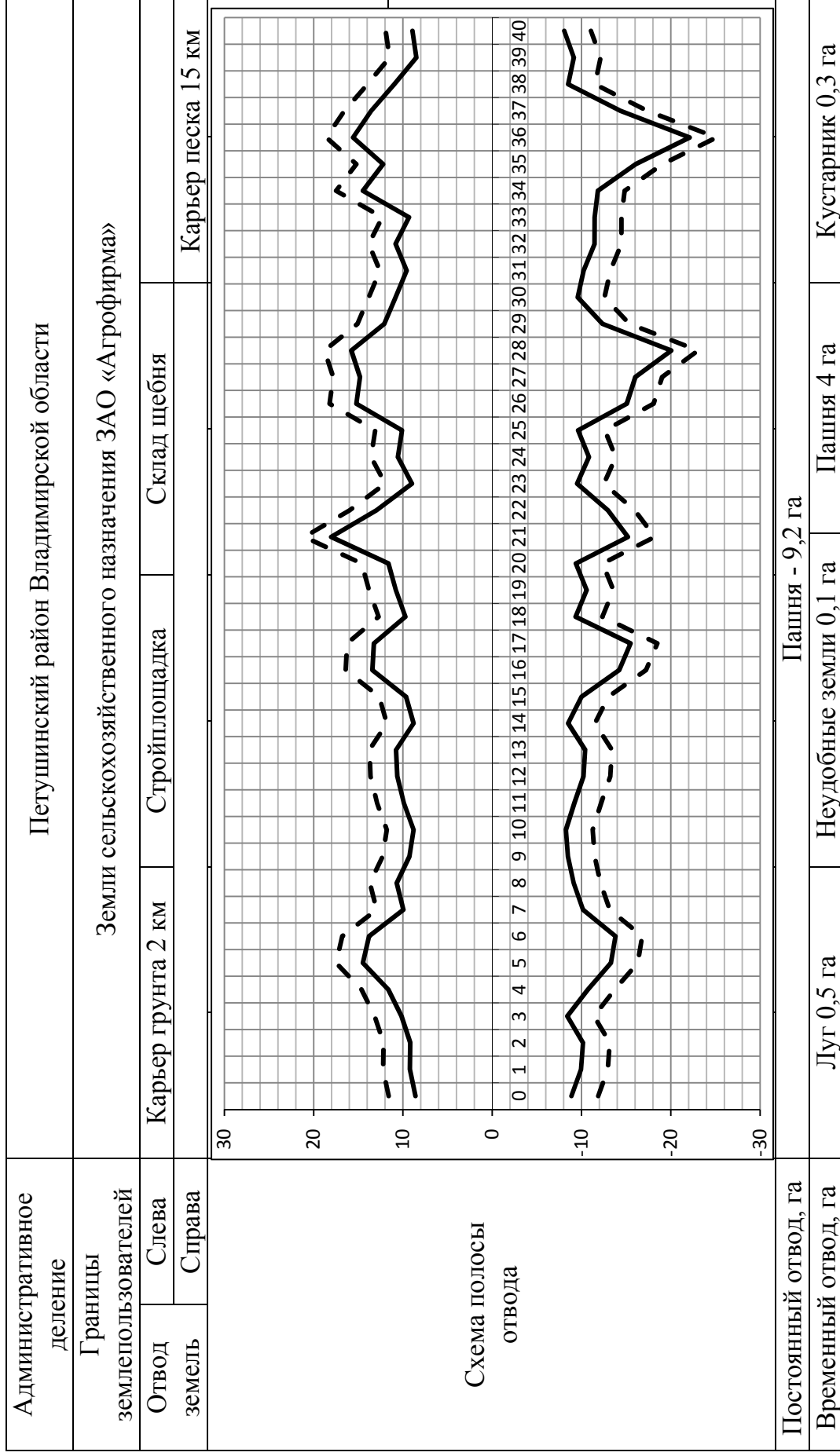


Рис. 18. График занимаемых земель

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Характеристики движения по дорогам.
2. Классификация автомобильных дорог.
3. Основные элементы дороги.
4. Основные технические нормативы и их расчет.
5. Эксплуатационные показатели автомобильных дорог.
6. Сопротивление движению автомобиля.
7. Расход топлива и износ шин.
8. Динамические характеристики автомобиля.
9. Сцепление шин с поверхностью дороги. Торможение автомобиля.
10. Дорожно-климатическое районирование.
11. Общие принципы трассирования.
12. Элементы ландшафтного проектирования.
13. Принципы проектирования дорог в различных условиях рельефа.
14. Дорога в районах населенных пунктов.
15. Пересечение водотоков.
16. Нанесение проектной линии.
17. Последовательность проектирования продольного профиля.
18. Назначение контрольных точек.
19. Поперечные профили дороги.
20. Полоса отвода.
21. Водно-тепловой режим дороги.
22. Особенности движения автомобиля по кривой.
23. Назначение радиусов горизонтальных кривых.
24. Обеспечение видимости на кривой. Расчетные схемы видимости.
25. Назначение и виды переходных кривых.
26. Устройство виража и его расчет. Уширение проезжей части.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
**«Владимирский государственный университет имени
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**
Кафедра автомобильных дорог

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

_____ Э.Ф. Семехин
« _____ » _____ 20__ г.

З А Д А Н И Е

На курсовой проект № 1 по дисциплине
"Изыскание и проектирование автомобильных дорог"
на тему **"Инженерный проект автомобильной дороги"**

Студенту _____ группы _____

1. Интенсивность движения, авт./сут _____
2. Район строительства _____
3. Толщина дорожной одежды, м _____
4. Толщина почвенно-растительного слоя, м _____
5. Грунты по трассе
на глубину до 2 м: _____
на глубину 2 – 8 м: _____
Подземные коммуникации ПК _____
ПК _____
6. Глубина воды в русле, м:
– при уровне меженных вод _____
– расчетном уровне высоких вод _____

Руководитель проекта _____

Дата выдачи задания _____

Срок сдачи проекта _____

ПРИЛОЖЕНИЕ

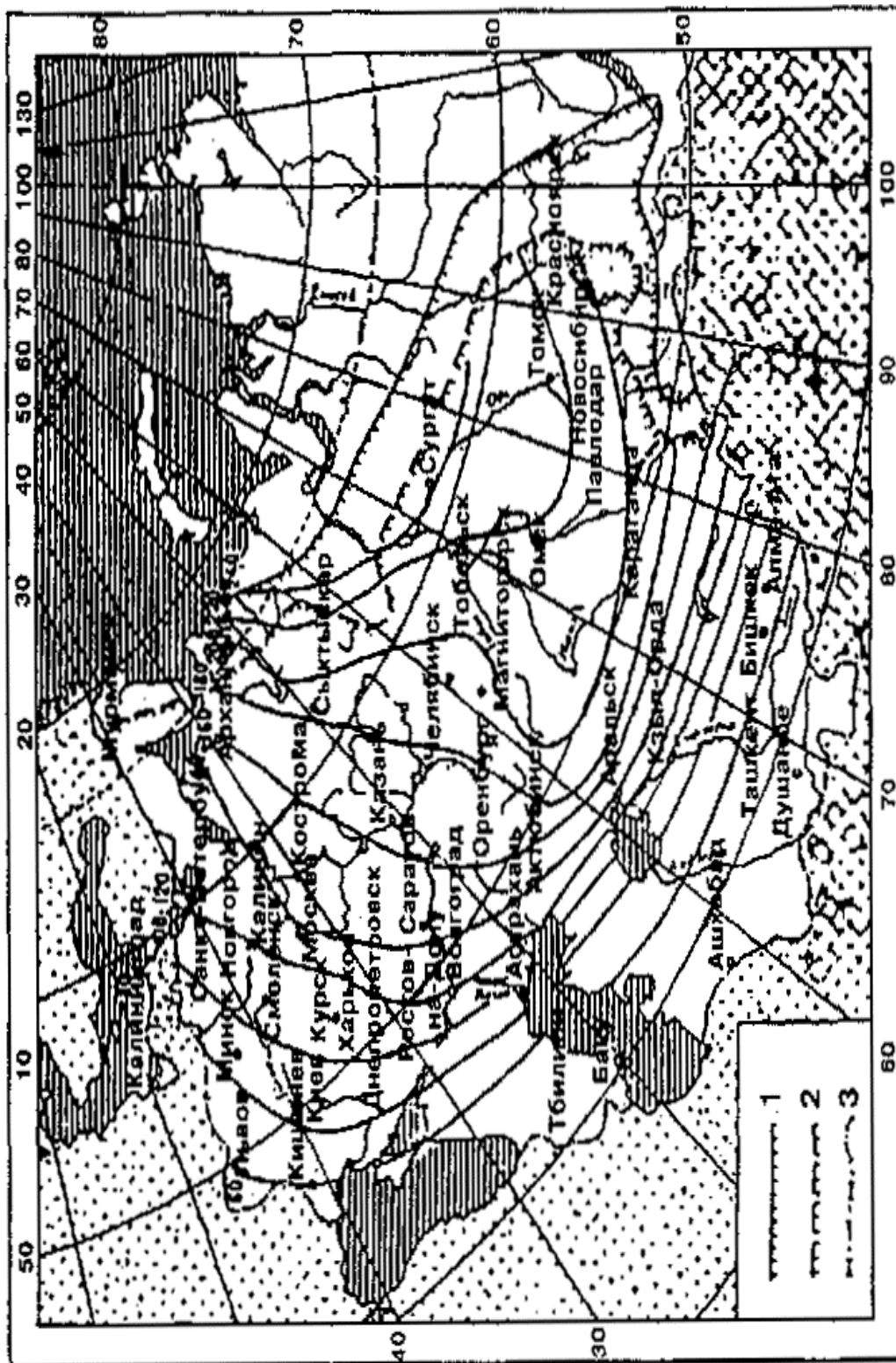


Рис. П1. Глубина промерзания суглинистых грунтов, см

Глубина промерзания, снежный покров

Область, город	Глубина промерзания, см	Снежный покров		
		Образование	Разрушение	Высота, см
Архангельск	165	08 XI	23IV	66
Астрахань	95	24XII	01II	5
Барнаул	205	07XI	06IV	46
Благовещенск	200	10XI	23III	21
Белгород	90	15XII	21III	18
Волгоград	110	14XII	20III	18
Вологда	150	15XI	21IV	42
Воронеж	130	04XII	29III	25
Екатеринбург	190	06XI	08IV	41
Иркутск	210	02XI	31III	39
Кемерово	200	03XI	13IV	51
Киров	170	08XI	19IV	60
Краснодар	70	25XII	19II	12
Липецк	120	03XII	05IV	57
Мурманск	130	10XI	06V	31
Новгород	120	06XII	04IV	30
Новосибирск	225	01XI	10IV	37
Оренбург	175	21XI	08IV	57
Петрозаводск	135	28XI	14IV	50
Пенза	150	23XI	06IV	55
Саратов	145	01XII	03IV	26
Смоленск	110	03XII	05IV	47
Санкт- Петербург	120	09XII	07IV	49
Тюмень	200	10XI	09IV	49
Тверь	120	01XII	04IV	45
Хабаровск	180	15XI	28III	11
Челябинск	190	12XI	04IV	32
Чита	210	13XI	21III	11
Якутск	240	12X	29IV	37
Ярославль	150	23XI	11IV	49

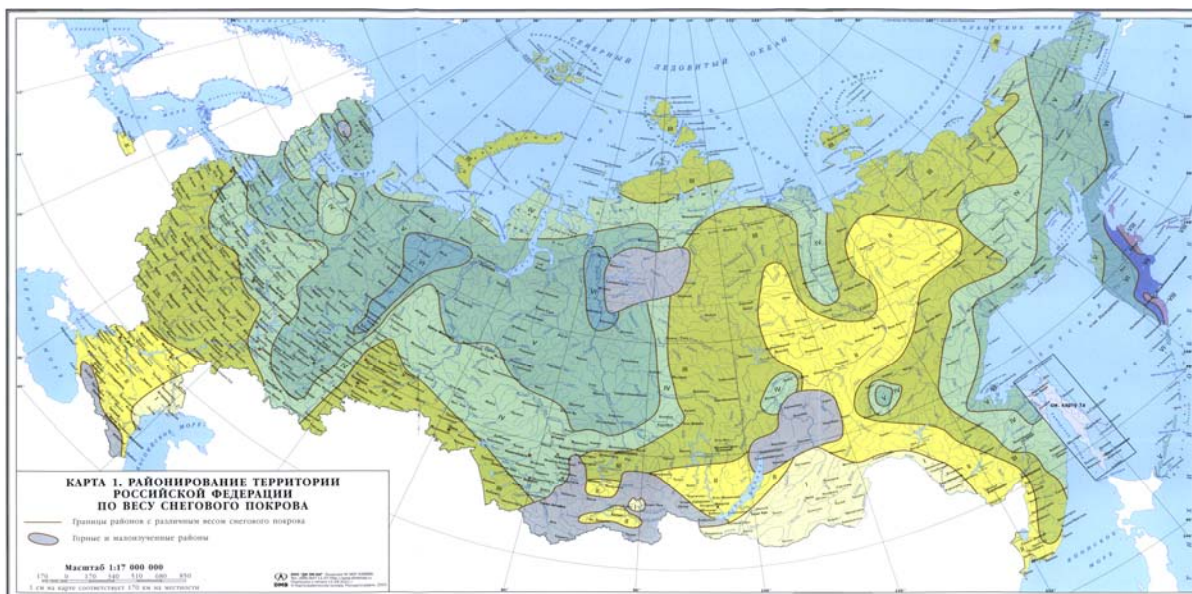


Рис. П2. Районирование Российской Федерации по снеговому покрову

Таблица П2

Условные обозначения подземных коммуникаций на плане

№ п/п	Наименование подземных коммуникаций	Надпись	Изображение
ВОДОПРОВОД			
1	Водопровод питьевой	<i>Вп</i>	—Вп— —○— <i>ст. 100</i>
2	Водопровод хозпротивопожарный	<i>Впж</i>	—Впж— —○— —
3	Водопровод производственный	<i>Впр</i>	—Впр— —○— —
4	Водопровод	<i>В</i>	—В— —○— —
КАНАЛИЗАЦИЯ			
5	Канализация бытовая (фекальная)	<i>Кб</i>	—Кб— —○— <i>кер. 250</i>
6	Канализация производственная	<i>Кпр</i>	—Кпр— —○— —
7	Канализация производственно-ливневая	<i>Кпрл</i>	—Кпрл— —○— —
8	Канализация ливневая	<i>Кл</i>	—Кл— —○— —
9	Канализация условно чистых вод	<i>Куч</i>	—Куч— —○— —
10	Канализация химически загрязненных стоков	<i>Кхим</i>	—Кхим— —○— —
11	Канализация	<i>К</i>	—К— —○— —
12	Дренажный трубопровод	<i>Др</i>	—Др— —⊕— —
ГАЗОПРОВОД			
13	Газопровод низкого давления	<i>Г н.д.</i>	—Г н.д.— —○— <i>ст. 32</i>
14	Газопровод среднего давления	<i>Г с.д.</i>	—Г с.д.— —○— —
15	Газопровод высокого давления	<i>Г в.д.</i>	—Г в.д.— —○— —

Окончание табл. П2

№ п/п	Наименование подземных коммуникаций	Надпись	Изображение
	<i>ТЕПЛОСЕТЬ</i>		
16	Теплосеть бесканальная	<i>Т</i>	
17	Теплосеть в канале непроходном	<i>Т к.н.</i>	
18	Теплосеть в канале полупроходном	<i>Т к.п.</i>	
19	Теплосеть в канале проходном	<i>Т</i>	
	<i>ЭЛЕКТРОКАБЕЛЬ</i>		
20	Электрокабель низкого напряжения в траншее	-	
21	Электрокабель высокого напряжения	-	
22	Электрокабель низкого напряжения в блоках	<i>бл.</i>	
23	Электрокабель высокого напряжения в блоках	<i>бл.</i>	
24	Электрокабель низкого напряжения в канале	<i>к.</i>	
25	Электрокабель высокого напряжения в канале	<i>к.</i>	
	<i>КАБЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ СВЯЗИ</i>		
26	Кабель связи бронированный в траншее	<i>Бр</i>	
27	Телефонный кабель	-	
28	Радиовещательный кабель	<i>р</i>	
29	Кабель сигнализации	<i>с</i>	
30	Телеграфный кабель	-	
	<i>СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ</i>		
31	Воздухопровод	<i>ВХ</i>	
32	Нефтепровод	<i>Н</i>	
33	Мазутопровод	<i>М</i>	
34	Бензопровод	<i>Б</i>	
35	Золопровод	<i>З</i>	
36	Паропровод	<i>П</i>	
	<i>ПРОЧИЕ</i>		
37	Недействующие трубопроводы	-	
38	Строящиеся трубопроводы	<i>стр.</i>	
39	Смотровые колодцы (номер, высотные отметки люка, земли, верха трубы, дна канала)	-	
40	Трубопровод в защитной трубе (футляре)	-	
41	Общий коллектор	-	

Таблица ПЗ

Проектирование вертикальных кривых по методу Н.М. Антонова

i , ‰	$R = 3000$		$R = 4000$		$R = 5000$		$R = 6000$		$R = 8000$		$R = 10000$		$R = 15000$		$R = 20000$		$R = 25000$		$R = 30000$		$R = 50000$	
	l	h	l	h	l	h	l	h	l	h	l	h	l	h	l	h	l	h	l	h	l	h
1	3	0,00	4	0,00	5	0,00	6	0,01	8	0,00	10	0,01	15	0,01	20	0,01	25	0,01	30	0,01	50	0,02
2	6	0,01	8	0,01	10	0,01	12	0,01	16	0,02	20	0,02	30	0,03	40	0,04	50	0,05	60	0,06	100	0,10
3	9	0,01	12	0,02	15	0,02	18	0,03	24	0,04	30	0,04	45	0,07	60	0,09	75	0,11	90	0,13	150	0,22
4	12	0,02	16	0,03	20	0,04	24	0,05	32	0,06	40	0,08	60	0,12	80	0,16	100	0,20	120	0,24	200	0,40
5	15	0,04	20	0,05	25	0,06	30	0,07	40	0,10	50	0,13	75	0,19	100	0,25	125	0,31	150	0,38	250	0,63
6	18	0,05	24	0,07	30	0,09	36	0,11	48	0,14	60	0,18	90	0,27	120	0,36	150	0,45	180	0,54	300	0,90
7	21	0,07	28	0,10	35	0,12	42	0,15	56	0,20	70	0,25	105	0,37	140	0,49	175	0,61	210	0,74	350	1,22
8	24	0,10	32	0,13	40	0,16	48	0,19	64	0,26	80	0,32	120	0,48	160	0,64	200	0,80	240	0,96	400	1,60
9	27	0,12	36	0,16	45	0,20	54	0,24	72	0,32	90	0,40	135	0,61	180	0,81	225	1,01	270	1,22	450	2,02
10	30	0,15	40	0,20	50	0,25	60	0,30	80	0,40	100	0,50	150	0,75	200	1,00	250	1,25	300	1,50	500	2,50
11	33	0,18	44	0,24	55	0,30	66	0,36	88	0,48	110	0,60	165	0,91	220	1,21	275	1,51	330	1,82	550	3,02
12	36	0,22	48	0,29	60	0,36	72	0,43	96	0,58	120	0,72	180	1,08	240	1,44	300	1,80	360	2,16	600	3,60
13	39	0,25	52	0,34	65	0,42	78	0,51	104	0,68	130	0,84	195	1,27	260	1,69	325	2,11	390	2,54	650	4,22
14	42	0,29	56	0,39	70	0,49	84	0,59	112	0,78	140	0,98	210	1,47	280	1,96	350	2,45	420	2,94	700	4,90
15	45	0,34	60	0,45	75	0,56	90	0,67	120	0,90	150	1,12	225	1,69	300	2,25	375	2,81	450	3,38	750	5,62
16	48	0,38	64	0,51	80	0,64	96	0,77	128	1,02	160	1,28	240	1,92	320	2,57	400	3,20	480	3,84	800	6,40
17	51	0,43	68	0,58	85	0,72	102	0,87	136	1,16	170	1,41	255	2,17	340	2,89	425	3,61	510	4,34	850	7,22
18	54	0,49	72	0,65	90	0,81	108	0,97	144	1,30	180	1,65	270	2,43	360	3,24	450	4,05	540	4,86	900	8,10
19	57	0,54	76	0,72	95	0,90	114	0,08	152	1,44	190	1,60	285	2,71	380	3,61	475	4,51	570	5,42	950	9,02
20	60	0,60	80	0,80	100	1,00	120	1,20	160	1,60	200	2,00	300	3,00	400	4,00	500	5,00	600	6,00	1000	10,00
21	63	0,66	84	0,88	105	1,10	126	1,32	168	1,76	210	2,20	315	3,31	420	4,41	525	5,51	630	6,62	1050	11,02

Примечание. i – уклон касательной линии, ‰; R – радиус вертикальной кривой, м; l – горизонтальное расстояние от нулевой точки кривой до касательной линии (X), м; h – превышение точки на касательной над нулевой точкой кривой ($\pm Y$), м.

Окончание табл. ПЗ

<i>i</i> , ‰	<i>R</i> = 3000		<i>R</i> = 4000		<i>R</i> = 5000		<i>R</i> = 6000		<i>R</i> = 8000		<i>R</i> = 10000		<i>R</i> = 15000		<i>R</i> = 20000		<i>R</i> = 25000		<i>R</i> = 30000		<i>R</i> = 50000	
	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>
22	66	0,72	88	0,97	110	1,21	132	1,45	176	1,94	220	2,42	330	3,63	440	4,84	550	6,05	660	7,26	1100	12,10
23	69	0,79	92	1,06	115	1,32	138	1,59	184	2,12	230	2,64	345	3,97	460	5,29	575	6,61	690	7,94	1150	13,22
24	72	0,86	96	1,15	120	1,44	144	1,73	192	2,30	240	2,88	360	4,32	480	5,76	600	7,20	720	8,64	1200	14,40
25	75	0,94	100	1,25	125	1,56	150	1,87	200	2,50	250	3,12	375	4,69	500	6,25	625	7,81	750	9,38	1250	15,62
26	78	1,01	104	1,35	130	1,69	156	2,03	208	2,70	260	3,38	390	5,07	520	6,76	650	8,45	780	10,14	1300	16,90
27	81	1,09	108	1,46	135	1,82	162	2,19	216	2,92	270	3,64	405	5,47	540	7,29	675	9,11	810	10,94	1350	18,22
28	84	1,10	112	1,57	140	1,96	168	2,35	224	3,14	280	3,92	420	5,88	560	7,84	700	9,80	840	11,76	1400	19,60
29	87	1,25	116	1,68	145	2,10	174	2,52	232	3,36	290	4,20	435	6,31	580	8,41	725	10,51	870	12,62	1450	21,02
30	90	1,35	120	1,80	150	2,25	180	2,70	240	3,60	300	4,50	450	6,75	600	9,00	750	11,25	900	13,50	1500	22,50
31	93	1,44	124	1,92	155	2,40	186	2,88	248	3,84	310	4,80	465	7,21	620	9,61	775	12,01	930	14,42	1550	24,02
32	96	1,54	128	2,05	160	2,56	192	3,08	256	4,10	320	5,12	480	7,68	640	10,24	800	12,80	960	15,36	1600	25,60
33	99	1,63	132	2,18	165	2,72	198	3,27	264	4,36	330	5,45	495	8,17	660	10,80	825	13,61	990	16,34	1650	27,22
34	102	1,73	136	2,41	170	2,89	204	3,47	272	4,62	340	5,78	510	8,67	680	11,56	850	14,45	1020	17,34	1700	28,90
35	105	1,84	140	2,45	175	3,06	210	3,68	280	4,90	350	6,12	525	9,19	700	12,25	875	15,31	1050	18,38	1750	30,62
36	108	1,94	144	2,59	180	3,24	216	3,89	288	5,18	360	6,48	540	9,72	720	12,96	900	16,20	1080	19,44	1800	32,44
37	111	2,05	148	2,74	185	3,42	222	4,11	296	5,48	370	6,84	555	10,27	740	13,96	925	17,11	1110	20,54	1850	34,22
38	114	2,17	152	2,89	190	3,61	226	4,33	304	5,78	380	7,22	570	10,83	760	14,44	950	18,05	1140	21,66	1900	36,10
39	117	2,28	156	3,04	195	3,80	234	4,56	312	6,08	390	7,60	585	11,41	780	15,21	975	19,01	1170	22,82	1950	38,02
40	120	2,40	160	3,20	200	4,00	240	4,80	320	6,40	400	8,00	600	12,00	800	16,00	1000	20,00	1200	24,00	2000	40,00
41	123	2,52	164	3,36	205	4,20	246	5,04	328	6,72	410	8,40	615	12,61	820	16,81	1025	21,01	1230	25,22	—	—
42	126	2,65	168	3,53	210	4,41	252	5,29	336	7,06	420	8,82	630	13,23	840	17,64	1050	22,05	1260	26,46	—	—
43	129	2,77	172	3,70	215	4,52	258	5,55	344	7,40	430	9,24	645	13,87	860	18,49	1075	23,11	1290	27,74	—	—
44	132	2,91	176	3,87	220	4,84	264	5,81	352	7,74	440	9,68	660	14,52	880	19,36	1100	24,20	1320	29,04	—	—
45	135	3,04	180	4,05	225	5,06	270	6,07	360	8,10	450	10,12	675	15,19	900	20,25	1125	25,31	1350	30,38	—	—
46	138	3,18	184	4,23	230	5,29	276	6,35	368	8,46	460	10,58	690	15,87	920	21,16	1150	26,45	1380	31,74	—	—
47	141	3,32	188	4,42	235	5,52	282	6,66	376	8,84	470	11,04	705	16,57	940	22,09	1175	27,61	1410	33,14	—	—
48	144	3,46	192	4,61	240	5,76	288	6,91	384	9,22	480	11,52	720	17,28	960	23,01	1200	28,80	1440	34,56	—	—

49	147	3,60	196	4,80	245	6,00	294	7,20	392	9,60	490	12,00	735	18,01	980	24,01	1225	30,01	1470	36,02	-	-
50	150	3,75	200	5,00	250	6,25	300	7,50	400	10,00	500	12,50	750	18,75	1000	25,00	1250	31,25	1500	37,50	-	-
51	153	3,90	204	5,21	255	6,50	306	7,80	408	10,40	510	13,00	765	19,51	1020	26,01	1275	32,51	1530	39,02	-	-
52	156	4,06	208	5,41	260	6,76	312	8,11	416	10,82	520	13,52	780	20,28	1040	27,04	1300	33,80	1560	40,56	-	-
53	159	4,22	212	5,61	265	7,02	318	8,42	424	11,24	530	14,04	795	21,07	1060	28,09	1325	35,11	1590	42,14	-	-
54	162	4,38	216	5,82	270	7,29	324	8,74	432	11,66	540	14,58	810	21,87	1080	29,17	1350	36,45	1620	44,74	-	-
55	165	4,54	220	6,05	275	7,56	330	9,07	440	12,10	550	15,12	825	22,69	1100	30,25	1375	37,81	1650	45,38	-	-
56	168	4,70	224	6,27	280	7,84	336	9,40	448	12,54	560	15,68	840	23,52	1120	31,36	1400	39,20	1680	47,04	-	-
57	171	4,88	228	6,49	285	8,12	342	9,74	456	13,00	570	16,24	855	24,36	1140	32,49	1425	40,61	1710	48,74	-	-
58	174	5,05	232	6,73	290	8,41	348	10,09	464	13,46	580	16,82	870	25,24	1160	33,64	1450	42,05	1740	50,46	-	-
59	177	5,22	236	6,96	295	8,70	354	10,44	472	13,92	590	17,40	885	26,10	1180	34,81	1475	44,51	1770	52,22	-	-
60	180	5,40	240	7,20	300	9,00	360	10,80	480	14,90	600	18,00	900	27,00	1200	36,00	1500	45,00	1800	54,00	-	-

Классификация грунтов в зависимости от трудности разработки

№ п/п*	Наименование грунтов	Плотность, кг/м ³	Разработка грунтов					Мерзлый
			Экскаватор	Скрепер	Бульдозер	Автогрейдер	Грейдер-элеватор	
9а	Растительный грунт: без корней	1200	1	1	1	1	1	1м
9б	с корнями	1400	1	1	2	–	–	1м
29а	Пески: без примеси	1600	1	2	2	2	3	2м
29б	с примесью щебня	1700	1	2	2	–	–	2м
36а	Супеси: без примеси	1650	1	2	2	2	2	1м
36б	с примесью щебня	1800	1	2	2	–	–	2м
35а	Суглинки легкие: без примеси	1700	1	1	1	1	1	2м
35б	с примесью щебня	1750	2	2	2	–	–	3м
35в	Суглинки тяжелые: без примеси	1800	2	2	2	–	–	3м
35г	с примесью щебня	1950	3	–	2	–	–	3м
8а	Глины: без примеси	1800	2	2	2	2	2	3м
8б	с примесью щебня	1750	3	2	2	3	–	3м
32	Скальный грунт	1950	5	–	4	–	–	–
41	Щебень	1800	2	–	3	–	–	–

* – номер определен для грунтов с примесью щебня, гальки, гравия или строительного мусора до 10 %.

Таблица П5

*Нормы отвода земель под автомобильные дороги,
располагаемые на насыпях*

Высота насыпи, м	На равнинной местности с поперечным уклоном до 9 %				На пересеченной местности с поперечным уклоном свыше 9 %			
	с заложением откосов земляного полотна крутизны							
	постоянной		переменной		постоянной		переменной	
	1:4	1:2	1:1,5; 1:1,75	1:1,75; 1:2	1:4	1:2	1:1,5; 1:1,75	1:1,75; 1:2
I – II категория с 4 полосами движения								
1	65/52/71	–	–	–	87/119	–	–	–
1,5	65/56/83	–	–	–	91/123	–	–	–
2	65/51/95	–	–	–	95/127	–	–	–
3	65/59	–	–	–	103	–	–	–
4	–	65/51	–	–	–	68	–	–
5	–	65/55	–	–	–	73	–	–
6	–	65/59	–	–	–	79	–	–
7	–	–	65/56	65/60	–	–	74	78
8	–	–	65/58	65/64	–	–	79	84
9	–	–	65/63	65/68	–	–	–	–
10	–	–	67	72	–	–	–	–
11	–	–	70	76	–	–	–	–
12	–	–	74	80	–	–	–	–
II категория с 2 полосами движения								
1	58/38/57	–	–	–	62/81	–	–	–
1,5	58/42/69	–	–	–	66/85	–	–	–
2	58/37/81	–	–	–	70/89	–	–	–
3	58/45	–	–	–	79	–	–	–
4	–	58/37	–	–	–	58/51	–	–
5	–	58/41	–	–	–	58/56	–	–
6	–	58/45	–	–	–	58/61	–	–
7	–	–	58/43	58/46	–	–	58/55	59
8	–	–	58/46	58/50	–	–	59	63
9	–	–	58/50	58/54	–	–	63	68
10	–	–	58/53	58/58	–	–	–	–
11	–	–	58/57	62	–	–	–	–
12	–	–	60	66	–	–	–	–

Примечание. 1-е число – ширина полосы отвода с учетом обеспечения боковой видимости, включает с каждой стороны полосы шириной по 25 м на дорогах I – III категорий, по 15 м на дорогах IV – V категорий от кромки проезжей части; 2-е число – ширина полосы отвода с учетом устройства трапециевидных кюветов; 3-е число – ширина полосы отвода с учетом устройства боковых резервов шириной 10 м и глубиной 0,5 м, 1 м и 1,5 м соответственно.

Окончание табл. П5

Высота насыпи, м	На равнинной местности с поперечным уклоном до 9 %				На пересеченной местности с поперечным уклоном свыше 9 %			
	с заложением откосов земляного полотна крутизны							
	постоянной		переменной		постоянной		переменной	
	1:4	1:2	1:1,5; 1:1,75	1:1,75; 1:2	1:4	1:2	1:1,5; 1:1,75	1:1,75; 1:2
III категория								
1	57/35/54	57/31/50	–	–	–	57/56/75	59/73	–
1,5	57/39/66	57/34/59	–	–	–	60/79	61/76	–
2	57/34/78	57/30/68	–	–	–	64/83	63/78	–
3	57/42	57/36	57/30	–	–	73	68	57/46
4	–	–	57/34	–	–	–	–	57/47
5	–	–	57/38	–	–	–	–	57
6	–	–	57/42	–	–	–	–	58
7	–	57/40	57/43	–	–	–	57/52	57/56
8	–	57/43	57/47	–	–	–	57/56	60
9	–	57/47	57/51	–	–	–	60	64
10	–	57/50	57/55	–	–	–	–	–
11	–	57/54	57/59	–	–	–	–	–
12	–	57	63	–	–	–	–	–
IV категория								
1	36/29/48	–	–	–	36/34/40	–	–	–
1,5	36/32/57	–	–	–	37/48	–	–	–
2	36/28/66	–	–	–	41/55	–	–	–
3	–	36/28	–	–	–	39	–	–
4	–	36/32	–	–	–	43	–	–
5	–	36/36	–	–	–	47	–	–
6	–	36/40	–	–	–	51	–	–
7	–	–	36/38	41	–	–	49	52
8	–	–	41	45	–	–	51	55
9	–	–	45	49	–	–	53	58
10	–	–	48	53	–	–	–	–
11	–	–	52	57	–	–	–	–
12	–	–	55	61	–	–	–	–

Таблица П6

*Нормы отвода земель под автомобильные дороги,
располагаемые в выемках*

Высота насыпи, м	На равнинной местности с поперечным уклоном до 9 %				На пересеченной местности с поперечным уклоном свыше 9 %			
	с заложением откосов земляного полотна крутизны							
	постоянной		переменной		постоянной		переменной	
	1:5	1:10	1:2	1:1,5	1:5	1:10	1:2	1:1,5
I – II категории с 4 полосами движения								
1	70	95	–	–	–	–	84	79
2	–	–	74	72	–	–	83	77
3	–	–	78	75	–	–	92	86
4	–	–	82	78	–	–	93	86
5	–	–	86	81	–	–	98	89
6	–	–	86	80	–	–	102	92
7	–	–	90	83	–	–	–	95
8	–	–	94	86	–	–	–	–
9	–	–	98	89	–	–	–	–
10	–	–	102	92	–	–	–	–
11	–	–	106	95	–	–	–	–
12	–	–	110	98	–	–	–	–
II категория с 2 полосами движения								
1	58/56	80	–	–	–	–	64	60
2	–	–	61	59	–	–	73	69
3	–	–	65	62	–	–	74	68
4	–	–	69	65	–	–	78	71
5	–	–	73	68	–	–	83	75
6	–	–	73	67	–	–	87	78
7	–	–	77	70	–	–	92	81
8	–	–	81	73	–	–	–	84
9	–	–	85	76	–	–	–	–
10	–	–	89	79	–	–	–	–
11	–	–	93	82	–	–	–	–
12	–	–	97	85	–	–	–	–
III категория								
1	57/52	75	–	–	–	–	62	58
2	–	–	58	56	–	–	71	67
3	–	–	62	59	–	–	71	65
4	–	–	66	62	–	–	75	68

Окончание табл. П6

Высота насыпи, м	На равнинной местности с поперечным уклоном до 9 %				На пересеченной местности с поперечным уклоном свыше 9 %			
	с заложением откосов земляного полотна крутизны							
	постоянной		переменной		постоянной		переменной	
	1:5	1:10	1:2	1:1,5	1:5	1:10	1:2	1:1,5
5	–	–	70	65	–	–	79	71
6	–	–	70	64	–	–	84	75
7	–	–	74	67	–	–	88	78
8	–	–	78	70	–	–	93	81
9	–	–	82	73	–	–	–	–
10	–	–	86	76	–	–	–	–
11	–	–	90	79	–	–	–	–
12	–	–	94	82	–	–	–	–
IV категория								
1	47	70	–	–	–	–	40	37
2	–	–	38	36/34	–	–	44	40
3	–	–	42	37	–	–	48	43
4	–	–	46	40	–	–	52	46
5	–	–	50	43	–	–	56	49
6	–	–	54	46	–	–	60	52
7	–	–	58	49	–	–	63	55
8	–	–	62	52	–	–	67	58
9	–	–	66	55	–	–	71	61
10	–	–	70	58	–	–	–	64
11	–	–	74	61	–	–	–	–
12	–	–	78	64	–	–	–	–

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. ГОСТ 21.101-97. СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации. – М., 1997. – 37 с.
2. ГОСТ 21.204-93. СПДС. Условные графические обозначения и изображения элементов генеральных планов и сооружений транспорта. – М., 1994. – 17 с.
3. ГОСТ 21.302-96. СПДС. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям. – М., 1997. – 17 с.
4. ГОСТ 21.508-93. СПДС. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов. – М., 1994. – 27 с.
5. ГОСТ Р 21.1207-97. СПДС. Условные графические обозначения на чертежах автомобильных дорог. – М., 1997. – 26 с.
6. ГОСТ Р 21.1701-97. СПДС. Правила выполнения рабочей документации автомобильных дорог. – М., 1997. – 34 с.
7. ГОСТ Р 52398-2005. Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования. – М., 2006. – 4 с.
8. ГОСТ Р 52399-2005. Геометрические элементы автомобильных дорог. – М., 2006. – 5 с.
9. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. – М., 1984. – 109 с.
10. СП 34.13330.2012. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги. – М., 2013. – 127 с.
11. СП 131.13330.2012. СНиП 23.01.99. Строительная климатология. – М., 2012. – 37 с.
12. Постановление правительства РФ № 717 от 02.09.2009. «О нормах отвода земель для размещения автомобильных дорог и объектов дорожного сервиса». – М., 2009. – 19 с.

13. Проектирование автомобильных дорог. Справочная энциклопедия дорожника (СЭД) / под ред. Г. А. Федотова, П. И. Поспелова. – М. : Инфрмавтодор, 2007. Т. 5. – 668 с.

Дополнительная литература

14. ГОСТ 22733-2002. Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности. – М., 2002. – 12 с.
15. ГОСТ 26775-97. Габариты подмостовые судоходных пролетов мостов на внутренних водных путях. Нормы и технические требования. – М., 1997. – 21 с.
16. ГОСТ Р 52289-2004. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. – М., 2006. – 103 с.
17. ГОСТ Р 52748-2007. Дороги автомобильные. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения. – М., 2007. – 14 с.
18. СНиП 11-01-95. Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений. – М., 1996. – 20 с.
19. СНиП 11.02-96. Инженерные изыскания для строительства. – М., 1996. – 21 с.
20. СНиП 11.03-2001. Типовая проектная документация. – М., 2002. – 8 с.
21. СП 11-103-97. Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства. – М., 1997. – 57 с.
22. СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. – М., 2001. – 82 с.
23. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. В 6 ч. Ч.1. Общие правила производства работ. – М., 1998. – 54 с.
24. СП 35.13330.2011. СНиП 2.05.03-84. Мосты и трубы. – М., 2011. – 664 с.
25. СП 42.13330.2011. СНиП 2.07.01-89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – М., 2011. – 170 с.
26. СП 78.13330.2013. СНиП 3.06.03-85. Автомобильные дороги. – М., 2012. – 80 с.

27. СТО 2.25.42-2011. Устройство обстановки дороги. Ч. 1. Установка дорожных знаков и сигнальных столбиков. – М., 2011. – 27 с.
28. СТО 2.25.43-2011. Устройство обстановки дороги. Ч. 2. Нанесение дорожной разметки. – М., 2011. – 23 с.
29. СТО 2.25.44-2011. Устройство обстановки дороги. Ч. 3. Устройство металлических барьерных ограждений. – М., 2011. – 15 с.
30. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – М., 1986. – 76 с.
31. ГЭСН-2001. Сб. 1. Земляные работы. – М., 2001. – 88 с.
32. Митин, Н. А. Таблицы для разбивки кривых на автомобильных дорогах / Н. А. Митин. – М. : Недра, 1978. – 144 с.
33. Он же. Таблицы для подсчета объемов земляного полотна автомобильных дорог / Н. А. Митин. – М. : Транспорт, 1977. – 544 с.
34. Ксенодохов, В. И. Таблицы для криволинейного проектирования и разбивки плана и профиля автомобильных дорог / В.И. Ксенодохов. – М. : Транспорт, 1981. – 140 с.
35. Антонов, Н. М. Проектирование и разбивка вертикальных кривых на автомобильных дорогах / Н.М. Антонов [и др.]. – М. : Транспорт, 1968. – 200 с.
36. Эталон проекта на строительство автомобильной дороги. – М. : Союздорпроект, 1983. – 100 с.
37. Эталон рабочего проекта на строительство автомобильной дороги. – Л. : Филиал ГипродорНИИ, 1988. – 150 с.
38. Рекомендации по разработке инженерного проекта на строительство федеральной автомобильной дороги. – М. : ГипродорНИИ, 1995. – 167 с.
39. Условные знаки для топографических планов. – М., 1986. – 23 с.
40. Поспелов, П. И. Основы автоматизированного проектирования автомобильных дорог (на базе программного комплекса CREDO) : учеб. пособие / П. И. Поспелов [и др.]. – М., 2007. – 216 с.
41. Горшкова, Н. Г. Основы проектирования автомобильных дорог : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1 / Н. Г. Горшкова. – Белгород : Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2005. – 119 с.
42. Карташкова, Л. М. Основы проектирования автомобильных дорог : учеб. пособие / Л. М. Карташкова, В. О. Штерн. – Оренбург : Изд-во ОГУ, 2006. – 82 с.

43. *Борисова, И. С.* Проектирование плана трассы и продольного профиля дороги : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2 / И. С. Борисова. – Кострома : Изд-во КГСХА, 2007. – 80 с.
44. *Булдаков, С. И.* Проектирование основных элементов автомобильной дороги : учеб. пособие / С. И. Булдаков. – Екатеринбург : Изд-во Урал. гос. лесотехн. ун-та, 2009. – 310 с.
45. *Девятов, М. М.* Основы проектирования автомобильных дорог : учеб. пособие / М. М. Девятов. – Волгоград : Изд-во ВолгГАСУ, 2009. – 428 с.
46. *Федотов, Г. А.* Изыскания и проектирование автомобильных дорог : учебник. В 2 кн. Кн. 1 / Г. А. Федотов, П. И. Пospelов. – М. : Высш. шк., 2009. – 646 с.
47. *Абдуллин, М. М.* Архитектурно-ландшафтное проектирование дорог с учетом дорожной геометрии : учебник / М.М. Абдуллин [и др.]. – Уфа : Нефтегазовое дело, 2011. – 320 с.
48. *Корневский, В. В.* Основы проектирования автомобильных дорог : учеб. пособие / В. В. Корневский, К. В. Коновалов. – Краснодар : КубГТУ, 2011. – 169 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ.....	4
2. ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМАТИВЫ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ....	7
3. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА.....	13
4. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА.....	14
5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ.....	21
6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ.....	32
7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ.....	63
8. РАСЧЕТ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА.....	75
9. ОТВОД ЗЕМЕЛЬ.....	89
Контрольные вопросы.....	95
Задание.....	96
Приложение.....	97
Библиографический список.....	109

Учебное издание

САМОЙЛОВА Любовь Ивановна
ПРОВАТОРОВА Галина Владимировна

ИНЖЕНЕРНЫЙ ПРОЕКТ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Учебное пособие
к курсовому и дипломному проектированию

Часть 1

Подписано в печать 29.03.14.

Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 6,74. Тираж 100 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.