

Л. Р. Мытько

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ. СТРОИТЕЛЬСТВО. ЭКСПЛУАТАЦИЯ

Учебное пособие

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
высших учебных заведений Республики Беларусь по образованию
в области строительства и архитектуры*

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	10
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	11
1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ДОРОГ	11
1.1. Зарождение дорог	11
1.2. Дороги древнего Рима	13
1.3. Конструкция одежд на римских дорогах	18
1.4. Строительство щебеночных покрытий	24
1.5. Конструкции усовершенствованных типов дорожных покрытий	27
1.6. Асфальтобетонные и цементобетонные покрытия	31
1.7. Строительство скоростных автомобильных дорог	32
2. КЛАССИФИКАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	34
3. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ	39
4. УСЛОВИЯ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ ПО ДОРОГЕ	41
4.1. Силы сопротивления движению автомобиля	41
4.2. Критерии возможности движения автомобиля	45
4.3. Динамический фактор и динамическая характеристика автомобиля	46
4.4. Обоснование максимального продольного уклона дороги	48
4.5. Определение расчетного расстояния видимости	49
5. ОБОСНОВАНИЕ РАДИУСОВ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ КРИВЫХ	52
6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАКРУГЛЕНИЯ ПО КРУГОВОЙ КРИВОЙ	58
7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	64
7.1. Система глобального позиционирования GPS	64
7.2. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС	64
7.3. Применение спутниковых систем в дорожной отрасли	66
7.4. Состав GPS-оборудования	66
7.5. Состав инженерно-геодезических изысканий	68
7.6. Определение глобальных координат основных точек плана трассы по топографической карте	69
7.7. Определение глобальных координат основных точек закругления	72
8. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНА ТРАССЫ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ	75

9. СОСТАВЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА «ПЛАН ДОРОГИ»	85
10. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ	88
10.1. Основные правила нанесения проектной линии.....	88
10.2. Нанесение исходной информации.....	89
10.3. Назначение руководящих рабочих отметок и контрольных точек.....	91
10.4. Методы проложения проектной линии.....	93
10.5. Основные элементы продольного профиля автомобильной дороги.....	94
10.6. Правила заполнения чертежа продольного профиля.....	95
10.7. Нанесение варианта проектной линии.....	99
11. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ КРИВЫХ	105
12. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КЮВЕТОВ	111
12.1. Проектирование кювета в выемке.....	112
12.2. Проектирование кювета на участке низкой насыпи.....	113
12.3. Проектирование кюветов на участках с уклоном менее 5 %.....	114
12.4. Проектирование кюветов на участках выпуклых кривых.....	116
13. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА	119
13.1. Типовые поперечные профили земляного полотна.....	121
13.2. Индивидуальное проектирование земляного полотна.....	127
13.3. Определение границ типов поперечных профилей.....	128
14. ПЕРЕСЕЧЕНИЯ И ПРИМЫКАНИЯ	131
14.1. Классификация пересечений и примыканий автомобильных дорог.....	131
14.2. Типы пересечений и примыканий автомобильных дорог в одном уровне.....	133
14.3. Общие требования к проектированию пересечений и примыканий.....	139
14.4. Проектирование кольцевых пересечений.....	141
14.5. Транспортные развязки.....	145
14.6. Схемы транспортных развязок для трех направлений.....	149
15. ДОРОЖНЫЕ ОДЕЖДЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	152
15.1. Классификация дорожных одежд.....	152
15.2. Конструктивные слои дорожных одежд.....	155
15.3. Влияние погодно-климатических факторов на работу дорожных одежд.....	159
15.4. Влияние параметров транспортной нагрузки на работу дорожных одежд.....	160
15.5. Понятие о расчетном автомобиле.....	162
15.6. Общие положения конструирования дорожных одежд.....	163

16. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДОПРОПУСКНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ.....	166
16.1. Определение характеристик малого водотока	167
17. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ.....	169
17.1. Основные сведения о дорожной разметке	169
17.2. Правила применения дорожных ограждений.....	170
17.2.1. Классификация дорожных ограждений.....	171
17.3. Правила применения направляющих устройств.....	179
18. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	187
18.1. Типы беспилотных летательных аппаратов	187
18.2. Использование GPS-технологий при изысканиях автомобильных дорог.....	190
19. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ	192
19.1. Определение объемов насыпей.....	193
19.2. Определение объемов выемок	194
19.3. Определение объемов присыпных обочин	196
19.4. Определение объемов планировочных работ.....	197
20. СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	200
20.1. Применение BIM-технологии в дорожном строительстве	203
СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	205
21. ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	205
21.1. Поточный способ производства дорожно-строительных работ.....	208
22. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ	211
22.1. Технология производства подготовительных работ	215
23. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ	217
23.1. Классификация железобетонных водопропускных труб.....	217
23.2. Технология устройства водопропускных труб	219
23.3. Устройство металлических гофрированных водопропускных труб	221
23.4. Определение объемов работ по устройству железобетонных труб.....	222
24. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ВОЗВЕДЕНИЮ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА	225

24.1. Способы устройства насыпи земляного полотна.....	227
24.2. Разработка грунта бульдозером	229
24.3. Разработка выемки бульдозерным звеном	233
24.4. Определение параметров ярусно-траншейного способа производства работ бульдозером.....	235
24.5. Возведение насыпей и разработка выемок скреперами	238
24.6. Применение погрузчиков для разработки выемок и грунтовых карьеров.....	241
24.7. Разработка выемок и грунтовых карьеров экскаваторами	243
24.8. Расчет параметров технологической схемы работы экскаваторного звена	250
24.9. Технологические схемы выполнения планировочных работ	253

25. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ СЛОЕВ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ.....

25.1. Устройство дренирующих слоев дорожной одежды.....	257
25.2. Технология устройства слоя основания.....	258
25.3. Технология устройства асфальтобетонного покрытия	260
25.4. Современные технологии строительства цементобетонных покрытий автомобильных дорог.....	262
25.4.1. Устройство однослойного цементобетонного покрытия бетоноукладочным комплексом Gomaco GHP-2800	263
25.4.2. Устройство цементобетонного покрытия по технологии «сращивание слоев» бетоноукладочным комплексом Wirtgen	272
25.4.3. Устройство цементобетонного покрытия по технологии «мытый бетон» бетоноукладочным комплексом Wirtgen	278
25.4.4. Конструкции деформационных швов	281
25.5. Устройство дорожных покрытий и оснований из укатываемого цементобетона.....	291

26. РАЗРАБОТКА ЛИНЕЙНОГО КАЛЕНДАРНОГО ГРАФИКА ПРОИЗВОДСТВА ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

27. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЛОНАСС/GPS-ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

27.1. Использование GPS-технологий при строительстве автомобильных дорог	297
27.2. Использование GPS-оборудования при мониторинге транспортных средств	298

ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

28. СОСТАВ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА

28.1. Определение характеристик транспортного потока.....	302
---	-----

28.1.1. Методы учета интенсивности движения транспортного потока	302
28.1.2. Приборы учета интенсивности движения транспортных средств	304
28.2. Определение скорости движения транспортных средств	309
28.3. Определение пропускной способности автомобильной дороги	310
28.4. Уровень (коэффициент) загрузки дороги движением	311
28.5. Уровни обслуживания движения	311

29. ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

29.1. Контроль ровности дорожных покрытий	316
29.2. Оценка ровности дорожного покрытия с помощью геодезических инструментов	320
29.3. Методы измерения ровности высокоскоростным профилометром	322
29.4. Оценка прочности дорожных одежд нежесткого типа по величине упругого прогиба	328
29.5. Определение прочности дорожных одежд с использованием дефлектометров	333
29.6. Определение конструкции дорожной одежды	335
29.7. Оценка сцепных качеств дорожных покрытий	339
29.7.1. Определение коэффициента сцепления прибором маятникового типа	342
29.7.2. Определение коэффициента сцепления прибором ударного действия типа ППК	343
29.7.3. Определение коэффициента сцепления дорожных покрытий передвижными установками типа ПКРС	345
29.7.4. Определение коэффициента сцепления методом торможения автомобиля	347
29.7.5. Новые конструкции устройств для измерения коэффициента сцепления дорожного покрытия	349
29.8. Определение шероховатости дорожных покрытий	351
29.8.1. Определение шероховатости дорожных покрытий методом «песчаное пятно»	351
29.8.2. Определение шероховатости дорожных покрытий методом профилирования	353

30. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

30.1. Определение радиуса круговой кривой в плане	355
30.2. Измерение параметров автомобильной дороги универсальной рейкой	358
30.3. Передвижные диагностические лаборатории	361

31. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УЧЕТА И ПАСПОРТИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

31.1. Порядок формирования и состав паспорта автомобильной дороги	364
31.2. Технический учет и паспортизация мостов и путепроводов.....	372
31.3. Технический учет и паспортизация водопропускных труб.....	373
31.4. Технический учет и паспортизация автопавильонов	374
32. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	375
32.1. Применение БПЛА для обнаружения дефектов дорожного покрытия.....	377
33. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ (РЕМОНТУ И СОДЕРЖАНИЮ) АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	380
33.1. Проведение работ по ремонту земляного полотна	380
33.2. Ремонт дорожной одежды	382
33.3. Проведение работ по ремонту элементов системы водоотвода.....	384
33.4. Работы по ремонту элементов обустройства автомобильной дороги	385
33.5. Устройство слоев износа и защитных слоев дорожных покрытий.....	386
33.6. Проведение работ по содержанию автомобильных дорог.....	390
33.6.1. Содержание автомобильных дорог в весенний, летний и осенний период года	392
33.6.2. Работы по содержанию земляного полотна и водоотвода.....	392
33.6.3. Содержание покрытий капитального и облегченного типа	394
33.6.4. Проведение работ по содержанию автомобильных дорог с цементобетонным покрытием	401
33.6.5. Работы по содержанию покрытий переходного и низшего типов	403
33.6.6. Содержание дорожных знаков.....	405
33.6.7. Проведение работ по содержанию дорожной разметки	405
33.6.8. Работы по содержанию дорожных ограждений.....	407
33.6.9. Содержание направляющих устройств.....	408
33.6.10. Проведение работ по содержанию акустических экранов	409
33.6.11. Работы по содержанию площадок для стоянки транспортных средств и отдыха, остановочных пунктов общественного пассажирского транспорта	410
33.6.12. Содержание тротуаров, пешеходных и велосипедных дорожек.....	410
33.6.13. Проведение работ по содержанию пунктов весового и габаритного контроля	411
34. ЗИМНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	413
34.1. Способы обеспечения незаносимости земляного полотна снегом	413
34.2. Определение объемов снегоприноса.....	415
34.3. Определение границ снегозаносимых участков	417

34.4. Разработка мероприятий по защите дорог от снежных заносов	421
34.5. Дорожное метеорологическое обеспечение	429
34.6. Классификация снежно-ледяных отложений	432
34.7. Классификация противогололедных материалов	433
34.7.1. Фрикционные противогололедные материалы	434
34.7.2. Комбинированные противогололедные материалы	434
34.7.3. Химические противогололедные реагенты	434
34.8. Технология ликвидации зимней скользкости	443
34.9. Организация работ по снегоочистке автомобильной дороги	447
34.10. Способы утилизации снега	450
34.10.1. Снегосплавные пункты	450

35. ПЕРЕХОДЫ НА ПУТИ МИГРАЦИИ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ ЧЕРЕЗ АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ..... 454

35.1. Общие требования к путям миграции диких животных	454
35.2. Классификация переходов на пути миграции диких животных	457
35.3. Классификация ограждений для животных	461

36. ШУМОЗАЩИТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ 465

36.1. Классификация шумозащитных сооружений автомобильных дорог	466
36.2. Классификация шумозащитных экранов	469
36.3. Материалы для изготовления шумозащитных панелей	471
36.3.1. Шумозащитные панели из тяжёлых или лёгких бетонов	471
36.3.2. Многослойные панели в стальном или алюминиевом корпусе	472
36.3.3. Многослойные панели в деревянном корпусе	473
36.3.4. Однослойные и многослойные прозрачные панели	474

ПРИЛОЖЕНИЕ А1. Значение климатического коэффициента K1 477

ПРИЛОЖЕНИЕ А2. Значение климатического коэффициента для песчаных грунтов 470

ПРИЛОЖЕНИЕ Б1. Классификация работ по эксплуатации (содержанию и текущему ремонту) автомобильных дорог 481

ЛИТЕРАТУРА 493