

УДК 528.4(075)  
ББК 26.117я73  
П48

**Рецензенты:**

**Рубцов И. В.** — к. т. н., профессор, зав. кафедрой инженерной геодезии Московского государственного строительного университета;  
**Ниязгулов У. Д.** — профессор, зав. кафедрой геодезии, геоинформатики и навигации Московского государственного университета путей сообщения

**Поклад, Г. Г.**

П48 Инженерная геодезия : учебное пособие для вузов / Г. Г. Поклад, С. П. Гриднев, Б. А. Попов. — Москва, Берлин : Директ-Медиа, 2020. — 497 с.

ISBN 978-5-4499-0686-1

Изложены основные положения геодезии, общие принципы организации геодезических работ, развития государственных геодезических опорных сетей и способы определения дополнительных опорных пунктов. Дано подробное описание основных геодезических приборов, их поверок и юстировок, изложены теория и методика выполнения геодезических измерений и обработка их результатов, вопросы создания съемочного обоснования и производство топографических съемок традиционными и автоматизированными методами.

Подробно рассмотрены вопросы геодезического обеспечения строительства гражданских и промышленных зданий, автомобильных дорог, мостов, подземных коммуникаций и проведения наблюдений за деформациями сооружений. Приведены сведения о геодезических работах по обеспечению земельного кадастра, вычислении площадей земельных участков и определении границ землепользования. Изложены основные требования правил техники безопасности и охраны труда при ведении геодезических работ на строительных объектах.

Книга предназначена для студентов строительных специальностей вузов. Может быть полезна студентам других специальностей вузов, техникумов и колледжей, а также работникам геодезического производства.

*Текст приводится в авторской редакции.*

УДК 528.4(075)  
ББК 26.117я73

ISBN 978-5-4499-0686-1

© Коллектив авторов, текст, 2020  
© Издательство «Директ-Медиа», оформление, 2020

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
Часть первая. Общая геодезия.....	5
Раздел первый. Основы геодезии.....	6
Глава 1. Общие сведения о геодезии.....	6
§ 1. Предмет и задачи геодезии.....	6
§ 2. Роль геодезии в развитии хозяйства страны.....	7
§ 3. Краткие сведения из истории геодезии.....	8
Глава 2. Определение положения точек на земной поверхности.....	11
§ 4. Форма и размеры Земли.....	11
§ 5. Метод проекций в геодезии.....	12
§ 6. Влияния кривизны Земли на горизонтальные расстояния и высоты точек при переходе со сферы на плоскость.....	14
Глава 3. Основные системы координат в геодезии.....	16
§ 7. Общие сведения о системах координат.....	16
§ 8. Пространственные системы координат.....	17
§ 9. Системы координат на плоскости.....	20
Глава 4. Ориентирование линий.....	25
§ 10. Ориентирование линий по истинному и магнитному меридианам.....	25
§ 11. Ориентирование линий относительно оси $Ox$ зональной системы плоских прямоугольных координат.....	27
§ 12. Румбы и табличные углы.....	29
§ 13. Прямая и обратная геодезические задача.....	30
Глава 5. Масштабы. План и карта.....	32
§ 14. Масштабы и их точность.....	32
§ 15. Понятие о плане, карте и профиле.....	36
§ 16. Номенклатура карт и планов.....	37
§ 17. Условные знаки планов и карт.....	41
Глава 6. Рельеф местности и его изображение на топографических картах и планах.....	42
§ 18. Сущность изображения рельефа земной поверхности горизонталями.....	43
§ 19. Основные формы рельефа.....	44
§ 20. Свойства горизонталей.....	46
§ 21. Проведение горизонталей по отметкам точек.....	47
Глава 7. Задачи, решаемые по топографическим картам и планам.....	49
§ 22. Градусная и километровая сетки карты. Зарамочное оформление.....	49
§ 23. Определение координат точек на карте.....	51
§ 24. Определение истинного и магнитного азимутов и дирекционного угла направления по карте.....	52
§ 25. Решение задач по плану или карте с горизонталями.....	53

Раздел второй. Геодезические измерения .....	59
Глава 8. Общие сведения о геодезических измерениях.....	59
§ 26. Процессы производства геодезических работ.....	59
§ 27. Единицы измерений, применяемые в геодезии.....	60
§ 28. Понятие об опорных геодезических сетях .....	61
§ 29. Виды геодезических измерений .....	62
Глава 9. Элементы теории погрешностей и оценка точности измерений .....	64
§ 30. Погрешности измерений и их классификация .....	64
§ 31. Равноточные измерения и свойства их случайных погрешностей.....	66
§ 32. Критерии точности результатов равноточных измерений .....	67
§ 33. Средние квадратические погрешности функций измеренных величин.....	69
§ 34. Принцип среднего арифметического и его средняя квадратическая погрешность .....	70
§ 35. Средняя квадратическая погрешность отдельного измерения, вычисленная по отклонениям от среднего арифметического .....	72
§ 36. Обработка результатов равноточных измерений одной и той же величины .....	73
§ 37. Оценка точности по разностям двойных равноточных измерений.....	76
§ 38. Неравноточные измерения и их веса. Весовое среднее или общая арифметическая середина .....	79
§ 39. Оценка точности результатов неравноточных измерений .....	81
§ 40. Веса функций независимых измеренных величин .....	83
§ 41. Обработка результатов неравноточных измерений одной величины.....	84
§ 42. Оценка точности по разностям двойных неравноточных измерений .....	86
§ 43. Оценка точности измерения углов и превышений по невязкам в полигонах и ходах .....	87
§ 44. Понятие о прямой и обратной задачах теории погрешностей измерений. Принцип равных влияний .....	90
§ 45. Сущность уравнивательных вычислений в геодезических сетях .....	92
Глава 10. Угловые измерения .....	94
§ 46. Принцип измерения горизонтальных и вертикальных углов.....	94
§ 47. Классификация теодолитов .....	95
§ 48. Принципиальная схема устройства теодолита .....	96
§ 49. Технические теодолиты, их поверки и юстировки.....	108
§ 50. Точные теодолиты, их поверки и исследования.....	114
§ 51. Измерение горизонтальных углов .....	120
§ 52. Электронные (цифровые) теодолиты .....	125
§ 53. Понятие о лазерных теодолитах.....	129
§ 54. Измерение вертикальных углов в сетях сгущения. Тригонометрическое нивелирование.....	131
§ 55. Основные источники погрешности при угловых измерениях.....	133
Глава 11. Линейные измерения .....	135
§ 56. Способы измерения длин линий .....	135

§ 57. Механические приборы для непосредственного измерения длин линий.....	136
§ 58. Компарирование мерных приборов.....	138
§ 59. Оптические дальномеры.....	139
§ 60. Понятие о параллактическом методе измерения расстояний.....	145
§ 61. Определение неприступных расстояний.....	146
§ 62. Измерение длин линий мерными лентами.....	147
§ 63. Свето- и радиодальномеры.....	152
§ 64. Основные узлы и блоки импульсно-фазового светодальномера.....	155
§ 65. Типы светодальномеров и их точность.....	157
§ 66. Топографические светодальномеры СТ5, 2СТ10 и 4СТ3.....	158
§ 67. Правила обращения с геодезическими приборами.....	161
Глава 12. Опорные геодезические сети.....	163
§ 68. Классификация геодезических опорных сетей.....	163
§ 69. Традиционные методы построения государственных геодезических сетей.....	164
§ 70. Геодезические сети сгущения и съёмочные сети.....	168
§ 71. Совершенствование системы геодезического обеспечения в условиях перехода на спутниковые методы координатных определений.....	172
§ 72. Спутниковые методы определения координат пунктов.....	173
§ 73. Спутниковые городские геодезические сети.....	179
§ 74. Закрепление и обозначение на местности пунктов геодезических сетей.....	188
Глава 13. Определение положения дополнительных опорных пунктов.....	194
§ 75. Прямые геодезические угловые засечки.....	194
§ 76. Обратная геодезическая засечка (задача Потенота).....	198
§ 77. Комбинированная геодезическая засечка.....	201
§ 78. Определение обратной засечкой двух точек по двум исходным пунктам (задача Ганзена).....	202
§ 79. Линейная геодезическая засечка.....	204
§ 80. Лучевой метод.....	206
§ 81. Снесение координат с вершины знака на землю.....	207
§ 82. Способ бездиагональных четырехугольников (способ проф. И. В. Зубрицкого).....	209
§ 83. Способ угловых засечек проф. А. И. Дурнева.....	210
§ 84. Привязка пунктов к постоянным предметам местности и отыскание утерянных центров.....	211
Раздел третий. Геодезические съёмки.....	215
Глава 14. Общие сведения о геодезических съёмках.....	215
§ 85. Виды съёмок и их классификация.....	215
§ 86. Выбор масштаба топографической съёмки и высоты сечения рельефа.....	217
§ 87. Понятие о цифровых и математических моделях местности.....	219
Глава 15. Теодолитная съёмка. Полевые работы.....	222
§ 88. Сущность теодолитной съёмки, состав и порядок работ.....	222

§ 89. Рекогносцировка местности и закрепление точек теодолитных ходов .....	224
§ 90. Прокладка теодолитных ходов на местности.....	224
§ 91. Привязка теодолитных ходов к пунктам геодезической опорной сети.....	225
§ 92. Съёмка ситуации местности.....	227
Глава 16. Камеральные работы при теодолитной съёмке.....	232
§ 93. Общие положения .....	232
§ 94. Обработка результатов измерений в замкнутом теодолитном ходе .....	232
§ 95. Особенности обработки результатов измерений диагонального (разомкнутого) теодолитного хода .....	238
§ 96. Построение плана теодолитной съёмки .....	240
Глава 17. Геометрическое нивелирование.....	244
§ 97. Сущность и способы геометрического нивелирования .....	244
§ 98. Влияние кривизны Земли и рефракции на результаты геометрического нивелирования .....	248
§ 99. Нивелиры и их классификация.....	249
§ 100. Нивелирные рейки. Установка реек в отвесное положение .....	250
§ 101. Устройство нивелиров .....	252
§ 102. Поверки и юстировки нивелиров .....	255
§ 103. Основные источники погрешностей геометрического нивелирования .....	258
§ 104. Нивелирование III и IV классов.....	260
§ 105. Техническое нивелирование.....	263
§ 106. Нивелирование поверхности .....	264
§ 107. Понятие о лазерных и цифровых нивелирах .....	267
Глава 18. Тахеометрическая съёмка .....	273
§ 108. Сущность тахеометрической съёмки.....	273
§ 109. Приборы, применяемые при тахеометрической съёмке.....	275
§ 110. Создание сети съёмочного обоснования .....	278
§ 111. Съёмка ситуации и рельефа.....	280
§ 112. Камеральные работы при тахеометрической съёмке .....	282
Глава 19 Автоматизированные методы съёмки.....	285
§ 113. Электронная тахеометрическая съёмка .....	285
§ 114. Спутниковая топографическая съёмка .....	287
Часть вторая. Инженерная геодезия.....	293
Раздел четвертый. Геодезические работы в промышленном и гражданском строительстве.....	294
Глава 20. Геодезические работы при инженерных изысканиях .....	294
§ 115. Виды и задачи инженерных изысканий.....	294
§ 116. Основные этапы и содержание геодезических работ при строительстве объектов.....	295
§ 117. Техническая документация для производства геодезических работ на площадке строительства .....	295

Глава 21. Геодезическое обеспечение проекта строительства .....	297
§ 118. Создание геодезических опорных сетей на площадке строительства.....	297
§ 119. Геодезические съемочные сети и производство топографической съемки местности.....	297
§ 120. Геодезические разбивочные сети .....	299
§ 121. Строительная координатная сетка.....	301
§ 122. Вертикальная планировка строительной площадки.....	306
Глава 22. Геодезические работы при выносе проектов планировки и застройки в натуру.....	310
§ 123. Сущность и основные принципы геодезических разбивочных работ.....	310
§ 124. Геодезическая подготовка исходных данных для выноса проекта в натуру.....	312
§ 125. Элементы геодезических разбивочных работ .....	314
§ 126. Способы перенесения в натуру точек и осей сооружений .....	318
§ 127. Основные разбивочные работы.....	319
§ 128. Закрепление и восстановление главных и основных осей сооружений.....	322
§ 129. Детальная разбивка осей зданий .....	325
§ 130. Требования к точности разбивочных работ.....	326
Глава 23. Геодезические работы в нулевом цикле строительства.....	328
§ 131. Геодезические работы при разработке котлована .....	328
§ 132. Геодезические работы при возведении фундаментно-подвальной части здания.....	335
§ 133. Геодезические работы при завершении нулевого цикла строительства.....	342
Глава 24. Геодезические работы при возведении надземной части зданий и сооружений.....	343
§ 134. Построение базисных осевых систем на исходном горизонте.....	343
§ 135. Построение разбивочной сети на монтажном горизонте .....	344
§ 136. Передача отметок на монтажные горизонты.....	349
Глава 25. Геодезические работы при монтаже сборных конструкций .....	351
§ 137. Контроль геометрических параметров сборных элементов конструкций.....	351
§ 138. Геодезические работы при монтаже колонн .....	353
§ 139. Геодезические работы при монтаже и выверке подкрановых путей мостовых кранов.....	358
Глава 26. Геодезические наблюдения за деформациями сооружений .....	364
§ 140. Основные причины и виды деформаций зданий и сооружений.....	364
§ 141. Организация наблюдений за осадками и деформациями сооружений.....	366
§ 142. Основные типы геодезических знаков и их размещение .....	367
§ 143. Методы измерений деформаций сооружений .....	369
§ 144. Обработка и анализ результатов наблюдений.....	377

Глава 27. Геодезическое обеспечение земельного кадастра.....	381
§ 145. Общее понятие о земельном кадастре.....	381
§ 146. Состав и содержание геодезических работ для кадастра .....	382
§ 147. Системы координат Государственного земельного кадастра.....	383
§ 148. Преобразование координатных систем .....	384
§ 149. Геодезическая основа земельного кадастра.....	387
§ 150. Вынос в натуру и определение границ землепользования .....	389
Глава 28 Определение площадей земельных участков .....	391
§ 151. Аналитический способ определения площадей .....	391
§ 152. Графический способ определения площадей .....	394
§ 153. Графо-аналитический способ определения площадей .....	396
§ 154. Механический способ определения площадей.....	397
§ 155. Измерение площади планиметром .....	400
§ 156. Цифровые планиметры.....	403
§ 157. Поправки, вводимые в рассчитанные площади участков.....	405
Раздел пятый. Геодезические работы при строительстве автомобильных дорог и других линейных объектов.....	408
Глава 29. Общие сведения о геодезических изысканиях трасс автомобильных дорог.....	408
§ 158. Основные принципы проектирования автомобильных дорог .....	408
§ 159. Виды трассирования дорог. Камеральное и полевое трассирование .....	409
§ 160. Вынос проекта трассы в натуру. Съёмка полосы местности вдоль трассы .....	410
Глава 30. Расчет и разбивка закруглений .....	412
§ 161. Элементы круговой кривой и ее разбивка в главных точках .....	412
§ 162. Расчет длин и дирекционных углов прямолинейных участков и составление плана трассы .....	417
§ 163. Способы детальной разбивки закруглений .....	419
§ 164. Переходные кривые и клотоидные закругления .....	423
§ 165. Расчет элементов сложных закруглений .....	425
§ 166. Разбивка сложных закруглений на местности.....	427
§ 167. Серпантины .....	430
Глава 31. Геодезические работы при нивелировании трассы.....	435
§ 168. Техническое нивелирование трассы.....	435
§ 169. Особые случаи нивелирования участков трассы.....	437
§ 170. Обработка журналов нивелирования.....	439
§ 171. Составление профиля трассы .....	442
§ 172. Расчет и разбивка вертикальных кривых .....	444
Глава 32. Геодезические работы в процессе строительства автомобильных дорог .....	446
§ 173. Элементы поперечного профиля автодороги .....	446
§ 174. Определение положения поперечных профилей на местности.....	447
§ 175. Разбивка строительных поперечных профилей.....	448
§ 176. Геодезическое обслуживание возведения земляного полотна	

и верхнего строения дороги .....	453
§ 177. Разбивка виражей на закруглениях .....	456
Глава 33. Геодезические работы при строительстве мостовых переходов ...	458
§ 178. Состав и задачи геодезических работ при изысканиях и строительстве мостовых переходов .....	458
§ 179. Построение мостовых разбивочных сетей .....	459
§ 180. Геодезические работы при разбивке осей опор и монтаже пролетных строений моста.....	463
§ 181. Наблюдения за деформациями мостовых сооружений .....	468
Глава 34. Геодезические работы при строительстве и эксплуатации подземных инженерных коммуникаций.....	469
§ 182. Основные принципы проектирования и выноса в натуру трасс подземных инженерных коммуникаций.....	469
§ 183. Геодезические работы при прокладке подземных трубопроводов .....	473
§ 184. Исполнительные съемки подземных инженерных коммуникаций.....	477
§ 185. Поиск скрытых подземных коммуникаций.....	479
Глава 35. Техника безопасности и охрана природы при геодезических работах.....	483
§ 186. Общие сведения о технике безопасности при инженерно-геодезических изысканиях.....	483
§ 187. Техника безопасности и охрана труда при производстве геодезических работ на строительном объекте .....	485
§ 188. Охрана природы и окружающей среды.....	487
Список литературы .....	488