

И.Г.Чугреев, Н.В. Усова, М.Р.Владимирова

Основы Геодезии

Учебное пособие для студентов обучающихся по специальностям
«Архитектура» , «Дизайн архитектурной среды»

МАРХИ

2015г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ

Введение

НАУКА ГЕОДЕЗИЯ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

ЕДИНИЦЫ МЕР, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ГЕОДЕЗИИ

ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА О РАЗВИТИИ ГЕОДЕЗИИ

КРАТКИЙ ЭКСКУРС В ИСТОРИЮ РАЗВИТИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О СИСТЕМАХ КООРДИНАТ И ВЫСОТ. ФОРМА И РАЗМЕРЫ ЗЕМЛИ.

СОВРЕМЕННЫЕ ОБЩЕЗЕМНЫЕ ЭЛЛИпсоИДЫ И ИХ ПАРАМЕТРЫ

Глава 1

ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ КАРТЫ И ПЛАНЫ.

___ ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ.

ОРТОГОНАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ.

ПОНЯТИЕ УСЛОВНЫХ ЗНАКОВ.

ДЕЛЕНИЕ КАРТ ПО СОДЕРЖАНИЮ.

ПРОЕКЦИЯ ГАУССА-КРЮГЕРА. ЗОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ.

ВЛИЯНИЕ КРИВИЗНЫ ЗЕМЛИ НА ВЫСОТЫ ТОЧЕК.

ПОПРАВКА В ЛИНИЮ ЗА ПРИВЕДЕНИЕ ЕЕ В ПРОЕКЦИЮ ГАУССА - КРЮГЕРА.

ОБОСНОВАНИЕ К ВЫБОРУ БИЖУ ЗОНАЛЬНОЙ РАЗГРАФКЕ ПРОЕКЦИИ ГАУССА-КРЮГЕРА.

ЧИСЛЕННЫЙ МАСШТАБ

ЛИНЕЙНЫЙ И ПОПЕРЕЧНЫЙ МАСШТАБЫ

ПЕРЕХОДНЫЙ МАСШТАБ

ТОЧНОСТЬ МАСШТАБА

КООРДИНАТНЫЕ СЕТКИ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ.

КИЛОМЕТРОВАЯ СЕТКА. ПРЯМОУГОЛЬНАЯ ЗОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ ПРОЕКЦИИ ГАУССА – КРЮГЕРА.

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ КООРДИНАТНАЯ СЕТКА.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ТОЧЕК ПО ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЕ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КООРДИНАТ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ.

ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЛЬЕФА НА ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТАХ.

___ ОСНОВНЫЕ ФОРМЫ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ

СУЩНОСТЬ СПОСОБА ИЗОБРАЖЕНИЯ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ

КРУТИЗНА И НАПРАВЛЕНИЕ СКАТА. МАСШТАБ ЗАЛОЖЕНИЙ

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО КАРТЕ С ГОРИЗОНТАЛЯМИ

- ___ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТМЕТКИ ГОРИЗОНТАЛИ ПО ДАННОЙ ОТМЕТКЕ ТОЧКИ И ИЗВЕСТНОЙ ВЫСОТЕ СЕЧЕНИЯ РЕЛЬЕФА.
- ___ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТ ТОЧЕК МЕСТНОСТИ.
- ___ ПОСТРОЕНИЕ ПРОФИЛЯ МЕСТНОСТИ ПО ЗАДАННОМУ НА КАРТЕ НАПРАВЛЕНИЮ.
- ___ ПРОВЕДЕНИЕ НА КАРТЕ ЛИНИИ ЗАДАННОГО УКЛОНА.
- ___ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦЫ ВОДОСБОРНОЙ ПЛОЩАДИ.

Глава 2.

ОРИЕНТИРОВАНИЕ ЛИНИЙ.

- СБЛИЖЕНИЕ МЕРИДИАНОВ.
- ИСТИННЫЙ АЗИМУТ ЛИНИИ МЕСТНОСТИ
- МАГНИТНЫЙ АЗИМУТ ЛИНИИ МЕСТНОСТИ
- ДИРЕКЦИОННЫЙ УГОЛ
- СВЯЗЬ ДИРЕКЦИОННОГО УГЛА ПРЕДЫДУЩЕЙ И ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ЛИНИИ.

ПРЯМАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА

“ОБРАТНАЯ” ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА

Глава 3.

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ПОГРЕШНОСТЕЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ.

- ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О ИЗМЕРЕНИЯХ.
- ПОГРЕШНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ
- СВОЙСТВА СЛУЧАЙНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ
- ПРИНЦИП АРИФМЕТИЧЕСКОЙ СРЕДИНЫ.
- СРЕДНЯЯ КВАДРАТИЧЕСКАЯ ПОГРЕШНОСТЬ. ФОРМУЛА ГАУССА.
- СРЕДНЯЯ КВАДРАТИЧЕСКАЯ ПОГРЕШНОСТЬ. ФОРМУЛА БЕССЕЛЯ.
- СРЕДНЯЯ КВАДРАТИЧЕСКАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ФУНКЦИИ ОБЩЕГО ВИДА.

Глава 4

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ.

- ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПЛАНОВАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ СЕТЬ
- НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ
- СТРУКТУРА И ТОЧНОСТЬ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ.

Глава 5

- НИВЕЛИРОВАНИЕ.
 - ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.
 - КЛАССИФИКАЦИЯ НИВЕЛИРНЫХ СЕТЕЙ .
 - КЛАССИФИКАЦИЯ НИВЕЛИРОВ.
 - НИВЕЛИР Н-3
 - НИВЕЛИР Н-3КЛ
 - ИССЛЕДОВАНИЕ НИВЕЛИРА С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ УРОВНЕМ.
 - ПОВЕРКИ НИВЕЛИРА.
 - ПОВЕРКИ НИВЕЛИРНЫХ РЕЕК.
 - НИТЯНОЙ ДАЛЬНОМЕР
- ПРОИЗВОДСТВО ТЕХНИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ.
 - ПОРЯДОК ЗАПИСИ И ОБРАБОТКИ ЖУРНАЛА ТЕХНИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ.

Глава 6

УГЛОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О ТЕОДОЛИТНЫХ РАБОТАХ.
ПРИНЦИП ИЗМЕРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО УГЛА.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ УГЛОМЕРНЫХ ПРИБОРОВ.

ОСНОВНЫЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ.

ТЕОДОЛИТ 4Т-30КП

ТЕОДОЛИТ 3Т-5КП

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕОДОЛИТА.
ОСНОВНЫЕ ПОВЕРКИ ТЕОДОЛИТА.
ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВ.

ИЗМЕРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО УГЛА.

ИЗМЕРЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО УГЛА.

ПОНЯТИЕ ТЕОДОЛИТНОГО ХОДА.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ СУММА ИЗМЕРЕННЫХ УГЛОВ РАЗОМКНУТОГО ТЕОДОЛИТНОГО ХОДА.

ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ СЪЕМКИ (ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.)

ВИДЫ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ СЪЕМОК.

СПОСОБ ПЕРПЕНДИКУЛЯРОВ.
ТЕОДОЛИТНАЯ СЪЕМКА. ПОЛЯРНЫЙ СПОСОБ
ВЫСОТНАЯ СЪЕМКА.
ПЛАНОВО-ВЫСОТНАЯ (ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ) СЪЕМКА.

ПРОИЗВОДСТВО ТОПОГРАФИЧЕСКИХ СЪЕМОК.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ.
РЕКОГНОСЦИРОВКА МЕСТНОСТИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ.

Глава 7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕПРИСТУПНОГО РАССТОЯНИЯ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО РАЗМЕРА ДЕТАЛИ ОБЪЕКТА.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАЗМЕРА ДЕТАЛИ ФАСАДА (ИНТЕРЬЕРА) ЗДАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ТЕОДОЛИТА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СООРУЖЕНИЙ, ИМЕЮЩИХ ФОРМУТЕЛ ВРАЩЕНИЯ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ТОЧЕК ОБЪЕКТА СПОСОБОМ ПРЯМОЙ ОДНОКРАТНОЙ ЗАСЕЧКИ.

Глава 8

ВВЕДЕНИЕ В ФОТОГРАММЕТРИЮ.

ФОТОТЕОДОЛИТНАЯ СЪЕМКА.
СИСТЕМА КООРДИНАТ СНИМКА.
ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ.
ЭЛЕМЕНТЫ ВНЕШНЕГО ОРИЕНТИРОВАНИЯ (ЭВО) СНИМКА.
ОСНОВНЫЕ СЛУЧАИ СТЕРЕОСЪЕМКИ.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИХ КООРДИНАТ ОБЪЕКТА ПО СТЕРЕОПАРЕ НОРМАЛЬНОГО СЛУЧАЯ СЪЕМКИ.

Лабораторные работы

Лабораторная работа №1. СОСТАВЛЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА УЧАСТКА МЕСТНОСТИ В МАСШТАБЕ 1:500 ПОД ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖИЛОГО ДОМА.

Лабораторная работа №2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ ТОЧЕК ПО ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛОВ ОРИЕНТИРОВАНИЯ ЛИНИЙ.

Лабораторная работа №3. Определение высот точек по карте. Построение профиля по заданной линии.

Лабораторная работа №4. Определение высоты объекта с помощью теодолита.

Лабораторная работа №5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО РАЗМЕРА ОБЪЕКТА С ПОМОЩЬЮ ТЕОДОЛИТА.

Лабораторная работа №6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИХ КООРДИНАТ ОБЪЕКТА ПО СТЕРЕОПАРЕ НОРМАЛЬНОГО СЛУЧАЯ СЪЕМКИ.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемое пособие написано в соответствии с программой курса «Геодезия» для студентов специальности «Реставратор памятников архитектуры и архитектурной среды» — 052900 (02)». При подготовке данного пособия было использовано учебное пособие «Геодезия» издания 1997 г., автор Н.В. Усова, учебник «Геодезия» издания 2004 г., автор Н.В. Усова, и ряд других учебных пособий и изданий по геодезии.

При реставрации, реконструкции, консервации и инвентаризации отдельных объектов, архитектурных ансамблей, памятников садово-паркового искусства и др. выполняется комплекс геодезических и фотограмметрических работ. Эти работы имеют много общего с традиционными. Однако особенности решаемых задач накладывают определенную специфику на методы измерений и их обработку.

Цель данного пособия состоит в том, чтобы научить будущих специалистов владеть топографической картой, дать понятие о сущности геодезических и фотограмметрических работ при реставрации, научить выполнять обмеры сооружений с помощью теодолита и нивелира.

При написании пособия использованы материалы и опыт Н.В. Усовой, накопленный в процессе выполнения геодезических и фотограмметрических обмеров памятников архитектуры и центров исторических городов, практический и теоретический опыт И.Г. Чугреева и М.Р. Владимировой в области геодезии и фотограмметрии.

О АВТОРАХ.



Чугреев Игорь Григорьевич. Доктор технических наук, профессор Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК)



Усова Наталья Владимировна. Кандидат технических наук, профессор кафедры Реконструкции и реставрации в архитектуре Московского архитектурного института (Государственной академии), профессор Института искусствоведения.



Владимирова Марина Рюриковна. Кандидат технических наук, доцент кафедры Геодезия Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК)

Введение

НАУКА ГЕОДЕЗИЯ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

До недавнего времени **Геодезия**, была наукой, изучающей земную поверхность (сушу) в геометрическом отношении.

Изучение земной поверхности, ввиду ее обширности, выполняется по частям, а изучение частей всегда требует знания целого. В данном случае этим целым является форма (фигура) Земли и ее размеры. Изучение фигуры Земли и определение ее размеров является основной задачей геодезии.

В настоящее время геодезия решает следующие основные задачи:

- определение гравитационного поля Земли;
- распространение единой системы координат на территорию отдельного государства, континента и всей Земли в целом;
- выполнение измерений на поверхности земли;
- изображение участков поверхности земли на топографических картах и планах;
- изучение глобальных смещений блоков земной коры.

Для решения данных задач, геодезия делится на ряд дисциплин:

- **Высшая геодезия** — изучает фигуру земли, методы и средства создания геодезической сети, методы и способы высокоточных геодезических измерений, астрономических наблюдений применительно к созданию астрономогеодезической сети.
- **Топография** (геодезия) — описание земной поверхности, создание топографических планов и карт на отдельные участки местности.
- **Инженерная геодезия** (прикладная геодезия) — методы, техника и организация геодезических работ для решения инженерных задач
- **Космическая геодезия** (спутниковая геодезия) — использование наблюдений за искусственными спутниками Земли и космическими аппаратами для изучения формы и размеров Земли и её внешнего гравитационного поля.
- **Аэрофотогеодезия** (фотограмметрия) — изучает методы создания топографических карт по материалам аэрофотосъёмки, определение размеров, формы и положения объектов по их изображениям на фотоснимках
- **Картография** – изучает сущность и способы построения изображений земной поверхности на картах
- **Геодезическая гравиметрия** — распределение силы тяжести на земной поверхности.
- **Маркшейдерское дело** — область геодезии, обслуживающая горнодобывающую промышленность и туннелестроение

В данном учебнике будет рассмотрен раздел топографии (от греческих слов *topos* – местность, *graphikos* – представленный чертежом). В настоящее время слова геодезия и топография воспринимаются специалистами как синонимы, поэтому, в дальнейшем изложении, под словом геодезия будем понимать раздел геодезии – топография.

Топография занимается изучением только физической поверхности суши с расположенными на ней объектами. Основной задачей топографии является получение точных данных о форме и расположении неровностей земной поверхности, а также расположении на ней естественных (реки, озера, леса и т. п.) и искусственных (населенные пункты, дороги и т. п.) объектов. Кроме того, топография изучает некоторые качественные

характеристики земной поверхности, что повышает ценность получаемых данных и делает их более универсальными для использования.

Основным методом изучения земной поверхности в топографическом отношении является топографическая съемка, представляющая собой комплекс работ, выполняемых на местности и в помещении с целью получения изображения земной поверхности на плоскости. Работы, выполняемые при топографической съемке непосредственно на местности, называют *полевыми*, а выполняемые в помещении — *камеральными*.

Конечным результатом полевых и камеральных топографических работ, включающих изучение земной поверхности, измерения на ней и графические построения, является топографический план — уменьшенное и обобщенное изображение земной поверхности на плоскости.

Топографическая съемка выполняется с помощью различных инструментов и приборов. Изучение устройства инструментов и техника работы с ними также является одной из задач топографии.

В настоящее время при производстве топографической съемки широко используются фотоснимки местности, получаемые с самолета — аэроснимки.

Применение аэроснимков позволило производить измерение объектов местности по их изображениям в камеральных условиях. Это позволило повысить производительность труда при топографической съемке, снизить ее стоимость и повысить точность выполняемых работ. Поэтому топография изучает так же свойства аэроснимков и способы их обработки с целью получения изображения местности на плане или карте. Данный раздел дисциплины называют ***фотограмметрией***.

Составление топографического плана или карты требует большого искусства и опытности. Это особенно важно при передаче подробностей местности, зарисованных в процессе съемки, так как чем мельче масштаб составляемой карты, тем меньше подробностей на ней можно показать и тем больше приходится делать обобщений. Поэтому нужно уметь отличать важное от второстепенного. Искусство обобщения необходимо топографу. Он должен уметь из огромной массы подробностей местности выбрать самое главное для нанесения на карту.

Геодезия играет важную роль при решении многих весьма ответственных задач. Например: при изысканиях и строительстве гидротехнических и промышленных сооружений, железных и автодорог, городов и сельских населенных пунктов, аэродромов, подземных сооружений, воздушных сетей. Большие геодезические работы производятся при землеустройстве и лесоустройстве

Геодезические методы измерений весьма высокой точности широко применяются при наблюдениях за деформациями и осадками инженерных сооружений в периоды их строительства и эксплуатации.

Велико значение геодезии и в обороне страны. Вся армия в целом нуждается в картах различных масштабов. По ним изучают местность, на которой предстоит действовать, на них разрабатываются боевые операции войск. Некоторые рода войск имеют в своем составе геодезические подразделения.

Таким образом, в настоящее время трудно указать область народного хозяйства, в которой геодезия и геодезические работы не имели бы существенного значения.