

Л. Р. Мытько

# **АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ**

## **ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ**

Учебное пособие

Москва Вологда  
«Инфра-Инженерия»  
2024

# СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| <b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....  | 9  |
| <b>1. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ</b> ....                               | 10 |
| 1.1. Основные элементы автомобильной дороги .....  | 10 |
| 1.2. Решение задачи № 1. Расчет основных элементов<br>автомобильной дороги .....           | 22 |
| 1.3. Варианты задач № 1. Расчет основных элементов<br>автомобильной дороги .....           | 26 |
| <b>2. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАКРУГЛЕНИЯ ПО КРУГОВОЙ КРИВОЙ</b> ....                             | 27 |
| 2.1. Основные параметры закруглений по круговой кривой.....                                | 27 |
| 2.2. Решение задачи № 2. Расчет основных точек закругления<br>на автомобильной дороге..... | 33 |
| 2.3. Варианты задач № 2. Расчет основных точек закругления<br>на автомобильной дороге..... | 35 |
| <b>3. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ПЛАНА ТРАССЫ<br/>АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ</b> .....                     |    |
| 3.1. Основные правила проектирования плана трассы .....                                    | 36 |
| 3.2. Пример решения задачи № 3. Расчет элементов плана трассы.....                         | 45 |
| 3.3. Варианты задач № 3. Расчет элементов плана трассы .....                               | 50 |
| <b>4. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОЕКТНОЙ ЛИНИИ</b> .....   | 51 |
| 4.1. Расчет руководящих рабочих отметок<br>и назначение контрольных точек .....            | 51 |
| 4.2. Основные методы нанесения проектной линии.....  | 52 |
| 4.3. Пример решения задачи № 4. Расчет продольных уклонов<br>проектной линии .....         | 58 |
| 4.4. Варианты задач № 4. Расчет продольных уклонов проектной линии..                       | 62 |
| <b>5. РАСЧЕТ ВЕРТИКАЛЬНЫХ КРИВЫХ</b> .....   | 63 |
| 5.1. Варианты расположения вершины вертикальной кривой .....                               | 64 |
| 5.2. Пример решения задачи № 5.<br>Расчет элементов вертикальных кривых.....               | 70 |
| 5.3. Варианты задач № 5. Расчет элементов вертикальных кривых .....                        | 73 |
| <b>6. РАСЧЕТ ПИКЕТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ КЮВЕТОВ</b> .....   | 74 |
| 6.1. Определение пикетного положения начала и конца кювета<br>в выемке .....               | 75 |
| 6.2. Определение пикетного положения кювета на участке<br>низкой насыпи .....              | 77 |

|  |    |
|--|----|
| 6.3. Пример решения задачи № 6. Расчет пикетного положения кювета на участке выемки и низкой насыпи..... | 78 |
| 6.4. Варианты задач № 6. Расчет пикетного положения кювета на участке выемки и низкой насыпи.....        | 81 |
| 6.5. Расчет кюветов на участках с продольным уклоном менее 5 %.....                                      | 82 |
| 6.6. Пример решения задачи № 7. Расчет кюветов на участках с продольным уклоном менее 5 %.....           | 84 |
| 6.7. Варианты задач № 7. Расчет кюветов на участках с продольным уклоном менее 5 %.....                  | 87 |
| 6.8. Расчет кюветов на участках выпуклых вертикальных кривых.....  | 88 |
| 6.9. Пример решения задачи № 8. Расчет кюветов на участках выпуклых вертикальных кривых.....             | 89 |
| 6.10. Варианты задач № 8. Расчет кюветов на участках выпуклых вертикальных кривых.....                   | 92 |
| 6.11. Расчет пикетного положения и типа укрепления кюветов.....  | 93 |
| 6.12. Задача № 9. Выбор типа укрепления кюветов.....   | 94 |
| 6.13. Варианты задач № 9. Выбор типа укрепления кюветов.....   | 96 |

## **7. РАСЧЕТ ПИКЕТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ ТИПОВЫХ ПОПЕРЕЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА..... 97**

|   |     |
|---|-----|
| 7.1. Типовые поперечные профили насыпей.....  | 98  |
| 7.2. Типовые поперечные профили выемок.....   | 101 |
| 7.3. Расчет пикетного положения типов поперечных профилей.....                                | 103 |
| 7.4. Пример решения задачи № 10. Расчет пикетного положения типов поперечных профилей.....    | 106 |
| 7.5. Варианты задач № 10. Расчет пикетного положения типов поперечных профилей.....           | 110 |
| 7.6. Пример расчета задачи № 11. Определение типов поперечных профилей земляного полотна..... | 111 |
| 7.7. Варианты задач № 11. Определение типов поперечных профилей земляного полотна.....        | 114 |

## **8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ КООРДИНАТ ОСНОВНЫХ ТОЧЕК ПЛАНА ТРАССЫ..... 115**

|   |     |
|---|-----|
| 8.1. Система глобального позиционирования GPS.....  | 115 |
| 8.2. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС.....                                  | 116 |
| 8.3. Применение спутниковых систем в дорожной отрасли.....                                      | 117 |
| 8.4. Определение глобальных координат основных точек плана трассы по топографической карте..... | 118 |
| 8.5. Определение глобальных координат основных точек закругления... ..                          | 122 |
| 8.6. Пример решения задачи № 12. Проектирование плана трассы по глобальным координатам.....     | 124 |
| 8.7. Варианты задач № 12. Проектирование плана трассы по глобальным координатам.....            | 132 |

|   |            |
|---|------------|
| <b>9. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ .....</b>   | <b>133</b> |
| 9.1. Определение параметров исходной информации.....  | 133        |
| 9.2. Пример решения задачи № 13. Проектирование участка<br>автомобильной дороги .....                         | 136        |
| 9.3. Варианты задач № 13. Проектирование участка дороги .....   | 149        |
| <b>10. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ.....</b>  | <b>150</b> |
| 10.1. Элементы продольного профиля автомобильной дороги.....  | 150        |
| 10.2. Построение верхней части чертежа продольного профиля.....   | 151        |
| 10.3. Заполнение таблицы исходной информации и проектных<br>решений продольного профиля .....                 | 154        |
| 10.4. Пример решения задачи № 14. Построение чертежа<br>продольного профиля участка автомобильной дороги..... | 160        |
| <b>11. РАСЧЕТ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД.....</b>   | <b>161</b> |
| 11.1. Основные типы дорожных одежд .....  | 161        |
| 11.2. Конструктивные слои дорожных одежд.....   | 164        |
| 11.3. Параметры расчетного автомобиля.....  | 166        |
| 11.4. Расчет дорожной одежды по критерию упругого прогиба.....  | 168        |
| 11.5. Пример решения задачи № 15. Расчет дорожной одежды<br>по критерию упругого прогиба.....                 | 180        |
| 11.6. Варианты задач № 15. Расчет дорожной одежды<br>по величине упругого прогиба.....                        | 187        |
| <b>12. РАСЧЕТ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ<br/>НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ.....</b>                                       | <b>191</b> |
| 12.1. Характеристики малого водотока.....   | 192        |
| 12.2. Расчет максимального притока ливневых вод.....  | 193        |
| 12.3. Расчет диаметра водопропускной трубы .....  | 198        |
| 12.4. Пример решения задачи № 16. Расчет диаметра<br>водопропускной трубы .....                               | 199        |
| 12.5. Варианты задач № 16. Расчет параметров водопропускной трубы..   | 202        |
| <b>13. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА СМЕН РАБОТЫ.....</b>   | <b>203</b> |
| 13.1. Пример решения задачи № 17. Расчет числа смен работы.....   | 204        |
| <b>14. РАСЧЕТ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ .....</b>  | <b>205</b> |
| 14.1. Расчет объемов насыпей.....   | 206        |
| 14.2. Расчет объемов выемок .....   | 207        |
| 14.3. Пример решения задачи № 18. Расчет объемов насыпи и выемок..  | 210        |
| 14.4. Варианты задач № 18. Расчет объема насыпи и выемки .....  | 215        |
| <b>15. РАСЧЕТ ОБЪЕМОВ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ .....</b>  | <b>216</b> |
| 15.1. Способы производства подготовительных работ.....  | 219        |
| 15.2. Расчет ресурсов для выполнения подготовительных работ.....  | 220        |

|   |            |
|---|------------|
| 15.3. Пример решения задачи № 19. Расчет ресурсов для выполнения подготовительных работ.....                        | 226        |
| 15.4. Варианты задач № 19. Расчет ресурсов для выполнения подготовительных работ.....                               | 231        |
| <b>16. РАСЧЕТ ОБЪЕМОВ РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ .....</b>   | <b>232</b> |
| 16.1. Конструкция водопропускных труб.....  | 232        |
| 16.2. Расчет параметров водопропускной трубы.....   | 234        |
| 16.3. Расчет объемов работ и ресурсов по устройству железобетонных труб.....  | 236        |
| 16.4. Пример решения задачи № 20. Расчет объемов и ресурсов по устройству железобетонных труб.....                  | 237        |
| 16.5. Варианты задач № 20. Расчет объемов и ресурсов по устройству железобетонных труб.....                         | 241        |
| <b>17. РАСЧЕТ И ПОСТРОЕНИЕ УПРОЩЕННОГО ГРАФИКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗЕМЛЯНЫХ МАСС .....</b>                                | <b>242</b> |
| 17.1. Пример решения задачи № 21. Расчет и построение упрощенного графика распределения земляных масс .....         | 242        |
| 17.2. Варианты задач № 21. Расчет и построение упрощенного графика распределения земляных масс .....                | 245        |
| <b>18. РАСЧЕТ РЕСУРСОВ ПО ВОЗВЕДЕНИЮ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА БУЛЬДОЗЕРОМ.....</b>   | <b>246</b> |
| 18.1. Возведение насыпей и разработка выемок бульдозером.....   | 246        |
| 18.2. Расчет ресурсов по возведению земляного полотна бульдозерным звеном.....                                      | 247        |
| 18.3. Пример решения задачи № 22. Расчет ресурсов по возведению земляного полотна бульдозерным звеном.....          | 250        |
| 18.4. Варианты задач № 22. Расчет ресурсов по возведению земляного полотна бульдозерным звеном .....                | 253        |
| 18.5. Расчет параметров ярусно-траншейного способа производства работ бульдозером.....                              | 254        |
| 18.6. Пример решения задачи № 23. Расчет параметров ярусно-траншейного способа производства работ бульдозером ..... | 259        |
| 18.7. Варианты задач № 23. Расчет параметров ярусно-траншейного способа производства работ бульдозером .....        | 262        |
| <b>19. РАСЧЕТ РЕСУРСОВ ПО РАЗРАБОТКЕ ВЫЕМОК СКРЕПЕРАМИ .....</b>  | <b>263</b> |
| 19.1. Возведение земляного полотна скрепером.....   | 263        |
| 19.2. Расчет ресурсов по возведению земляного полотна скреперным звеном .....                                       | 264        |

|   |            |
|---|------------|
| 19.3. Пример решения задачи № 24. Расчет ресурсов по возведению земляного полотна скреперным звеном .....               | 268        |
| 19.4. Варианты задач № 24. Расчет ресурсов по возведению земляного полотна скреперным звеном .....                      | 272        |
| 19.5. Расчет параметров шахматно-гребенчатой схемы производства работ скрепером.....                                    | 273        |
| 19.6. Пример решения задачи № 25. Расчет параметров шахматно-гребенчатой схемы производства работ скрепером .....       | 276        |
| 19.7. Варианты задач № 25. Расчет параметров шахматно-гребенчатой схемы производства работ скрепером .....              | 279        |
| <b>20. РАСЧЕТ РЕСУРСОВ ПО ВОЗВЕДЕНИЮ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСКАВАТОРОВ.....</b>                           | <b>280</b> |
| 20.1. Расчет ресурсов по возведению земляного полотна экскаваторным звеном .....  | 281        |
| 20.2. Пример решения задачи № 26. Расчет ресурсов по возведению земляного полотна экскаваторным звеном.....             | 283        |
| 20.3. Варианты задач № 26. Расчет ресурсов по возведению земляного полотна экскаваторным звеном.....                    | 287        |
| 20.4. Расчет параметров технологической схемы возведения насыпей экскаваторным звеном .....                             | 288        |
| 20.5. Пример решения задачи № 27. Расчет параметров технологической схемы возведения насыпей экскаваторным звеном ..... | 293        |
| 20.6. Варианты задач № 27. Расчет ресурсов по возведению земляного полотна экскаваторным звеном.....                    | 296        |
| <b>21. РАСЧЕТ РЕСУРСОВ ПО УСТРОЙСТВУ СЛОЕВ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ.....</b>   | <b>297</b> |
| 21.1. Расчет ресурсов по устройству асфальтобетонного покрытия .....  | 297        |
| 21.2. Пример решения задачи № 28. Расчет ресурсов по устройству слоя асфальтобетонного покрытия .....                   | 302        |
| 21.3. Расчет ресурсов по устройству подстилающего слоя основания.....   | 304        |
| 21.4. Пример решения задачи № 29. Расчет ресурсов по устройству подстилающего слоя основания .....                      | 308        |
| 21.5. Расчет ресурсов по устройству слоя основания .....  | 310        |
| 21.6. Пример решения задачи № 30. Расчет ресурсов по устройству двухслойного основания.....                             | 315        |
| 21.7. Варианты задач № 28, 29, 30. Расчет ресурсов по устройству слоев дорожной одежды.....                             | 319        |
| <b>22. РАСЧЕТ И ПОСТРОЕНИЕ ЛИНЕЙНОГО КАЛЕНДАРНОГО ГРАФИКА ПРОИЗВОДСТВА ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ.....</b>              | <b>320</b> |

|   |            |
|---|------------|
| <b>23. РАСЧЕТ ОБЪЕМОВ СНЕГОПРИНОСА И СНЕГОЗАНОСИМЫХ УЧАСТКОВ НА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ .....</b>  | <b>322</b> |
| 23.1. Расчет объемов снегоприноса.....  | 323        |
| 23.2. Пример решения задачи № 31. Определение объемов снегоприноса.....   | 327        |
| 23.3. Варианты задач № 31. Расчет объемов снегоприноса.....   | 329        |
| 23.4. Расчет границ снегозаносимых участков .....   | 333        |
| 23.5. Пример решения задачи № 32. Расчет границ снегозаносимых участков на автомобильной дороге .....   | 338        |
| 23.6. Варианты задачи № 32. Расчет границ снегозаносимых участков на автомобильной дороге .....   | 348        |
| 23.7. Расчет параметров снегозащитных устройств .....   | 350        |
| 23.8. Пример решения задачи № 33. Расчет параметров снегозадерживающих устройств .....  | .....      |
| 23.9. Варианты задач № 33. Расчет параметров снегозадерживающих устройств .....   | .....      |
| 23.10. Пример решения задач № 34. Построение линейного графика размещения снегозащитных устройств .....   | .....      |
| 23.11. Варианты задач № 34. Построение линейного графика размещения снегозащитных устройств.....  | .....      |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ А.1. Номограмма № 1 для определения общего модуля упругости двухслойной системы .....</b>   | <b>351</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ А.2. Номограмма № 1 для определения общего модуля упругости двухслойной системы (увеличенный фрагмент).....</b>   | <b>352</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ А.3. Расчетные значения характеристик грунтов .....</b>   | <b>353</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ А.4. Значения кратковременного модуля упругости асфальтобетонов и эмульсионно-минеральных смесей при расчете конструкции по допускаемому упругому прогибу и по условию сдвигаустойчивости .....</b> | <b>355</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ А.5. Расчетные характеристики слоев из материалов и грунтов, укрепленных вяжущими веществами .....</b>  | <b>356</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ А.6. Расчетные характеристики слоев из неукрепленных материалов .....</b>   | <b>358</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б.1. Максимальные объемы снегоприноса .....</b>   | <b>360</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б.2. Район по условиям снегозаносимости автомобильных дорог.....</b>  | <b>361</b> |
| <b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>  | <b>362</b> |