

**УДК 528
ББК 26.1
К 89**

Рецензенты:

кандидат технических наук, профессор Рубцов И.В.;
заведующий кафедрой «Инженерная геодезия» Московского
государственного строительного университета;

кандидат технических наук, доцент Симонян В.И.; кафедра
«Инженерная геодезия» Московского государственного
строительного университета.

К 89 Кузнецов О.Ф.

Основы геодезии и топография местности: учебное
пособие / О.Ф. Кузнецов; ФГБОУ ВПО«ОГУ». –
Оренбург: Типография «Экспресс-печать», 2014. – 289 с

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся
по программам высшего профессионального образования по направ-
лениям подготовки «Строительство».

**УДК 528
ББК 26.1**

© Кузнецов О.Ф., 2014
© ФГБОУ ВПО «ОГУ», 2014
© Оформление Типография
«Экспресс-печать», 2014

Содержание

Введение	6
Раздел первый. Основы общей геодезии.....	8
1 Системы координат в геодезии. Государственные геодезические и нивелирные сети	8
1.1 Понятия о фигуре и размерах земли	8
1.1.1 Геоид	8
1.1.2 Земной эллипсоид	9
1.1.3 Основные линии и плоскости эллипса	10
1.2 Азимуты направлений	11
1.2.1 Географические координаты.....	11
1.2.2 Азимуты направлений	14
1.2.3 Плоские прямоугольные координаты и дирекционный угол	15
1.2.4 Связь между дирекционным углом и геодезическим азимутом	18
1.2.5 Высоты точек.....	19
1.3 Система координат 1942 года	20
1.4 Геодезические, нивелирные и гравиметрические сети	21
1.4.1 Геодезические сети	21
1.4.2 Нивелирные сети.....	24
1.4.3 Гравиметрические сети	25
1.5 Центры и знаки геодезической, нивелирной и гравиметрической сетей	26
1.5.1 Центры	26
1.5.2 Геодезические знаки	26
1.5.3 Постройка простой пирамиды	33
2 Правила вычислений, ошибки измерений	34
2.1 Основные правила вычислений	34
2.1.1 Общие правила вычислений	34
2.1.2 Правила округления чисел.....	36
2.1.3 Правила действий с приближенными числами.....	36
2.2 Сведения о тригонометрических функциях	39
2.2.1 Тригонометрические функции острого угла	39
2.2.2 Тригонометрические функции произвольного угла.....	40
2.2.3 Таблицы натуральных значений тригонометрических функций	42
2.3 Основные геодезические задачи.....	44
2.3.1 Прямая геодезическая задача.....	44
2.3.2 Обратная геодезическая задача	46
2.3.3 Решение треугольника.....	48
2.4 Ошибки измерений	51
2.4.1 Понятие об измерениях	51
2.4.2 Классификация ошибок измерений	52
2.4.3 Оценка точности результатов измерений.....	54
2.4.4 Средняя квадратичная ошибка	54
2.4.5 Относительная ошибка	57
2.4.6 Предельная ошибка.....	57
3 Приборы для измерения углов, расстояний и превышений.....	59
3.1 Угломерные приборы. Измерение углов	59
3.1.1 Теодолит T2	61
3.1.2 Теодолит T5	64

3.1.3 Теодолиты 2Т30, 2Т30П	66
3.1.4 Поверки и юстировки теодолитов Т2, Т5, Т5 К	68
3.1.5 Проверка перпендикулярности горизонтальной трубы к вертикальной оси вращения теодолита	70
3.1.6 Проверки и юстировки теодолита 2Т30.....	73
3.1.7 Подготовка теодолита к работе. Правила обращения с теодолитом	75
3.1.8 Измерение горизонтальных углов	76
3.1.9 Измерение вертикальных углов.....	83
3.1.10 Определение элементов приведения.....	84
3.2 Приборы для измерения расстояний.....	89
3.2.1 Землемерные стальные ленты.....	89
3.2.2 Измерение линий мерными лентами.....	91
3.2.3 Светодальномеры.....	94
3.3 Нивелиры. Геометрическое нивелирование.....	95
3.3.1 Нивелир Н3	97
3.3.2 Нивелир НС3	98
3.3.3 Нивелир НС4	98
3.3.4 Нивелир НВ-1	100
3.3.5 Нивелирные рейки	100
3.3.6 Проверки нивелиров	102
3.3.7 Порядок работы при нивелировании	103
4 Геодезическое ориентирование	106
4.1 Общие понятия о геодезическом ориентировании	106
4.2 Определение координат при передаче ориентирования	107
4.2.1 Определение координат отдельных точек.....	107
4.2.2 Определение координат точек методом полигонометрии	107
4.2.3 Отыскание грубых ошибок в полигонометрических ходах.....	116
4.2.4 Определение координат точек методом триангуляции.....	117
5 Определение высот отдельных точек.....	131
5.1 Определение высот точек методом геометрического нивелирования	131
5.2 Определение высот точек методом тригонометрического нивелирования	136
6 Топографические карты.....	138
6.1 Основные разновидности карт	138
6.2 Математическая основа карт	139
6.3 Топографические карты	143
6.4 Специальные карты и планы городов	144
6.5 Проекция топографических карт.....	145
6.6 Разграфка и номенклатура топографических карт	148
6.7 Рельеф местности и его изображение на картах	155
6.7.1 Формы рельефа.....	155
6.7.2 Характеристика скатов	158
6.7.3 Изображение рельефа на картах	159
6.7.4 Изображение форм рельефа, не выражющихся на карте горизонталиями.....	168
6.7.5 Особенности изображения рельефа на топографических картах масштабов 1: 500 000 и 1 : 1 000 000.....	169
6.7.6 Изучение рельефа по карте	170
6.7.7 Изучение рельефа по карте	170
6.8 Содержание топографических карт	177
6.8.1 Основные элементы содержания карты.....	177
6.8.2 Гидрография	179
6.8.3 Гидротехнические сооружения	185
6.8.4 Растительный покров и грунты	186

6.8.5 Дорожная сеть	193
6.8.6 Населенные пункты	198
6.8.7 Промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты.....	200
6.8.8 Геодезические пункты	202
6.8.9 Границы	202
6.8.10 Зарамочное оформление карт	203
6.9 Измерения по карте.....	205
6.9.1 Измерение расстояний.....	205
6.9.2 Измерение длины маршрута	209
6.9.3 Определение площадей	211
6.9.4 Определение азимутов и дирекционных углов.....	211
6.10 Определение координат объектов на земной поверхности	218
6.10.1 Системы координат, применяемые в топографии	218
6.10.2 Определение географических (геодезических) координат точек по карте	220
6.10.3 Плоские прямоугольные координаты и топографическая карта.....	220
6.10.4 Полярные и биполярные координаты	226
6.10.5 Звездное небо	227
Раздел второй. Основы спутниковой геодезии.....	231
7 Искусственные небесные тела солнечной системы.....	231
7.1 Невозмущенное движение искусственных спутников Земли	235
7.2 Возмущения в движении искусственных спутников Земли	240
7.3 Принцип использования искусственных спутников Земли в геодезии	242
8 Способы наблюдения искусственных спутников	246
Земли, применяющиеся при этом инструменты	246
9 Общие сведения о спутниковых навигационных системах.....	249
10 Системы координат	250
11 Принцип пространственной трилатерации.....	255
12 Электронные тахеометры	257
12.1 Общие сведения	257
12.2 Электронный тахеометр TOPCON серии GTS – 230.....	261
12.2.1 Определение координат	265
12.3 Электронный тахеометр 3ТА5р УОМЗ	270
12.3.1 Измерения при неблагоприятных условиях	272
12.3.2 Измерение углов.....	273
12.3.3 Результаты измерений могут быть записанных карту памяти	274
12.3.4 Режим съёмки в полярных координатах.....	274
12.3.5 Режим съёмки в прямоугольных координатах	276
12.3.6 Режим измерения углов, горизонтального проложения и	276
превышения	276
12.3.7 Режим измерения расстояний без измерения углов	277
12.4 Проверки и юстировки электронных тахеометров	278
13 Спутниковые системы	279
13.1 Широкозонные системы спутниковой дифференциальной.....	279
навигации	279
13.2 Интегральные навигационные комплексы GPS/IMU	283
13.3 STRATUS —универсальная спутниковая геодезическая	285
система	285
14 Литература, рекомендуемая для изучения тем	289

"Любое образование – есть самообразование"
Л.Н. Толстой

Введение

Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению «Строительство» составлено на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования и требований к уровню подготовки выпускников ВУЗов.

В пособии кроме изложенного материала приведены контрольные вопросы и упражнения после каждого раздела, что должно способствовать улучшению самостоятельной работы студентов при изучении тем, приведённые примеры рассмотрены на основании опыта получения результатов полевых геодезических измерений и решения задач топографии в различных регионах России.

Кроме того, преподавание основ геодезии по-прежнему осуществляется на первом курсе, когда студенты ещё не знакомы с терминологией в геодезии, а также с технологией производства геодезических работ в различных сферах деятельности.

Данное пособие также широко и углубленно охватывает вопросы топографии местности в тесной связи с технологией производства и изучения особенностей местности, свойств местности.

Настоящее пособие систематизировано по следующим основным разделам:

Раздел первый. Основы общей геодезии

- 1) системы координат в геодезии. Государственные геодезические и нивелирные сети;
- 2) правила вычислений, ошибки измерений;
- 3) приборы для измерения углов, расстояний и превышений;
- 4) геодезическое ориентирование;
- 5) определение высот отдельных точек;
- 6) топографические карты;

Раздел второй. Основы спутниковой геодезии

- 7) искусственные небесные тела солнечной системы;
- 8) способы наблюдения искусственных спутников;
- 9) общие сведения о спутниковых навигационных системах;
- 10) системы координат;
- 11) принцип пространственной трилатерации;
- 12) электронные тахеометры;
- 13) спутниковые системы;

Работая над учебным пособием, автор стремился изложить материал в доходчивой форме, проиллюстрировать наиболее сложные в теоретическом отношении вопросы рисунками, чертежами, более рационально разместить материал с методической точки зрения.

Знания, полученные студентами на лекционных занятиях по изучению основ геодезии и топографии местности, должны совершенствоваться на лабо-

раторных занятиях и в период проведения летней полевой геодезической практики. Материал по самостоятельной работе студентов изложен в учебном пособии «Инженерная геодезия» - Кузнецов О.Ф. - Оренбург ГОУ ОГУ – 2004 г.

Автор благодарен преподавателю кафедры «Городской кадастр» Обуховой Т.Г. за помощь в подготовке графической части пособия, а также студентке ОГУ специальности ПГС Ухоловой А.А., с которой обсуждались отдельные главы, и которая внесла ряд ценных предложений в изложенный материал. Замечания и предложения, направленные на совершенствование содержания и редакцию текста данного пособия передавать на кафедру «Строительство» или автору.